Государственное образовательное учреждение

среднего профессионального образования

Воронежский авиационный техникум имени В.П. Чкалова

Дисциплина: «Гидравлические и пневматические системы»

Специальность 151001, «Технология машиностроения»

 **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЗАОЧНИКОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 151001**

**«ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

 2009

##  Одобрено

На заседании цикловой комиссии

«Технологии машиностроения»

Решение от « »\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2009

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Минаков А.Н.

Автор: Мартьянова В.Ю. – преподаватель ВАТ им.В.П.Чкалова

Рецензенты: Оконь Б.Б. – преподаватель ВАТ им.В.П.Чкалова

 Пачевский Е.В. – преподаватель ВАТ им.В.П.Чкалова

**Содержание**

1 Пояснительная записка 4

2 Общие указания 5

3 Перечень рекомендуемой литературы 5

4 Варианты контрольной работы 6

5 Указания по составлению отчёта 16

5 Приложение 1 19

6 Приложение 2 21

**Пояснительная записка**

 **Цели и задачи контрольной работы:** проверить и оценить знания студентов, полученные при самостоятельном изучении курса.

 Для выполнения контрольной работы студент должен изучить ниже перечисленные разделы курса; знать назначение, принцип действия, условные обозначения на схемах гидравлических машин и аппаратов, варианты применения их в гидроприводах металлорежущих станков. Это даст возможность студенту разбираться в принципе действия гидравлических механизмов, применяемых в металлорежущих станках, читать гидравлические схемы станков, выполнять простейшие расчеты по подборке гидравлических устройств, входящих в привод станка, подготовит к изучению дисциплины «Технологическое оборудование».

 **Разделы курса, по которым выполняется контрольная работа:**

***••• «Основы гидравлики»;***

***••• «Гидропривод станков».***

 В первом пункте контрольной работы необходимо ответить на теоретический вопрос по гидравлике и решить задачу. Во втором пункте необходимо ответить на вопрос по устройству гидравлической машины, в третьем – рассмотреть гидравлический аппарат.

Особое внимание при изучении курса следует уделить чтению гидравлических схем станков, составу и принципу действия гидравлических механизмов, используемых в приводах станков.

**Общие указания**

Студент-заочник должен выполнить одну контрольную работу и предъявить её до начала экзаменационной сессии. Студенты, не выполнившие контрольную работу в срок и не получившие по ней зачета, к зачёту по дисциплине не допускаются.

 Номер варианта контрольной работы соответствует номеру студента по журналу. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту или выполненная небрежно, не рецензируется и не зачитывается.

 Работу следует выполнять чётким разборчивым почерком или на компьютере. Записи следует делать без сокращений. Схемы механизмов обязательно должны быть изображены в работе. Рисунки выполнять с помощью чертёжных принадлежностей. Содержание задания следует переписывать полностью. Страницы работы должны быть пронумерованы, иметь свободные поля для замечаний преподавателя. Расчеты и вычисления должны быть приведены полностью, чтобы при рецензировании работы можно было проверить весь ход вычислений. Должны быть приведены все необходимые пояснения.

 В конце работы необходимо привести список использованной литературы.

 **К методическим указаниям приложены:**

- схема и принцип действия электрогидравлического шагового привода (ЭГШП), приложение №1;

- гидравлическая схема плоскошлифовального станка, приложение №2,

 для самостоятельной подготовки к выполнению практических работ по дисциплине.

**Перечень рекомендуемой литературы.**

1 К.М.Холин, О.Ф.Никитин «Основы гидравлики и объёмные гидроприводы»,

М «Машиностроение»

2 В.К.Свешников, А.А.Усов «Станочные гидроприводы», М «машиностроение»

3 И.М. Кучер «Металлорежущие станки»

**Варианты контрольной работы**

**Вариант 1**

 1 Каковы основные физические свойства жидкостей и параметры для их оценки, используемые в гидравлических расчетах?

