

КУРС ЛЕКЦИЙ по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств»

Цель курса:

- получение студентами представления об организационно-технических и экономических предпосылках автоматизации ТП; требованиях, предъявляемых к системам автоматизации;
- научиться использовать типовые системы и схемы управления общепромышленными объектами текстильной и легкой промышленности;
- иметь опыт анализа работы производств и оборудования, как объектов автоматизации, а также всей системы автоматизации в целом.

Основные предпосылки и задачи автоматизации ТПП

Техническое перевооружение легкой промышленности, ускоренное внедрение новых интенсифицированных технологических процессов невозможно без использования современного высокопроизводительного оборудования, комплексной механизации и автоматизации. Разработка и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на предприятиях текстильной и легкой промышленности позволяет решать задачи оперативного управления производством на трех основных уровнях:

- локальные средства автоматики ТПП;
- автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП);
- отраслевая автоматизированная система управления (ОАСУ).

Характерная особенность современного этапа автоматизации состоит в том, что она опирается на революцию в электронно-вычислительной технике, на самое широкое использование микропроцессорных технологий, а также на быстрое развитие робототехники и гибких производственных систем.

Применение современных средств и систем автоматизации позволяет решить следующие задачи:

- вести процесс с производительностью, максимально достижимой для данных производительных сил, автоматически учитывая непрерывные изменения технологических параметров, свойств исходных материалов и полуфабрикатов, изменений в окружающей среде, ошибки операторов;
- управлять процессом, постоянно учитывая динамику производственного плана для номенклатуры выпускаемой продукции путем оперативной перестройки режимов технологического оборудования, перераспределения работ на однотипном оборудовании и т.п.;
- автоматически управлять процессами в условиях, вредных или опасных для человека.

Решение поставленных задач возможно, если имеются основные следующие предпосылки (в соответствии с методикой, принятой в Министерстве приборостроения, средств автоматизации и систем управления):

1. Наблюдаемость основных технологических параметров производственного процесса (возможность прямых или косвенных измерений всех параметров, характеризующих состояние процесса);

2. Потенциальная управляемость производственного процесса (возможность компенсировать возмущения быстрее, чем успевают измениться эти возмущения).

3. Прогрессивность производственного процесса и используемого технологического оборудования (уровень механизации объектов управления).

4. Наличие необходимой степени изученности производственного процесса как объекта управления;

5. Возможность получения существенного технико-экономического, социального или другого эффекта.

6. Реальность практического использования потенциально-достижимого эффекта.

7. Наличие необходимого технического обеспечения разрабатываемой АСУ ТПП.

8. Наличие необходимых организационных предпосылок для создания АСУ ТПП.

Внедрение систем автоматизации направлено на повышение эффективности производственных процессов.

Основными источниками эффективности систем автоматизации ТПП являются следующие:

1. Повышение культуры производства, качества продукции и эффективности использования технологического оборудования.

2. Повышение производительности труда при выполнении технологических операций. Резкое сокращение ошибок оперативного персонала и брака по причине ошибок. Стабилизация технологического процесса. Сокращение числа работающих.

3. Увеличение выпуска и повышение надежности продукции; оптимизация номенклатурного распределения выпускаемой продукции.

4. Сокращение потерь рабочего времени на участках и технологических линиях. Повышение оперативности управления производственным процессом со стороны оперативного персонала. Повышение качества управления технологическим процессом.

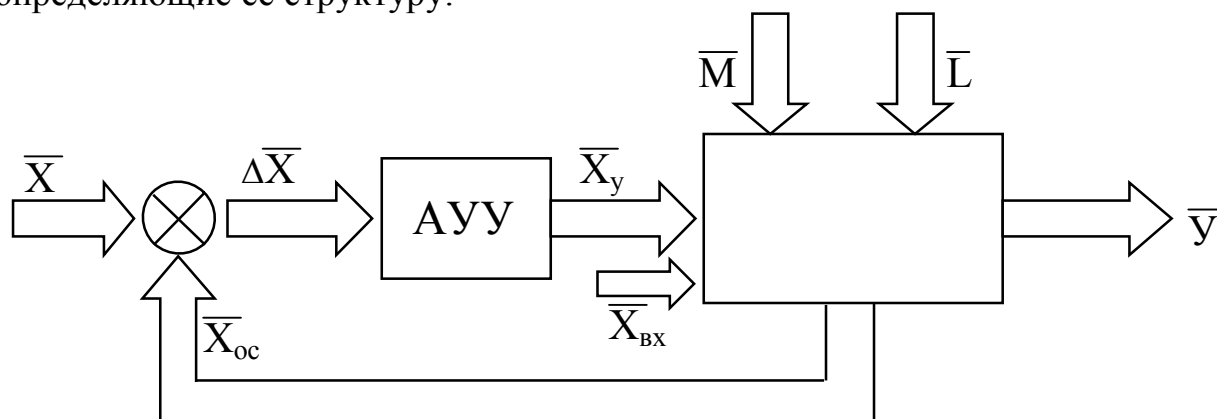
Экономическая оценка альтернативных вариантов принципиальных решений по автоматизации производственных процессов проводится на основе расчетов технико-экономической эффективности.

К основным показателям такого расчета относятся:

1. Капитальные затраты на автоматизацию
2. Срок окупаемости капитальных затрат
3. Производительность труда после автоматизации
4. Сокращение численности обслуживающего персонала
5. Себестоимость единицы продукции.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ АСУТП

В составе любой АСУ ТПП входят следующие составляющие, определяющие её структуру:



где: АУУ – автоматическое управляющее устройство, формирующее вектор управляющих воздействий на ТП на основе вектора входных заданий \bar{O} и вектора информации о состоянии технологического процесса \bar{O}_{in} ;

ТП – технологический процесс, подлежащий автоматизации.

Технологические процессы рассматривают, как последовательную смену состояний технологических операций во времени, определяемую входными и выходными переменными.

Для предприятий легкой промышленности это производства швейной, обувной, кожевенной и меховой продукции.

Для предприятий текстильной промышленности это производства по первичной обработке натуральных волокнистых материалов, прядильной, ткацкой и трикотажной продукции.

Все эти производства, входящие в состав каждой подотрасли, существенно различаются, однако у них можно выделить некоторые общие для всех технологических процессов вопросы.

Так входными параметрами для перечисленных ТП являются физические параметры входных потоков сырья или исходных продуктов, а также параметры различных физико-химических воздействий окружающей среды (температура, давление, влажность и т.п.), определяющих вектор \bar{O}_{ao} .

Вектор выходных параметров \bar{o} составляет физические параметры материальных и энергетических потоков продуктов текстильной и легкой промышленности. Эти параметры подразделяются на параметры состояния (массовый расход, концентрация компонентов, температура и т.д.) и параметры свойств потоков (теплоемкость, плотность, вязкость и т.п.). К выходным параметрам можно также отнести конструкционные параметры, определяемые технологическим оборудованием (машины, аппараты) и технологические параметры (например условия перемещения потоков компонентов), которые влияют на скорость технологических процессов, выход и качество готовых продуктов.

Возмущающими воздействиями для технологического процесса служат:

–неуправляемые нарушения технологического режима (изменение расхода, состава и энергетического состояния исходных материалов, отказы оборудования, изменение его характеристик и т.д.), характеризующиеся вектором неконтролируемых возмущений \bar{L} ;

–оперативные воздействия на изменение условий работы (например изменение нагрузки), характеризующиеся вектором контролируемых возмущений \bar{I} .

Вектор управляющих воздействий для ТП \bar{O}_o представлен управляемыми изменениями расходов материальных и энергетических потоков (регулирование подачи сырья, тепловых процессов, частоты вращения приводов машин и т.д.)

Связь между входными и выходными параметрами с учетом действующих возмущений характеризуется математическими моделями, которые могут быть представлены в форме:

$$\bar{o} = F(\bar{X}_{\text{вх}}, \bar{O}_o, \bar{I}, \bar{L}).$$

Полученная математическая модель ТП позволяет решать задачи анализа и синтеза АСУ ТП для достижения поставленной цели управления.

Рассмотренная структурная схема АСУ ТПП позволяет классифицировать существующие АСУ ТПП по степени их сложности и числа контролируемых параметров. Ниже приводится данная классификация:

Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Уровень АСУ ТПП	Наименование ТПП	Типичные ОУ
1) Автономные АСУ ТПП	ТПП с малым числом параметров управления до 20.	Бункерные питатели, весовые дозаторы, смесеприготовители, текстильные станки, поточные установки и т.д.
2) Автоматизированные информационные системы	ТПП с числом контролируемых параметров до 50	Технологические котельные, компрессорные станции, системы теплоснабжения, группы технологических машин полунепрерывного и периодического действия.
3) Автоматизированные системы оптимального управления в режиме советчика	ТПП с числом контролируемых, регулируемых и оптимизируемых параметров до 100	Поточные линии в текстильной и легкой промышленности, химические реакторы, установки первичной обработки сырья.
4) Автоматизированные системы оптимального управления с замкнутым контуром и вводом оптимальных решений	ТПП с использованием технологических агрегатов большой мощности и сложности с числом контролируемых и управляемых параметров до 1000	Энергоблоки, производство резинотехнических изделий, цехи производства искусственного волокна, прядильные и ткацкие цехи текстильного производства.

5) Автоматизированные системы управления с использованием управляющих вычислительных машин	Производственные процессы с одно- и двухступенчатой структурой управления	Прядильно-ткацкие и трикотажные производства
--	---	--

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АСУТП

Автоматизированной системой управления технологическим процессом в соответствии с ГОСТ 24.003-84 называется система человек – машина, обеспечивающая эффективное функционирование технологического объекта, в которой сбор и переработка информации, необходимой для реализации функций управления осуществляется с применением средств автоматизации и вычислительной техники. При этом в понятие технологического объекта управления (ТОУ) включается технологическое оборудование и реализуемый в нем технологический процесс производства или транспортирование продукции.

В АСУ ТП наблюдается преобладание задач оперативного управления ТОУ над задачами организационно-экономического типа, характерных для автоматизированных систем управления предприятием (АСУП), объединением (АСУО), отраслью (ОАСУ).

Благодаря особенности текстильной и легкой промышленности, связанной с неуклонным уменьшением жизненного цикла многих изделий при резком увеличении номенклатурного состава изготавливаемой продукции, появляется необходимость в создании таких производств (в первую очередь трикотажной, швейной, обувной промышленности) которые обеспечили бы изготовление изделий небольшими партиями при сохранении производительности, качества и стоимости, присущих крупносерийному производству.

Здесь главная задача состоит в автоматизации вспомогательных операций, резком сокращении времени на переналадку и переоснащение технологического оборудования, в автоматизации управления информационными и материальными потоками.

Все это предопределяет создавать автоматизированные технологические комплексы, или как их ещё называют Гибкие автоматизированные производства (ГАП), в состав которых входят как составные части различные по назначению АСУТП, которые решают задачи управления технологическим процессом, как единым целым, во всей сложности взаимосвязей его структур и параметров, автоматизируя принятие решений по оптимальному управлению этим процессом, т.е. обеспечивая выбор конкретного оптимального управляющего воздействия.

По степени охвата управляемого процесса АСУТП подразделяются на комплексные и локальные. Под комплексными АСУТП понимаются системы осуществляющие управление всем процессом в комплексе с решением отдельных задач организационно-технического управления по технико-экономическим критериям.

Под локальными АСУТП понимаются системы управления отдельной самостоятельной частью сложного технологического процесса. Такие АСУТП автономно функционируют как подсистемы комплексной АСУТП.

Назначение, цель и функции АСУТП.

Назначение АСУ ТП. Как было отмечено выше, АСУ ТП предназначена для целенаправленного управления технологическим процессом и обеспечения информацией смежных и вышестоящих автоматизированных систем управления.

Цель АСУТП. Основной целью АСУТП является обеспечение оптимального в определенном смысле функционирования технологического процесса. АСУТП позволяют вести технологический процесс с производительностью, максимально достигаемой для используемого технологического оборудования, автоматически учитывая непрерывные изменения технологических параметров, свойств исходных материалов и полуфабрикатов, изменения в окружающей среде и ошибки операторов, гибко и оперативно управлять технологическим процессом с учетом динамики производственного плана и изменяемой номенклатуры продукции.

Функции АСУТП. Совокупность действий АСУТП, направленная на достижение определенной цели, называется АСУ ТП. В соответствии с ГОСТ 24.003-84 различают: **управляющую функцию АСУТП**, т.е. совокупность её действий, которая включает получение информации о состоянии ТООУ, оценку этой информации, выбор управляющих воздействий и их реализацию; **информационную функцию АСУТП**, которая включает получение, обработку и передачу информации о состоянии ТООУ или внешней среды; **вспомогательную функцию АСУТП**, которая включает сбор, обработку данных о состоянии технологического или программного обеспечения данной системы, представление этой информации оператору либо осуществление управляющих воздействий на соответствующие технические средства системы.

В состав информационной функции

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Автоматизация технологических процессов невозможна без детального изучения объектов технологических процессов. Под объектами технологических процессов понимается совокупность технических средств и устройств, подлежащих автоматизации.

