

**SIEMENS**

Регулятор SIPART<sup>®</sup> DR 21  
6 DR 210\* - \*

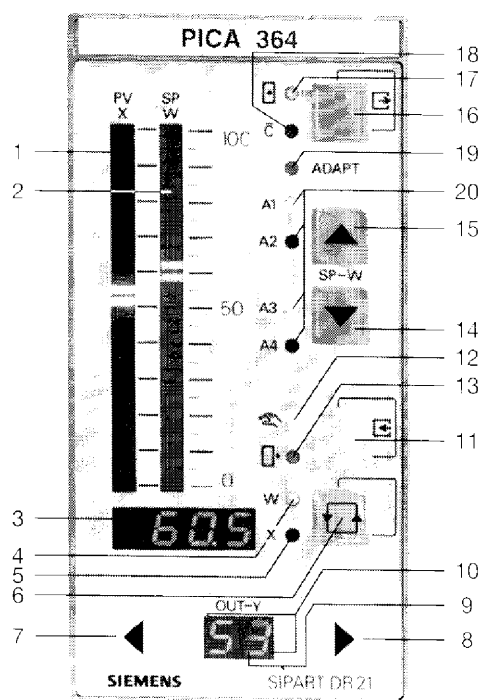


Рис. 1.3 Панель обслуживания и индикации

### Индикация фактической и заданной величин

1. Аналоговая индикация фактической величины  $x$
2. Аналоговая индикация заданной величины  $w$
3. Цифровая индикация  $w/x$  (возможна индикация следующих величин)
4. Сигнальная лампочка  $w$  – горит при индикации  $w$
5. Сигнальная лампа  $x$  – горит при индикации  $x$
6. Клавиша переключения для цифровой индикации  $w/x$ , клавиша подтверждения для световой сигнализации после возвращения сети и клавиша входа на уровень выбора

### Изменение управляющего воздействия

7. Клавиша изменения управляющего воздействия – закрыть (открыть)
8. Клавиша изменения управляющего воздействия – открыть (закрыть)
9. Цифровая индикация  $y$
10. Сигнальная лампа двоичных выходов  $\Delta y$  у S-регулятора
11. Клавиша переключения режимов ручной/автоматический и клавиша «Enter» (Ввод) из уровня выбора в уровень конфигурации
12. Сигнальная лампа ручного режима
13. Сигнальная лампа режима  $y$ -extern

|                                    |                                                                                                                                                        |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Изменение заданной величины</b> | 14. Клавиша заданной величины – уменьшение                                                                                                             |
|                                    | 15. Клавиша заданной величины – увеличение                                                                                                             |
|                                    | 16. Клавиша переключения заданной величины внутренней/внешней и клавиша «Exit» (Выход) из уровня конфигурации и выбора в уровень обслуживания процесса |
|                                    | 17. Сигнальная лампа внутренней заданной величины                                                                                                      |
|                                    | 18. Сигнальная лампа отключения компьютера (с $w_{ext}$ )                                                                                              |
| <b>Прочие сигналы</b>              | 19. Сигнальная лампа осуществления метода адаптации                                                                                                    |
|                                    | 20. Сигнальная лампа «Срабатывание предельной величины»                                                                                                |
| <b>Указание</b>                    | Обслуживание может быть заблокировано двоичным сигналом BLB;<br>исключение: переключение для цифровой индикации w/x.                                   |

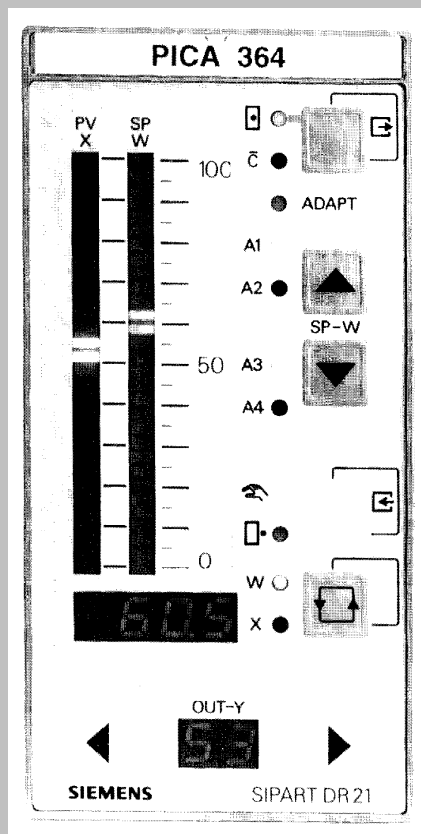
**SIEMENS**

**Регулятор SIPART<sup>®</sup> DR21**

**6DR 210\*-\***

**Справочник**

**C73000-B7400-C143**



- 1      Общая часть – основные понятия техники автоматического регулирования
- 2      Техническое описание
- 3      Функциональное описание
- 4      Монтаж
- 5      Обслуживание
- 6      Ввод в эксплуатацию
- 7      Примеры применения
- 8      Техническое обслуживание
- 9      Объяснение условных обозначений, указатель

Подробное оглавление – см. следующие страницы.

