Практическое занятие № 1.

Построение структурных и функциональных схем технологических процессов.

Цель работы: Научиться читать и составлять простейшие структурные и функциональные схемы автоматических систем.

Теоретические сведения.

Информацию, подлежащую передаче, называют сообщением. В автоматике сообщением является электрический сигнал (сила тока, напряжение) определённой величины.

Автоматические устройства состоят из элементов, каждый из которых может выполнить одну простейшую операцию с сигналом — носителем информации. Системы автоматики состоят из отдельных, связанных между собой элементов, каждый из которых выполняет определенную функцию. Элемент автоматики можно рассматривать как преобразователь энергии, на вход которого подается сигнал—некоторая величина ***X***, а с выхода снимается сигнал— величина ***Y*** (рис. 1).

Рис. 1. Элемент автоматики.

Элементами автоматики в зависимости от назначения являются: объекты управления; датчики; усилители; устройства управления; исполнительные механизмы; пр. Различные элементы автоматики выполняют каждый свою функцию в управлении технологическим процессом.

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая действия, выполняемые в определенном порядке для изменения состояния объекта и определения этого состояния**.** Технологические процессы являются объектами управления.

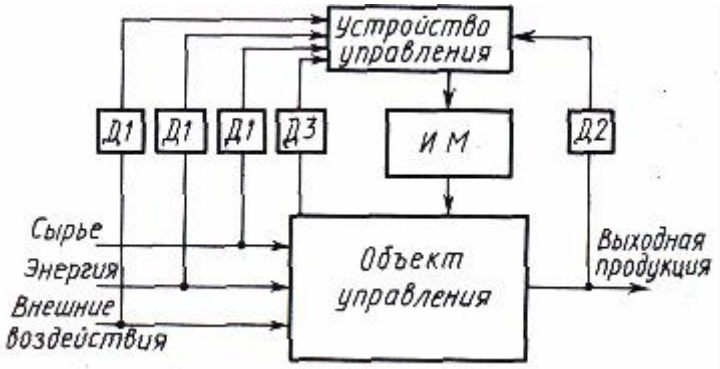


Рис. 2. Упрощенная схема управления технологическим процессом

Датчики ***Д1*** получают информацию о параметрах сырья, энергии и различных внешних воздействий; датчики ***Д2—*** о параметрах выходной продукции; датчики ***Д3—*** о текущем состоянии объекта управления.

Эта информация преобразуется датчиками во входные сигналы устройства управления. На основании информации датчиков устройство управления вырабатывает необходимые сигналы управления.

Устройствами, передающими управляющее воздействие, являются исполнительные механизмы ***ИМ***. Они осуществляют непосредственное управление работой объекта управления.

Для изучения работы различных автоматических систем управления технологическими процессами используют их структурные, функциональные и принципиальные схемы.

Функциональная и структурная схемы систем автоматики (блок-схемы) используют для наглядности в изображении элементов автоматических систем и их функциональной зависимости. Они показывают общий принцип действия и структуру системы,

служат для общего ознакомления с автоматическим устройством и являются основой для составления принципиальных схем.

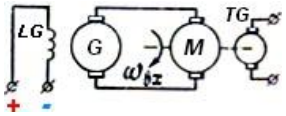
Составные части системы (*блоки*) представляются геометрическими фигурами (прямоугольниками, кружками), а их взаимодействие — линиями со стрелками. Блоки обозначаются буквами (словами), соответствующими выполняемым ими функциям. Число блоков зависит от детализации функций, выполняемых в системе.

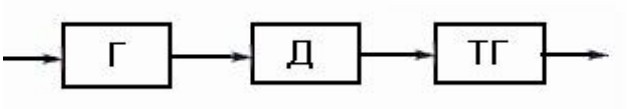
Каждый из видов автоматических систем имеют ряд общих функциональных узлов, позволяющих свести любую систему (управления, контроля, регулирования) к общей функциональной схеме.

Принципиальная схема *дает подробное представление о работе и структуре автоматической системы.*

На этой схеме элементы и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных Государственным стандартом (ГОСТ). Позиционные обозначения устройств или элементов принципиальной схемы также определяются требованиями ГОСТа.

На рис. 3, *а* представлена простейшая принципиальная электрическая схема электропривода с двигателем постоянного тока, питаемым от генератора постоянного тока с независимым возбуждением, и тахогенератором на валу двигателя.





а) **б)**

Рис. 3. Схема электропривода: *а* — принципиальная; б — структурная

На структурной схеме (рис. 3, *б)* все три элемента системы изображены в виде прямоугольников, а функциональная связь между ними указана стрелками.

Для разработки системы автоматики нужно знать:

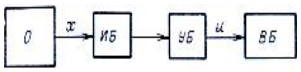
- Продукт, который мы хотим получить
- Операции, которые нужно выполнить для его получения
- Порядок выполнения операций
- Устройства, необходимые для выполнения этих операций
- Промежуточные величины, которые нужно контролировать для получения оптимального результата

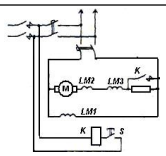
Ход работы.

Задание 1.

1. Запишите признаки структурной и принципиальной схем в таблицу 1.1. Какая из схем в таблице является блок-схемой, а какая – принципиальной? На основании каких утверждений вы сделали такой вывод?

Таблица 1.1

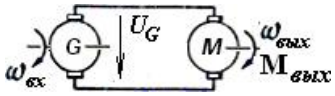
Схема	Признаки
Тип схемы: _____ 	***1.*** ***2.*** ***3.*** ***4.*** ***5.***
Тип схемы: _____	

	***1.*** ***2.*** ***3.*** ***4.***

Задание 3. Составьте структурную и функциональную схемы. Начертите её в таблице 1.2.

Сколько элементов работает в данной схеме? Какие функции они выполняют? Какие сигналы для каждого из них являются входными? Выходными?

Таблица 1.2

Задание 3.

