

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.01 КОНТРОЛЬ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СРЕДСТВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ  
МДК.01.01 Технологии формирования систем автоматического  
управления типовых технологических процессов, средств измерений,  
несложных мехатронных устройств и систем  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств  
(по отраслям)  
базовой подготовки**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Автоматизации технологических  
процессов

Председатель: Е.В. Менщикова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный  
колледж Евгения Владимировна Менщикова

Методические указания разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ВИДЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К современному специалисту общество предъявляет широкий перечень требований, среди которых важное значение имеет наличие у выпускников способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через организацию самостоятельной работы. Процесс самостоятельной работы позволяет проявиться индивидуальным способностям личности. Только через самостоятельную работу студент может стать высококвалифицированным компетентным специалистом, способным к постоянному профессиональному росту.

Задачи самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений поиска информации в различных источниках;
- формирование умений анализировать и использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работы, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий и предполагает активную роль студента в ее планировании, осуществлении и контроле.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого студента. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение следующих этапов:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи;

- самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи;
- выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения);
- планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи;
- реализация программы выполнения самостоятельной работы.

При возникновении затруднений выполнения самостоятельной работы Вы можете обратиться за консультацией к преподавателю.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по учебной дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме, с представлением изделия или продукта творческой деятельности студента.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы: проверка выполненной работы преподавателем, семинарские занятия, контрольные работы, зачеты, экзамен.

*Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы являются:*

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

### ***Общие критерии оценки самостоятельной работы***

Самостоятельная работа студентов оценивается согласно следующим критериям:

Оценка «5» выставляется студенту, если:

- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- работа выполнена точно в срок, указанный преподавателем.

Оценка «4» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике;

- студент допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;
- работа сдана в срок, указанный преподавателем, или позже, но не более чем на 1-2 дня.

Оценка «3» выставляется студенту, если:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- объем работы значительно меньше заданного;
- работа сдана с опозданием в сроках на 5-6 дней.

Оценка «2» выставляется студенту, если:

- не раскрыта основная тема работы;
- объем работы не соответствует заданному;
- работа сдана с опозданием в сроках больше чем 7 дней.

## **ВИДЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ**

**1. Изучение схем вторичных приборов. Работа с литературой.  
Работа с периодическим изданием – журналом «Сталь».**

**2. Структурные и функциональные схемы систем  
автоматизации.**

**3. Принципиальные электрические схемы автоматического  
контроля и регулирования.**

**6. Построение структурных схем АСУ ТП нагревательных  
печей**

**7. Изучение схемы тиристорного управления двигателем**

1. Составить конспект заданной темы с использованием журналов по специальности, учебников и Интернета.

Цель: научиться выбирать основной материал, кратко излагать.

Рекомендации по выполнению задания: данные средства наглядности выполняют функцию конспектирования материала. При изучении схем необходимо выделить главное в теме. Лаконично, компактно, сжато изложить отобранный материал.

Этапы работы с литературой:

1. Поиск информации
2. Анализ информации
3. Осмысление информации
4. Синтез информации.

Представление информации в структурно-логической форме имеет ряд преимуществ по сравнению с линейно-текстовым изложением учебного материала:

- при линейном построении текстовой информации часто бывает сложно определить структуру изучаемого явления, выделить существенные связи между его компонентами. Это затруднение в значительной мере преодолевается при замене словесного описания оформлением ее в виде таблиц, а лучше – схем;

- рядом исследователей было установлено, что ведущее звено мыслительной деятельности составляет особая форма анализа - анализ через синтез. Эта операция составляет основу более глубокого усвоения и понимания учебного материала путем его знакового моделирования, помогает быстрее сформировать целостную картину изучаемого предмета;

- способствует формированию более рациональных приемов работы с учебным материалом вообще;

- наглядно-образная форма представления информации способствует лучшему ее запоминанию.