При анализе и синтезе АСУ ТП роль автоматических систем и устройств, а также роль динамики превалирует. Поэтому получение качественной модели объекта во многом и определяет успех автоматизации производственных процессов.

Человек в своей повседневной практической деятельности широко использует различные модели, которые применяются либо для изучения механизма явлений, проходящих в системах и объектах, либо для прогнозирования их функционирования. Так в области теории управления

широкое распространение получили математические модели объектов управления, используемые как для анализа, так и для синтеза систем управления.

Для облегчения работы с разнообразными объектами управления их разбивают на группы:

- статические объекты;
- динамические объекты;
- линейные объекты;
- нелинейные объекты;
- непрерывные объекты;
- дискретные объекты;
- стационарные объекты;
- нестационарные объекты;
- объекты с сосредоточенными параметрами;
- объекты с распределенными параметрами.

Под моделью обычно понимается выраженная в той или иной форме информация о наиболее существенных характеристиках объекта. По способу представления данной информации выделяют следующие типы моделей:

- словесные или вербальные модели;
- физические модели (уменьшенные копии реальных объектов, иногда другой физической природы, позволяющие имитировать процессы в исследуемом объекте);
- математические модели (информация об исследуемом объекте или системе представляется в виде математических терминов).

В свою очередь математические модели делятся на:

- графические;
- табличные;
- алгоритмические;
- аналитические.

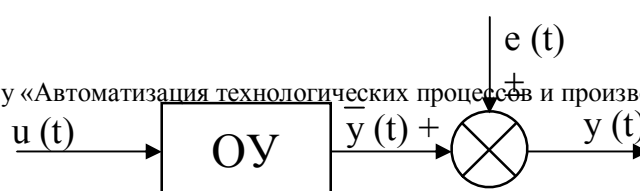
В частности, аналитические модели представляют собой отражение взаимосвязей между переменными объекта в виде математической формулы или группы таких формул.

Моделирование основано на двух основополагающих признаках:

- на принципе практической ограниченности фундаментальных законов природы;
- на принципе подобия, означающем, что явления различной природы могут описываться одинаковыми математическими зависимостями.

Процедуру построения модели принято называть идентификацией, при этом данный термин обычно относится к построению аналитических математических моделей динамических объектов.

Динамический объект – это объект, выход которого зависит не только от текущего значения входных сигналов, но и от их значений в предыдущие моменты времени. Идентифицируемый объект принято представлять в следующем виде.



где: $u(t)$ – контролируемый (иногда управляемый) входной сигнал;
 $\bar{y}(t)$ – теоретический выход объекта;
 $y(t)$ – наблюдаемый выход объекта;
 $e(t)$ – аддитивная случайная помеха, отражающая действия не учитываемых факторов (шум наблюдения).

Обычно предполагается, что связь между входным и “теоретическим” выходным сигналом задается в виде некоторого оператора ψ

$$\tilde{y}(t) = \psi[u(t)] \quad (1)$$

при этом наблюдаемый выход объекта может быть описан соотношением:

$$y(t) = \psi[u(t)] + e(t) \quad (2)$$

Цель идентификации: на основании наблюдений за выходным $u(t)$ и выходным сигналами на каком-то интервале времени определить вид оператора, связывающего входной и теоретический выходной сигнал.

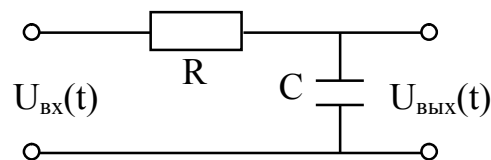
Иногда задачу определения математической модели можно решить чисто аналитическим путем.

Приведенная зависимость дает возможность установить только структуру модели с точностью до ряда неизвестных параметров. Если такая структура (с точностью до вектора коэффициентов β) известна, то при известном входном сигнале $u(t)$ описание объекта можно представить в виде:

$$y(t) = F(\beta, t) + e(t) \quad (3)$$

где F – функция известного вида, зависящая от β и времени t .

Например: Простейший сглаживающий фильтр:



Исходя из известных законов электротехники, для него можно записать:

$$u(t) = RC \frac{dy(t)}{dt} + y(t) \quad (4)$$

где $y(t) = U_{\text{вых}}(t)$, $u(t) = U_{\text{вх}}(t)$

В данном примере вектор коэффициентов β определяется значениями R и C .

Таким образом уравнение (3) позволяет после проведения эксперимента, заключающего в фиксации входного и выходного сигналов на каком-то интервале времени, провести обработку экспериментальных данных и каким-либо методом (например, методом наименьших квадратов) найти оценку вектора параметров β .

Отметим, что при экспериментальном определении параметров модели необходимо обеспечить:

- подбор адекватной структуры модели
- выбор такого входного сигнала, чтобы по результатам эксперимента можно было найти оценки всех параметров модели.

Наиболее просто задача определения параметров решается для линейных объектов. В задачах идентификации под линейным объектом понимаются объекты линейные по входному воздействию.

С учетом изложенного под идентификацией динамических объектов понимают процедуру определения структуры и параметров их математических моделей, которые при одинаковых входном сигнале объекта и модели обеспечивают близость выхода модели к выходу объекта при наличии какого-то критерия качества.

Обычно идентификация – многоэтапная процедура. Основные ее этапы следующие:

1. Структурная идентификация заключается в определении структуры математической модели на основании теоретических соображений.
2. Параметрическая идентификация включает в себя проведение идентифицирующего эксперимента и определение оценок параметров модели по экспериментальным данным.
3. Проверка адекватности – проверка качества модели в смысле выбранного критерия близости выходов модели и объектов.

В связи с многообразием объектов и различных подходов и моделированию существует множество вариантов задачи параметрической идентификации, классификация которых показана ниже.



Рис. Классификация задач идентификации.

Виды моделей объектов

Рассмотрим основные виды моделей линейных непрерывных стационарных динамических объектов и их взаимосвязь (действием шума $e(t)$ пренебрегаем).

1. Дифференциальное уравнение. Наиболее универсальная модель, имеющая форму:

$$a_n y^n(t) + a_{n-1} y^{n-1}(t) + a_{n-2} y^{n-2}(t) + \dots + a_0 y(t) = b_m u^m(t) + b_{m-1} u^{m-1}(t) + \dots + b_0 u(t)$$

$$\text{или } \sum_{i=1}^n a_i y^i(t) = \sum_{j=1}^m b_j u^j(t)$$

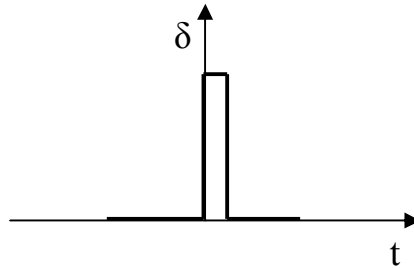
где n – порядок модели ($n > m$), a_i и b_j – постоянные коэффициенты (параметры модели), u^j и y^i – производные входного и выходного сигналов.

2. Передаточная функция. Данная характеристика определяется как отношение преобразований Лапласа выходного и входного сигналов,

$$W(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{\sum_{j=0}^m b_j p^j}{\sum_{i=1}^n a_i p^i}$$

где p – оператор Лапласа.

3. Импульсная характеристика $\omega(t)$. Под импульсной характеристикой понимается реакция предварительно невозмущенного объекта (т.е. объекта с нулевыми начальными условиями) на входной сигнал в виде δ – функции.



4. Переходная функция $h(t)$. Это реакция предварительно невозмущенного объекта на входной сигнал в виде единичного скачка.

Из теории управления известны следующие соотношения между этими характеристиками:

$$L\{\omega(t)\} = W(p)$$

$$\omega(t) = h'(t)$$

$$L\{h(t)\} = \frac{W(p)}{p}$$

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \omega(t - \tau) \cdot u(\tau) dt$$

5. Частотные характеристики. Частотные характеристики определяются его комплексным коэффициентом передачи $W(j\omega) = W(p) | p \rightarrow j\omega$.

Модуль комплексного коэффициента передачи $|W(j\omega)| = A(\omega)$ представляет собой, как известно, амплитуда – частотную характеристику АЧХ объекта;

Аргумент $\arg(W(j\omega)) = \varphi(\omega)$ представляет собой фазочастотную характеристику ФЧХ объекта.

Графическое представление $W(j\omega)$ на комплексной плоскости при изменении частоты ω от 0 до ∞ , т.е. график амплитудно-фазовой характеристики АФХ в полярных координатах в отечественной литературе называется годографом, а в английской - диаграммой Найквиста.

В теории управления часто используется логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) равная $20 \lg |W(j\omega)|$.

6. Модель для переменных состояния. При выборе n – координат системы (объекта) в качестве переменных её состояния может быть выходной сигнал $y(t)$ и $n-1$ его производных (которые обозначаются как $x_i(t)$ – где $i = 1 \dots n$). Тогда такая система может быть описана уравнениями для переменных состояния:

$$x'(t) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t)$$

$$y(t) = C \cdot x(t) + D \cdot u(t)$$

где $x(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]^T$ - вектор-столбец переменных состояния;

A и C – матрицы размеров $n \times n$;

B и D – векторы размера $n \times 1$ и $1 \times n$.

Применение к данным уравнениям преобразования Лапласа позволяет получить следующее выражение для передаточной функции:

$$W(p) = C(pI - A)^{-1} B + D$$

где I – единичная матрица размером $n \times n$.

Автоматические регуляторы.

В любой системе автоматического регулирования управляющее воздействие на объект регулирования управляющее воздействие на объект регулирования формируется автоматическим регулятором в соответствии с принятым алгоритмом управления и требуемым качеством АСР.

Необходимым условием надежной устойчивой работы АСР является правильный выбор типа регулятора и его настроек.

В системах управления используются регуляторы четырех типов:

1. Пропорциональные (П) с передаточной функцией:

$$W_p(p) = k_{\text{П}};$$

2. Интегральные (И):

$$W_p(p) = \frac{1}{T_o p} = \frac{k_{\text{И}}}{p};$$

3. Пропорционально-интегральные (ПИ):

$$W_p(p) = \frac{1 + T_1 p}{T_o p} = \frac{1}{T_o p} + \frac{T_1}{T_o} = \frac{k_{\text{И}}}{p} + k_{\text{П}};$$

4. Пропорционально-интегро-дифференциальные (ПИД):

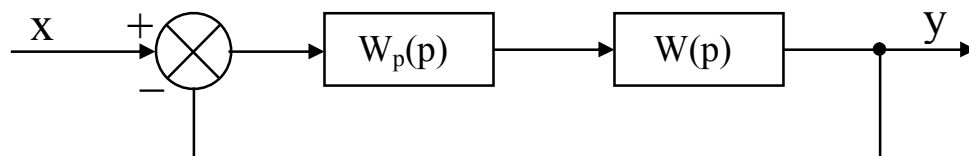
$$W_p(p) = \frac{(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)}{T_o p} = \frac{1}{T_o p} + \frac{(T_1 + T_2)}{T_o} + \frac{T_1 T_2}{T_o} p = \frac{k_{\text{И}}}{p} + k_{\text{П}} + k_{\text{Д}};$$

$$\text{где } k_{\text{И}} = \frac{1}{T_o}; \quad k_{\text{П}} = \frac{T_1 + T_2}{T_o}; \quad k_{\text{Д}} = \frac{T_1 T_2}{T_o}.$$

Выбор типа регулятора и параметров его настройки должна осуществляться в соответствии с критериями качества регулирования.