- Составьте другую принципиальную схему, которая будет соответствовать данной структурной схеме ***(б).*** Начертите её в таблице 1.3.

Таблица 1.3

	а)

Сколько элементов работает в данной схеме? Какие функции они выполняют? Какие сигналы для каждого из них являются входными? Выходными?

- Составьте функциональную схему по данной принципиальной схеме.

Задание 4. Составьте функциональную схему технологического процесса по своей профессии

Задание 5. Составьте структурную схему работы по своей профессии

Контрольные вопросы.

1. Для чего используются в автоматике блок-схемы?
2. Как представляют в блок-схемах составные части системы? направление передачи сигнала?
3. Что означают буквы, написанные внутри блоков структурной схемы?
4. Для чего используют принципиальную схему?
5. Как изображают на принципиальной схеме элементы и связи между ними?
6. Что называется технологическим процессом?
7. Какой тип схемы использован для объяснения технологического процесса? Сколько элементов автоматики работает в данной схеме? Какие функции они выполняют?
8. Какие сигналы для каждого из них являются входными? Выходными?

Практическое занятие № 2.
Изучение генераторных и параметрических датчиков.

Цель работы: Изучить устройство, принцип работы генераторных и параметрических датчиков.

Теоретические сведения.

Источниками первичной информации о ходе управляемого процесса являются датчики. Это чувствительные элементы автоматических систем, преобразующие контролируемые величины в выходные сигналы, удобные для передачи или дальнейшей обработки

Рис. 2.1 Функциональная схема электрического датчика.

Датчик состоит из двух частей: чувствительного элемента и преобразующего устройства.

При любом изменении интенсивности воздействия, воспринимаемого датчиком, происходит соответствующее изменение электрического сигнала датчика.

Основное свойство всякого электрического датчика: величина электрического сигнала в цепи датчика соответствует величине параметра, который контролирует датчик.

В устройствах автоматического контроля датчики служат для измерения величин, характеризующих работу технологического оборудования или качество вырабатываемой продукции.

В устройствах автоматического регулирования на основании сигналов датчиков могут быть изменены параметры технологического процесса.

Основные параметры датчиков.

Оценку возможности использования датчиков в различных системах автоматики производят по следующим основным характеристикам: с*татическая характеристика*; и*нерционность;* **п***орог чувствительности*; п*огрешность*.

Классификация датчиков.

По назначению электрические датчики делятся на датчики температуры; перемещения; давления; скорости; положения и т.д.

По способу преобразования энергии – на генераторные и параметрические.

Генераторные датчики.

В каждом из генераторных датчиков неэлектрическое воздействие (нагрев, механическое вращение, освещение) непосредственно воспринимается самим датчиком и без вспомогательного электрического источника питания вызывает в его цепи электрический ток.

Генераторные датчики — это устройства, под влиянием неэлектрического воздействия создающие электрический сигнал без вспомогательных источников питания. К ним относятся: термоэлектрические; фотоэлектрические; пьезоэлектрические; тахометрические и т.д. Величина тока в цепи генераторного датчика зависит от интенсивности неэлектрических воздействий, которым подвергается датчик.

Термоэлектрические датчики.

Одним из примеров термоэлектрических датчиков является термопара. Она представляет собой два разнородных проводника, спаянных у одного из концов.

а) *б)*

Рис. 2.2. Принцип действия термопары (а); его схема (б).

В основе работы датчика лежит явление термоэлектрического эффекта: если место спая нагреть, а свободные концы термопары присоединить к гальванометру, то между свободными концами датчика возникнет термо-ЭДС. Под действием термо-ЭДС в цепи появится электрический ток, вызывающий отклонение стрелки гальванометра. С увеличением нагрева термопары величина тока в рамке гальванометра соответственно возрастает.

Проводники **А** и **Б** термопары могут быть изготовлены из разнородных металлов и их сплавов (медь—константан, платина— копель, вольфрам—молибден и др.).

Значение термо-ЭДС для различных типов термопар составляет от десятых долей Вольт до десятков мВ. Например, для термопары медь—константан она изменяется от -4,3мВ до —6,18 мВ при изменении температуры спая от +100 до —260 °С. Использование в термопарах различных металлов позволяет измерять температуру в пределах от —200 до +2500 °С.

Термопары обеспечивают преобразование тепловой энергии в электрическую.

1. *Пьезоэлектрические датчики.*

Принцип действия датчика основан на прямом пьезоэффекте. Он заключается в том, что некоторые материалы (природные — кварц, турмалин; искусственные — сегнетовая соль, титанат бария и др.) при воздействии на них механических нагрузок образуют на гранях своих поверхностей электрические заряды.

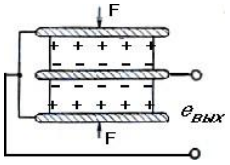


Рис. 2.3 Принцип действия пьезоэлектрического датчика.

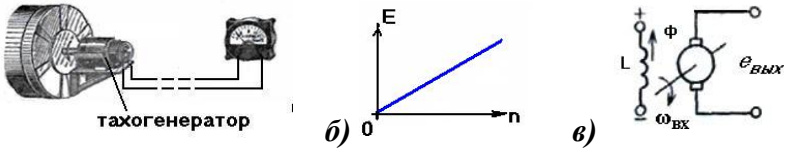
Пьезоэлектрические датчики конструктивно представляют собой набор из нескольких пластин, подобранных таким образом, чтобы заряды одноименно заряжающихся плоскостей складывались. Такое конструктивное решение позволяет повысить чувствительность датчика.

В пьезоэлектрических датчиках происходит преобразование переменных механических сил, действующих на датчик, в электрический заряд.

Пьезоэлектрические датчики применяют для измерения характеристик быстропротекающих процессов—вибраций, переменных давлений, усилий и др.

2. *Тахогенераторный датчик.*

Одними из распространенных генераторных датчиков являются маломощные электрические машины, работающие в режиме генератора. Они могут служить в качестве электрического тахометра — прибора для измерения скорости вращения валов. Если ротор такой машины привести во вращение, то на ее щетках возникает напряжение, величина которого будет прямо пропорциональна скорости вращения.



