ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРУЮЩИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ГСП

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ГОСТ 9988—73

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 62—55—85:006.354 Группа П71

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГОСТ 9988—73*

УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРУЮЩИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ГСП

Общие технические условия

Pneumatic regulations deveces of SSI.
General specification

Взамен
ГОСТ 9988—62

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28 сентября 1973 г. № 2224 срок действия установлен

с 01.01 1975 г.
до 01.01 1985 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на пневматические регулирующие устройства (в дальнейшем — регуляторы) Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП), предназначенные для использования в системах автоматического регулирования (для регуляторов, выполненных в виде самостоятельных устройств), а также для встраивания в приборы ГСП и не используемые как самостоятельные устройства.

1. ТИПЫ, ИСПОЛНЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1.1. В зависимости от законов регулирования типы регуляторов должны соответствовать указанным ниже:

ПЗ-I — позиционный;

ПЗ-II — позиционный, с настраиваемой зоной возврата;

П — пропорциональный;

ПД-I — пропорционально-дифференциальный;

ПД-II — устройство прямого предварения;

ПД-III — устройство обратного предварения;

ПИ-I — пропорционально-интегральный со следующими параметрами настройки: коэффициентом усиления и временем изодрома;

ПИ-II — пропорционально-интегральный со следующими параметрами настройки: коэффициентом усиления и временем интегрирования;

Издание официальное Перепечатка воспрещена

*Переиздание апрель 1982 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 1981 г. (ИУС № 5 — 1981 г.)

© Издательство стандартов, 1982

ПИД-I — пропорционально-интегрально-дифференциальный со следующими параметрами настройки: коэффициентом усиления, временем изодрома и временем предварения.

ПИД-II — пропорционально-интегрально-дифференциальный со следующими параметрами настройки: коэффициентом усиления, временем интегрирования и временем предварения.

Математические описания идеальных законов регулирования указаны в справочном приложении 1.

1.2. В зависимости от видов входных сигналов регуляторы подразделяют на:

а) регуляторы с пневматическим входным сигналом, у которых переменным значением регулируемой величины $X_п$ (далее — переменная) и заданным значением регулируемой величины $X_з$ (далее — задание) является давление сжатого воздуха;

б) регуляторы с входным сигналом в виде перемещения, у которых переменной и заданием являются положения указателей этих величин, указатели которых выполняются в виде материального стержня: стрелки, пера или в виде луча света — светового указателя, нити и др.

Допускается в качестве переменной принимать сигнал, поступающий на вход прибора, в который встроен регулятор, в этом случае задание выражается номинальным значением указанного сигнала, соответствующим положению указателя задания;

в) регуляторы с пневматическим входным сигналом или с входным сигналом в виде перемещения, характеризуемым разностью между переменной и заданием;

г) устройства предварения с пневматическим входным сигналом.

1.3. За значения входных сигналов принимают: разность между переменной и заданием для регуляторов по п. 1.2*а*, *б*; давление или перемещение, отсчитанное от значения, принятого за нулевое, которое устанавливается в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов для регуляторов по п. 1.2*в*; давление, воздействующее на входное устройство, для устройств предварения по п. 1.2*г*.

1.4. Граничные значения рабочего диапазона изменения переменной и задания для регуляторов по п. 1.2*а* и входного сигнала устройств предварения по п. 1.2*г* должны соответствовать: нижнее — 0,2 кгс/см^2 (0,02 МПа) и верхнее 1,0 кгс/см^2 (0,1 МПа). Граничные значения рабочего диапазона для переменной и задания для регуляторов по п. 1.2*б* и рабочего диапазона входного сигнала регуляторов по п. 1.2*в* устанавливаются в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

1.5. В качестве выходного сигнала для регуляторов типов П; ПД-I; ПД-II; ПД-III; ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II принимают пневматический сигнал, граничные значения которого должны со-

ответствовать: нижнее — от 0 до 0,2 кгс/см^2 (от 0 до 0,02 МПа) и верхнее — от 1 кгс/см^2 (0,1 МПа) до значения давления питания. Рабочий диапазон изменения выходного сигнала — 0,8 кгс/см^2 (0,08 МПа).

1.6. В качестве выходного сигнала для регуляторов типов ПЗ-I и ПЗ-II принимают пневматический сигнал, значения которого должны соответствовать: нижнее — от 0 до 0,2 кгс/см^2 (от 0 до 0,02 МПа) и верхнее — от 1 кгс/см^2 (0,1 МПа) до значения давления питания.

1.7. По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающей среды регуляторы должны изготовляться группы III по ГОСТ 12997—76.

Регуляторы, предназначенные для встраивания в приборы, могут изготовляться для температур от 5 до 60°С.

1.8. По устойчивости к механическим воздействиям регуляторы должны изготовляться обыкновенного исполнения — по ГОСТ 12997—76.

1.9. По защищенности от воздействия окружающей среды регуляторы подразделяются на следующие исполнения:

обыкновенное — по ГОСТ 12997—76;

пылезащищенное — по ГОСТ 17785—72;

брызгозащищенное — по ГОСТ 17786—72.

1.10. Давление питания сжатого воздуха регуляторов — $1{,}4 \pm 0{,}14$ кгс/см^2 ($0{,}14 \pm 0{,}014$ МПа) — по ГОСТ 13053—76.