(кратко напомнить критерии качества регулирования)

Методик выбора регулятора существует достаточно много. Предложим одну из них по выбору типа регулятора, которая основана на анализе вида передаточной функции объекта. Любую структуру АСР можно рассмотреть, состоящую:



Для такого контура $W_{рез}(p)$ можно привести к интегрирующему:

$$W_{рез} = \frac{1}{T_o p};$$

т.е. регулятор всегда должен быть построен так, чтобы

$$W_{рез} = W_1(p) \cdot W_p(p) = \frac{1}{T_o p};$$

1) Если в одной цепи имеется интегрирующее звено с $W(p) = \frac{1}{Tp}$, то регулятор

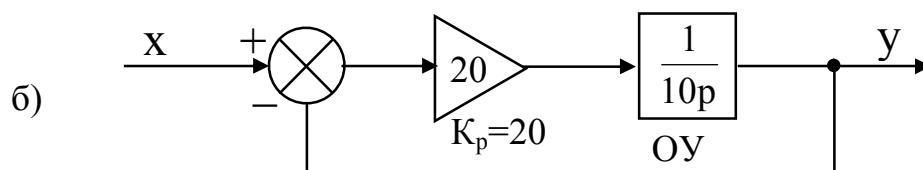
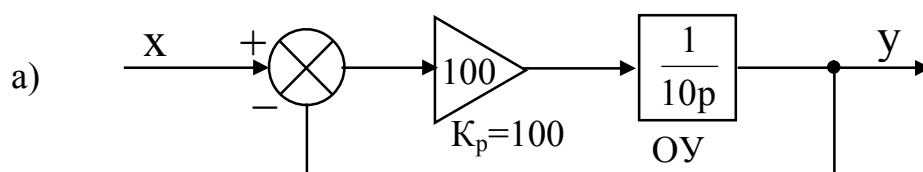
должен быть пропорциональным $W_p(p) = k_{\Pi}$ и $W_{рез}(p) = \frac{k_{\Pi}}{Tp} + \frac{1}{T_o p}$; где

$$T_o = \frac{T}{k_{\Pi}}.$$

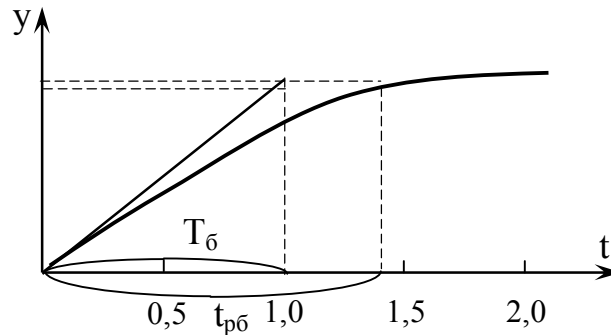
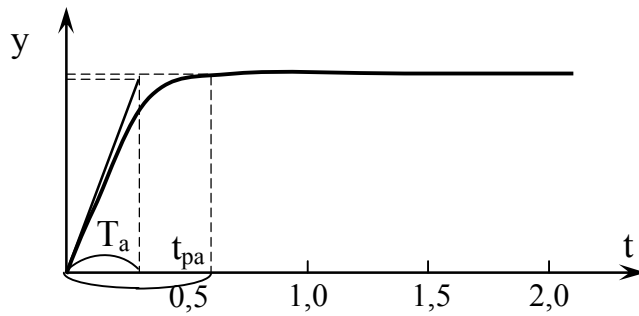
После создания замкнутого контура, его передаточная функция будет соответствовать аperiodическому с малой постоянной времени:

$$W_{замк}(p) = \frac{\frac{1}{T_o p}}{1 + \frac{1}{T_o p}} = \frac{1}{1 + T_o p};$$

Для примера рассмотрим две АСР с различными коэффициентами усиления



Переходные процессы после подачи единичного ступенчатого воздействия будут иметь вид:



Результаты моделирования переходного процесса показывают, что вторая модель обладает большой постоянной времени.

2) Если исходное звено ОУ является апериодическим с передаточной функцией $W(p) = \frac{1}{1 + T_p p}$; то регулятор должен иметь передаточную функцию, соответствующую ПИ-регулятору,

$$W_p(p) = \frac{1 + T_p p}{T_o p} = \frac{1}{T_o p} + \frac{T_p}{T_o} = \frac{k_I}{p} + k_{II};$$

Тогда результирующая W будет иметь вид:

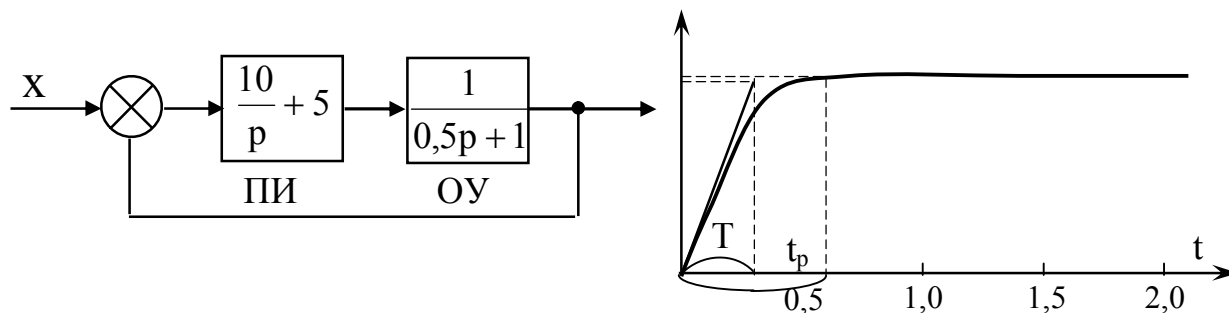
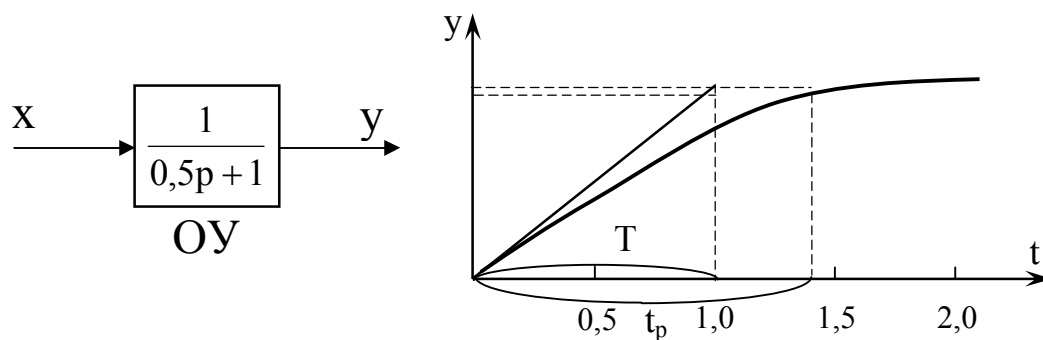
$$W_{рц} = \frac{1}{1 + T_p p} \cdot \frac{1 + T_p p}{T_o p} = \frac{1}{T_o p}, \text{ или}$$

после охвата звена с обратной связью получим

$$W_{зам}(p) = \frac{1}{1 + T_o p};$$

Причем параметр T регулятора должен быть близким к параметру T объекта регулирования:

Для сравнения рассмотрим две структуры



Результаты моделирования показывают преимущества применения ПИ регулятора.

3) Если исходная система представляет собой колебательное звено с передаточной функцией

$$W_{oy}(p) = \frac{1}{T^2 p^2 + 2T\xi p + 1};$$

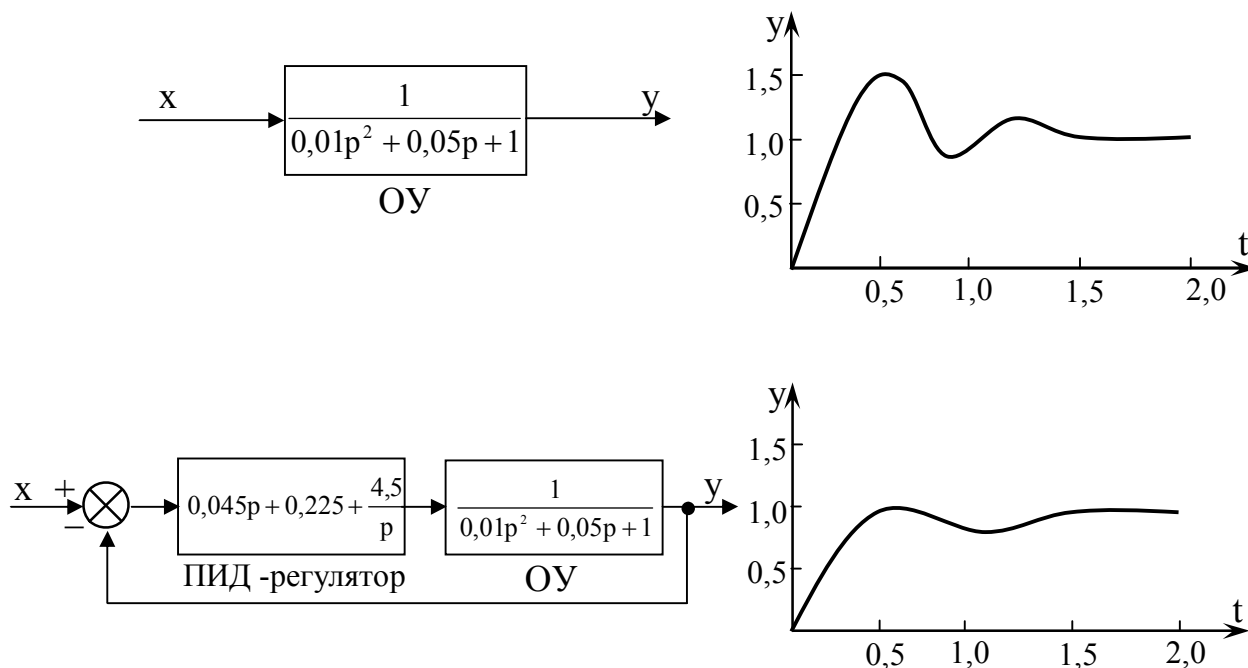
то в соответствии с изложенным подходом регулятор должен быть ПИД-регулятор с передаточной функцией

$$W_p = \frac{T^2 p^2 + 2T\xi p + 1}{T_o p} = \frac{T^2}{T_o} p + \frac{2T\xi}{T_o} + \frac{1}{T_o p} = k_D p + k_{\Pi} + \frac{k_{\text{И}}}{p}$$

$$\text{где } k_D = \frac{T^2}{T_o}; \quad k_{\Pi} = \frac{2T\xi}{T_o}; \quad k_{\text{И}} = \frac{1}{T_o}.$$

$$\text{В этом случае } W_{\text{раз}}(p) = \frac{1}{T_o p}; \quad W_{\text{зам}}(p) = \frac{1}{1 + T_o p}.$$

Результаты можно проиллюстрировать следующими переходными процессами.



Результаты моделирования показывают преимущества применения ПИД регулятора.

Основным направлением данной методики является получение в конечном итоге $W_{\text{закн}}(p)$ системы в виде аperiodической функции с как можно меньшей постоянной времени.

* Согласно другой методике, изложенной в кн. Петелина при выборе типа регулятора предлагают, что в АСР существует определенный переходный процесс:

- аperiodический без перерегулирования, когда требуется исключить влияние регулирующего воздействия на другие переменные сложного объекта;
- с 20% перерегулированием, при котором обеспечивается малое время переходного процесса и первого полупериода;
- с минимальной интегральной квадратичной оценкой при которой обеспечивается наименьшее значение суммарного динамического отклонения.

Данная методика предполагает, что объект управления может иметь одну из двух передаточных функций со своими параметрами. (наиболее часто встречаемые):

Статические ОР:

$$W_{\text{ор}}(p) = \frac{k_o e^{-\tau p}}{(1 + T_o p)};$$

Астатические ОР:

$$W_{\text{ор}}(p) = \frac{k_o e^{-\tau p}}{T_o p};$$

Основные области применения линейных регуляторов определяются с учетом следующих рекомендаций:

И-регулятор со статическим ОР – при медленных изменениях возмущений и малом времени запаздывания ($\tau/T_0 < 0,1$);

П-регулятор со статическим и астатическим ОР – при любой инертности и времени запаздывания, определяемые соотношением $\tau/T_0 \leq 0,3$;

ПИ-регулятор при любой инертности и времени запаздывания ОР, определяемом соотношением $\tau/T_0 \leq 1$;

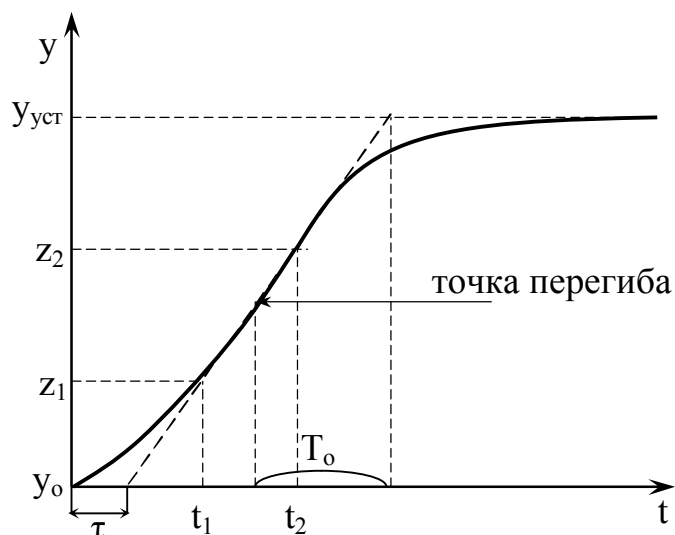
ПД и ПИД – регуляторы при условии $\tau/T_0 \leq 1$ и малой колебательности переходных процессов.

В таблице приведены формулы для выбора настроек k_p , T_n , T_d основных линейных регуляторов для статических и астатических ОР.

Методика выбора регулятора может быть следующая:

1. Оценивается вид переходного процесса ОР (строится график) и графо-аналитическим способом определяются параметры передаточной функции.

Например, в общем виде, вид переходного процесса имеет следующий вид:



На графике выбираются параметры τ и T_0 . Более точные значения τ и T_0 можно получить расчетным путем:

** (из метод. указаний по курсовому проектированию)

После определения τ и T_0 определяем показатели:

$$1) k_0 = \frac{y_{уст} - y_0}{M}, \quad 2) \frac{\tau}{T_0}; \quad 3) \frac{t_{рег}}{\tau}.$$

где M – показатель колебательности, выраженный в процентах от $y_{уст}$ ((Величина перерегулирования) – $y_{уст}$) / $y_{уст}$ * 100%.