Задача.

Определить плотность жидкости, полученной смешиванием 10л жидкости плотностью ρ1 = 900кг/м3 и 20л жидкости плотностью ρ2 = 870кг/м3.

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах шестерённых насосов.

 3 Дать классификацию гидравлических аппаратов. Описать их основное назначение.

**Вариант 2**

 1 Что такое вязкость жидкости, какие параметры используют для оценки вязкости, единицы её измерения? Привести способы измерения и приборы для измерения вязкости. Описать принцип действия этих приборов.

Задача.

Определить повышение давления (Δр), при котором начальный объём воды уменьшится на 1%(ΔV/V0 = 0,01), если βр = 4,85 × 10-10Па-1.

 2 Описать разновидности, назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах гидроцилиндров.

 3 Дать основные характеристики предохранительных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 3**

 1 Что такое гидростатическое давление в жидкостях? Каковы основные свойства гидростатического давления? Обосновать основное уравнение гидростатики.

Задача.

Стальной трубопровод длиной ℓ = 300м и диаметром d = 500мм испытывают на прочность. Определить объём воды, который необходимо дополнительно подать в трубопровод (ΔV), для подъёма давления от р1 = 0,1МПа до р2 = 5МПа. Модуль упругости воды Еводы = 2000МПа.

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах шестерённых гидромоторов.

 3 Дать основные характеристики обратных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 4**

 1 Привести основные понятия гидродинамики: установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное движение жидкости. Дать определения элементам потока: линия тока, трубка тока, элементарная струйка. Что называют живым сечением, смоченным периметром, гидравлическим радиусом потока? Что такое расход жидкости?

Задача.

Определить, на сколько уменьшится давление масла (Δр) в закрытом объёме V0 = 150л гидропривода, если утечки масла ΔV = 0,5л; а коэффициент объёмного сжатия βр = 7,5 × 10-10Па-1.

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах пластинчатых насосов.

 3 Дать основные характеристики редукционных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 5**

 1 Обосновать уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Как измеряют скоростной напор?

Задача.

Высота цилиндрического вертикального резервуара h = 10м, диаметр d =3м. Найти массу мазута (ρ0 = 920кг/м3), которую можно налить в резервуар при 150С, если его температура может подняться до 400С. Коэффициент температурного расширения мазута βt = 0,00080C-1.

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах пластинчатых гидромоторов.

 3 Дать основные характеристики направляющих распределителей (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 6**

 1 Обосновать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Раскрыть геометрический смысл уравнения Бернулли. Дать характеристики составляющим напора. Охарактеризовать основные напорные линии.

Задача.

Определить повышение давления (Δр) в закрытом объёме гидропривода при повышении температуры масла от 200С до 400С, если βt = 7 × 10-4 0C-1, а βр = 6,5 × 10-10Па-1.

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах радиально-поршневых насосов.

 3 Дать основные характеристики дросселирующих распределителей (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 7**

 1 Какие бывают режимы течения жидкостей, как определить режим течения, что такое число Рейнольдса?

Задача.

Определить режим течения жидкости АМГ – 10, кинематическая вязкость ν = 10мм2/с в трубе с внутренним диаметром d = 10мм, со скоростью υ = 2м/c и потери на трение при движении по трубе длиной ℓ = 10м (Re = ? Режим - ? hℓ = ?)

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах радиально-поршневых гидромоторов.

 3 Дать основные характеристики дросселей золотникового типа (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 8**

 1 Как рассчитывают потери давления в трубопроводах?

Задача.

По трубе диаметром d = 20мм течет рабочая жидкость И – 20 (масло индустриальное). Расход Q = 40л/мин. В гидросистеме установлены: тройник ξ = 1,5, регулируемый дроссель ξ = 4, редукционный клапан ξ = 5. Определить скорость жидкости и потери на местные сопротивления (υ = ? hм = ?).

