

## 6 Ввод в эксплуатацию

### 6.1 Согласование направления действия регулятора с объектом регулирования

- **определения**

Объект нормального действия:

Растущий  $y$  вызывает растущий  $x$ ; к примеру, растущая подача энергии или растущий поток масс вызывают растущую температуру.

Исполнительный блок нормального действия (клапан):

Растущий ток или исполнительный импульс  $+\Delta u$  вызывают открытие исполнительного органа (растущий  $u$ ); к примеру, большую подачу энергии и больший поток масс.  $u_{\Delta n}$  является индицируемым управляющим воздействием.

Направление действия регулятора относится к регулируемой величине  $x_1$ . Следующая информация касается измерительных преобразователей нормального действия (растущая физическая величина вызывает растущий ток измерительного преобразователя), растущая индикация процесса ( $dE > dA$ ) и отсутствие падающей характеристики у линеаризаторов.

- направление действия объекта и исполнительного органа известно

Задано:			Здесь выбирается желаемое действие				Тем самым получают Установка S46 и S55 и принцип работы регулятора				
Направление действия объекта	Направление действия исполнительного блока	Направление действия объекта и исполнительного блока	20 мА при	Нажатие правой клавиши в ручном режиме вызывает:			фактическая величина/регулируемая величина	S46	Kp (сР)	S55	y <sub>Ап</sub> =
			ток уставк ly	клапан							
Нормальное	Нормальное	нормальное	100%	растет	открывает	растет	0	пол	0	y	
	реверсивное	реверсивное	0%	падает	открывает	растет	1	отр	1	100% - y	
реверсивное	нормальное	реверсивное	0%	падает	закрывает	растет	1	отр	1	100% - y	
			100%	растет	открывает	падает	1	отр	0	y	
	реверсивное	нормальное	100%	растет	закрывает	растет	0	пол	0	y	
			0%	падает	открывает	падает	0	пол	1	100% - y	

Таблица может быть расширена на 2 строки, которые не имеют практического смысла: объект нормального действия, у которого при растущем изменении управляющего воздействия фактическая величина падает.

*Таблица 6.1 Направление действия регулятора и направление действия у-индикации в зависимости от направления действия объектов и исполнительного органа у К-регуляторов*

Задано:			Здесь выбирается желаемое действие:			Тем самым получают установка S46 и S55 и принцип работы регулятора			
Направление действия объекта	Направление действия исполнительного блока	Направление действия объекта и исполнительного блока	Нажатие правой клавиши вызывает при ручном режиме: активным выходом является	клапан	фактическая величина/регулируемая величина	S46	Kp (сР)	S55	y <sub>Ан</sub> =
реверсивный	+Δу	реверсивный	-Δу	закрывает	растет	1	отр	1	100%-y <sub>R</sub>
			+Δу	открывает	падает	1	отр	0	y <sub>R</sub>

Если в виде исключения исполнительный блок подключается реверсивно (+Δу закрывает), тогда также реверсировать обратную связь по положению и выполнить логическую операцию НЕ с направлением действия регулятора (Kp).

*Таблица 6.2 Направление действия регулятора и направление действия у-индикации в зависимости от направления действия объектов и исполнительного органа у S-регуляторов*

- направление действия объекта и исполнительного органа неизвестны**

Перевести регулятор в ручной режим, структурные переключатели S46 и S55 оставить в заводской установке (0).

- определение направления действия исполнительного органа:**

По возможности при отключенном процессе или вблизи его положения безопасности нажать правую кнопку перестановки управляющих воздействий и наблюдать, откроется или закроется исполнительный орган. Открытие исполнительного органа означает нормальное действие. Если у S-регуляторов фиксируется закрытие, необходимо переставить соединения +Δу и -Δу.

Наблюдение за исполнительным органом осуществляется следующим образом:

- объекты нормального действия: растущий x означает исполнительный орган нормального действия

- реверсивные объекты: падающий x означает исполнительный орган нормального действия

- у S-регуляторов и уже правильно  
подключенном позиционном  
квитировании:

растущая у-индикация означает  
исполнительный орган нормального  
действия.