Далее на основании формул таблицы 3.4. настройки линейных регуляторов рассчитываем параметры регулятора:

Например, согласно данной таблицы, для статического регулятора с переходной характеристикой с 20% перерегулированием

$$k_p = \frac{0,7}{k_o \tau / T_o} \text{ и } T_i = 0,7 \cdot T_o.$$

** Наиболее совершенная методика настройки линейных регуляторов предложена в системе MATLAB в пакете расширения Nonlinear Control Design (NCD blokes)

Применяемый регулятор	Предполагаемый переходный процесс		
	Апериодический	20% перерегулирование	Минимум интегр. квадр. оценки
П-регулятор	$k_p = \frac{0,4}{\tau / T_o^*}$	$k_p = \frac{0,7}{\tau / T_o^*}$	–
ПИ-регулятор	$k_p = \frac{0,4}{\tau / T_o^*}$ $T_i = 6\tau$	$k_p = \frac{0,7}{\tau / T_o}$ $T_i = 3\tau$	$k_p = \frac{1,0}{\tau / T_o}$ $T_i = 4\tau$
ПИД-регулятор	$k_p = \frac{0,6}{\tau / T_o}$ $T_i = 5\tau$ $T_d = 0,2\tau$	$k_p = \frac{1,1}{\tau / T_o}$ $T_i = 2\tau$ $T_d = 0,4\tau$	$k_p = \frac{1,4}{\tau / T_o}$ $T_i = 1,6\tau$ $T_d = 0,5\tau$

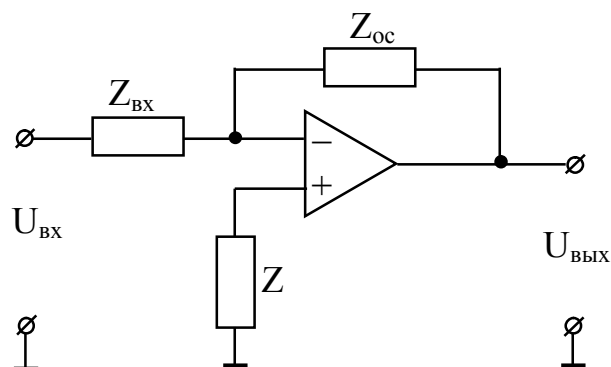
ЭЛЕКТРОННЫЕ АНАЛОГОВЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ.

В настоящее время большинство электронных регуляторов, входящих в различные электрические комплексы, построены на базе операционных усилителей, выполненных в транзисторном или интегральном исполнении.

Операционные усилители характеризуются:

- большим коэффициентом усиления по току и напряжению до 10^6 ;
- широкой полосой пропускания по частоте;
- возможностью применения линейных и нелинейных отрицательных и положительных связей;
- большим входным и малым выходным сопротивлением;
- малым температурным дрейфом напряжения и тока.

Операционный усилитель представляет собой микрочеловекое изделие с двумя дифференциальными входами. Типовая схема включения ОУ:



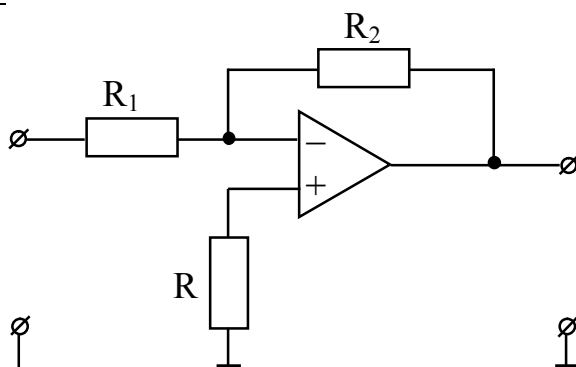
При этом передаточная функция определяется как:

$$W(p) = -\frac{Z_{oc}(p)}{Z_{\hat{a}\hat{o}}(\delta)}$$

На вход ОУ подается сигнал рассогласования $U_{ВХ} = U_3 - U$; U_3 – заданное и U – текущее значение регулируемого параметра.

На основе этой схемы строятся различного рода регуляторы.

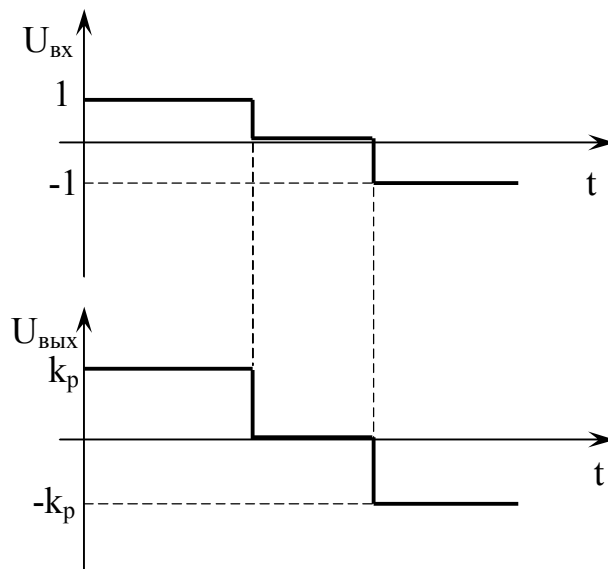
П – регулятор.



Для П – регулятора справедливо выражение:

$$U_{\hat{a}\hat{o}}(\delta) = -\frac{R_2}{R_1} U_{\hat{a}\hat{o}}(\delta), \quad \text{где } k_p = \frac{R_2}{R_1}.$$

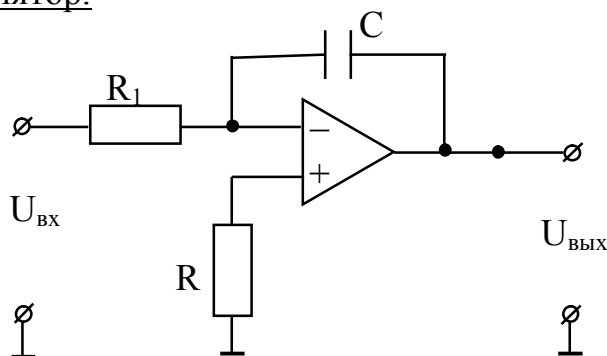
Временная диаграмма такого регулятора:



Этот регулятор обладает высоким быстродействием.

Если на вход будет подан сигнал $|U_{\hat{\alpha}\delta}| > \left| \frac{U_{\hat{\alpha}\delta \cdot \max}}{k_p} \right|$, где $U_{\text{вых.max}}$ – наибольшее выходное напряжение, то регулятор входит в зону насыщения и при этом пропорциональность между входным и выходным сигналами не сохраняется.

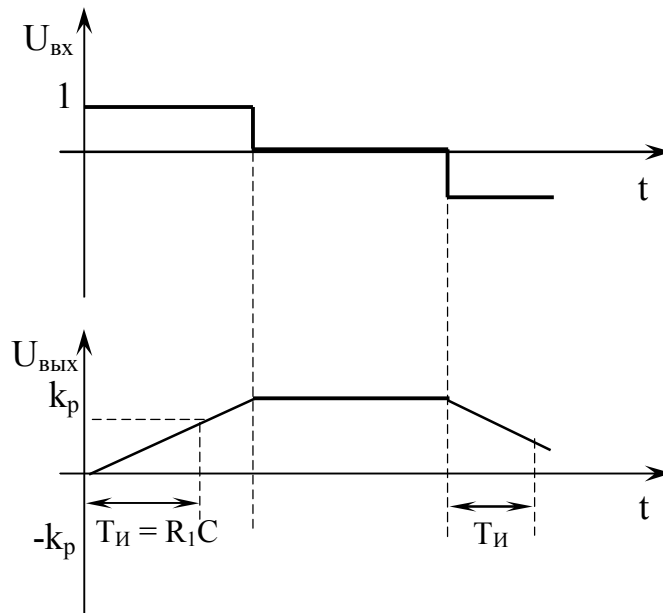
И – регулятор.



Для И – регулятора справедливо выражение: $U_{\hat{\alpha}\delta}(\delta) = -\frac{1}{R_1 C} \frac{1}{p} U_{\hat{\alpha}\delta}(\delta)$

где $T_{\text{И}} = R_1 C$ – постоянная времени интегрирования.

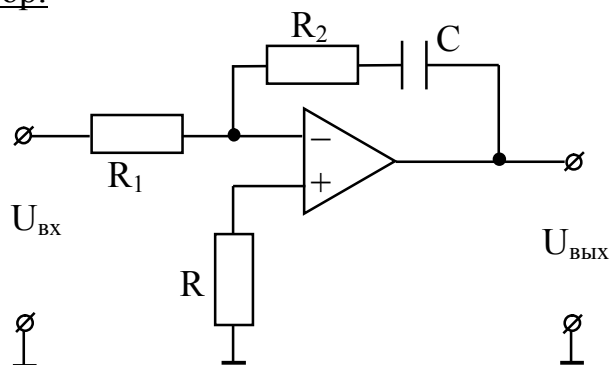
Временная диаграмма:



После подачи сигнала $U_{\text{ВХ}}$ выходное напряжение начнет нарастать линейно до тех пор пока $U_{\text{ВХ}}$ не сбросится в 0. При этом интегратор перейдет в режим насыщения и будет оставаться в этом состоянии пока напряжение $U_{\text{ВХ}}$ не изменит свой знак на противоположный. При этом $U_{\text{ВЫХ}}$ будет уменьшаться с той же скоростью.

Важным свойством И – регулятора является запоминание последнего значения $U_{\text{ВЫХ}}$ перед сбросом в нуль $U_{\text{ВХ}}$.

ПИ – регулятор.



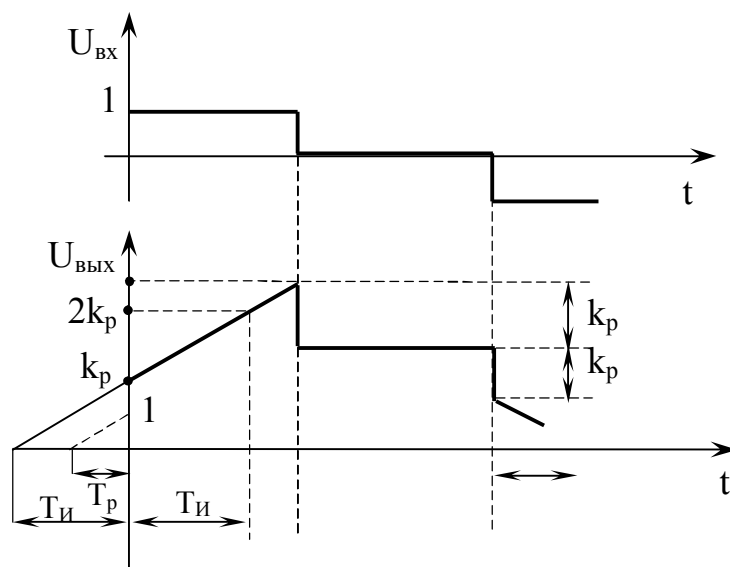
Уравнение регулятора (идеальное)

$$U_{\text{вых}}(\delta) = - \left(k_p + \frac{1}{T_i p} \right) U_{\text{вх}}(\delta)$$

где $\dot{U}_{\text{Е}} = \dot{U}_{\delta} \cdot k_p = R_2 C$ - время, в течении которого $U_{\text{вых}}$ достигает удвоенного значения $-2k_p U_{\text{вх}}$

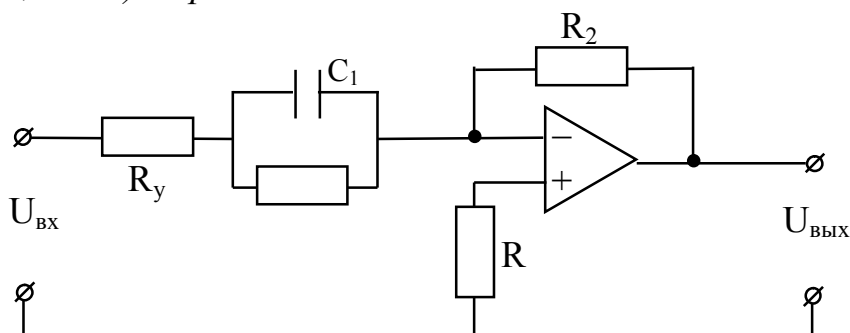
Наращение $U_{\text{вых}}$ будет происходить со скоростью $\frac{U_{\text{вх}}}{\dot{U}_{\delta}}$ из точки k_p до момента

когда $U_{\text{вх}}$ не сбросится 60. При этом $U_{\text{вых}}$ будет оставаться неизменным до тех пор пока $U_{\text{вх}}$ не изменится на противоположное.