# СОДЕРЖАНИЕ

|        | Страница                                                                 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Общая часть – основные понятия техники автоматического регулирования     |
| 2      | Техническое описание                                                     |
| 2.1    | Указания по технике безопасности и объему поставки                       |
| 2.2    | Сфера применения                                                         |
| 2.3    | Отличительные показатели                                                 |
| 2.4    | Конструкция                                                              |
| 2.5    | Принцип работы                                                           |
| 2.5.1  | Основной прибор                                                          |
| 2.5.2  | Опционные модули                                                         |
| 2.6    | Технические характеристики SIPART DR21                                   |
| 2.6.1  | Общие параметры                                                          |
| 2.6.2  | Основной прибор                                                          |
| 2.6.3  | Опционные модули                                                         |
| 3      | Функциональное описание                                                  |
| 3.1    | Общая информация                                                         |
| 3.2    | Аналоговая обработка входного сигнала (S3 до S21)                        |
| 3.3    | Двоичная обработка входного сигнала (S23 до S41)                         |
| 3.4    | Типы регуляторов (S1, S42 до S45)                                        |
| 3.4.1  | Общие, постоянно повторяющиеся функции                                   |
| 3.4.2  | Стабилизирующий регулятор с 2 независимыми заданными величинами (S1 = 0) |
| 3.4.3  | Следящий регулятор, регулятор синхронного хода, SPC-регулятор (S1 = 1)   |
| 3.4.4  | DDC-стабилизирующий регулятор (S1 = 2)                                   |
| 3.4.5  | Ведомый регулятор соотношения (S1 = 3)                                   |
| 3.4.6  | Блок управления и индикатор процесса (S1 = 4)                            |
| 3.5    | Алгоритм регулирования                                                   |
| 3.6    | Выходные структуры регулятора (S2, S49 до S55)                           |
| 3.7    | Аналоговая обработка выходного сигнала (S56)                             |
| 3.8    | Двоичная обработка выходного сигнала (S57 до S75)                        |
| 3.9    | Адаптация (S48)                                                          |
| 3.10   | Прочие функции основного прибора                                         |
| 3.10.1 | Адаптивный фильтр                                                        |
| 3.10.2 | Порог срабатывания АН                                                    |
| 3.10.3 | Сигнализаторы предельной величины (S76 до S80)                           |
| 3.10.4 | Линеаризатор (S21, оFPA)                                                 |
| 3.10.5 | Условия перезапуска (S82, S83)                                           |
| 3.10.6 | Серийный интерфейс (S84 до S91)                                          |