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах аксиально-поршневых насосов.

 3 Дать основные характеристики синхронизаторов расходов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 9**

 1 Как рассчитывают скорость и расход жидкости при истечении её через отверстие? Как рассчитать время опорожнения гидроёмкости при известных скорости и расходе жидкости?

Задача.

Определить скорость истечения и расход воды через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара, если напор над центром отверстия Н = 10м, диаметр отверстия d = 100мм, φ = 0,97, µs = 0,62, g = 9,8м/с2 (υ = ? Q = ?).

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах аксиально-поршневых гидромоторов.

 3 Дать основные характеристики регуляторов расхода (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 10**

 1 Сформулировать закон Архимеда и привести его обоснование.

Задача.

Давление воды заполненном толстостенном плотно закрытом сосуде равно 0,2МПа. Как изменится давление при повышении температуры воды от 100С до 300С, если βр = 4,85 × 10-10Па-1; βt = 0,2 × 103 0C-1.

 2 Описать разновидности, назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах гидроцилиндров.

 3 Дать основные характеристики направляющих распределителей (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 11**

 1 Сформулировать и обосновать закон Паскаля о гидростатическом давлении. Каков принцип действия объёмных гидроприводов и мультипликаторов, основанных на законе Паскаля?

Задача.

Определить расход воды при истечении через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара и через конический насадок с минимальным пропускным сечением того же диаметра, если напор над центром отверстия Н = 10м, диаметр отверстия d = 100мм. Сравнить, на сколько увеличится расход воды в последнем случае, если µs кон = 0,96,

µs = 0,62 (Qотв = ? Qкон отв = ? ΔQ = ?).

 2 Привести классификацию насосов. Какие основные параметры используют для технической характеристики насосов? Что такое гидравлические характеристики насосов? Какие характеристики приводят, в основном, в паспортных данных насосов?

 3 Дать основные характеристики обратных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 12**

 1 Обосновать уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Как измеряют скоростной напор?

Задача.

Определить скорость истечения и расход воды через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара, если напор над центром отверстия Н = 10м, диаметр отверстия d = 130мм, φ = 0,97, µs = 0,62, g = 9,8м/с2 (υ = ? Q = ?).

 2 По каким признакам классифицируют гидроприводы? Дать характеристику гидроприводам с машинным управлением.

 3 Привести назначение и разновидности уплотнительных устройств гидроприводов. Какие требования предъявляют к уплотнительным устройствам? Каковы принципы выбора уплотнений?

**Вариант 13**

 1 Как рассчитывают скорость и расход жидкости при истечении её через отверстие? Как рассчитать время опорожнения гидроёмкости при известных скорости и расходе жидкости?

Задача.

Стальной трубопровод длиной ℓ = 300м и диаметром d = 500мм испытывается на прочность. Определить объём воды, который необходимо дополнительно подать в трубопровод (ΔV) для подъёма давления от р1 = 0,1МПа до р2 = 5МПа, если Еводы = 2060МПа.

 2 По каким признакам классифицируют гидроприводы? Дать характеристику гидроприводам с дроссельным управлением (с установкой регулируемого дросселя на входе гидропривода, после насоса).

 3 Для чего и как осуществляют фильтрацию жидкостей в гидроприводах? Привести разновидности и основные параметры фильтров.

**Вариант 14**

 1 Какие бывают режимы течения жидкостей, как определить режим течения, что такое число Рейнольдса?

Задача.

По трубе диаметром d = 32мм течет рабочая жидкость ИГП – 30 (масло индустриальное). Расход Q = 56л/мин. В гидросистеме установлены: тройник ξ = 1,5, регулируемый дроссель ξ = 4, редукционный клапан ξ = 5. Определить скорость жидкости и потери на местные сопротивления (υ = ? hм = ?).