а) *б)* *в)*

Рис. 2.4 Тахогенераторный датчик (а); его характеристика (б); схема тахогенератора постоянного тока (в).

Тахогенераторный датчик преобразует угловую скорость вращения его вала $\omega_{вх}$ в Э.Д.С. тахогенератора $e_{вых}$.

В зависимости от выходного напряжения различают тахогенераторы постоянного и переменного тока. Эти датчики применяют при автоматизации подъемных установок, конвейерных линий и т.д.

3. *Фотодатчики.*

Фотоэлектрические датчики используются в автоматике для преобразования в электрический сигнал различных неэлектрических величин: механических перемещений, скорости вращения тел, размеров и количества движущихся предметов, освещенности, прозрачности жидкой или газовой сред и т.д.

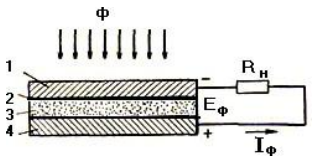


Рис. 2.5 Устройство и схема включения селенового фотоэлемента

Световой поток Ф, проходя через полупрозрачную пленку из золота *1* (электрод) и запирающий слой *2,* попадает на полупроводник *3* и создает вентильный фотоэффект. Вторым электродом служит стальная пластина *4.* Возникшая э. д. с. $E_ф$ создает ток во внешней электрической цепи с сопротивлением нагрузки $R_н$, в качестве которой служит электронный усилитель.

Достоинствами вентильных фотоэлементов являются отсутствие необходимости во внешнем источнике питания и большая чувствительность, недостатками — инерционность, необходимость применения чувствительных усилителей, малый кпд.

В горном деле фотоэлементы применяют как составную часть фотоэлектронных усилителей и реле, используемых в системах автоматического управления наружным освещением, для определения запыленности воздуха, контроля уровня, взаимного положения ковша экскаватора и транспортного средства и т. д.

Параметрические датчики.

Во второй группе датчиков преобразование входной неэлектрической величины **Ψ** в выходную величину, являющуюся параметром электрической цепи (сопротивление, индуктивность, ёмкость) происходит при включении в их цепь источника питания. Параметрические датчики—это устройства, включаемые в цепь вспомогательного источника питания и изменяющие свое электрическое сопротивление под влиянием того или иного неэлектрического воздействия.

Величина тока в цепи параметрического датчика зависит:

- от интенсивности неэлектрических воздействий, которым подвергается датчик;
- от э. д. с. вспомогательного источника питания.

В технике датчики данного типа применяются в основном для измерения линейных перемещений и углов поворота различных механизмов и приборов. Большинство их включается в цепь с источником постоянной э. д. с.

Электрическим сигналом параметрического датчика является сила тока в цепи датчика.

1. Датчики активного сопротивления.

1) Потенциометрический датчик представляет собой переменный резистор (потенциометр), состоящий из плоского, цилиндрического или кольцевого каркаса, на который намотана тонкая проволока из константана или нихрома, и подвижного контакта (щетки), имеющего механическую связь с объектом.

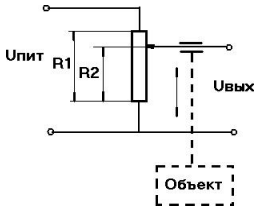


Рис. 2.7 Потенциометрический датчик

При перемещении объекта изменяется активное сопротивление цепи, и, следовательно, ток в цепи датчика.

2) Терморезисторные датчики основаны на свойстве воспринимающего элемента— терморезистора изменять своё сопротивление при изменении температуры. Терморезисторы изготавливают из металлов (медь, железо, никель, платина и др.) и полупроводников (смеси окислов металлов — меди, марганца, кобальта, спекаемых при высокой температуре).

Металлический терморезистор выполняется из проволоки, например, медной, диаметром примерно 0,1 мм, намотанной в виде спирали на слюдяной, фарфоровый или кварцевый каркас. Такой терморезистор заключен в защитную трубку с выводными зажимами, которая затем размещается в точке контроля температуры объекта (в корпусе подшипника, двигателя и т. п.).

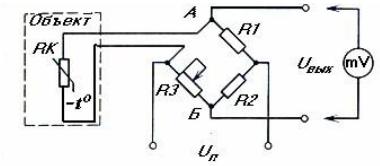


Рис. 2.8 Терморезисторный датчик

При изменении температуры объекта изменяется активное сопротивление выходной цепи.

С ростом температуры °С сопротивление ***R*** металлических терморезисторов возрастает, а большинства полупроводниковых — уменьшается. Достоинством полупроводниковых терморезисторов является их высокая термочувствительность.

3) *Термисторы.* В термисторах термочувствительный элемент выполнен из полупроводникового материала. Обычно используют смесь оксидов металлов — марганца, титана, никеля и др.

Полупроводниковые терморезисторы изготовляются в виде небольших стержней и дисков с выводами, размещаемых в защитных металлических чехлах. Например, стержни медно-марганцевого ММТ-1 и кобальто-марганцевого КМТ-1 терморезисторов имеют длину 12 мм и диаметр 1,8 мм. Для защиты от влияния окружающей среды термистор помещают в корпус или покрывают лаком.

2. *Индуктивные датчики.*

Это датчики, выполненные в виде катушек (из медной проволоки) с ферромагнитными сердечниками.

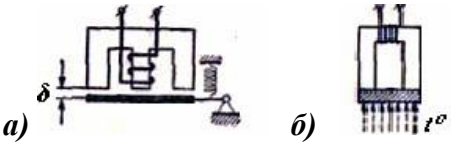


Рис. 2.9 Схемы индуктивных датчиков: а) перемещения; б) термометрического.

В индуктивных датчиках механическое перемещение узла объекта управления, нагрев сердечника или механическое воздействие на него преобразуется в изменение реактивного сопротивления индуктивной катушки дросселя и, следовательно, **силы тока** в цепи датчика.