|         |                                                                              |     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4       | Монтаж                                                                       | 133 |
| 4.1     | Механическая установка                                                       | 133 |
| 4.1.1   | Подготовительные работы                                                      | 133 |
| 4.1.2   | Монтаж регулятора                                                            | 136 |
| 4.1.3   | Монтаж опционных модулей                                                     | 137 |
| 4.2     | Электрическое подсоединение                                                  | 138 |
| 4.2.1   | Предупреждающие указания и блок-схема                                        | 138 |
| 4.2.2   | Электропроводка основного прибора                                            | 143 |
| 4.2.3   | Монтаж и электропроводка опционных модулей                                   | 146 |
| 4.2.3.1 | Модули для аналоговых измерительных входов                                   | 146 |
| 4.2.3.2 | Примеры проводного монтажа для аналоговых измерительных входов               | 150 |
| 4.2.3.3 | Модули для расширения двоичных входов и выходов                              | 155 |
| 4.2.4   | Блок интерфейсов драйверов шин SIPART                                        | 157 |
| 4.2.4.1 | Последовательный интерфейс RS232 End-End                                     | 157 |
| 4.2.4.2 | Шина SIPART                                                                  | 158 |
| 4.2.5   | Электропроводка последовательного интерфейса RS485 Шина                      | 162 |
| 5       | Управление                                                                   | 163 |
| 5.1     | Общая информация                                                             | 163 |
| 5.2     | Уровень управления процессом                                                 | 164 |
| 5.3     | Уровень выбора                                                               | 166 |
| 5.4     | Уровни конфигурации                                                          | 169 |
| 5.4.1   | Общая информация, уровни on line и off line                                  | 169 |
| 5.4.2   | Уровень конфигурации Параметр onPA                                           | 170 |
| 5.4.3   | Уровень конфигурации Адаптация AdAP                                          | 173 |
| 5.4.4   | Уровень конфигурации Параметр oFPA                                           | 181 |
| 5.4.5   | Уровень конфигурации Структурный переключатель StrS                          | 184 |
| 5.4.6   | Установка модуля CAE3-UNI                                                    | 193 |
| 5.4.6.1 | Диапазон измерения для mV-(S8 = 0)                                           | 196 |
| 5.4.6.2 | Диапазон измерения для U, I-(S8 = 0)                                         | 196 |
| 5.4.6.3 | Диапазон измерения для термoeлемента с внутренним местом сравнения-(S8 = 1)  | 196 |
| 5.4.6.4 | Диапазон измерения для термoeлемента с внешним местом сравнения-(S8 = 2)     | 197 |
| 5.4.6.5 | Диапазон измерения для PT100 – 4-х и 3-х проводное подсоединение-(S8 = 3, 4) | 197 |
| 5.4.6.6 | Диапазон измерения для PT100 – 2-х проводное подсоединение-(S8 = 5)          | 198 |
| 5.4.6.7 | Диапазон измерения для потенциометрического датчика - (S8 = 6, 7)            | 198 |
| 5.4.7   | APSt (All Preset) Возвращение к заводской настройке                          | 199 |
| 5.5     | Автоматический контроль CPU                                                  | 201 |
| 6       | Ввод в эксплуатацию                                                          | 203 |
| 6.1     | Согласование направления действия регулятора с объектом регулирования        | 203 |
| 6.2     | Настройка времени установки у К-регуляторов (S2 = 0)                         | 206 |
| 6.3     | Согласование S-регулятора с исполнительным приводом                          | 206 |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.4 | Установка фильтра и порога срабатывания                                                                                                                                                                                                                                     | 208 |
| 6.5 | Автоматическая установка параметров регулирования посредством метода адаптации                                                                                                                                                                                              | 209 |
| 6.6 | Ручная установка параметров регулирования без знания характеристики оборудования                                                                                                                                                                                            | 212 |
| 6.7 | Ручная установка параметров регулирования по переходной функции                                                                                                                                                                                                             | 214 |
| 7   | Примеры использования                                                                                                                                                                                                                                                       | 215 |
| 7.1 | Общая информация                                                                                                                                                                                                                                                            | 215 |
| 7.2 | Работа с различными заданными величинами                                                                                                                                                                                                                                    | 217 |
| 7.3 | Примеры проектирования                                                                                                                                                                                                                                                      | 221 |
| K1  | Автоматическая стабилизация параметра, К-регулятор<br>Регулируемая величина через четырехпроводный измерительный преобразователь                                                                                                                                            | 221 |
| K2  | Автоматическая стабилизация параметра, К-регулятор<br>Регулируемая величина через двухпроводный измерительный преобразователь                                                                                                                                               | 222 |
| K3  | Регулятор синхронного хода, 2 К-регулятор на сигнальном датчике<br>внешняя заданная величина от 2-х проводного измерительного преобразователя с внешним питанием<br>регулируемые величины от 2-х проводных измерительных преобразователей, питание от соответствующего DR21 | 223 |
| S1  | Следящее регулирование, трехпозиционный регулятор периодического действия с внутренней обратной связью<br>Регулируемая величина через двухпроводный измерительный преобразователь, внешнее питание, позиционное квитирование через ESR<br>Внешний задатчик                  | 225 |
| S2  | Каскадное регулирование, К-регулятор и S-регулятор (внутренняя обратная связь)<br>Регулируемые величины главного регулятора и следящего регулятора поступают прямо с термометров сопротивления Pt100                                                                        | 226 |
| S3  | Регулирование соотношения, S-регулятор (внутренняя обратная связь)<br>Управляемая регулируемая переменная процесса и управляющая величина прямо от двухпроводных измерительных преобразователей                                                                             | 228 |
| Z1  | Автоматическая стабилизация параметра с двухпозиционным ПД- регулятором<br>Регулируемая величина поступает с термоэлемента с внутренним местом сравнения                                                                                                                    | 229 |