 2 По каким признакам классифицируют гидроприводы? Дать характеристику гидроприводам с дроссельным управлением (с установкой регулируемого дросселя параллельно насосу).

 3 Охарактеризовать гидролинии, используемые в гидроприводах станков: какова их конструкция, какие требования предъявляют к гидролиниям, как выбирают трубы, виды соединительных элементов.

**Вариант 15**

 1 Как рассчитывают потери давления в трубопроводах? Каков состав потерь напора в гидроприводах?

Задача.

Определить режим течения жидкости МГЕ – 10А, кинематическая вязкость ν = 10мм2/с в трубе с внутренним диаметром d = 20мм, со скоростью υ = 1,5м/c и потери на трение при движении по трубе длиной ℓ = 15м (Re = ? Режим - ? hℓ = ?)

 2 По каким признакам классифицируют гидроприводы? Дать характеристику гидроприводам с дроссельным управлением (с установкой регулируемого дросселя параллельно насосу и гидромотору).

 3 Для чего в гидроприводах служат гидробаки? Каково их устройство? Какие устройства гидроприводов служат для поддержания требуемой температуры рабочих жидкостей?

**Вариант 16**

 1 Для чего в гидросистемах применяют насадки? Охарактеризовать разновидности насадков.

Задача.

Определить повышение давления (Δр) в закрытом объёме гидропривода при повышении температуры масла от 100С до 500С, если βt = 5 × 10-4 0C-1, а βр = 7 × 10-10Па-1.

 2 Каково устройство, назначение, принцип действия струйных гидроусилителей мощности? Нарисовать гидравлическую схему струйных усилителей.

 3 Дать основные характеристики дросселей золотникового типа (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 17**

 1 Что такое вязкость жидкости, какие параметры используют для оценки вязкости, единицы её измерения? Привести способы измерения и приборы для измерения вязкости. Описать принцип действия этих приборов.

Задача.

Высота цилиндрического вертикального резервуара h = 12м, диаметр d = 4м. Найти массу мазута (ρ0 = 920кг/м3), которую можно налить в резервуар при 200С, если его температура может подняться до 600С. Коэффициент температурного расширения мазута βt = 0,00080C-1.

 2 По каким признакам классифицируют гидроприводы? Дать характеристику гидроприводам с дроссельным управлением (с установкой регулируемого дросселя на выходе гидропривода, после гидроцилиндра).

 3 Дать основные характеристики гидравлических аккумуляторов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 18**

 1 Каковы основные физические свойства жидкостей и параметры для их оценки, используемые в гидравлических расчетах?

Задача.

Давление воды заполненном толстостенном плотно закрытом сосуде равно 0,2МПа. Как изменится давление при повышении температуры воды от 100С до 300С, если βр = 4,85 × 10-10Па-1; βt = 0,2 × 103 0C-1.

 2 Каково устройство, назначение, принцип действия гидроусилителей мощности типа «сопло – заслонка»? Нарисовать гидравлическую схему усилителей типа «сопло – заслонка».

 3 Дать основные характеристики предохранительных клапанов непрямого действия (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 19**

 1 Какие бывают режимы течения жидкостей, как определить режим течения, что такое число Рейнольдса?

Задача.

Определить скорость истечения и расход воды через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара, если напор над центром отверстия Н = 15м, диаметр отверстия d = 120мм, φ = 0,97, µs = 0,62, g = 9,8м/с2 (υ = ? Q = ?).

 2 Каково устройство, назначение, принцип действия золотниковых гидроусилителей мощности? Нарисовать гидравлическую схему золотниковых усилителей.

 3 Дать основные характеристики редукционных клапанов непрямого действия (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 20**

 1 Как рассчитывают гидростатическое давление жидкости на стенки сосуда?

Задача.

Определить режим течения жидкости АМГ – 10, кинематическая вязкость ν = 10мм2/с в трубе с внутренним диаметром d = 16мм, со скоростью υ = 1,4м/c и потери на трение при движении по трубе длиной ℓ = 15м (Re = ? Режим - ? hℓ = ?).