При работе с информационным текстом можно использовать метод составления таблиц. Таблица помогает систематизировать информацию, проводить параллели между явлениями, событиями или фактами. Данные таблицы помогают увидеть не только отличительные признаки объектов, но и позволяют быстрее и прочнее запоминать информацию.

1. При составлении таблицы необходимо выделить главное в теме.
2. Определить критерии / параметры для сравнения / анализа (они могут быть количественные или качественные)
3. Четко и кратко заполнить таблицу
4. Сделать вывод

Формы контроля: представление и обсуждение составленных схем.

Критерии оценки: обоснование, логичность, четкость, рациональность изложения материала.



## 4. Оформление расчета и выбора аппаратуры защиты

1. Рассчитать и выбрать токовое реле.

Цель: научиться выбирать аппаратуру защиты по расчетным данным.

Рекомендации по выполнению задания:

### Выбор максимального токового реле

Выбор реле осуществляется исходя из номинального тока двигателя и уставки срабатывания. Номинальный ток двигателя 286 А.

Уставку срабатывания реле принимаем на 10% выше тока ограничения, равного 440,4 А.

$$I_{уст} = 1,1 * I_{огр} = 1,1 * 440,4 = 484,44 \text{ А}$$

Выбираем реле типа РЭВ 571 (постоянного тока) с самовозвратом, на номинальный ток 440 А, с регулируемой в пределах (0,7-3)  $I_{ном}$  реле уставкой - в нашем случае  $1,1 I_{ном}$  реле.

### Выбор минимального токового реле

Номинальный ток возбуждения двигателя составляет 4,84 А - двигатель работает без ослабления поля.

Уставка реле на отпадание принимаем равной  $0,5 * I_{ном}$  возб.

$$I_{уст} = 0,5 * I_{ном} \text{ возб} = 0,5 * 4,84 = 2,42 \text{ А}$$

Принимаем реле РЭВ86 с номинальным током в 5 А. Ток срабатывания этого реле регулируется в пределах  $0,3...0,6 I_{ном}$  реле, в нашем случае  $0,48 I_{ном}$  реле.

### Реле защиты от превышения напряжения

Срабатывание реле защиты от превышения напряжения должно происходить при напряжении, превышающем допустимое напряжение двигателя. Выбираем напряжение срабатывания реле равным 260 В (возможно при изменении  $a_{мин}$ ).

Для установки выбираем реле РЭВ821 по [2], пункт 8.5.3., стр. 18, на номинальное напряжение 220 В. Напряжение втягивания составляет 110 В. Мощность реле 20 Вт, коэффициент возврата 0,4.

Определяем номинальный ток реле:

$$I_p = \frac{P}{U} = \frac{20}{220} = 0,09 \text{ А}$$

Так как напряжение втягивания в 2 раза меньше рабочего напряжения, то и ток втягивания в 2 раза меньше:  $I_{вт} = 0,5 * I_p = 0,5 * 0,09 = 0,045 \text{ А} = 45 \text{ мА}$ .

Определяем сопротивление катушки реле по закону Ома:

$$R_{\text{к}} = \frac{U_{\text{втяг}}}{I_{\text{втяг}}} = \frac{220}{0,09} = 2420 \text{ Ом}$$

Последовательно с реле включаем сопротивление  $R_4$ . Определяем общее сопротивление цепи при требуемом уровне напряжения втягивания:

$$R_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{втяг}}}{I_{\text{втяг}}} = \frac{260}{0,045} = 5777,78 \text{ Ом}$$

Сопротивление резистора  $R_4$  будет равно:

$$R_4 = R_{\text{общ}} - R_{\text{к}} = 5777,78 - 2420 = 3357,78 \text{ Ом}$$

Определяем мощность резистора:

$$P = I_{\text{вт}}^2 * R = (0,045)^2 * 3357,78 = 6,8 \text{ Вт}$$

Выбираем резистор типа ПЭВР-10 с сопротивлением, равным 4 кОм.

### **Реле ЭДС преобразователя**

Служит для обеспечения возможности сборки схемы при напряжении преобразователя, близком к нулю и для контроля напряжения преобразователя.