|     |                                                                                                                  |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|     | L1 Индикатор процесса                                                                                            | 230 |
|     | L2 Устройство ручного управления (HS)                                                                            | 232 |
|     | L3 Блок управления (LG) со следящим регулятором (FR)<br>LG работает как задатчик и устройство ручного управления | 233 |
|     | L4 Блок управления (LG): задатчик K/ручное устройство управления S<br>Следящий регулятор (FR): регулятор K       | 234 |
| 7.4 | Вспомогательные средства конфигурирования, формуляры                                                             | 237 |
| 8   | Техническое обслуживание                                                                                         | 243 |
| 8.1 | Общие указания                                                                                                   | 243 |
| 8.2 | Замена компонентов                                                                                               | 244 |
| 8.3 | Тест LED и уровень программного обеспечения                                                                      | 247 |
| 8.4 | Список запасных частей                                                                                           | 248 |
| 8.5 | Заказные параметры                                                                                               | 249 |
| 9   | Объяснение условных обозначений, указатель                                                                       | 250 |

# 1 Общая часть – основные понятия техники автоматического регулирования

## • Регулирующий контур

Задачей регулирования является доведение выходной величины  $x$  объекта регулирования до заранее определенного значения и удержание её на данном значении с учетом влияния возмущающих воздействий  $z$ . Регулируемая величина  $x$  сопоставляется с задающим воздействием  $w$ . Полученное из этого отклонение регулируемой величины  $x_d = w - x$  преобразуется в управляющее воздействие  $y$ , которое влияет на объект регулирования.

При цифровом регулировании регулируемая величина  $x$  регистрируется циклически.

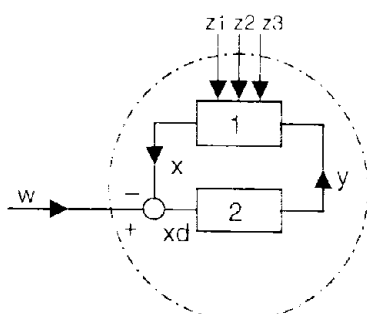


Рис. 1-1 Функциональная схема регулирующего контура

Пояснения к рис. 1-1:

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| $w$   | задающее воздействие             |
| $x$   | регулируемая величина            |
| $x_d$ | отклонение регулируемой величины |
| $y$   | управляющее воздействие          |
| $z$   | возмущающее воздействие          |
| 1     | объект регулирования             |
| 2     | регулирующее устройство          |

## • Чувствительный элемент и измерительный преобразователь

Регулируемой величиной может быть любая физическая величина. В технологии к регулируемым величинам часто относятся давление, температура, уровень и проток.

В большинстве технологических случаев процессуальные величины фиксируются посредством чувствительного элемента и измерительного преобразователя с помощью выхода стандартного сигнала (0 до 20 мА или 4 до 20 мА). После этого нормированный измерительный сигнал может быть подсоединен к нескольким процессуальным приборам (к примеру, цикл Регистрирующее устройство-Индикатор-Регулятор). Чувствительные элементы датчика температуры, как то термометр сопротивления или термоэлемент, но так же и потенциометрический датчик, могут через соответствующие карты входа (опции) быть подсоединены прямо к регулятору.

## • Исполнительные элементы и исполнительные приводы

В технологии производственных процессов управляющее воздействие у в первую очередь воздействует через клапан, сервоклапан или иной механический регулирующий блок на объект регулирования. Для управления такими исполнительными элементами возможны три вида приводов:

- Пневматические исполнительные приводы с сжатым воздухом в качестве вспомогательной энергии и электропневматические преобразователи сигналов или электропневматические позиционные регуляторы. Они действуют пропорционально и управляются через регуляторы непрерывного действия.
- Электрические исполнительные приводы, состоящие из электромотора и редуктора. Они действуют интегрально и управляются через трехпозиционные регуляторы периодического действия. Имеются так же электрические исполнительные приводы с интегрированным (предварительно включенным) позиционным регулятором, которые действуют пропорционально и управляются через регуляторы непрерывного действия.
- Гидравлические исполнительные приводы с масляным насосом с электрическим управлением и электрогидравлическим позиционным регулятором. Они действуют пропорционально и так же управляются через регуляторы непрерывного действия.

При помощи данных приводов возможна реализация «непрерывного регулирования».

Регулирующие контуры температуры с прямым электрическим или газовым обогревами и/или холодильными установками эксплуатируются с двухпозиционными регуляторами. Двухпозиционный регулятор через реле, внешние контакторы или через тиристорный исполнительный элемент включает теплоноситель или охлаждающую среду. Управляющее воздействие у является соотношением Вкл/Выкл (коэффициент уставки). В этом случае речь идет о «прерывистом регулировании».