 2 По каким признакам классифицируют гидроприводы? Дать характеристику гидроприводам с машинным управлением.

 3 Дать основные характеристики направляющих распределителей (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 21**

 1 Что такое гидростатическое давление в жидкостях? Каковы основные свойства гидростатического давления? Обосновать основное уравнение гидростатики.

Задача.

Определить расход воды при истечении через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара и через конический насадок с минимальным пропускным сечением того же диаметра, если напор над центром отверстия Н = 18м, диаметр отверстия d = 140мм. Сравнить, на сколько увеличится расход воды в последнем случае, если µs кон = 0,96,

µs = 0,62 (Qотв = ? Qкон отв = ? ΔQ = ?).

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах радиально-поршневых насосов.

 3 Дать основные характеристики предохранительных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 22**

 1 Обосновать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Раскрыть геометрический смысл уравнения Бернулли. Дать характеристики составляющим напора. Охарактеризовать основные напорные линии. Для чего служит трубка Пито?

Задача.

По трубе диаметром d = 30мм течет рабочая жидкость МГ – 32 (масло гидравлическое). Расход Q = 46л/мин. В гидросистеме установлены: тройник ξ = 1,5, регулируемый дроссель ξ = 4, редукционный клапан ξ = 5. Определить скорость жидкости и потери на местные сопротивления (υ = ? hм = ?).

 2 Каково устройство, назначение, принцип действия струйных гидроусилителей мощности? Нарисовать гидравлическую схему струйных усилителей.

 3 Дать основные характеристики обратных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 23**

1 Для чего в гидросистемах применяют насадки? Охарактеризовать разновидности насадков.

Задача.

Стальной трубопровод длиной ℓ = 280м и диаметром d = 400мм испытывается на прочность. Определить объём воды, который необходимо дополнительно подать в трубопровод (ΔV) для подъёма давления от р1 = 0,2МПа до р2 = 5,4МПа, если Еводы = 2060МПа.

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах радиально-поршневых гидромоторов.

 3 Дать основные характеристики редукционных клапанов (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Вариант 24**

 1 Как рассчитывают потери давления в трубопроводах?

Задача.

Определить скорость истечения и расход воды через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара, если напор над центром отверстия Н = 16м, диаметр отверстия d = 100мм, φ = 0,97, µs = 0,62, g = 9,8м/с2 (υ = ? Q = ?).

 2 Описать назначение, устройство, принцип действия, основные параметры для выбора, условное обозначение на гидравлических схемах аксиально-поршневых насосов.

 3 Описать основные разновидности соединительных элементов гидролиний, каково устройство быстроразъёмных соединений? Какие требования предъявляют к соединениям гидролиний?

**Вариант 25**

 1 Как рассчитывают скорость и расход жидкости при истечении её через отверстие? Как рассчитать время опорожнения гидроёмкости при известных скорости и расходе жидкости?

Задача.

Определить режим течения жидкости МГЕ – 10А, кинематическая вязкость ν = 10мм2/с в трубе с внутренним диаметром d = 20мм, со скоростью υ = 1,5м/c и потери на трение при движении по трубе длиной ℓ = 15м (Re = ? Режим - ? hℓ = ?)

 2 Каково устройство, назначение, принцип действия золотниковых гидроусилителей мощности? Нарисовать гидравлическую схему золотниковых усилителей.

 3 Дать основные характеристики дросселирующих распределителей (назначение, устройство, принцип действия, способы применения, условное обозначение на схеме, основные параметры).

**Указания по составлению отчета**

 1 Отчёт по первому пункту контрольной работы должен содержать по возможности полное и краткое освещение вопроса из разделов «Гидростатика» или «Гидродинамика». К ответу необходимо приложить рисунки и схемы, поясняющие ответ. Рисунки и схемы должны содержать расшифровку всех обозначений и необходимые комментарии по содержанию.