- дополнительно наблюдение за исполнительным органом может производиться на месте установки.
- **определение направления действия объекта**

Нажать правую кнопку перестановки управляющих воздействий и наблюдать на индикации фактической величины, растет или падает регулируемая величина (фактическая величина). Рост означает у исполнительного органа нормального действия объект нормального действия, у реверсивного исполнительного органа объект реверсивного действия. Падение означает у исполнительного органа нормального действия объект реверсивного действия, у реверсивного исполнительного органа объект нормального действия. С помощью вычисленного таким образом направления действия исполнительного органа и объекта регулятор может быть установлен в соответствии с таблицами 6.1 и 6.2.

## 6.2 Настройка времени установки у K-регуляторов ( $S2 = 0$ )

- **время установки  $tP$ ,  $tM$**

Настроить время установки  $tP$  (откр.) или  $tM$  (закр.) на время установки последующего исполнительного привода. Если необходимо дополнительно успокоить регулирующий контур, к примеру, чтобы избежать жестких толчков исполнительного привода,  $tP$  и  $tM$  могут дальше увеличиваться в автоматическом режиме.

Как правило величина  $tP$  устанавливается равной величине  $tM$ .

## 6.3 Согласование S-регулятора с исполнительным приводом

- **S-регулятор для нагрева/охлаждения ( $S2 = 1$ )**

Диапазон регулирования у может быть разделен на два сегмента. Эти сегменты определяют параметры «оф-лайн»  $Y1$  и  $Y2$  и параметры «он-лайн»  $YA$  и  $YE$ .

Длительность периодов и минимальная продолжительность включения и отключения определяются в теплосъеме (сегмент  $[YA, Y1]$ ) параметрами «он-лайн»  $tM$  и  $tA$ , а в теплофикационной нагрузке (сегмент  $[Y2, YE]$ ) параметрами «он-лайн»  $tP$  и  $tE$ .

Длительность периодов  $tP$  и  $tM$  должна быть выбрана как можно большей, при этом обратить внимание на следующие моменты:

- большие величины  $tP$  или  $tM$  имеют следствием незначительный износ внутренних и внешних коммутационных приборов
- большие величины вызывают периодические колебания регулируемой величины  $x$ , так что чем больше, тем быстрее объект регулирования.

- **S-регулятор с внутренней обратной связью (S2 = 2)**

Установить с помощью параметров «он-лайн»  $t_P$ ,  $t_M$  (0,1 до 1000 сек) время установки исполнительного привода. **Внимание:** заводская установка 1 сек!

«Он-лайн» параметр  $t_E$  (минимальная продолжительность включения) должен быть выбран минимум таким, чтобы исполнительный привод с учетом предвключенных силовых выключателей надежно пришел в движение. Чем больше установка величины  $t_E$ , тем с меньшим износом и спокойнее работают подключенные к регулятору коммутационные и приводные элементы. Большие значения  $t_E$  требуют больший мертвый диапазон АН, в котором регулятор не может осуществлять соответствующее регулирование, так как с растущим временем включения снижается разрешение регулируемой величины.

Заводская установка составляет для  $t_E$  200 мсек. Это соответствует у 60-сек. исполнительного привода у-разрешение:

$$\Delta y = [100\% \cdot t_E] \div [t_P \text{ (или } t_M)] = [100\% \cdot 200 \text{ ms}] \div 60 \text{ ms} = 0,33\%$$

Минимально возможное разрешение передается с усилением объектов  $K_S$  на регулируемую величину:

$$\Delta x = K_S \cdot \Delta y$$

Параметр  $t_A$  (минимальная продолжительность выключения) выбирать минимум таким большим, чтобы исполнительный привод с учетом предвключенных силовых выключателей был надежно отделен, прежде чем поступит новый импульс (особенно в противоположном направлении). Чем больше значение  $t_A$ , тем с меньшим износом работают подключенные к регулятору коммутационные и приводные элементы, на столько же большим при определенных обстоятельствах будет также и время простоя регулятора. Как правило величина  $t_A$  устанавливается идентичной величине  $t_E$ .

Рекомендуется для 60 сек. исполнительных приводов  $t_A = t_E = 120$  до 240 мсек. Чем беспокойнее объект регулирования, тем большими должны быть выбраны оба параметра, если это представлено от результата регулирования.