Напряжение втягивания реле принимаем равным 30 В, напряжение отпадания реле равно 25 В, коэффициент возврата равен 0,83.

Схема включения реле приведена на рисунке 1:

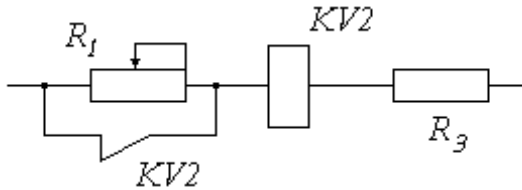


Рисунок 1

Выбираем реле типа РЭВ821. Номинальное напряжение 48 В. Напряжение втягивания 10 В. Коэффициент возврата 0,4. Потребляемая мощность 5 Вт.

Определяем номинальный ток реле:

$$I_{\text{ном}} = P / U_{\text{ном}} = 5 / 48 = 0,1 \text{ А}$$

### Выбор тормозного электромагнита и его сопротивления

Для фиксации начального (верхнего) и конечного (нижнего) положения фурмы применён электромагнитный тормоз. Требуемый момент тормоза равен  $M_{\text{торм}} = 0,4 * M_{\text{ном}}$ .  $M_{\text{ном}} = 700,33 \text{ Н*м}$ , следовательно  $M_{\text{торм}} = 0,4 * 700,33 = 280,13 \text{ Н*м}$ .

Подходит электромагнит марки ТКП 300 со следующими номинальными данными:  $U_{\text{к}} = 110 \text{ В}$ ,  $M_{\text{торм}} = 340 \text{ Н*М}$ ,  $P = 285 \text{ Вт}$ .

Для форсированного ратормаживания на электромагнит подаётся полное напряжение питания (220 В) и через выдержку времени 0,5 сек реле КТ, в цепь электромагнита вводится сопротивление  $R_3$ , что предохраняет его от входа из строя из-за длительного перегрева двойным током.

Вычисляем номинальный ток электромагнита:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P}{U_{\text{ном}}} = \frac{285}{110} = 2,59 \text{ А}$$

Сопротивление резистора равно:

$$R = \frac{U_{\text{п}} - U_{\text{к}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{220 - 110}{2,59} = 42,47 \text{ М}^{\Omega}$$

Рассеиваемая тепловая мощность резистора равна:

$$P_R = I^2 * R = 2,59^2 * 42,47 = 284,9 \text{ Вт}$$

Выбираем ящик сопротивлений типа ЯС100/2 с ленточными и проволочными элементами, в нашем случае проволочными, марки НС 414/48,  $I_{\text{ном}} = 2,7 \text{ А}$ ,  $R = 48 \text{ Ом}$ , в ящике 10 элементов.

### Определяем значение сопротивления в цепи сигнальных ламп

В качестве сигнальных ламп в схеме применены лампы типа К-24 со следующими номинальными данными:  $U_{\text{пит}} = 24 \text{ В}$ ,  $I_{\text{ном}} = 90 \text{ мА}$ .

Так как напряжение питания оперативной цепи составляет 220 В, то для защиты лампы необходимо ввести сопротивление. Его значение определяется по закону Ома:

$$R = \frac{U_{\text{пНК}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{U_{\text{п}} - U_{\text{лам}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{220 - 24}{0,09} = 2177,78 \text{ м}\Omega$$

Рассеиваемая тепловая мощность резистора равна:

$$P_R = I^2 * R = 0,09^2 * 2200 = 17,82 \text{ Вт}$$

Выбирается резистор типа ПЭВ-25, сопротивление 2,2 кОм, рассеиваемая мощность 25 Вт.

### Выбор аппаратуры управления

В предыдущих разделах были выбраны реле КА, КА1, КV1, КV2. Для остальных видов аппаратов управления составляется таблица].

Автоматический выключатель QF выбран только для оперативной схемы, на небольшой ток отсечки - до 10А (можно было взять и на меньший ток), для силовой схемы автоматический выключатель входит в комплект поставки тиристорного преобразователя (КТЭП).