 К вопросу приложена задача. В решении необходимо привести все промежуточные рассуждения и формулы, а также перевод единиц измерения в единую систему.

 2 Отчет по второму и третьему пунктам контрольной работы должен содержать по возможности полное и краткое освещение вопросов из раздела «Гидропривод».

**Пример ответа на теоретический вопрос.**

 Вопрос. Что такое кавитация жидкости? Как она влияет на работу гидропривода? Какие способы предотвращения кавитации применяют?

 Ответ.

 ***Кавитация –*** это процесс возникновения пузырьков пара в потоке жидкости при снижении давления до давления парообразования с последующей конденсацией паров жидкости в зоне повышенного давления.

 Это явление может произойти в зоне резкого уменьшения живого сечения потока с последующим его расширением.

 Возникновение кавитации можно рассмотреть с помощью гидравлического стенда, схема которого приведена на рисунке.



Рис.1 – Схема возникновения кавитации жидкости: 1,3 – вентили, 2 – стеклянная трубка, 4 – гидробак

 Жидкость под давлением подводится к вентилю 1 и далее движется по трубке 2, которая сначала плавно сжимает поток жидкости, а затем плавно расширяет его. Через вентиль 3 поток сливается в гидробак.

 Запишем уравнение Бернулли для сечений 1 – 1 и 2 – 2 трубки, если z1 = z2 и α1 = α2 = 1

$\frac{р\_{1}}{ρg} + \frac{υ\_{1}^{2}}{2g} = \frac{р\_{2}}{ρg} + \frac{υ\_{2}^{2}}{2g}$ (1)

 Если постепенно открывать вентиль 3, расход, а следовательно и скорость потока будут возрастать, так как

Q = υ × s, (2)

где Q – расход жидкости;

 υ – скорость потока;

 s – площадь сечения трубы.

 Из уравнения неразрывности потока

Q1 = Q2 = υ1s1 = υ2s2 (3)

$\frac{υ\_{1}}{υ\_{2}} = \frac{s\_{2}}{s\_{1}}$ (4)

 Из этого следует, что больше всего скорость возрастает в узком месте трубы.

 Из уравнения Бернулли (1) видно, что скоростная составляющая напора возрастёт пропорционально квадрату скорости, а пьезометрическая уменьшится. Следовательно, упадёт давление р2. При определённых скоростях жидкости и малых диаметрах труб, давление может упасть до давления парообразования, что приведёт к образованию в жидкости пузырьков газа.

 В расширяющейся части скорость уменьшится, согласно уравнениям (3) и (4), а значит, согласно уравнению (1) возрастёт давление. Это приводит к резкой конденсации пузырьков газа и сопровождается гидравлическими микроударами, приводящими к эрозионному разрушению стенок труб.

 Кавитация жидкости может возникнуть:

••• на входе самовсасывающего насоса;

••• при резком открытии клапанов;

••• в полостях гидроцилиндра при очень быстром движении поршня.

 Для предотвращения кавитации

••• стараются избегать резких перепадов диаметров труб;

••• устанавливают диффузоры на входе в насос;

••• создают подпор рабочей жидкости в местах открытия запорных элементов, быстрого перемещения рабочих органов гидравлических машин.

**Пример решения задачи.**

 Задача. Определить изменение положения уровня жидкости в вертикальном цилиндрическом резервуаре, заполненном маслом при 0 на 2,7м, при повышении температуры масла до 30; βt = 0,0008-1.

 Согласно определения, коэффициент теплового расширения

$β$t = $\frac{∆V}{V\_{0}∆t}$, где

$∆V = V - V\_{0}$ - это разница начального и конечного объёмов масла в резервуаре.

 Начальный объём масла в резервуаре

V0 = S × H0, где

S – площадь поперечного сечения резервуара,

H0 – начальный уровень масла в резервуаре.