#### • Регулятор и регулировочная характеристика

Во входном контуре регулятора регулируемая величина  $x$  сравнивается с задающим воздействием  $w$  и устанавливается отклонение регулируемой величины  $x_d$ . Оно с или без характеристики в функции времени обрабатывается в выходной сигнал. Выходной сигнал усилителя может представлять непосредственно управляющее воздействие  $u$ , если, к примеру, пропорционально действующие исполнительные элементы управляются им.

В электрических исполнительных приводах управляющее воздействие сначала возникает через исполнительный привод. Необходимое приращение управляющего воздействия получается как длительный импульсно-модулированный сигнал из выхода регулятора в результате преобразования.

В зависимости от конструкции данной схемы регулятор имеет пропорциональную характеристику (П), пропорционально-дифференциальную характеристику (ПД), пропорционально-интегральную характеристику (ПИ) или пропорционально-интегральную (изодромную) характеристику с воздействием по производной (ПИД-регулятор).

#### • Скачкообразная функция

Если на вход регулятора подается скачкообразная функция, то на выходе регулятора возникает реакция на единичное воздействие в соответствии с характеристикой регулятора в функции времени.

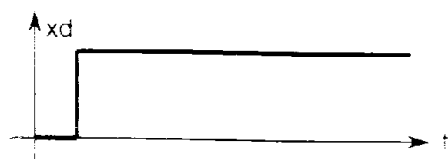


Рис. 1-2 Скачкообразная функция

- **П-регулятор, реакция на единичное воздействие**

Признаками П-регулятора являются пропорциональный коэффициент  $K_p$  и рабочая точка  $y_0$ . Рабочая точка определяется как значение выходного сигнала, при котором отклонение регулируемой величины равно нулю. При влиянии возмущающих воздействий возникает, в зависимости от  $y_0$ , отклонение регулирования.

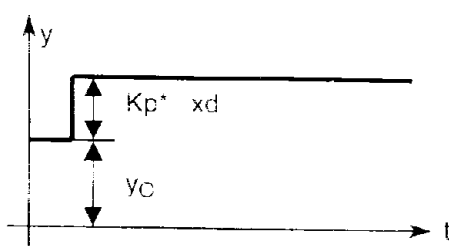


Рис. 1-3 П-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **ПД-регулятор, реакция на единичное воздействие**

У ПД-регуляторов пропорциональная составляющая накладывается на затухающую дифференциальную составляющую. Д-составляющая определяется через усиление упреждения  $V_v$  и время упреждения  $T_v$ .

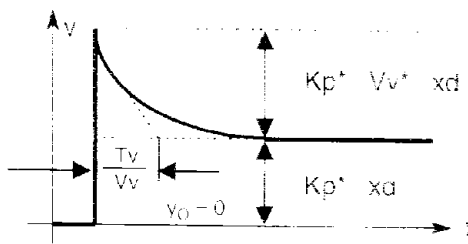


Рис. 1-4 ПД-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **ПИ-регулятор, реакция на единичное воздействие**

В отличие от П-регулятора у ПИ-регулятора, благодаря интегральной составляющей, исключается отклонение регулирования.

Признаком интегральной составляющей является время изотропа  $T_n$ .

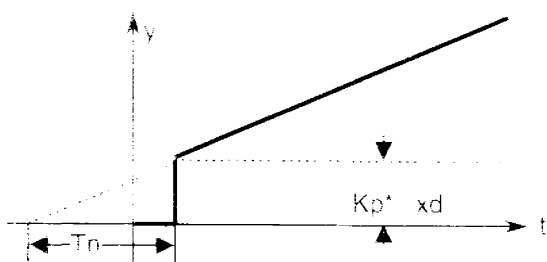


Рис. 1-5 ПИ-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **ПИД-регулятор, реакция на единичное воздействие**

Благодаря дополнительному подключению Д-составляющей ПИД-регулятор достигает улучшения динамического качества регулирования.

См. ПД-регулятор и ПИ-регулятор.