Таблица 1.

позиция обозначения	наименование аппаратов	требуемые параметры	каталожные данные	
			тип	технические данные
КМ, КМ1	силовой контактор	$U_K = 220 \text{ В}$ , $I_{г.к.} = 286 \text{ А}$ , $n_{г.к.} = 1$ , $n_{вс.к.} = 2$	КМ2000	$U_K = 220 \text{ В}$ , $I_{\text{ном}} = 320 \text{ А}$ , $n_{г.к.} = 1$ , $n_{вс.к.} = 4$
КЛ 1-6	промежуточ-	$U_K = 220 \text{ В}$ , $n_{з.к.} = 6$ ,	РП 41	$U_K = 220 \text{ В}$ , восьмиконтакторное

	ное реле	$n_{\text{разм. к.}} = 2.$		исполнение: $n_{\text{к. зам.}} = 6,$ $n_{\text{к. разм.}} = 2, P = 25 \text{ Вт}$
KV3	реле напряжения	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В},$ $n_{\text{к.}} = 2,$ $U_{\text{вт}} = 0,85$ $*U_{\text{ном}}$	РЭВ 84	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В},$ $n_{\text{к. зам.}} = 2,$ $R_{\text{к}} = 3,7 \text{ кОм}$
КТ	реле времени	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В},$ $n_{\text{к.}} = 1,$ $t = 0,5 \text{ сек}$	РЭВ 811	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В},$ выдержка времени на отпускание 0,25-1 с.
YA	тормозной электромагнит	$M_{\text{торм}} =$ $0,4 * M_{\text{дв}} =$ $= 0,4 * 700 = 28$ $0 \text{ Н*М}$	ТКП 300	$U_{\text{к}} = 110 \text{ В}$ $M_{\text{торм}} = 340 \text{ Н*М}$
SQ	путевой выключатель	$n_{\text{конт}} = 3$	ВПК 2000А	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В},$ $I_{\text{к.}} = 4...6 \text{ А}$
QF	автоматический выключатель	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В}$	АП50	$U_{\text{к}} = 220 \text{ В},$ $I_{\text{отсечки}} = 10 \text{ А}$

Формы контроля: своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки: точность расчетов, оформление

## 5. Изучение схемы двухпозиционного регулирования

1. Изучить схемы двухпозиционного регулятора.

Цель: научиться самостоятельно читать и понимать схемы и принцип работы автоматических устройств.

Рекомендации по выполнению задания: *двухпозиционное регулирование* и его модификации часто применяются в силу дешевизны, простоты и удобства в эксплуатации. Но часто относительно медленная реакция, колебательность процесса регулирования или большие отклонения регулируемой величины приводят к низкому качеству регулирования. В других случаях, особенно когда процесс характеризуется высокими скоростями и существенными временными задержками в отдельных звеньях системы, Двухпозиционное регулирование не может обеспечить поддержание регулируемого параметра в заданных пределах.

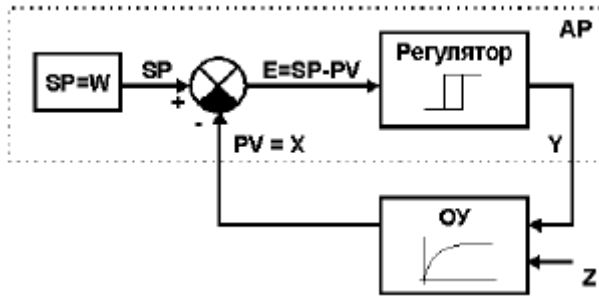
*Двухпозиционное регулирование* может быть применено для емкостных объектов без свойств самовыравнивания. Качество регулирования во многом зависит от инерционности чувствительного элемента датчика.

Релейные (позиционные) регуляторы выдают сигнал, который обеспечивает перемещение регулирующего органов одно из фиксированных положений (позиций). Их может быть два, три и более. По количеству позиций различают двух-, трех- и многопозиционные регуляторы.