 Конечный объём масла в резервуаре

V = S × H, где

S – площадь поперечного сечения резервуара,

H – конечный уровень масла в резервуаре.

 $∆t$ - разница конечной и начальной температуры масла

$∆t =t - t\_{0}$, где

t – конечная температура масла,

t0 – начальная температура масла.

 Подставим эти значения в формулу для $β$t:

$$β\_{t}= \frac{SH -SH\_{0}}{SH\_{0}(t - t\_{0})} = \frac{S(H - H\_{0})}{SH\_{0}(t - t\_{0})}= \frac{H - H\_{0}}{H\_{0}(t - t\_{0})}$$

 Подставив численные значения параметров, получим:

0,0008 = $\frac{2,7 - Н\_{0}}{Н\_{0}(30 -0)}$

0,0008 × 30 × Н0 = 2,7 – Н0

0,024Н0 + Н0 = 2,7

1,024Н0 = 2,7

Н0 = $\frac{2,7}{1,024} =2,64м$

 Разница конечного и начального уровней масла ΔН = 2,7 – 2,64 = 0,06м = 6см.

Ответ: уровень масла поднимется на 6см.

**Приложение №1**

**Электрогидравлический шаговый привод**



Рис.2 – Схема действия ЭГШП:

1 – шаговый двигатель, 2 – поводковая муфта, 3 – гайка, 4 – винтовой конец вала,

5 – распределитель дросселирующий, 6 – гидродвигатель, 7 – шлицевая втулка, 8 - исполнительный орган машины

 В электрогидравлических шаговых приводах шаговый двигатель малой мощности поворачивает входной вал гидравлического усилителя крутящего момента (гидромотора), а выходной вал гидромотора повторяет с незначительной ошибкой все движения входного вала. Усиление крутящего момента обеспечивается за счет энергии потока масла, подводимого к гидроусилителю.

 В шаговый двигатель подаётся импульсный ток. Каждый обеспечивает поворот вала ШД на определённый угол – шаг. Вал ШД жёстко связан через поводковую муфту 2 с гайкой 3. Гайка установлена на подшипниках, исключающих возможность её осевого перемещения. Гайка взаимодействует с прецизионным винтом 4, которым заканчивается вал золотника распределителя 5. При повороте гайки 3 золотник распределителя 5 получает осевое смещение, и поток масла поступает через распределитель5 в рабочие камеры гидромотора 6. Вал гидромотора поворачивается в ту же сторону и на тот же угол, что и вал ШД. Один конец вала гидромотора связан через винтовую пару с исполнительным органом станка 8, а другой конец – со шлицевой втулкой 7, установленной на валу золотника распределителя 5. Поворот вала двигателя 6 обеспечивает поворот вала золотника 5 в ту же сторону и на тот же угол, что до того повернулась гайка 3. Связь гайки 3 через винт 4 с валом золотника обеспечивает осевое смещение золотника в исходное положение. Напорное и сливное отверстие распределителя 5 опять перекрываются, система готова к обработке следующего импульса.

 Угол поворота вала гидромотора определяется числом импульсов, поступивших в шаговый двигатель (ШД), а частота вращения – частотой их следования.

 Электрогидравлические шаговые приводы (ЭГШП) находят применение главным образом в станках средней точности, так как система не контролирует с помощью датчиков обратной связи фактическое положение рабочего органа. На точность обработки влияют кинематические ошибки привода подач, люфты в передачах и упругие деформации узлов станка.

 ЭГШП широко применяют в приводах подач фрезерных, токарных, шлифовальных станков с ЧПУ.

**Приложение №2**

**Расшифровка гидравлической схемы плоскошлифовального станка 3Д722**

****

Рис.4 – Принципиальная гидравлическая схема плоскошлифовального станка 3Д722

 В плоскошлифовальном станке с прямоугольным столом 3Д722 гидропривод обеспечивает возвратно-поступательное движение стола с регулируемой скоростью, прерывистую и непрерывную подачу шлифовальной бабки, вертикальную подачу, блокировку маховичка ручного поперечного перемещения шлифовальной бабки.