В соответствии с установленным  $t_E$  и полученным из этого  $\Delta y$  или  $\Delta x$  должен быть установлен порог срабатывания АН. Должно быть выдержано условие

$$АН > \Delta x \div 2 \quad \text{или} \quad АН > [K_S \cdot t_E \cdot 100\%] \div [2 \cdot t_P \text{ (или } t_M)]$$

В ином случае регулятор выдает приращения управляющего воздействия, хотя рассогласование регулирования по причине конечного разрешения достигло наименьшей возможной величины. Установку АН см раздел 5.4.

- **S-регулятор с внешней обратной связью (S2 = 3)**

Позиционный регулирующий контур оптимизируется с помощью параметров «он-лайн»  $t_P$ /  $t_M$ . Действуют те же зависимости, что и у S-регулятора с позиционным квитированием, при это к критериям обрабатываемости приращения управляющего воздействия через исполнительный блок дополнительно прибавляется динамика позиционного регуливающего контура (нелинейности, слежение). Как правило необходимо из-за указанных выше причин выбирать  $t_P$ /  $t_M$  и полученный порог срабатывания меньшими чем у S-регулятора с внутренним позиционным квитированием.

Позиционный регулирующий контур оптимизируется в ручном режиме. Для этого для фазы оптимизации S54 устанавливается на 0 с тем, чтобы ручное управляющее воздействие задавалось в качестве абсолютной величины. При

этом обратить внимание на то, что через время установки исполнительного блока отслеживается эффективное управляющее воздействие по отношению к индикации управляющего воздействия.

При нелинейности в позиционном регулирующем контуре оптимизация должна осуществляться в диапазоне наибольшей крутизны.

- установить S54 на 0
- установить tA и tE таким образом, чтобы исполнительный привод ещё мог обрабатывать приращения управляющего воздействия **прямо** (см. S-регулятор с внутренней обратной связью)
- фильтр 1 порядка  $u_R$ -входа (t1, 2, 3 или 4) установить на 0,01 TP/ТМ (истинное время установки привода)
- увеличивать tP/tM до тех пор, пока позиционный регулирующийся контур не переполнится малыми изменениями ручных управляющих воздействий (на блюдать отрицательный импульс на светодиодах  $\Delta u$  (10) на u-индикации)
- снова немного уменьшить tP/tM, пока позиционный регулирующийся контур не успокоится
- снова установить S54 на 1.

#### 6.4 Установка фильтра и порога срабатывания

Структурный переключатель S3 установить на актуальную в установке частоту сети 50 или 60 Гц (заводская установка 50 Гц) с тем, чтобы подавить помехи через частоту сети.

- **фильтр первого порядка аналоговых входов**

Постоянные времени фильтра (t1 до t4) для входного фильтра устанавливаются в режиме параметрирования onPA на самую большую величину, которую допускает регулирующийся контур без влияния на регулировочные свойства (t1 до t4 < Tg). При использовании метода адаптации соответствующие входные фильтры должны быть оптимизированы.

- **адаптивный нелинейный фильтр рассогласования регулирования**

Так как зона нечувствительности устанавливается автоматически и её величина тем самым неизвестна, время tF (onPA) должно быть выбрано только таким большим, чтобы регулирующийся контур при большой зоне нечувствительности не мог колебаться (tF меньше Tg). При использовании Д-составляющей (ПД, ПИД) настоятельно рекомендуется использование адаптивного нелинейного фильтра, так как он может подавить усиленные на  $K_p \cdot v_v$  входные помехи.

При использовании метода адаптации фильтры **должны быть** настроены.

- **оптимизация порога срабатывания АН**

Если необходимо дополнительно успокоить выход регулятора и уменьшить нагруженность исполнительного органа, тогда порог срабатывания АН может быть увеличен. Порог срабатывания у трехпозиционных регуляторов (S2 = 2, 3) получается из установки tE (см. 5.3) и должен принудительно быть больше нуля. У К-регуляторов и двухпозиционных регуляторов (S2 = 0, 1) рекомендуется порог срабатывания приблизительно в 0,5%.

Следует учитывать, что остающееся отклонение регулирования может принять величину установленного порога срабатывания.