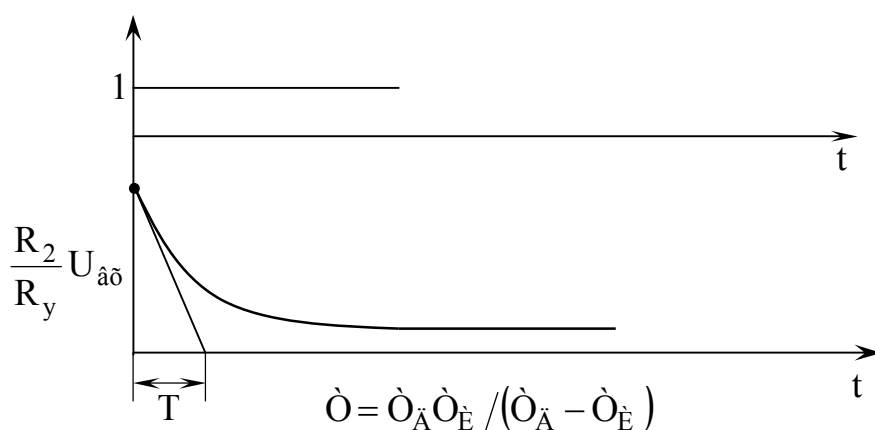


ПД1 – регулятор

(Схемы ПД1, ПД2, ПИД рассмотреть в книге «Автоматизация производственных процессов текстильной промышленности: Учебн. Для вузов в 5-ти книгах. Кн.1. Основы автоматики и технические средства автоматизации в текстильной промышленности / Д.П. Петилин и др. – М.; Легпромиздат, 1992.) стр 168-175



$$U_{\hat{\delta}}(\delta) = -\frac{R_2}{R_1 + R_y} \frac{1 + pT_{\hat{A}}}{1 + \delta \dot{O}_{\hat{E}}}$$



АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.

Общие понятия

Предприятия строительной индустрии относятся к энергоемким производствам, так как в большом количестве потребляют

- пар;
- горячую и холодную воду;
- сжатый воздух и электроэнергию.

Эффективность использования энергии во многом зависит от уровня автоматизации энергетических объектов, поэтому главной задачей управления является оптимизация режимов производства, распределения и потребления различных видов энергоносителей при обеспечении энергоснабжения:

– Автоматизация котлоагрегатов малой производительности повышает их КПД на 4-5%, а автоматизация тепловых пунктов позволяет на 8-10% сократить потребление теплоты на отопление производственных зданий.

– Автоматизация теплоиспользующего оборудования обеспечивает не только значительную экономию энергоресурсов, но и оптимальное проектирование процессов в текстильном оборудовании, а также улучшение экологических показателей, используемых в ТП сточных вод:

– Автоматизация компрессорных станций приводит к улучшению параметров сжатого воздуха, сокращает расход электроэнергии благодаря регулированию производительности компрессорных станций способствует безаварийной работе машин и увеличивает межремонтные сроки.

– Автоматизация тепловых процессов в системах очистки сточных вод улучшает экологические характеристики предприятий.

Для регулирования тепловых процессов используются два метода:

1. Регулирование теплопроизводительности агрегатов, в которых происходит превращение одной из форм энергии в тепловую энергию.
2. Регулирование скорости переноса теплоты в пространстве (тепловые сети и различного вида теплоиспользующее оборудование).

Оптимизация теплоэнергетических процессов обеспечивается двумя способами:

- корректировка процесса автоматическими системами с помощью локальных регуляторов и микропроцессоров
- реализация в производственных условиях оптимального сочетания входных и выходных переменных объектов управления, определенных предварительно методами математического моделирования и оптимизации, системами программного и адаптивного управления с помощью ЭВМ и регулирующих устройств.

Характеристика систем теплоснабжения и типовые САР

Система теплоснабжения представляет собой совокупность источников теплоты, средств транспортирования и распределения теплоносителей и потребителей тепловой энергии – теплоиспользующего оборудования, которая составляет почти 90% в общем годовом расходе теплоты. Значительная доля расхода теплоты приходится на системы кондиционирования воздуха, а также различные виды теплоиспользующего оборудования.

Источником тепла в основном является ТЭЦ и промышленные котельни различной мощности.

Автоматизация теплоэнергетических установок включает в себя:

1. автоматизацию паровых и водогрейных котлоагрегатов;
2. автоматизация систем горячего водоснабжения;
3. автоматизация систем теплоснабжения;
4. автоматизация в системах очистки сточных вод.

Решение вопросов 1^й и 4^й задач относится к первому методу регулирования тепловых процессов, а 2^й и 3^й задач ко второму методу.

В системах теплоснабжения предприятия строительной индустрии наиболее целесообразной считается стабилизация режимных величин (давление, температура, расход). Регулирование этих величин осуществляется централизованным и местным способами:

– Централизованное регулирование применяется для источника теплоснабжения;

– Местное регулирование на входе к потребителю или на тепловых вводах.

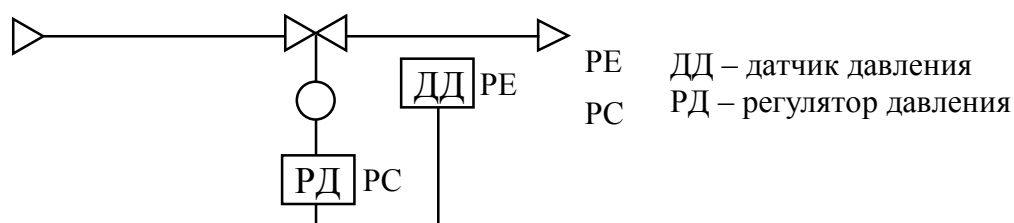
Общая задача управления системами теплоснабжения формулируется как задача оптимизации некоторого общего критерия при выполнении ограничений на технологические параметры.

Для решения такой задачи обычно весь процесс в системе теплоснабжения разбивают на отдельные участки, которые характеризуются сравнительно небольшим числом переменных, и для них формулируют свои подзадачи управления, подчиненные общей задаче управления системой в целом.

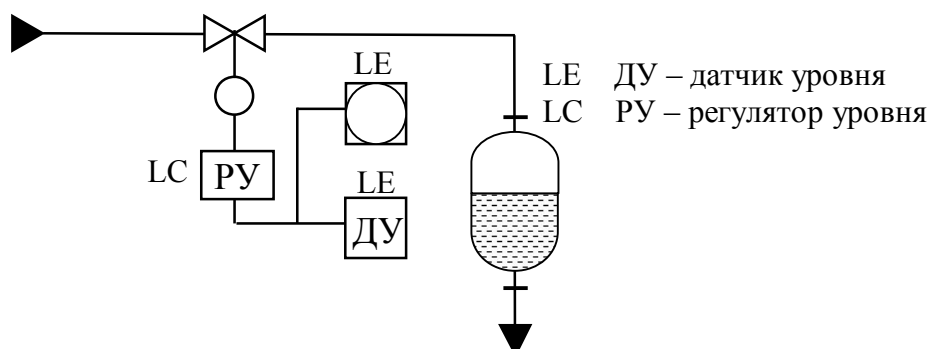
Эти подзадачи управления определяются основными принципами функционирования автоматических систем регулирования (АСР) технологических параметров.

Рассмотрим типовые схемы таких АСР:

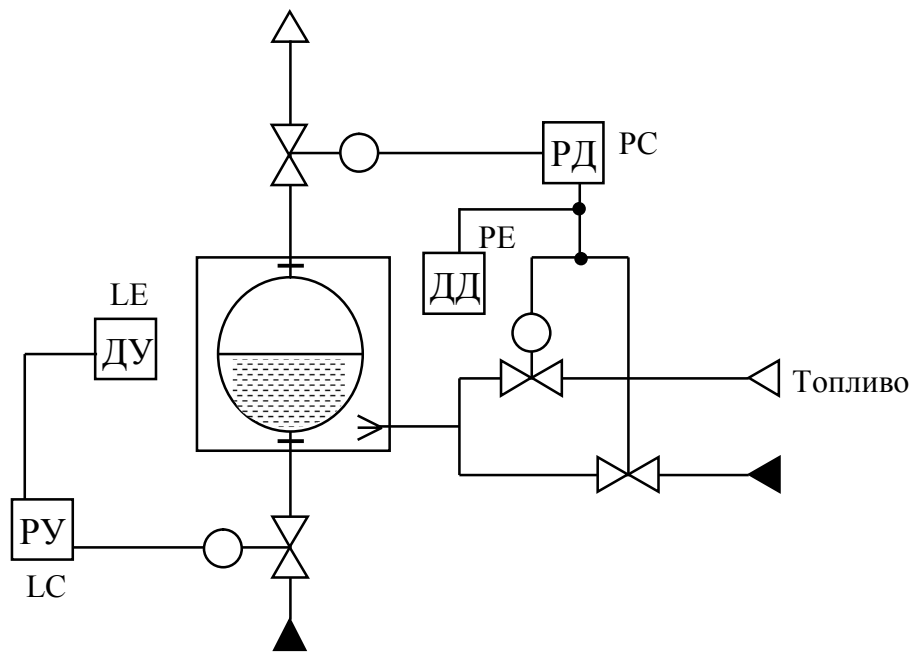
1. Регулирование давления на трубопроводе



2. Позиционное регулирование уровня жидкости в баке:

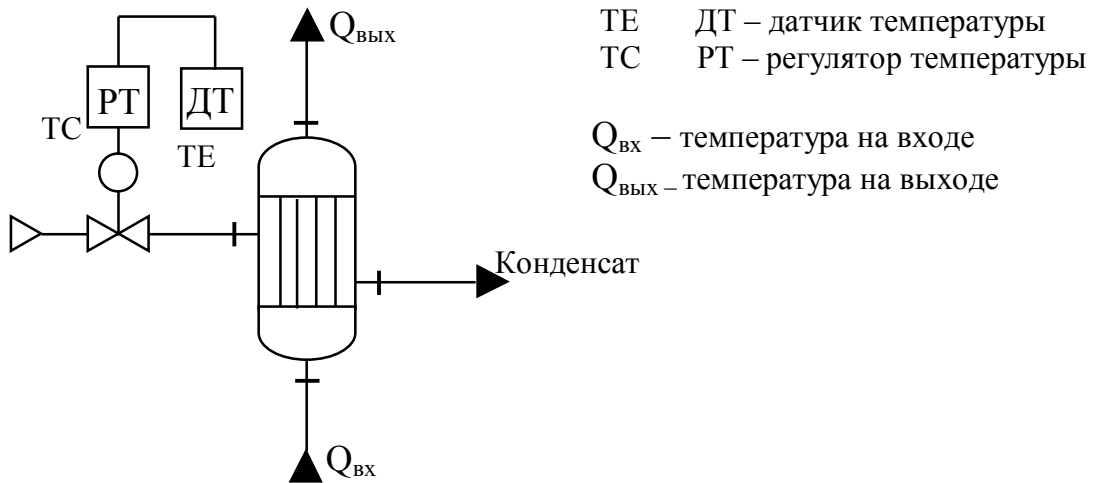


3. Регулирование давления и уровня в топке котла и на барабане

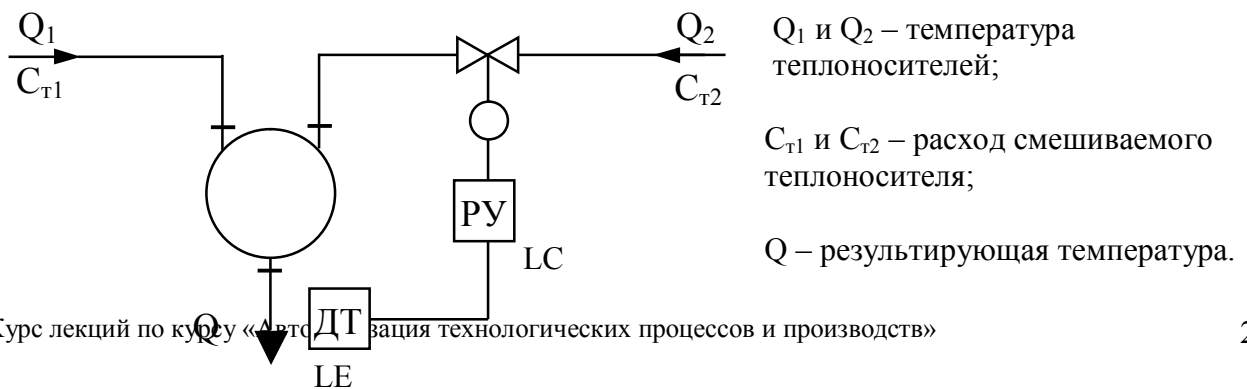


4. Регулирование температуры:

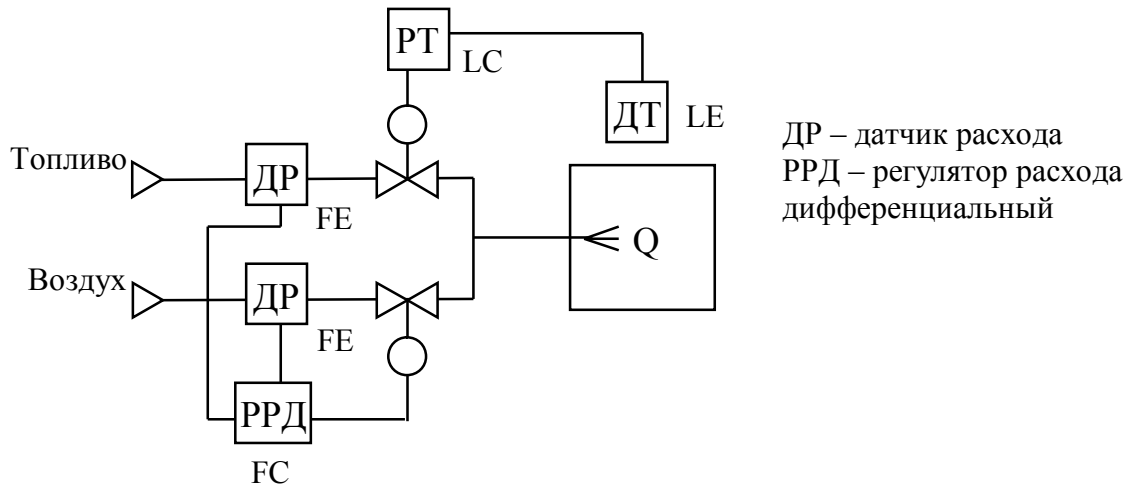
4.1. В парожидкостном теплообменнике.