1) Магнитоупругий датчик (рис. 2.10) основан на свойстве ферромагнитных материалов изменять магнитную проницаемость при их деформации—растяжении (а) или сжатии (б).

Конструктивно магнитоупругий датчик представляет собой катушку **1** с замкнутым магнитопроводом ***2***. Контролируемое усилие ***P***, деформируя сердечник, изменяет его магнитную проницаемость и, следовательно, индуктивное сопротивление катушки.

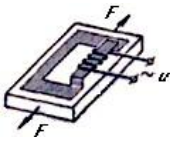


Рис. 2.10 Схема магнитоупругого тензометрического датчика, реагирующего на растяжение.

Магнитоупругие датчики используются для контроля усилий (например, при загрузке скипов и посадке клетей на кулаки), горных давлений и т. п. Такие датчики просты по устройству и надежны в работе.

2) Герконовые датчики (рис. 2.11) используются для контроля положения объектов. Воспринимающий элемент датчика — геркон представляет собой ампулу ***1***, внутри которой запаяны контактные пружины (электроды) ***2,*** изготовленные из ферромагнитного материала. Герметичность ампулы исключает вредное воздействие среды на контакты, повышая надежность их работы. Контакты геркона, расположенного в контролируемой точке пространства, замыкаются под действием магнитного поля, которое создается постоянным магнитом или электромагнитом, установленным на подвижном объекте.

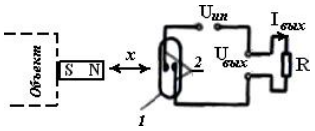


Рис. 2.11 Схема герконового датчика

3. *Ёмкостные датчики.*

Их обычно выполняют в виде конденсаторов с перемещающимися обкладками (пластинами). Перемещая одну пластину относительно другой, изменяют расстояние между ними или площадь перекрытия пластин (рис.2.12). Емкость конденсатора, а, следовательно, и ток в цепи источника переменного напряжения соответственно изменяются. Такие емкостные датчики реагируют на механическое перемещение.

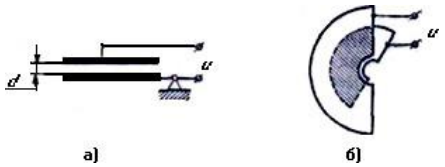


Рис. 2. 12 Принципиальные схемы емкостных датчиков:
а — с поступательным перемещением пластин; *б* — поворотного типа.

В технике датчики данного типа применяются в основном для измерения линейных перемещений и углов поворота различных механизмов и приборов.

Ход работы

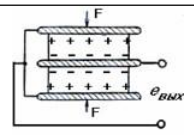
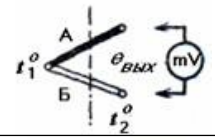
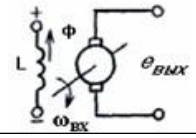
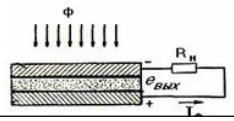
Задание 1. Начертите схему классификации датчиков**.**

Задание 2.

Заполните таблицу 2.1

Таблица 2.1

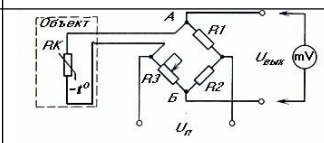
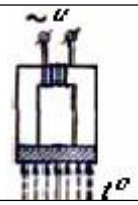
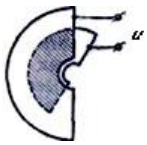
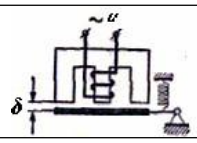
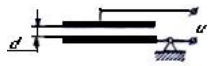
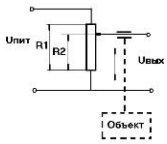
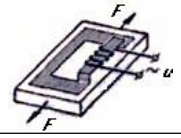
№ п/п	Схемы генераторных датчиков	Датчик	Контролируемая величина	Примечание

1				
2				
3				
4				

Задание 3

Заполните таблицу 2.2

Таблица 2.2

№ п/п	Схема датчика	Датчик	Контролируемая величина	Изменяющийся параметр датчика	Примечание
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Контрольные вопросы.

1. Какой сигнал подают на вход каждого элемента автоматики? Какие преобразования выполняются внутри него?

2. Какое устройство можно назвать датчиком?
3. Приведите пример датчика и объясните, почему Вы считаете данное устройство датчиком.
4. На какие группы делятся датчики?
5. На основании какого свойства описанных датчиков можно сделать вывод, что они являются генераторными датчиками?
6. В чём особенность генераторных датчиков? Приведите примеры.
7. Какая выходная величина является электрическим сигналом генераторного датчика? Подтвердите это объяснением принципа работы датчика.
8. От чего зависит величина сигнала в цепи генераторного датчика?
9. В чём особенность параметрических датчиков? Приведите пример параметрического датчика.
10. От чего зависит величина сигнала в цепи параметрического датчика?
11. Назовите основное свойство датчика.

Практическое занятие № 3. Изучение операционных усилителей.

Цель работы: Ознакомиться с элементами операционного усилителя, изучить принцип его работы; понимать назначение усилителя в системах автоматического регулирования.

Теоретические сведения.

Операционным называют электронный усилитель постоянного тока, выполненный в виде интегральной микросхемы.

Идеальным операционным усилителем называют усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и одним выходом (рис. 5.1), имеющий бесконечно большой коэффициент усиления напряжения, бесконечно большое входное сопротивление и нулевое выходное сопротивление.

У реального операционного усилителя дифференциальный коэффициент усиления по напряжению K_U достигает нескольких миллионов. Операционные усилители обладают весьма высоким входным сопротивлением (нескольких сотен кОм) и низким выходным сопротивлением $R_{вых}$ (от десятков до сотен Ом).