## 6.5 Автоматическая установка параметров регулирования посредством метода адаптации

*Метод адаптации всегда предпочтительней ручной установки, так как результаты регулирования с полученными через адаптацию параметрами даже при медленных объектах регулирования лучше и экономится время оптимизации.*

- **Предварительные установки**

- **S48 выбор регулировочной характеристики (режим структурирования StrS)**

При S48 = 0 адаптация невозможна. В позиции 1 предлагается регулировочная характеристика без переполнения. В позиции 2 при изменении задающих воздействий рассчитывать на максимум 5% переполнения.

- **tU: время контроля (режим параметрирования AdAP)**

tU необходим исключительно для сигнализации ошибок и не влияет на качество идентификации. Стартовать всегда можно с tU = oFF. В ином случае tU должен быть установлен минимум в два раза большим чем время установления  $T_{95}$  объекта регулирования. После успешной адаптации tU автоматически устанавливается на  $2T_{95}$ . При tU < 0,1 h (6 min) индицируется tU = oFF.

- **Pv: направление скачкообразного возбуждения (режим параметрирования AdAP)**

С помощью этого структурного переключателя выбирается направление изменения регулируемых величин исходя из установленной рабочей точки:  $x_{\text{Hand}} \pm \Delta x = \pm k_s (y_{\text{Hand}} \pm \Delta y)$ . У объектов регулирования с зазором рекомендуется провести одну адаптацию с растущим  $x$  и одну с падающим  $x$ . Усредненные и при необходимости также динамически некритические параметры могут в дальнейшем использоваться для регулирования.

- **dy: амплитуда скачкообразного возбуждения (режим параметрирования AdAP)**

Скачкообразное возбуждение должно быть выбрано таким большим, чтобы регулируемая величина изменялась минимум на 4% и изменение регулируемых величин составляло 5-ти кратную величину среднего уровня помех. Чем больше изменение регулируемых величин, тем лучше качество идентификации. Рекомендуются изменения регулируемых величин приблизительно в 10%.

- **Указания к результатам адаптации**

- **D-составляющая**

У S-регуляторов и у K-регуляторов на объектах регулирования первого порядка D-составляющая, из-за конечного времени установки  $T_u$  или по причинам, лежащим в теории регулирования, не приносит заметных преимуществ. Недостатки в виде износа на стороне исполнительных механизмов преобладают.

- **границы диапазона**

Если один из полученных параметров наткнется на свои границы диапазона, то другой параметр должен быть немного переставлен в направлении, противоположном направлению воздействия.

Если идентифицируются объекты 8 порядка необходимо из-за соображений безопасности уменьшить полученный  $K_p$ , и если регулирующий контур слишком медленный (некритический) снова увеличить как при ручной оптимизации.

- **кр вариация**

В особых случаях объекта регулирования первого порядка в соединении с ПИ- или ПИД-регуляторами, а также объектов регулирования второго порядка в соединении с ПИД-регуляторами  $K_p$  может свободно изменяться. При определении параметров регулятора по оптимальному значению  $K_p$  как правило может быть увеличено до 30%, при этом характеристика при слежении остается не критической.