Двухпозиционные регуляторы обеспечивают хорошее качество регулирования для инерционных объектов с малым запаздыванием, не требуют настройки и просты в эксплуатации. Эти регуляторы представляют обычный и наиболее широко распространенный метод регулирования. Двухпозиционные регуляторы используются для управления переключаемыми элементами - дискретными исполнительными устройствами:

- электромеханическими реле,
- контакторами,
- транзисторными ключами,
- симисторными или тиристорными устройствами,
- твердотельными реле и др.

В простейшем случае (без обратной связи) двухпозиционный регулятор работает как двухпозиционный переключатель. Например, мощность, подаваемая на нагреватель, имеет только два значения - максимальное и минимальное (нулевое), две позиции (отсюда и название регулятора - двухпозиционный) - нагреватель полностью включен или полностью выключен. Структурная схема двухпозиционной системы регулирования приведена на рис. 1.



АП – двухпозиционный регулятор, ОУ – объект управления, SP – узел формирования заданной точки (задания), E – рассогласование регулятора, PV=X – регулируемая величина, Y – управляющее воздействие, Z – возмущающее воздействие

Рисунок 1 - Структурная схема двухпозиционной системы регулирования

Для предотвращения «дребезга» управляющего выходного устройства (например, реле) и исполнительного механизма (например, нагревательного элемента) вблизи задания SP (слишком частого включения нагревателя), предусматривается гистерезис H. Например, описание работы двухпозиционной системы регулирования температуры в печи с помощью нагревателя, может быть представлено следующим образом:

- нагреватель включен, пока температура в печи ( $X=PV$ ) не достигнет значения заданной точки SP.
- выход регулятора Y (нагреватель) отключается, если регулируемая величина (температура) выше заданной точки SP.
- повторное включение нагревателя происходит после уменьшения температуры до значения  $SP-H$ , т.е. с учетом гистерезиса H переключающего элемента.

### Алгоритмы двухпозиционного регулирования

Алгоритм двухпозиционных регуляторов определяется статической характеристикой: зависимостью выходного сигнала Y от входного X (рис. 2).

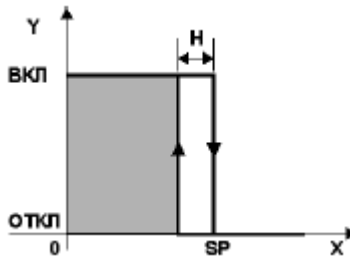


Рисунок 2 - Статическая характеристика двухпозиционной системы регулирования

Выходная величина  $Y$  равна максимальному воздействию - нагреватель включен:

–  $Y = \max$  при  $X < SP - H$ , где  $H$  - значение гистерезиса. Выходная величина  $Y$  равна минимальному воздействию - нагреватель выключен:

–  $Y = 0$  при  $X > SP$ , где  $H$  - значение гистерезиса.

### Зона гистерезиса

Ширина зоны гистерезиса в современных двухпозиционных регуляторах является единственным программируемым параметром настройки. Представление зоны гистерезиса описывается в руководстве по эксплуатации на соответствующий тип регулятора или систему регулирования. Основные варианты представления зоны гистерезиса показаны на рис.3.

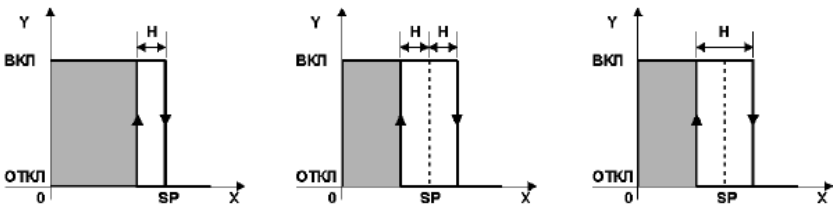


Рисунок 3 - Основные варианты представления зоны гистерезиса

Смысл вариантов представления зоны гистерезиса понятен из рисунка 3. Назначение гистерезиса  $H$  - предотвращение «дребезга» управляющего выходного устройства (например, реле) вблизи задания  $SP$  от слишком частого включения нагревателя. В литературе по автоматизации также встречаются другие наименования параметра зоны гистерезиса – зона нечувствительности, зона возврата, зона неравномерности, дифференциал. Гистерезис (в некоторых типах регуляторов) может принимать