Для питания операционного усилителя обычно используют два разнополярных источника $+E_{П1}$ и $—E_{П2}$, позволяющие получить выходной потенциал, равный в состоянии покоя нулю.

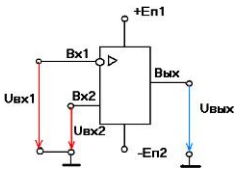


Рис. 3.1 Операционный усилитель.

Чтобы собирать разнообразные устройства на базе одного усилителя, внешние цепи обратной связи операционного усилителя подключают к различным точкам микросхемы.

Для построения линейных усилителей применяют операционные усилители с отрицательной обратной связью.

В зависимости от того, находится ли входной сигнал в противофазе или в фазе с выходным, различают инвертирующий (***Вх 1***) и неинвертирующий (***Вх 2***) входы. В

зависимости от того, на какой из входов подается напряжение входного сигнала, различают неинвертирующий и инвертирующий усилители.

Интегральные операционные усилители являются универсальными, выполняющие математические операции, генерирующие, усиливающие и преобразующие сигналы. Результирующие характеристики устройства определяются только параметрами компонентов цепи внешней обратной связи.

Задание

1. Дайте определение операционного усилителя.

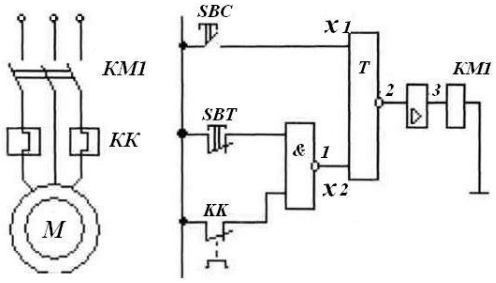
2. Начертите операционный усилитель. Обозначьте на схеме вход и выход усилителя; подключение источника питания.

3. Чем отличается идеальный операционный усилитель от реального? Заполните таблицу 3.1

Таблица 3.1

	Коэффициент усиления по напряжению K_U	Входное сопротивление $R_{вх}$	Выходное сопротивление $R_{вых}$
Идеальный операционный усилитель			
Реальный операционный усилитель			

4. Какую функцию выполняет операционный усилитель в данной схеме пуска асинхронного электродвигателя? **Найдите** ответ в описании работы схемы.



При нажатии кнопки SBC появляется сигнал на входе триггера и им запоминается. Сигнал с выхода триггера усиливается. Под действием выходного напряжения операционного усилителя втягивается сердечник контактора КМ1, который своими силовыми контактами подключает электродвигатель М к сети.

При отпускании кнопки SBC схема остается в работе.

При нажатии кнопки SBT или срабатывании теплового реле КК на выходе элемента И-НЕ появляется сигнал, поступающей на вход триггера. Триггер перебрасывается. Сигнал на его выходе исчезает, снимается напряжение катушки контактора. Электродвигатель отключается от сети.

- Заполните таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Схема усилителя	**Выход**	**Инвертирующий вход**	**Неинвертирующий вход**	**Элемент обратной связи**

Контрольные вопросы

1. Какие усилители называют операционными?

2. Почему для питания операционного усилителя обычно используют два разнополярных источника?
3. В чём различие между инвертирующим и неинвертирующим усилителями?
4. Какие операции могут выполнять интегральные операционные усилители?

Практическое занятие № 4.
Изучение регулирующей и распределительной аппаратуры гидравлических систем.

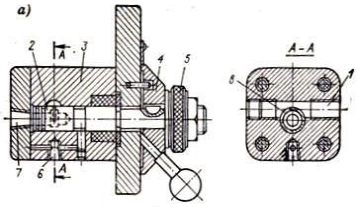
Цель работы: Изучить назначение, устройство и работу регулирующей и распределительной аппаратуры гидравлических систем.

Теоретические сведения.

Регулирующая аппаратура предназначена для регулирования скорости перемещения штока гидроцилиндра и величины усилия за счёт изменения количества жидкости, протекающей в единицу времени через трубопровод, и давления жидкости в отдельных полостях гидропривода.

К регулирующей аппаратуре относятся: дроссели, предохранительные клапаны, напорные золотники, обратные клапаны.

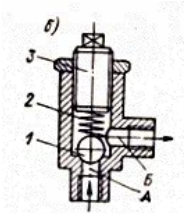
Дроссели предназначены для регулирования скорости движения подвижного элемента (поршня) гидроцилиндра путем изменения сечения проходного отверстия дросселя.



Д р о с с е л и предназначены для регулирования скорости движения подвижного элемента (поршня) гидроцилиндра путем изменения сечения проходного отверстия дросселя. На рис. 10, *а* показана конструкция щелевого дросселя. Масло подводится к отверстию *1* в корпусе *3* дросселя, затем через щель *в* и внутреннюю полость валика *2* к отверстию *7* и далее — в гидросистему. Ширина щели *в* может изменяться поворотом валика *2,* установка которого в требуемое положение производится с помощью лимба *4, а* фиксация —накатной гайкой ***5.*** Отверстие *6* служит для *слива* масла, просочившегося через зазоры.

Предохранительные клапаны служат для ограничения повышения давления в какой-либо полости гидравлической системы.

Предохранительный шариковый клапан.



Шарик *1* удерживается в седле сильной пружиной *2,* натяжение которой регулируется винтом *3.* Натяжение пружины определяет максимально допустимое давление в полости *А,* при превышении которого жидкость из полости *А* вытекает в полость *Б* через предохранительный клапан.

Так как жидкость подается насосом с некоторой пульсацией, шарик тоже будет открывать и закрывать отверстие периодически, вследствие чего будет иметь место и пульсация давления в полости *Б. Для* уменьшения ее применяют предохранительные клапаны с переливным золотником.

П р е д о х р а н и т е л ь н ы е к л а п а н ы с п е р е л и в н ы м з о л о т н и к о м служат для поддержания определенного постоянного давления в гидросистемах, а также для предохранения их от перегрузки.