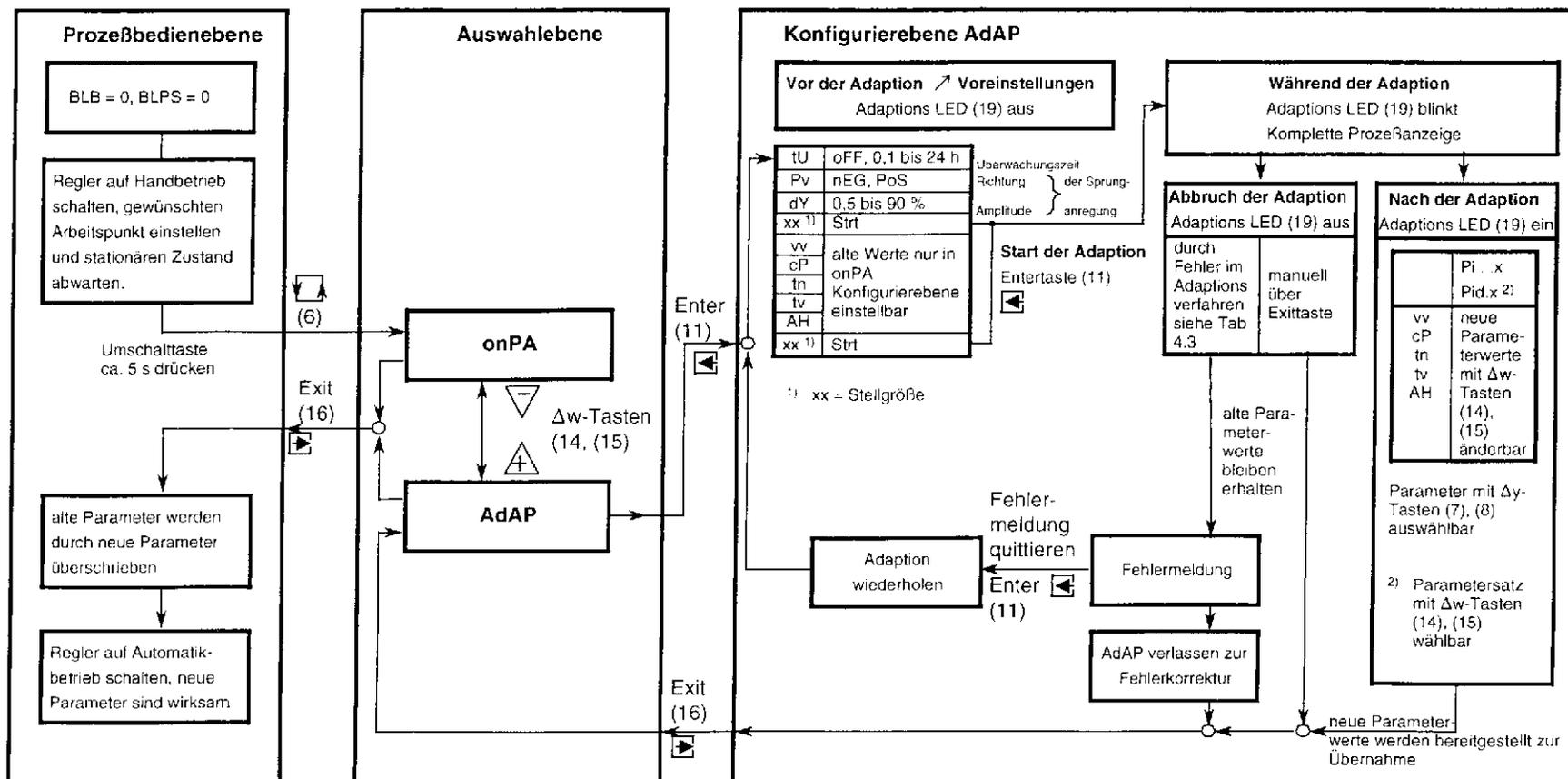


Рис. 6.1 Обзор уровня конфигурации AdAP

## 6.6 Ручная установка параметров регулирования без знания характеристики оборудования

*Параметры регулирования для оптимальной регулировки оборудования в этом случае ещё неизвестны. Для удержания регулирующего контура в стабильном состоянии имеются следующие заводские установки:*

Пропорциональный коэффициент	$K_p = 0,1$
Время изодрома	$T_n = 9984 \text{ сек}$
Время предварения	$T_v = \text{oFF}$

### - П-регулятор (сигнал управления $P = \text{high}$ )

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Необходимая для рассогласования регулирования ноль рабочая точка в ручном режиме при  $Y_0 = AU_0$  устанавливается автоматически (заводская установка). Рабочая точка может быть также задана вручную, для чего необходимо установить параметр «он-лайн»  $Y_0$  на желаемую рабочую точку.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать  $K_p$  пока регулирующий контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Незначительно уменьшать  $K_p$  пока колебания не будут устранены.

### - ПД-регулятор (сигнал управления $P = \text{high}$ )

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Необходимая для рассогласования регулирования ноль рабочая точка в ручном режиме при  $Y_0 = AU_0$  устанавливается автоматически (заводская установка). Рабочая точка может быть также задана вручную, для чего необходимо установить параметр «он-лайн»  $Y_0$  на желаемую рабочую точку.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать  $K_p$  пока регулирующий контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Переключить  $T_v$  с oFF на 1 сек.
- Увеличивать  $T_v$  до тех пор, пока колебания не будут устранены.
- Медленно увеличивать  $K_p$  до тех пор, пока снова не появятся колебания.
- Повторять установки в соответствии с двумя предыдущими шагами до тех пор, пока колебания уже не могут быть устранены.
- Незначительно уменьшать  $T_v$  и  $K_p$  пока колебания не будут устранены.