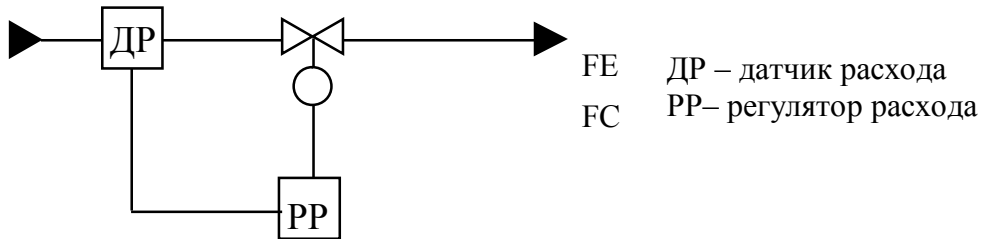
4.2. В теплообменнике смешения.



4.3. В топке котла.

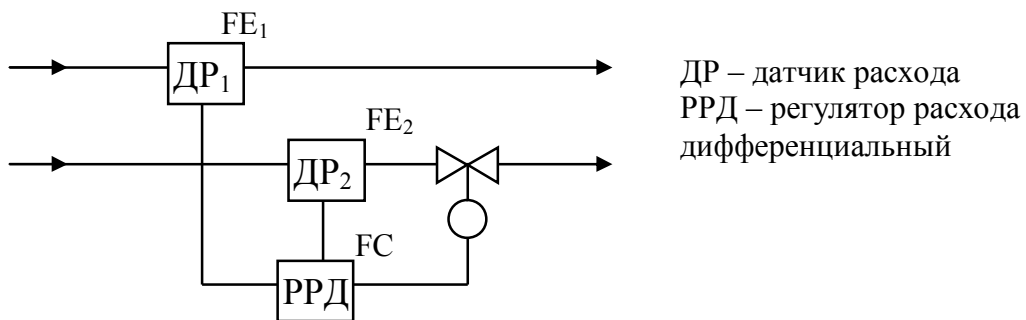


5. Регулирование расхода в трубопроводе:

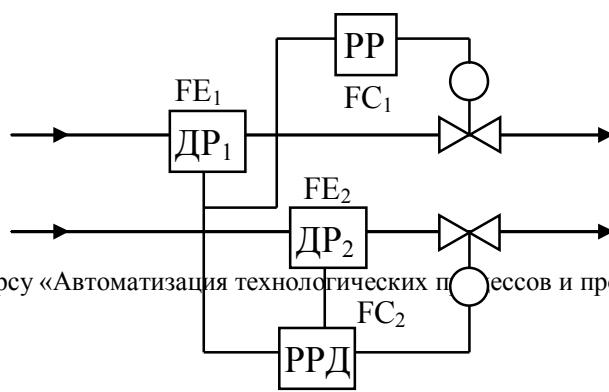


6. Регулирование соотношения потоков:

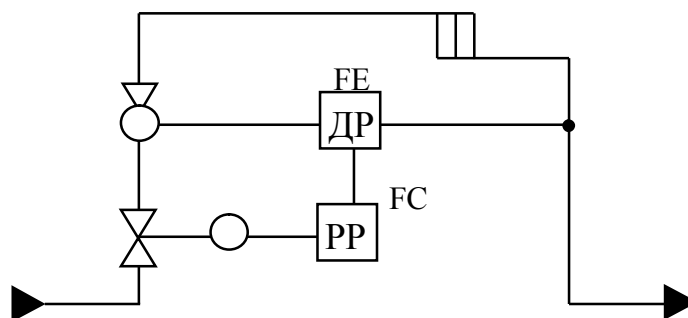
6.1. При незаданной общей нагрузке.



6.2. При заданной общей нагрузке:



6.3. С элеваторным смешением в системе отопления:



АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.

На предприятиях строительной индустрии образуются сточные воды различной степени загрязненности.

Затраты воды при этом составляют до 500 м³ на 1 тонну изделий и концентрация загрязнений составляют до 350 кг на 1 тонну изделий.

Для очистки высококонцентрированных промышленных сточных вод применяются термические методы:

- жидкофазное окисление;
- выпаривание;
- гетерогенное каталитическое окисление;
- огневой метод;
- замораживание и оттаивание.

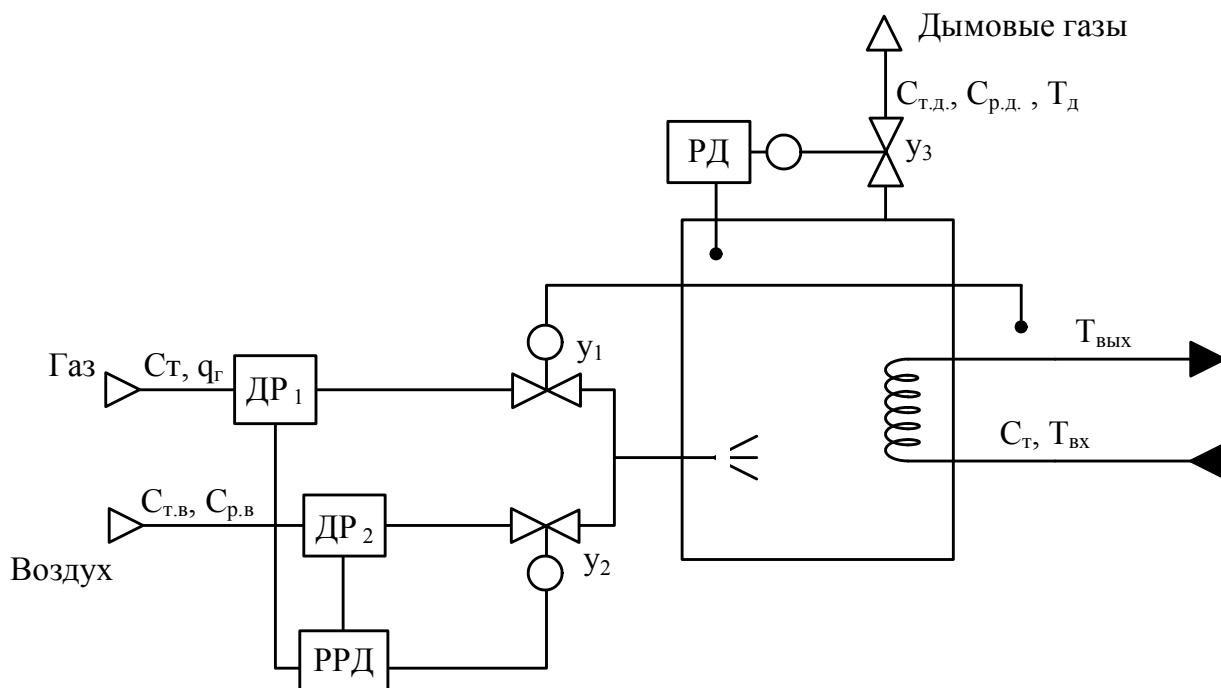
В качестве примера рассмотрим метод выпаривания. Выпаривание сточных вод производят в специальных аппаратах при интенсивном испарении жидкости, в результате её нагревания паром или горячими газами, образующимися в аппаратных с подгруженными газовыми горелками, и воздействия интенсивно подводимого сжатого воздуха.

Задачей автоматизации процесса выпаривания является стабилизация концентрации упаренного раствора на выходе из последнего выпарного аппарата.

К основным возмущениям, влияющим на данный процесс можно отнести колебания расхода и концентрации сточных вод, энтальпию горючих газов (пара), а также потери в окружающую среду.

В качестве управляющего воздействия выбирают изменение расхода греющего пара (горючего пара).

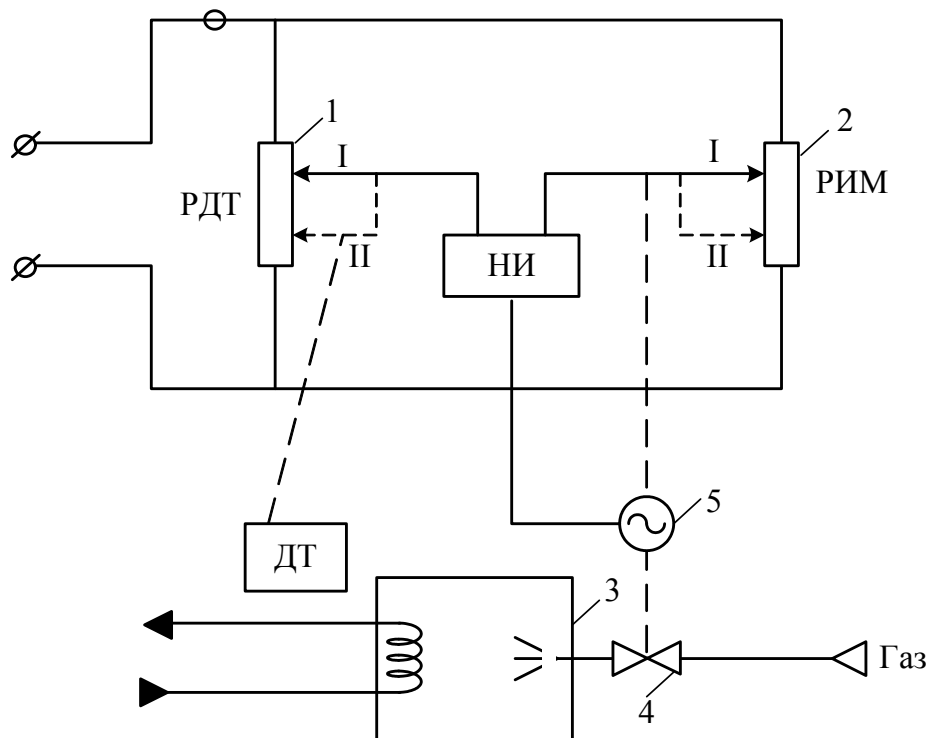
Рассмотрим функциональную схему нагрева сточных вод в топочной установке. На рисунке представлена трехконтурная система регулирования.



Регулятор РРД обеспечивает стабилизацию соотношения расходов горючего газа и воздуха на входе в горелку путем изменения подачи воздуха (регулирующий клапан y_2), регулятор РТ – регулирование температуры сточных вод на выходе $T_{\text{ВЫХ}}$ путем изменения подачи газа (регулирующий клапан y_1), а регулятор РД – стабилизацию разрежения (давления) в печи путем отвода дымовых газов (регулирующий клапан y_3).

Основным регулируемым параметром является $T_{\text{ВЫХ}}$ – температура сточных вод, поэтому рассмотрим схему регулирования $T_{\text{ВЫХ}}$ от $C_{T \Gamma}$ (подачи газа к горелке).