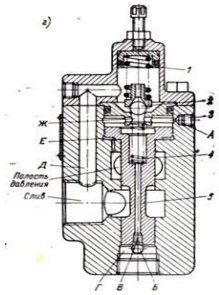
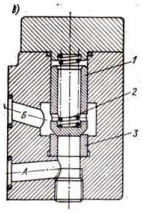


Рис.4.2 конструкция предохранительного клапана с переливным золотником типа Г52-1.

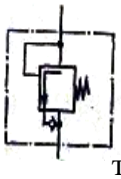
Масло под давлением через канал *Б* и отверстие *В* в демпфере золотника *5* поступает в полость Ж и под шариковый клапан *2,* настроенный на определенное давление. Пока давление в системе не преодолеет усилия, на которое настроена пружина *1,* гидравлически уравновешенный золотник пружиной *4* удерживается в крайнем нижнем положении, перекрывая выход масла на слив. При повышении давления в гидросистеме шариковый клапан *2,* преодолевая усилие пружины *1,* открывается. Из полости *Ж* по каналу *Д* масло поступает на слив, вследствие чего давление в полости Ж понижается, при этом равновесие сил, действующих на золотник 5, нарушается. Последний под давлением масла в полостях *Г* и *Е* поднимается, соединяя полости давления со сливом. Это приводит к уменьшению давления в гидросистеме. При падении давления в ней ниже того, на которое настроена пружина *1,* шариковый клапан *2* закрывается, не допуская проход хмасла на слив. Давление в полостях *Г, Е* и *Ж* при этом выравнивается, и золотник *5* под действием пружины *4* опускается, перекрывая слив масла в бак.

Для разгрузки гидросистемы (снятия давления) через отверстие *А* масло спускают из полости Ж. Разгрузка может производиться и с помощью дистанционного управления. Для этого пробку *3* удаляют и к отверстию *А* присоединяют сливной трубопровод с краном дистанционного управления.

Обратные клапаны предназначены для пропускания жидкости только в одном направлении**.**



- Клапан типа Г51-2. Под давлением масляного потока, подводимого через отверстие *А* под клапан *1,* последний, преодолевая усилие пружины *2,* приподнимается над седлом *3* и открывает проход маслу к отверстию *Б.* При изменении направления масляного потока клапан прижимается к седлу, перекрывая путь маслу в обратном направлении.



Золотник напорный позволяет изменить напор жидкости в трубопроводе**.**

Напорные золотники с обратным клапаном используются для пропуска потока масла в одном (прямом) направлении при заданном давлении и в другом (обратном) — с минимальным сопротивлением. На рис. 11 приведена конструкция напорного золотника с обратным клапаном типа Г66-2. Масло подводится в полость *А*.

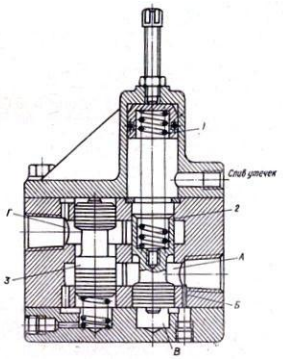


Рис. 4.3 Золотник напорный с обратным клапаном.

Пружина 1 отжимает золотник *2* в крайнее нижнее положение, разъединяя полости *А и Г,* при этом последняя соединяется с полостью гидроцилиндра. Одновременно через отверстие *Б* и полость *В* давление передается на нижний торец золотника *2*. Когда давление в системе преодолевает усилие пружины 1, золотник поднимается, полости *А* и *Г* соединяются, и масло под давлением проходит в полость гидроцилиндра. В обратном направлении масло проходит, отжимая золотник *3* в крайнее нижнее положение.

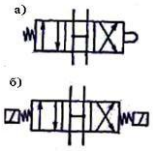
Распределительная аппаратура

Распределительная аппаратура предназначена для управления потоками жидкости в гидросистемах путём изменения их направления, а также включения и выключения отдельных участков гидросистемы при поступлении внешних сигналов управления – вручную или с помощью системы управления.

К распределительной аппаратуре относятся:

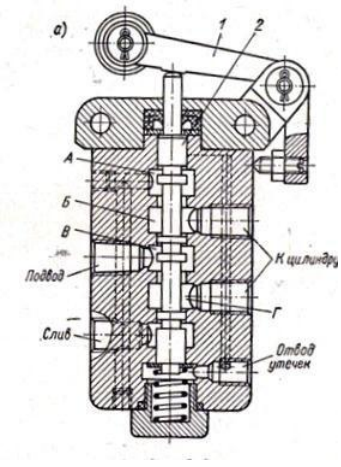
- **Краны (вентили).** Применяют в цепях управления. Переключают поворотом пробки.

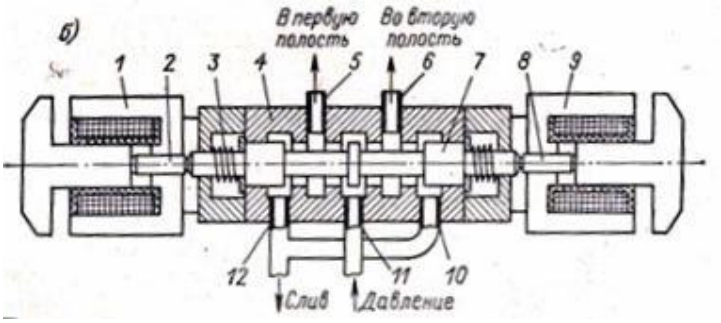
- **Золотники реверсивные**. Применяют для изменения направления движения рабочих органов.



Бывают с ручным и автоматическим управлением.

Золотник позволяет направить жидкость под давлением в ту или другую полость гидроцилиндра для осуществления прямого и обратного ходов или путем соединения линии нагнетания и обеих полостей гидроцилиндра с баком остановить движение поршня в любом месте на пути его перемещения.





З о л о т н и к и р е в е р с и в н ы е предназначены для изменения направления движения (реверсирования) рабочих органов. Золотники бывают с ручным и автоматическим управлением (от кулачка, с электрическим и электрогидравлическим управлением).