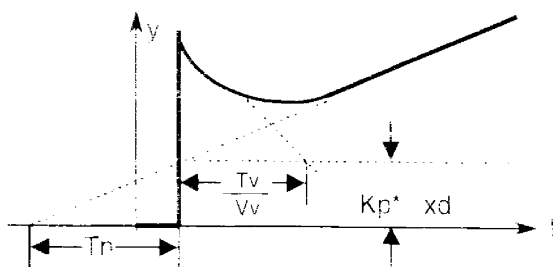


Рис. 1-6 ПИД-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **Выходной сигнал регулятора**

Выходной сигнал регулятора должен быть согласован с исполнительным блоком. В соответствии с видом привода/исполнительным блоком использовать:

| Вид привода/исполнительный блок                        | Выходной сигнал регулятора                        |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Электрические приводы                                  | Трехпозиционный регулятор периодического действия |
| Пневматические и гидравлические исполнительные приводы | Регулятор непрерывного действия                   |
| Прямой нагрев/холодильные установки                    | Двухпозиционный регулятор                         |

- **Трехпозиционный регулятор периодического действия с внутренней обратной связью**

Трехпозиционный регулятор периодического действия включает при помощи реле или полупроводниковых реле электромотор исполнительного привода на правое вращение, остановку или левое вращение. Через различные соотношения Включение/Пауза он может влиять на скорость перестановки исполнительного блока.

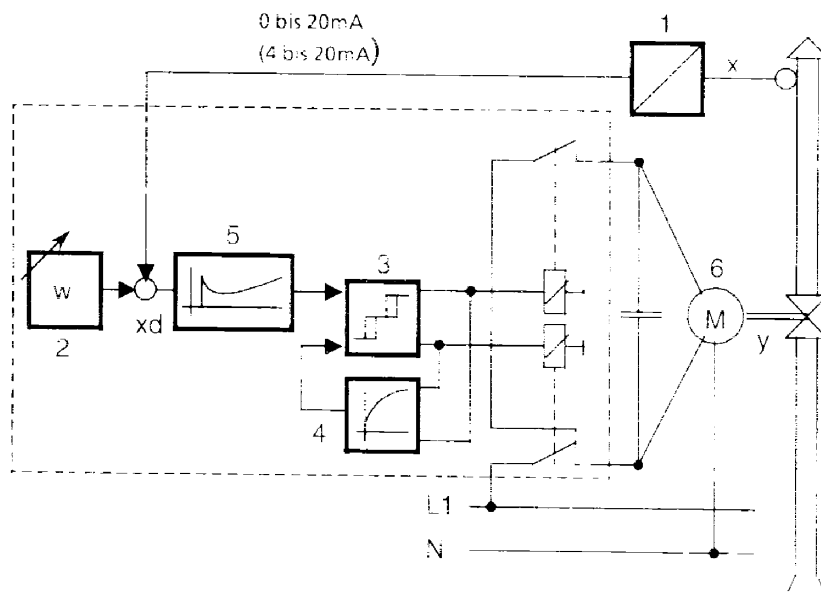


Рис. 1-7 Трехпозиционный регулятор периодического действия, функциональная схема

Пояснения к рис. 1-7:

- |    |                                                    |
|----|----------------------------------------------------|
| w  | задающее воздействие                               |
| x  | регулируемая величина                              |
| xd | отклонение регулируемой величины                   |
| y  | управляющее воздействие                            |
| 1  | измерительный преобразователь                      |
| 2  | здатчик заданной величины                          |
| 3  | трехпозиционный переключатель                      |
| 4  | обратная связь с характеристикой в функции времени |
| 5  | регулирующий усилитель                             |
| 6  | исполнительный блок                                |

Выходная характеристика трехпозиционного усилителя в комплекте с приводом интегрального действия допускает, с учетом вала срабатывания, “непрерывное” управляющее воздействие.

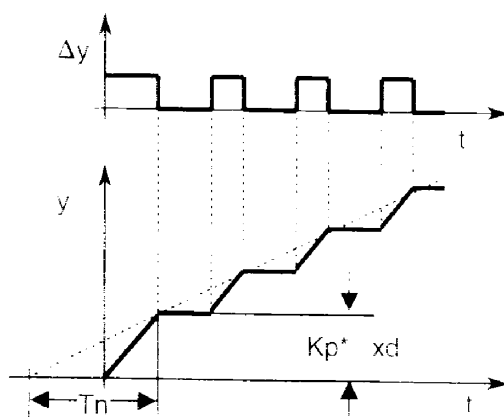


Рис. 1-8 Переходная функция и параметры трехпозиционного регулятора периодического действия



Пояснения к рис. 1-8:

$K_p$  пропорциональный коэффициент  
 $T_n$  время издрорма  
 $x_d$  отклонение регулируемой величины  
 $\Delta y$  управляющее воздействие Регулятор  
 $y$  управляющее воздействие Мотор

### • Регулятор непрерывного действия

Выход регулятора 0 до 20 мА или 4 до 20 мА воздействует через электропневматический преобразователь сигнала или электропневматический позиционный регулятор на исполнительный элемент.