Схема пропорционального автоматического регулятора



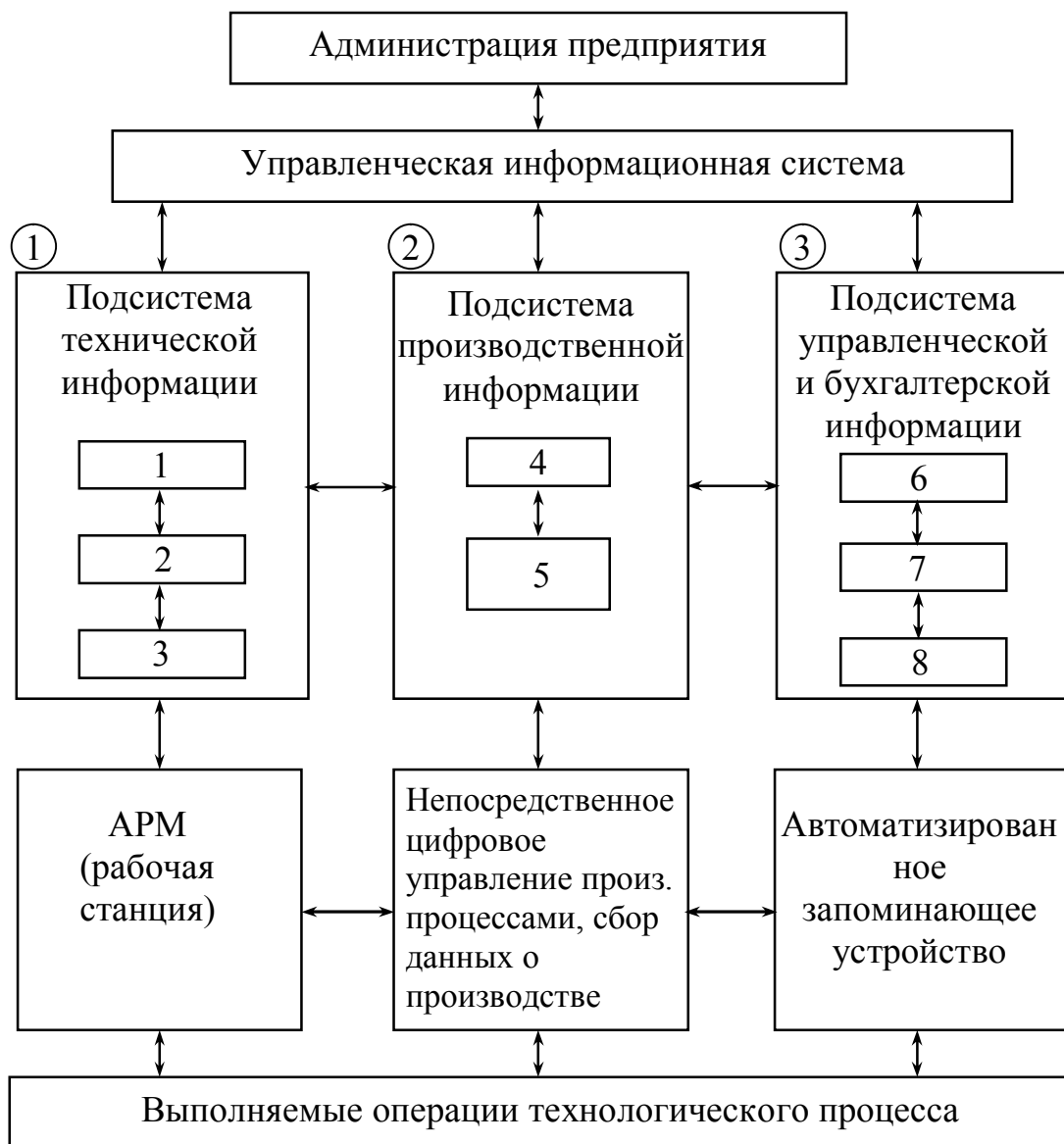
Реостат 1 преобразователя ДТ и реостат обратной связи 2 исполнительного механизма ИМ образуют мост, а их ползун – диагональ этого моста, в которую включают нуль – индикатор НИ (поляризованное реле или усилитель). При перемещении ползуна реостата 1, т.е. при изменении регулируемого параметра, равновесие моста нарушается и нуль индикатор НИ перемещает исполнительный механизм и одновременно ползун реостата 2 до тех пор, пока система не придет в равновесие.

Проследим это на схеме. Допустим, что заданной температуре сточных вод $T_{\text{вых}}$ соответствует положение I ползуна реостатного преобразователя РДТ. При нормальном режиме работы печи газовый кран 4, перемещаемый электродвигателем 5, открыт так, что ползун реостата исполнительного механизма РИМ также находится в положении I, при этом напряжение на входе нуля - индикатора равно нулю I_0 , электродвигатель 5 исполнительного механизма выключен. Если температура сточных вод понизится и ползун реостатного преобразователя РДТ займет положение II, то равновесие схемы будет нарушено и нуль – индикатор включит двигатель. При этом начнет открываться кран 4, увеличивая подачу газа в горелке. Одновременно переместится ползун реостата 2. когда кран откроется настолько, что ползун реостата займет положение II, вновь наступит равновесие, двигатель остановится и прекратится дальнейшее увеличение подачи газа. Однако через некоторое время в связи с увеличившимся поступлением газа температура сточных вод начнет повышаться и ползун преобразователя ДТ начнет постепенно возвращаться к заданному положению I. Нетрудно видеть, что это вновь приведет к нарушению нового установившегося равновесия и двигатель начнет прикрывать кран, уменьшая подачу газа и перемещая ползун реостата обратной связи РИМ в положение I, при котором наступит равновесие мостовой схемы. Двигатель остановится, обеспечивая требуемый расход газа.

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Автоматизация управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий текстильной и легкой промышленности является одна из задач АСУ ТП.

В качестве примера можно рассмотреть одну из концепций автоматизированного текстильного предприятия.



В основе такого предприятия, охватывающего сферы:

- проектирование продукции;
- планирование капиталовложений;
- гибкого производства разнообразного и обновляющегося ассортимента продукции и изделий;
- оперативного управления и контроля производственных процессов;
- оптимизация материальных и информационных потоков;
- учет конъюнктуры сбыта и материально технического снабжения,

лежит управленческая информационная система (АСУП)

Эта система облегчает работу администрации предприятия и обеспечивает ей доступ к информации о самом производстве, его контроле и управлении, дает информацию о результатах деятельности отдельных производств и предприятия в целом, облегчает принятие решений в различных сферах производственной и управленческой деятельности.

Управленческая информационная система включает в себя три крупные подсистемы: ①, ② и ③.

1) Эта подсистема включает в себя:

1. Подсистема автоматизированного проектирования (конструирования) производственных изделий и технологий их производства.
2. Подсистема автоматизированного планирования оптимальной номенклатуры и структуры изделий.
3. Подсистема автоматизированного управления качеством продукции и обеспечения гарантированного качества.

2) Содержит:

4. Подсистема учета и расстановки кадров, сбора и хранения о заказчиках и поставщиках, параметрах и режимах технологических процессов, действующих стандартах, о параметрах используемых материалов, а также эта подсистема обеспечивает технологическую подготовку производства, проводит планирование и контроль, заботится о развитии производства.
5. Здесь хранится основная производственная информация. Отсюда по вычислительной сети поступает на все информационные и производственные подсистемы.

3) Включают в себя:

6. Подсистема финансовой деятельности предприятия.
7. Подсистема материально-технического снабжения.
8. Подсистема изучения рыночной конъюнктуры и сбыта продукции.

В целом такая управленческая информационная система опирается на высокопроизводительные ЭВМ, которые могут самостоятельно принимать соответствующее решение, если возникает необходимость вносить изменения в управление производством или предоставлять руководителю предприятия список возможных вариантов.

УИС синтезирует и логически обрабатывает накопленные знания и опыт в области автоматизированной разработки продукции, её производства и сбыта.

Рассмотренный пример является одним из направлений развития ГАП и является направлением развития всех без исключения предприятий не только текстильной и легкой промышленности, но и всего производства страны в целом.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ УСТРОЙСТВ И СКЛАДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Общие понятия и математическое описание

В настоящее время наименее механизированы и автоматизированы вспомогательные работы и особенно погрузочно-разгрузочные и транспортные операции в цехах и на складах. При этом на погрузочно-разгрузочные и транспортных и складских операциях применяются различные машины и механизмы:

- установки непрерывного транспорта (конвейеры, элеваторы, рольганги, пневмотранспорт)
- машины прерывного действия (граны, тельферы, подъемники, а также автоматические манипуляторы и промышленные роботы).

Внутрифабричный транспорт подразделяется на

- межцеховой, осуществляющий транспортную связь между цехами предприятия;
- внутрицеховой, который служит для перемещения грузов в пределах цеха к рабочим местам и между ними.

При выборе транспортного устройства учитывают характер перемещаемых грузов, длину и направление пути, скорость движения, планировку рабочих мест и конструкцию здания, требования к организации производства.

При решении задач организации погрузочно-разгрузочных работ и транспортных операций в текстильной промышленности и управления ими необходима разработка математических моделей, в которых должны быть учтены специфика производства, а так же наиболее существенные связи между техническими и экономическими факторами.

Для количественной характеристики детерминированных погрузочно-разгрузочных и транспортных операций можно пользоваться приближенной моделью процесса, которая устанавливает связь между временем, необходимым для осуществления какой-нибудь единичной операции, и параметрами погрузочно-разгрузочного процесса:

$$t = \alpha \frac{QL}{gnVk_1k_2k_3},$$

где α – коэффициент пропорциональности, зависящей от принятой размерности параметров,

Q – общее количество груза;

L – среднее расстояние перемещаемого груза;

g – масса одновременно перемещаемого груза;

n – число рабочих, участвующих в единичной операции или число транспортных средств в механизированном транспортировании груза;

V – скорость выполнения операции;

k_1 – коэффициент, учитывающий потери времени на подготовительных операциях;

k_2 – коэффициент, учитывающий потери времени, связанные с организационно-техническими причинами и неравномерностью поступления груза;

k_3 – коэффициент учитывающий потери времени по вине рабочих – исполнителей операции.

Аналогично, используя данное выражение можно определить число рабочих или транспортных средств для выполнения определенного объема работ за заданное время:

$$n = \alpha \frac{QL}{gV k_1 k_2 k_3 t_{\text{зад}}};$$

Трудоемкость единичной операции можно определить, как:

$$R_o = \alpha \frac{QL}{gV k_1 k_2 k_3};$$

а трудоемкость процесса в целом:

$$R_n = \sum_{i=1}^N R_{oi};$$

где N – количество единичных операций в процессе.

Анализируя предложенные зависимости можно определить пути повышения производительности труда при выполнении погрузочно-разгрузочных и транспортных операций:

- 1) Уменьшение количество единичных технологически обоснованных операций в процессе;
- 2) Увеличение массы одновременно перемещаемого груза, т.е. внедрение методов пакетирования;
- 3) Уменьшения расстояния перемещения материалов и грузов в каждой операции
- 4) Уменьшение непроизводительных потерь времени по организационно-техническим причинам, например, маркировки пакетов (сорт, размер, объем), при которой отпадает необходимость в повторных замерах и возможно использования только выборочного контроля, упорядочением времени поставок грузов, улучшением трудовой дисциплины и т.п.
- 5) Увеличение скорости выполнения операций в результате использования автоматизированных систем, новейших машин и механизмов.

Рассматривая погрузочно-разгрузочные и транспортные операции с точки зрения систем массового обслуживания, подобные операции могут быть как одно- так и многоканальными. В качестве основной характеристики обслуживания обычно рассматривают пропускную способность, которая определяет степень приспособленности системы к выполнению потока заявок. Погрузочно-разгрузочные операции рассматривают с точки зрения систем с очередями на обслуживание. Ведь если материал в накопителе исчерпан, то следующему производственному участку придется ждать, пока в накопителе появится хотя бы одна единица запаса.

Пропускная способность определяется вероятностью и подчиняется распределению Пуассона:

$$p_r = \frac{(\lambda t)^r}{r!} e^{-\lambda t}$$

где λ – среднее число событий за единицу времени;

r – количество материалов, поступающих в данном промежутке времени (0, t)

Время обслуживания определяется по формуле:

$$g(t) = \mu e^{-\mu t}$$

где $\mu = \frac{1}{m_{t_{об}}}$, $m_{t_{об}}$ - среднее время обслуживания одной заявки.

Рассмотренные характеристики погрузочно-разгрузочных и транспортных операций служат основой для выбора подъемно-транспортного оборудования и построения рациональных схем автоматизации.

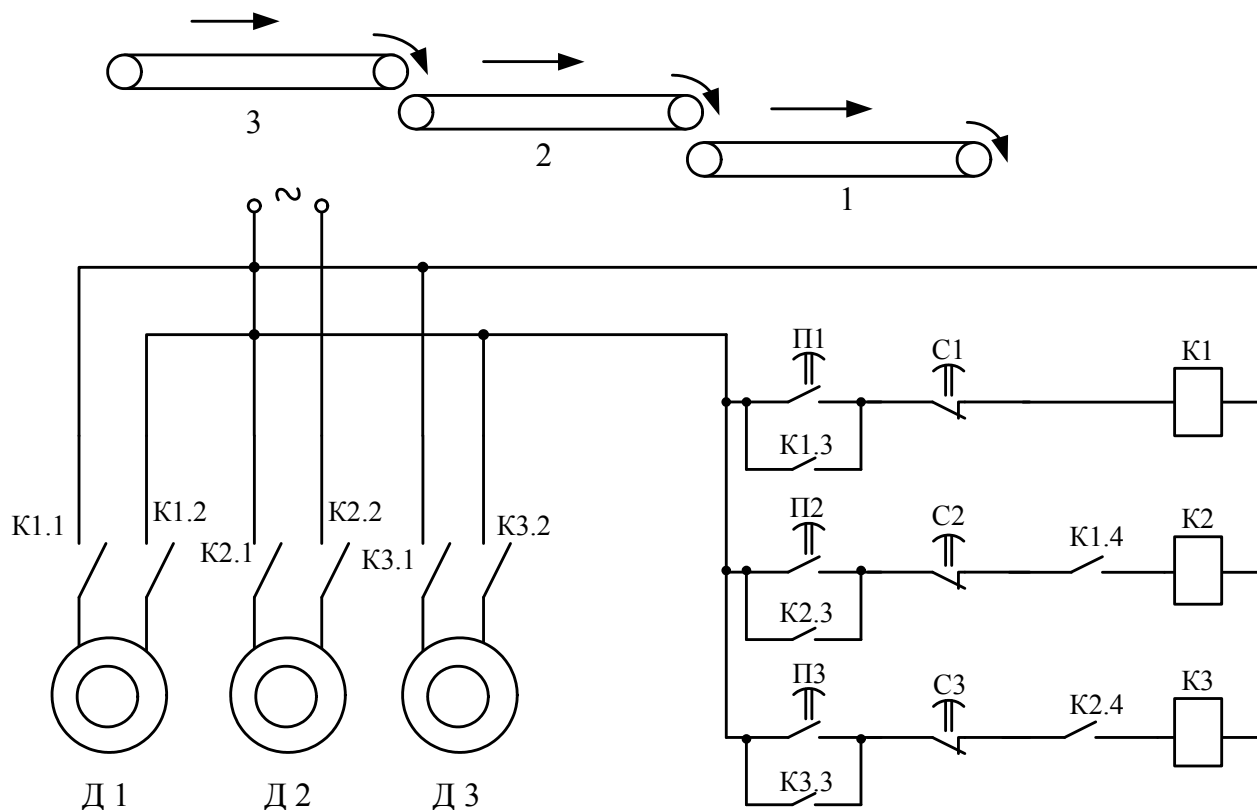
В современном производстве текстильной и легкой промышленности, как уже отмечалось, используются самые разнообразные виды транспортного оборудования и их системы управления.