На рис. , а приведена конструкция четырехходового золотника с управлением от кулачка (типа Г74-21). При освобожденном рычаге 1 золотник *2* занимает крайнее верхнее положение, при котором полость *А* соединяется *с Б и В с Г.* При таком положении золотника *2* обеспечивается проход масла под давлением из полости *В* в полость *Г* и далее в одну из полостей гидроцилиндра, а так* же выпуск масла на слив через полости *Б* и *А* из другой его полости. При нажатии кулачка (на рисунке не показан) на рычаг 1 золотник *2* перемещается вниз, и потоки масла реверсируются.

На рис. 4 ,б изображена схема реверсивного золотника с электромагнитным приводом на три положения (типа Г73-1). Этот золотник позволяет направить жидкость под давлением в ту или другую полость гидроцилиндра для осуществления прямого и обратного ходов или путем соединения линии нагнетания и обеих полостей гидроцилин-

дра с баком остановить движение поршня в любом месте на пути его перемещения. Во втулке *4* перемещается плунжер 7 золотника, который может занимать три положения.

При среднем положении, как это показано на рисунке, жидкость под давлением из трубопровода *11* беспрепятственно проходит по полостям втулки *4* и трубопроводам *10* и *12* на слив. При этом из обеих полостей гидроцилиндра жидкость по трубам *5* и *6* через полости втулки *4* также уходит на слив. Этому среднему положению плунжера соответствует останов поршня гидроцилиндра, 30

При подаче напряжения на электромагнит *1* последний через штифт *2* перемещает плунжер 7 вправо, при этом жидкость под давлением из трубопровода *11* пойдет к трубопроводу *5* в первую полость гидроцилиндра, а его вторая полость через трубопровод *10* соединится со сливом. Когда напряжение будет снято, плунжер 7 под действием пружины *3* возвратится в среднее положение. Если подать напряжение на электромагнит *9,* то последний через штифт *8* переместит плунжер 7 влево и жидкость под давлением будет подаваться во вторую полость гидроцилиндра, а из его первой полости пойдет на слив.

Функции регулирующей и распределительной аппаратуры пневматического привода аналогичны функциям этих аппаратов в гидравлических системах.

Трубопроводы служат для соединения отдельных элементов гидравлического привода. Для трубопровода обычно используются стальные бесшовные трубы с наружным диаметром от 14 до 28 мм. Для внутреннего монтажа применяют медные трубы. Присоединение трубопроводов осуществляют главным образом с помощью нормализованных резьбовых штуцеров или фланцев. Сечения трубопроводов выбирают исходя из допустимой скорости течения по данному участку масла. Во всасывающих трубопроводах скорость составляет до 1,5—2 м/с, в нагнетательных и сливных — до 6—7 м/с, если длина трубопровода не превышает *100 d,* а при большей его длине скорость снижают до 3—3,5 м/с.

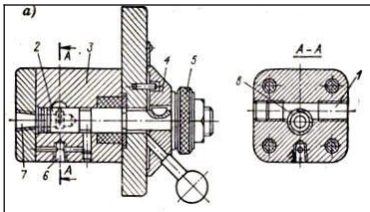
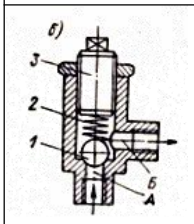
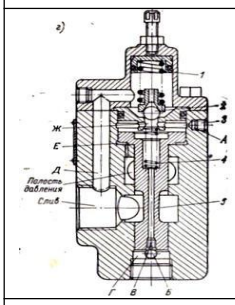
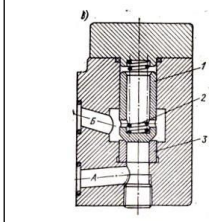
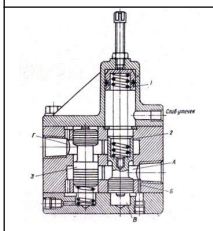
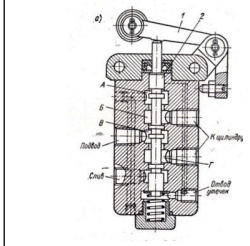
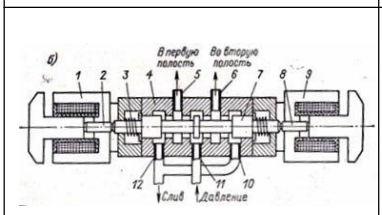
Гидробаки должны иметь достаточную емкость, чтобы циркулирующее в гидросистеме масло не перегревалось. Размеры бака могут быть определены на основе теплового расчета. Ориентировочно объем бака можно принимать равным (1,5—3)Q_H, где Q_H — минутная производительность всех насосов системы. В качестве бака могут быть использованы те или иные отсеки корпусных деталей станка. В ряде случаев он является самостоятельной емкостью. Конструкция бака должна обеспечивать сохранность масла в чистоте и исключать возможность попадания в него каких-либо частиц извне.

Для очистки масла в гидросистемах применяются разнообразные фильтры: сетчатые, войлочные, пластинчатые, центробежные с магнитными сепараторами и др

Задание.

1. Запишите, для чего предназначена регулирующая и распределительная аппаратура в гидравлических и пневматических системах
2. Изучите устройство регулирующей и распределительной аппаратуры по схеме и приборам.
3. Заполните таблицу 4.1, укажите названия узлов регулирующей и распределительной аппаратуры, их функцию.

Схема устройства аппарата	Конструкция	Условное обозначение	Наименование аппарата	Назначение аппарата

	1 2 3 4 5 6 7			
	1 2 3 4 А Б			
	1 2 3 4 5 6 …..			
	1 2 3 4 5 6 …..			
	1 2 3 4 5 6 …..			
	1 2 3 4 5 6 …..			
	1 2 3 4 5 6 …..			

Контрольные вопросы.