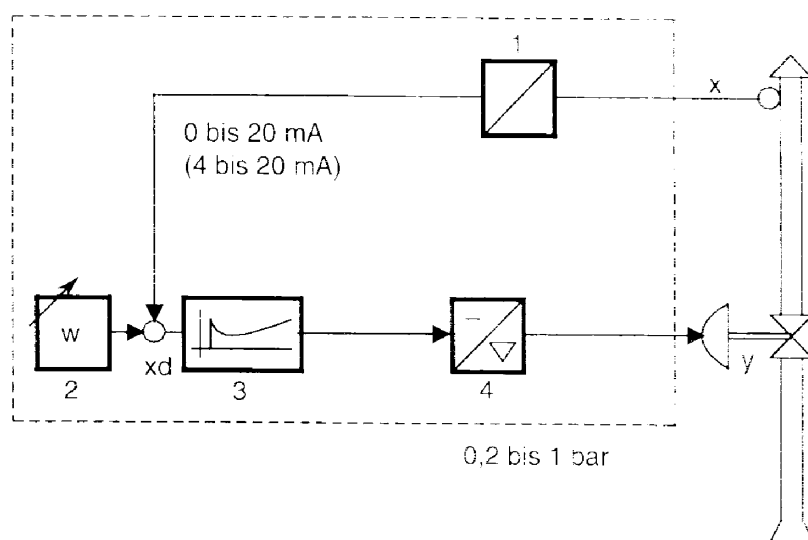


Рис. 1-9 Регулятор непрерывного действия, функциональная схема

Пояснения к рис. 1-9:

$w$  задающее воздействие  
 $x$  регулируемая величина  
 $x_d$  отклонение регулируемой величины  
 $y$  управляющее воздействие  
 1 измерительный преобразователь  
 2 задатчик заданной величины  
 3 регулировочный усилитель  
 4 электропневматический преобразователь сигнала  
 5 пневматический исполнительный блок

### • Двухпозиционный регулятор

Двухпозиционный регулятор (или трехпозиционный регулятор для нагрева/охлаждения) используется для управления реле, коммутационными контакторами или тиристорными переключателями для электрической теплопроизводительности или производительности по теплосъему.

#### ❖ Двухпозиционный регулятор без обратной связи

В простейшей версии без обратной связи двухпозиционный регулятор работает как двухпозиционный переключатель. Выход регулятора включается, если регулируемая величина понижается или повышается относительно определенной величины петли гистерезиса переключательного элемента ( $x_1$  и  $x_2$ ). Регулируемая величина  $x$

подвержена незатухающим колебаниям, чьи частота и амплитуда зависят от времени задержки объекта регулирования и от петли гистерезиса переключающего элемента регулятора.

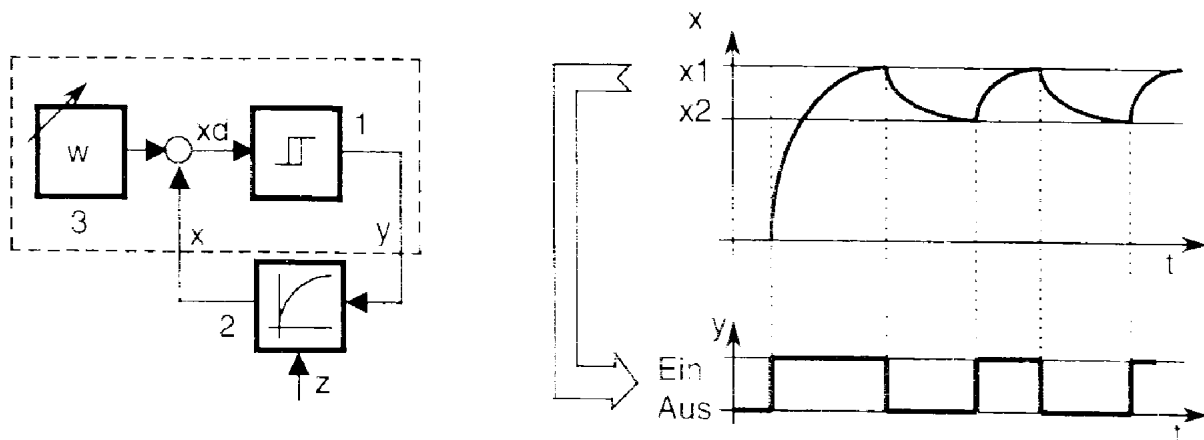


Рис. 1-10 а) Функциональная схема б) Коммутационный выход и характеристика регулируемой величины

|   |                      |     |                                  |
|---|----------------------|-----|----------------------------------|
| 1 | регулятор            | $w$ | задающее воздействие             |
| 2 | объект регулирования | $x$ | регулируемая величина            |
| 3 | задающее воздействие | $y$ | управляющее воздействие ВКЛ/ВЫКЛ |
|   |                      | $z$ | возмущающее воздействие          |