как положительные, так и отрицательные значения. Отрицательные значения гистерезиса используются в основном для упреждения или задержки включения (выключения) выходных устройств. Например, включение выходного устройства по значению задания  $SP$  меньше на величину гистерезиса  $H$  - включение с упреждением, или выключение выходного устройства по значению задания  $SP$  меньше на величину гистерезиса  $H$  - выключение с задержкой. Эти типы гистерезиса применяются для того, чтобы учесть инерционность объектов регулирования.

### Процессы регулирования с двухпозиционным законом

Процесс двухпозиционного регулирования является автоколебательным - регулируемая величина как в переходном, так и в установившемся режиме периодически изменяется относительно заданного значения (рис. 4), т.е. регулируемая величина  $PV(X)$  подвержена незатухающим колебаниям. Показателями автоколебательного режима являются амплитуда автоколебаний  $A_k$  и период автоколебаний  $T_k$ . Частота и амплитуда колебаний зависят и определяются следующими величинами:

- от времени транспортного запаздывания  $t_d$ ,
- от постоянной времени объекта  $T$  (определяется инерционностью объекта),
- от максимальной скорости  $R$  изменения параметра  $X$  (определяется по переходной характеристике), от величины гистерезиса  $H$  переключающего элемента регулятора.

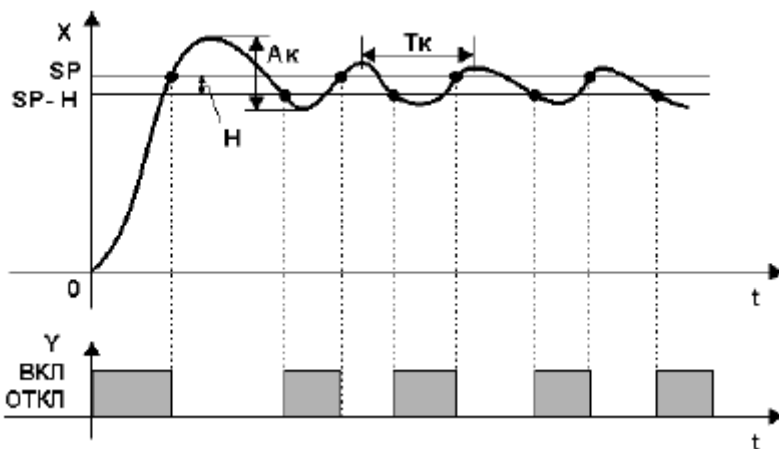


Рисунок 4 - Процесс регулирования с двухпозиционным законом

Для объектов с большой инерционностью (большим значением постоянной времени объекта  $T$ ) и малым запаздыванием  $\tau_d$  регулирование происходит с постоянными колебаниями до 5-15% от задания  $SP$ .

– Чем больше гистерезис  $H$ , отношение  $\tau_d / T$ ,  $R$  - тем больше амплитуда колебаний  $\Delta k$ .

– Чем больше время запаздывания  $\tau_d$  и постоянная времени объекта  $T$  - тем больше период колебаний  $T_k$  (рис.4).

Точность регулирования технологического параметра, например, температуры зависит от величины гистерезиса. Чем меньше гистерезис, тем точнее регулирование, но тем чаще включается нагреватель и тем самым больше износ коммутационных элементов (например, реле). Уменьшая гистерезис можно повысить качество регулирования до некоторого предела, определяемого параметрами объекта регулирования (тепловой инерцией, мощностью нагревателя, тепловой связью нагревателя и объекта и др.).

Формы контроля: представление и обсуждение составленных схем.

Критерии оценки: обоснование, логичность, четкость, рациональность изложения материала