1. Опишите работу регулирующих и распределительных аппаратов гидравлических и пневматических систем.
2. Какие ещё аппараты и устройства необходимы для работы гидравлических и пневматических систем?
3. Для чего предназначены трубопроводы; гидробаки; фильтры?
4. Какие требования предъявляются к устройству трубопроводов?
5. От чего зависит ёмкость и конструкция гидробака?

Практическое занятие № 5.
Изучение работы сельсинов.

Цель работы: Изучить назначение, конструкцию, принцип работы и применение сельсинов на экскаваторе.

Теоретические сведения.

Системой синхронной связи называют совокупность устройств, служащих для измерения и передачи на расстояние сигнала, являющегося функцией рассогласования положения механизмов. Для контроля на расстоянии изменения угловых перемещений используют системы дистанционной передачи угла.

Система дистанционной передачи угла состоит из управляющего устройства (датчика Д), воспроизводящего угол перемещения контролируемого объекта; линии передачи; принимающего устройства (приемника П), который повторяет закон изменения угловых перемещений, заданный датчиком.

Сельсины – это небольшие электрические машины переменного тока. Их применяют для синхронной передачи на расстояние угловых перемещений валов различных устройств, механически не связанных между собой**.** Сельсинная система дистанционной передачи угла состоит из двух одинаковых сельсинов – сельсина-датчика и сельсина-приёмника.

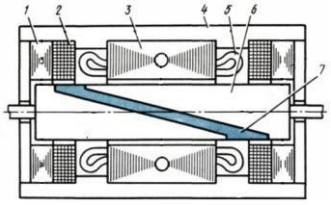


Рис.5.1 Конструкция бесконтактного сельсина: 1 - тороидальные сердечники, 2 - дисковые катушки обмотки возбуждения; 3 - сердечник статора; 4 - стержни внешнего магнитопровода; 5 - обмотка синхронизации; 6 – ротор; 7 – немагнитный промежуток.

Сельсинный датчик перемещения работает в системе сельсинной синхронизирующей связи, состоящей из датчика и приемника Обмотки возбуждения *($B_я$, $B_п$)* обоих сельсинов подключаются к питающему источнику переменного тока, а синхронизирующие обмотки ($C_я$, $C_п$) соединяются одна с другой.

Если роторы двух одинаковых сельсинов — датчика и приемника — занимают одинаковое положение, обусловливая равное потокосцепление обеих обмоток, то э. д. с. в синхронизирующих обмотках равны и направлены встречно. При этом уравнительные токи I_1, I_2 и I_3 в соединительных проводах равны нулю. Поворот ротора сельсина-датчика на некоторый угол приведет к изменению прежнего потокосцепления с фазами синхронизирующей обмотки, равенство э. д. с. в сельсинах нарушится и в соединительных проводах возникнет уравнительный ток. Последний создаст вращающий момент на роторе сельсина-приемника, и тот повернется на такой же угол до уравновешивания э. д. с. обоих сельсинов.

Сельсинная система может служить датчиком непрерывного действия как углового, так и прямолинейного перемещения. В последнем случае используются механические трансмиссии для преобразования одного рода движения в другой.

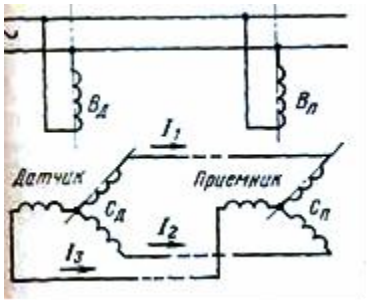


Рис. 6.2 Схема сельсинной связи

При работе в трансформаторном режиме обмотку возбуждения сельсина-датчика СД подключают к сети с неизменным напряжением. Тогда величина напряжения $U_{вых(\alpha)}$ на обмотке возбуждения сельсина-приёмника будет изменяться в зависимости от угла поворота ротора α сельсина-датчика СД.

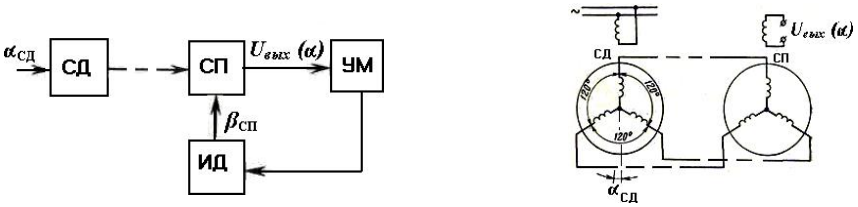


Рис. 5.3 Структурная и принципиальная схемы работы сельсина в трансформаторном режиме.

На экскаваторе сельсин работает в трансформаторном режиме. Сельсин-датчик встроен в конструкцию рукоятки командоконтроллера. Его вал поворачивается на тот же угол, на который поворачивает рукоятку джойстика управления механизмами машинист экскаватора. Сельсин преобразует угол поворота рукоятки командоконтроллера в электрический сигнал $U_{вых(\alpha)}$, который является входным сигналом для системы управления двигателями главных механизмов экскаватора – напора, подъёма, поворота, хода. Тиристорная система управления изменяет ток в обмотке возбуждения генераторов главных механизмов. Вырабатываемое ими напряжение меняет скорость вращения исполнительного двигателя.

Достоинства сельсиновых контроллеров: плавное и точное изменение скорости двигателей; отсутствие искрения; высокая скорость отработки сигнала; небольшие усилия для переключений; компактность.

Ход работы.

Задание.

1. Начертите схему устройства сельсина и запишите названия его частей.
2. Начертите структурную и принципиальную схемы сельсина, работающего в трансформаторном режиме.

Контрольные вопросы.

Что называется системой синхронной связи?

Из чего состоит система дистанционной передачи угла?

Что такое сельсин?

Для чего применяют сельсины?

Как работает бесконтактный сельсин-приёмник?

Объясните по схеме работу сельсина в трансформаторном режиме.

Перечислите достоинства сельсиновых контроллеров.