Системы управления конвейерами.

На предприятиях текстильной промышленности нередко применяются ленточные конвейеры. Назначение систем управления определяется задачами, которые стоят при автоматизации ленточных конвейеров:

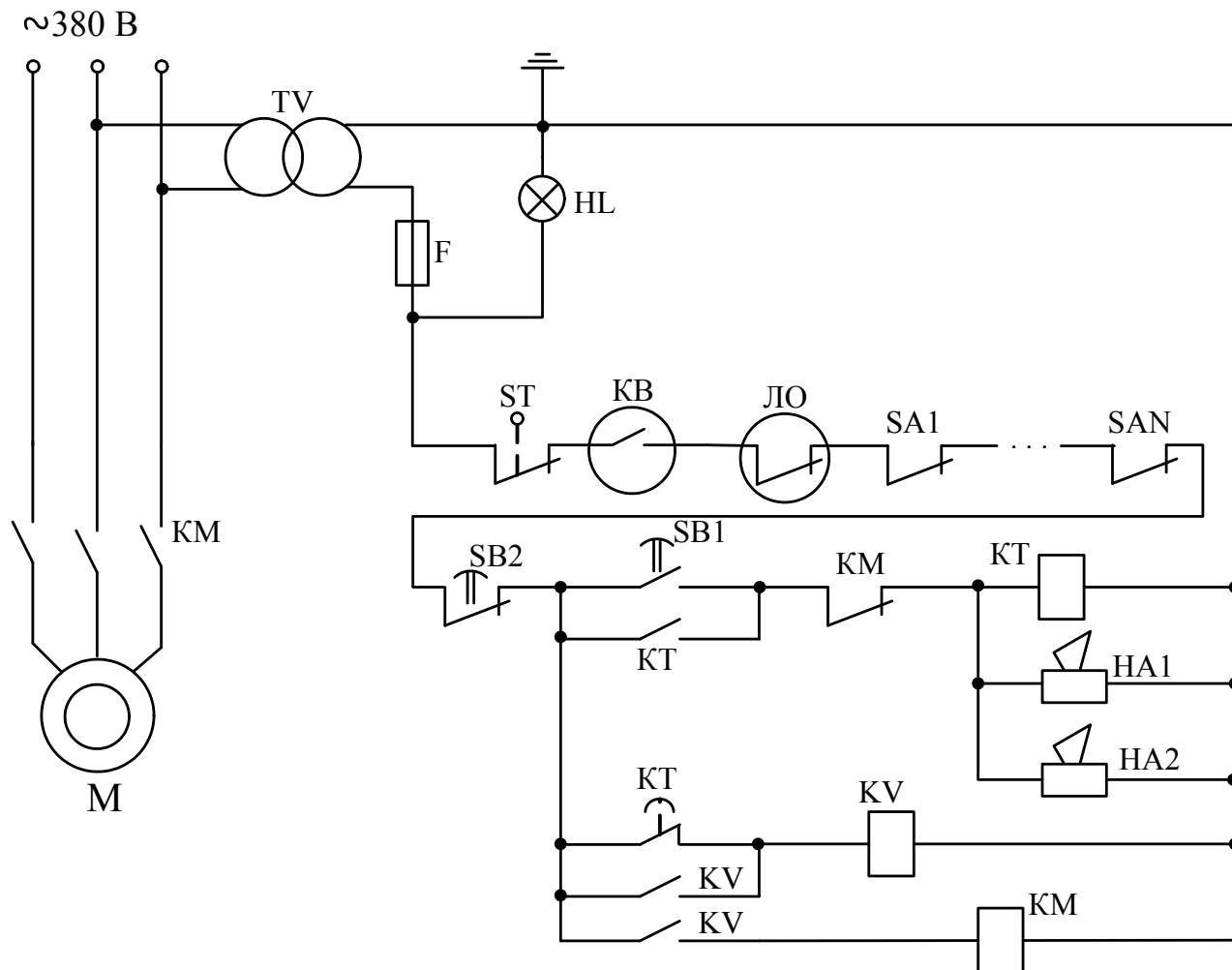
- управление пуском и остановом конвейеров;
- управление электроприводом конвейера.

Рассмотрим для примера схему управления пуском и остановом конвейера:



В данной схеме обеспечивается направленность включения транспортеров 1 – 2 – 3 и обратное отключение 3 – 2 – 1 или одновременный останов всех трех конвейеров в аварийном случае.

Другим примером схемы управления пуска и останова является система управления цепным конвейером.



SB1 – общая пусковая кнопка;

KT – реле времени;

HA1, HA2 – звуковые сигналы;

KV – промежуточное реле;

KM – магнитный пускатель;

SB2 – общая кнопка отключения

SA1... SAN – кнопочные станции, устанавливаемые в различных точках технологической линии для аварийной остановки конвейера.

ST – конечный выключатель на натяжной станции для останова конвейера при чрезмерной вытяжке или обрыве тяговой цепи.

ЛЮ – ловитель, помещается на участках трассы конвейера, имеющих перепад по высоте 1м при угле наклона свыше 20° для удержания конца цепи при её обрыве и одновременного отключения электропривода конвейера.

KB - блокировочный контракт заводится в цепь управления только в том случае, если работа данного конвейера сблокирована с работой погрузочных или разгрузочных устройств.

Промышленные роботы

Бурный прогресс науки и техники в последние годы обеспечил качественно новую ступень комплексной автоматизации производственных процессов – роботизация.

Промышленные роботы представляют собой универсальные автоматы для выполнения механических операций, имитирующих физический труд человека.

Промышленные роботы находят применение на участках с опасными для жизни и здоровья человека условиями труда, а также при выполнении работ, имеющих монотонный характер.

Широкое применение ПР находят в межцеховых, внутрицеховых и складских транспортировках.

К основным техническим характеристикам ПР, определяющим степень универсальности и способность к выполнению работ повышенной сложности, относятся:

- грузоподъемность, которая колеблется в широких пределах от десятков граммов до нескольких сотен кг.;
- число манипуляторов варьируется от 1 до 4, при числе степеней подвижности от 2 до 7.;
- число точек останова, в случае управления программным движением, оставляет от 20 до 30.;
- погрешность позиционирования от $\pm 0,01$ до ± 10 мм.;
- линейная скорость кисти манипулятора 1...1,2 м/с.;
- характер перемещения исполнительных органов манипуляторов зависит от конструкции и типов исполнительных механизмов и систем управления.;
- универсальность РП определяется системой управления.;
- рабочая зона может быть на плоскости, на поверхности, в форме параллелепипеда, цилиндра, шара или комбинированная.

Применение роботов для межцеховых перемещений грузов широко представлено в машиностроении. Здесь используют самоходные тележки, управляемые с помощью ЭВМ и кабеля, заложенного под полом или белой полосы на полу. По команде ЭВМ тележки могут выполнять сложные маршруты.

Применение роботов для внутрицеховых и межоперационных процессов осуществляется при погрузочно-разгрузочных работах, при формировании пакетов с мелко расфасованными изделиями и продуктами, при разгрузке контейнеров, при передаче изготавливаемого изделия с одной робототехнической линии на другую.

Примеры автоматизации машин текстильной промышленности.

Автоматизация чесальных машин. Существует более 30 модификаций чесальных машин.

В качестве электропривода таких машин используются асинхронные короткозамкнутые двигатели мощностью 1,1 – 1,3 кВт. На чесальных машинах необходимо автоматизировать

- пуск приводного двигателя машины;
- включение питающих органов машины;
- останов машины;
- отключение питающих органов машины.

Привод чесальных машин может иметь в своем составе один или два электродвигателя. Это объясняется значительными маховыми массами вращающихся органов машины, которые в 100-300 раз превосходят маховые моменты приводных электродвигателей. Поэтому один двигатель приводит в действие главный и приемный барабаны, вентилятор и гребенную коробку, а второй – систему питания.

Структурная схема управления чесальной машиной.

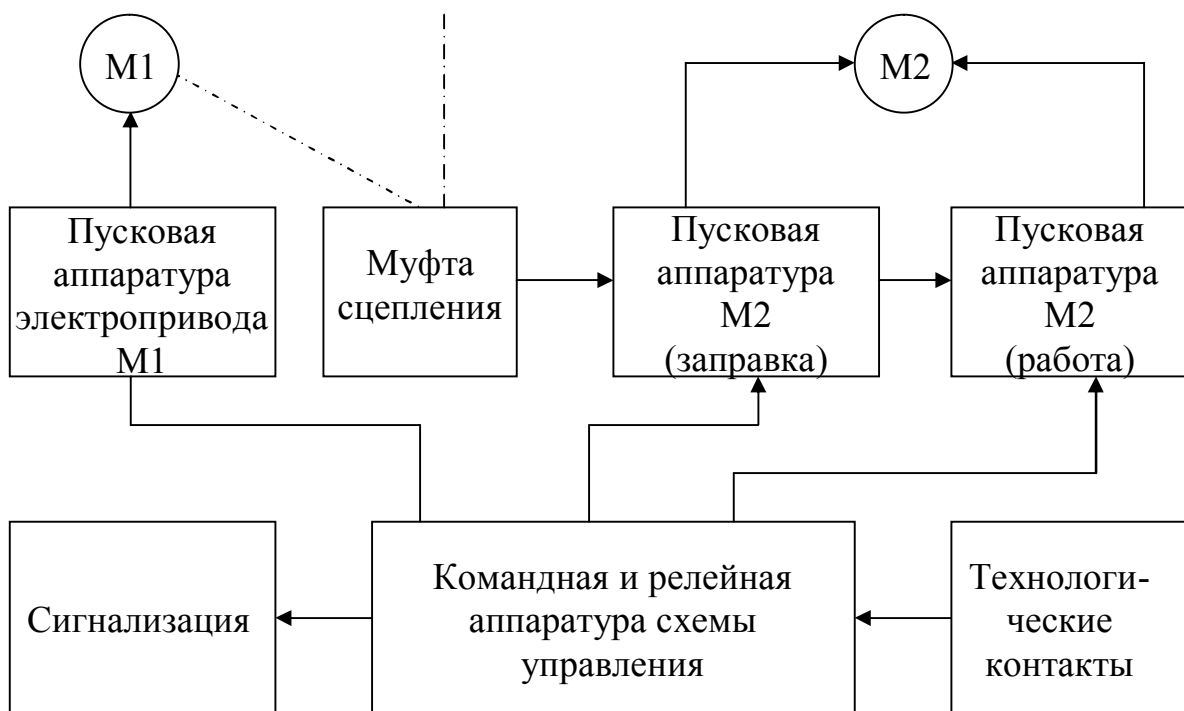


Схема предусматривает следующие операции:

- пуск и реверсирование двигателя М1;
- пуск электродвигателя М2 системы питания – выпуск на заправочную и рабочие скорости;
- автоматическое отключение электродвигателя М2 при нарушении технологического процесса (уточнение или обрыв ленты перед лентоукладчиком, открывание крышки лентоукладчика, забивание ленты);
- аварийный останов машины;

- останов электродвигателей М1 и М2 кнопками;
- автоматический останов машины при снятии ограждений и срабатывании холста;
- автоматическое регулирование линейной плотности ленты;
- сигнализацию о наличии напряжения, срабатывании холста, обрыве ленты.

Трехскоростной электродвигатель М2 обеспечивает заправочную скорость и одну из двух рабочих скоростей (установочную), что достигается переключением обмоток статора в звезду, треугольник или двойную звезду, т.е. изменения числа полюсов электродвигателя.

Пуск машины производится следующим образом. Сначала при отключенной фрикционной муфте главного барабана включают электродвигатель М1. Разгон его длится 5-10с. В это время путевые выключатели фрикционной муфты исключают возможность пуска электродвигателя М2. Затем включается фрикционная муфта и начинается разгон главного барабана машины (60-120с). После разгона главного барабана при включенной фрикционной муфте включают электродвигатель М2:, сначала кнопкой «заправка» на пониженную скорость, а затем кнопкой «работа» - на рабочую скорость.

При нарушениях технологического процесса отключаются электродвигатель М2 и загорается сигнализация. После устранения технологических неполадок пуск электродвигателя М2 производится в приведенной выше последовательности.

Практической реализацией подобной структурной схемы чесальной машины является принципиальная электрическая схема чесальной машины ЧМД-5.

(См «Основы автоматизации производств в текстильной промышленности./ Козлов А.Б., Епифанов Л.Д. и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. стр.132)