 В состав гидропривода станка входят следующие составные элементы:

Н – регулируемый пластинчатый насос;

ЦС – цилиндр привода стола;

ЦБ – цилиндр шлифовальной бабки;

ЦВП – цилиндр механизма вертикальной подачи;

ЦР – цилиндр блокировки ручного перемещения;

РС – распределитель управления столом;

РО – распределитель управления остановкой стола;

РБ – распределитель управления шлифовальной бабкой;

РД – распределитель дозирующий;

Р1 – Р5 – распределители управления;

ДР1 – ЛР3 – дроссели с дистанционным электроуправлением;

А – аккумулятор;

ЗМ – золотник включения манометра;

Ф1, Ф2 – фильтры;

ДМ – дроссель;

КО1, КО2 – клапаны обратные.

 Положение элементов на принципиальной гидравлической схеме показано приостановленной шлифовальной бабке (при движении стола вместе с цилиндром влево). Основной поток масла идет по следующим линиям:

**Ф1 – Н – 1 – РО – 2 – РС – 3 – ЦС – ЦС – 4 – РС – 5 – РО – 6 – ДР1 – 7 – БАК**

 Изменение направления движения стола обеспечивается переключением Р1 по команде от электрических датчиков перемещения, установленных на столе. Поток масла при этом в системе управления следующий:



 Это обеспечивает переключение РС и изменение направление движения стола на обратное. Скорость движения стола регулируется дросселем ДР1, перепад давления на котором поддерживается постоянным за счет автоматического изменения подачи насоса Н.

 Подача шлифовальной бабки осуществляется гидроцилиндром ЦБ при включении одного из электромагнитов распределителя Р5. При включении правого электромагнита поток масла в системе управления проходит по следующим линиям:



 При каждом реверсе стола одновременно с РС переключается распределитель РД, золотник которого, проходя через среднее положение, кратковременно соединяет между собой линии 9, 10 и 13, 14, обеспечивая прерывистую подачу шлифовальной бабки. Настройка дросселя ДР3 и дросселей, регулирующих время переключения РД, определяет скорость подачи шлифовальной бабки. Поток масла в системе подачи проходит по следующим линиям:

**Ф1 – Н – 1 – ДР3 – 9 – РД – 10 – РБ – 11 – ЦБ / ЦБ – 12 – РБ – 13 – РД – 14 – БАК**

 Вертикальная подача осуществляется цилиндром ЦВП при включении электромагнита распределителя Р3. Поток масла в системе вертикальной подачи идёт по следующим линиям:

**Ф1 – Н – 1 – Р3 – 16 – ЦВП / ЦВП – 15 – Р3 – 17 – ДР4 – БАК**

После отключения электромагнита распределителя Р2 движение стола прекращается, так как поток масла пойдёт по линиям:

**Ф1 – Н – 1 – Ф2 – 18 – Р2 – 28 – РО / РО – 27 – Р2 – БАК**

 В результате распределитель РО объединяет полости цилиндра ЦС, соединяет между собой линии 1 и 10, чем обеспечивает возможность реализации непрерывной подачи шлифовальной бабки при включении одного из электромагнитов распределителя Р5. При включении левого электромагнита поток масла проходит по линиям:

**Ф1 – Н – 1 – РО – 10 – РБ – 12 – ЦБ / ЦБ – 11 – РБ – 13 – ДР2 – КО2 – 29 – Р2 – БАК**

 Цилиндр блокировки ручного перемещения ЦР срабатывает при включении электромагнита распределителя Р4. Поток масла при этом идёт по линиям:

**Ф1 – Н – 1 – Р4 – 8 – ЦР**