#### ❖ Двухпозиционный регулятор с обратной связью

У современных двухпозиционных регуляторов с обратной связью - как SIPART DR21 - процесс коммутации определяется длительностью периодов, отклонением регулируемой величины и параметрами. Длительность периодов  $T$  устанавливается в регуляторе в качестве постоянной величины. Отклонение регулируемой величины  $x_d$  вместе с параметрами  $K_p/T_n/T_v$  определяет тактовое соотношение (соотношение ВКЛ/ВЫКЛ) внутри длительности периодов. Тем самым процесс коммутации регулятора запускается не только изменениями регулируемой величины; при соответствующем выборе параметра получается достаточно постоянная регулируемая величина  $x$ .

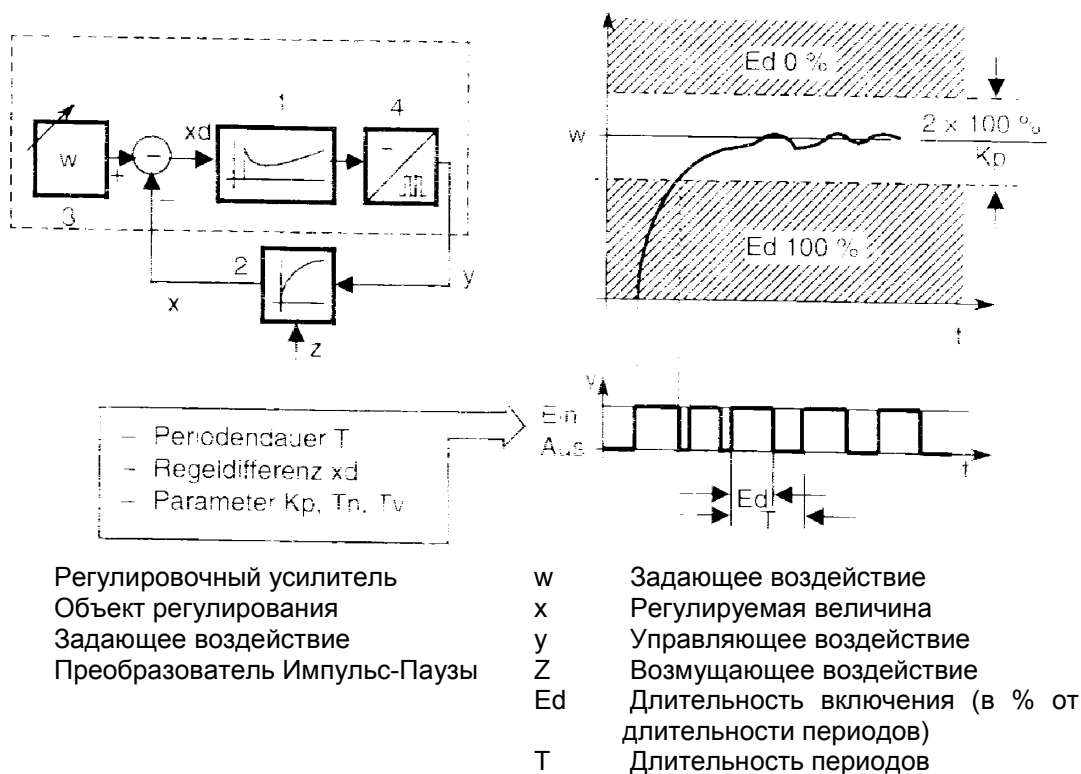


Рис. 1-11    а) Функциональная схема    б) Коммутационный выход и характеристика регулируемой величины

Установка длительности периодов (раздельная установка для нагрева/охлаждения) позволяет настроить регулятор на специальный вид нагрева или холодильный агрегат.

Короткая длительность периодов: Лучшее качество регулирования, но высокий износ на контактном/нагревательном клапане. Предпочтительно использование в электрических нагревателях.

Большая длительность периодов: Незначительный износ на контактном/нагревательном клапане, но худшее качество регулирования. Предпочтительно использование в газовых нагревателях или холодильных установках.