### - ПИ-регулятор (сигнал управления $P = \text{Low}$ )

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать  $K_p$  пока регулирующий контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Незначительно уменьшать  $K_p$  пока колебания не будут устранены.
- Уменьшать  $T_n$  до тех пор, пока регулирующий контур снова не начнет клониться к колебаниям
- Медленно увеличивать  $T_n$  до тех пока уклон к колебаниям не будет устранен

- **ПИД-регулятор (сигнал управления  $P = Low$ )**

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать  $K_p$  пока регулируемый контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Переключить  $T_v$  с OFF на 1 сек.
- Увеличивать  $T_v$  до тех пор, пока колебания не будут устранены.
- Медленно увеличивать  $K_p$  до тех пор, пока снова не появятся колебания.
- Повторять установки в соответствии с двумя предыдущими шагами до тех пор, пока колебания уже не могут быть устранены.
- Незначительно уменьшать  $T_v$  и  $K_p$  пока колебания не прекратятся.
- Уменьшать  $T_n$  до тех пор, пока регулируемый контур снова не начнет клониться к колебаниям
- Медленно увеличивать  $T_n$  до тех пока уклон к колебаниям не будет устранен

## 6.7 Ручная установка параметров регулирования по переходной функции

Если дана переходная функция объекта регулирования или она может быть определена, то параметры регулирования могут быть установлены согласно установочным директивам, указанным в справочниках. Переходная функция в положении регулятора «Ручной режим» может быть записана через скачкообразное изменение управляющего воздействия и характер регулируемой величины может регистрироваться самописцем. При этом получается переходная функция, приблизительно соответствующая указанной на рис. 6.2.

Хорошие средние величины из установочных параметров многих составителей дают следующие эмпирические формулы:

### П-регулятор:

Пропорциональный коэффициент  $K_p \approx T_g \div [T_u \cdot K_s]$

### ПИ-регулятор:

Пропорциональный коэффициент  $K_p \approx 0,8 \cdot (T_g \div [T_u \cdot K_s])$

Время изодрома  $T_n \approx 3 \cdot T_u$

### ПИД-регулятор:

Пропорциональный коэффициент  $K_p \approx 1,2 \cdot (T_g \div [T_u \cdot K_s])$

Время изодрома  $T_n \approx T_u$

Время предварения  $T_v \approx 0,4 \cdot T_u$

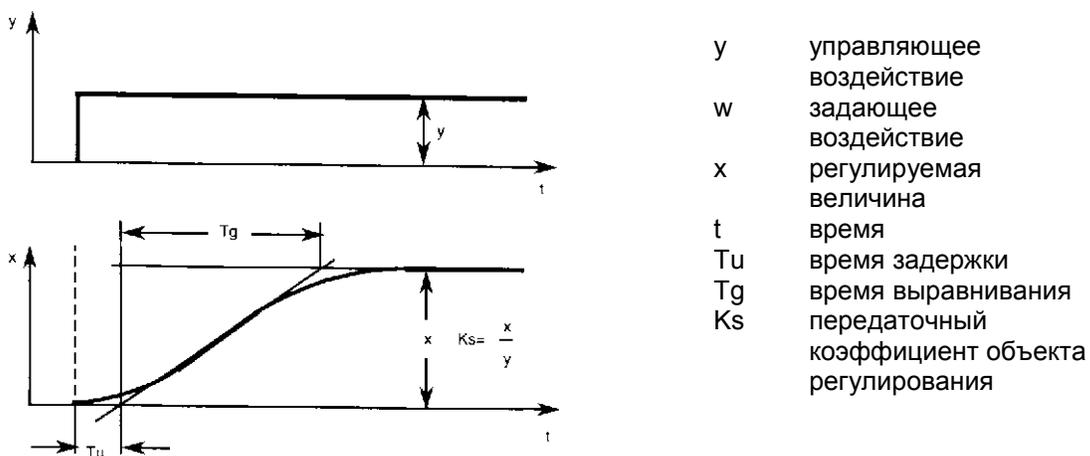


Рис. 6.2 Переходная функция объекта регулирования с выравниванием