Допустимое содержание в воздухе питания пыли, масла, влаги и агрессивных примесей — по ГОСТ 11882—73.

1.7.—1.10. (Измененная редакция, Изм. № 1).

1.11. Граничные значения диапазонов настройки пределов пропорциональности δ должны быть: нижние не более 5; 10; 50; 100; 150 и 500% и соответствующие им верхние не менее 100; 250; 500; 1000; 1500 и 3000%.

1.12. Граничные значения диапазонов настройки времени изодрома (времени интегрирования при $\delta = 100\%$) для регуляторов типов ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II должны быть: нижние не более 0,1 и 10 мин и соответствующие им верхние на отметке ∞ не менее 100 и 200 мин.

1.13. Граничные значения времени предварения для регуляторов типов ПД-I; ПД-II; ПД-III; ПИД-I и ПИД-II должны соответствовать: нижнее не более 0,1 мин и верхнее не менее 8 мин.

1.14. Для регуляторов, у которых значения пределов пропорциональности, времени изодрома (интегрирования) и времени предварения взаимосвязаны, в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов должна указываться зависимость между этими параметрами.

1.15. Классы точности регуляторов должны выбираться из ряда 0,5; 1,0; 1,5 и 2,5.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Пределы допускаемой основной погрешности регуляторов должны соответствовать указанным ниже.

±0,5% — для класса точности 0,5;
±1,0% » » » 1,0;
±1,5% » » » 1,5;
±2,5% » » » 2,5.

2.2. За основную погрешность принимают:

для регуляторов типа ПЗ-I — наибольшее значение входного сигнала, при котором выходной сигнал изменяется от нижнего (верхнего) до верхнего (нижнего) граничного значения, выраженного в % нормирующего значения входного сигнала;

для регуляторов типа ПЗ-II — наибольшую разность между установленным граничным значением зоны возврата и действительным значением переменной, при которой выходной сигнал изменяется от нижнего (верхнего) до верхнего (нижнего) значения, выраженную в % нормирующего значения входного сигнала;

для регуляторов типов П и ПД-I (с пределами пропорциональности $\delta<100\%$) — наибольшее значение входного сигнала $X_{вх}$, выраженное в % нормирующего значения при значении выходного сигнала, равном Y_0, где Y_0 — номинальное значение выходного сигнала при $X_{вх}$, равном 0;

для регуляторов типов П и ПД-I (с пределами пропорциональности $\delta\geqslant100\%$) — наибольшая разность между значениями Y_0 и выходным сигналом, выраженная в % рабочего диапазона изменения выходного сигнала, при значении входного сигнала, равном нулю;

для регуляторов типов ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II — наибольшее значение входного сигнала, выраженное в % нормирующего значения при установившемся выходном сигнале, при этом для регуляторов типов ПИ-I и ПИД-I основная погрешность регламентируется при пределе пропорциональности, устанавливаемом в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов;

для устройств предварения — наибольшая разность между входным и выходным сигналами, выраженная в % рабочего диапазона изменения выходного сигнала при установившихся значениях входного и выходного сигналов.

Примечание. За нормирующее значение входного сигнала принимают: 0,8 кгс/см^2 (0,08 МПа) — для регуляторов по п. 1.2*а*; разность между граничными значениями переменной — для регуляторов по п. 1.2*б*; рабочий диапазон изменения входного сигнала — для регуляторов по п. 1.2*в*.

2.3. Изменение погрешности при изменении предела пропорциональности от значения, указанного в п. 2.2, до любого значения в пределах шкалы для регуляторов типов ПИ-I и ПИД-I устанав-

ливается в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

При этом указанное изменение погрешности при пределах пропорциональности δ, равной 250% и менее, не должно превышать значений предела допускаемой основной погрешности, а при δ более 250% это изменение не должно превышать $0{,}005\delta\gamma$, но не более 2γ.

2.4. Допускаемые отклонения действительных значений настроечных параметров (пределов пропорциональности, времени изодрома, времени интегрирования и времени предварения) от значений, указанных на шкалах органов настройки регуляторов, устанавливаются в долях номинальных значений оцифрованных отметок шкал;

а) для предела пропорциональности на отметках шкал от 40 до 1000% для регуляторов по п. 1.2*а*, *в* не более ±0,15 и не более ±0,20 для регуляторов по п. 1.2*б*;

б) для времени изодрома (интегрирования при δ=100%) на отметках шкал от 0,5 до 50 мин для регуляторов по п. 1.2*а*, *в* не более ±0,2 и не более ±0,3 для регуляторов по п. 1.2*б*;

в) для времени предварения на отметках шкал от 0,5 до 8 мин для регуляторов по п. 1.2*а*, *в*, *г* не более ±0,25 и не более ±0,35 для регуляторов по п. 1.2*б*.

Для отметок шкал, не указанных выше, допускаемые отклонения устанавливаются в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.5. Органы настроек регуляторов должны быть снабжены оцифрованными шкалами. Органы настроек должны обеспечивать плавное и монотонное изменение настроечных параметров.

2.6. Зона нечувствительности регуляторов типов П; ПД-I; ПД-II; ПД-III; ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II не должна превышать 0,2 значения предела допускаемой основной погрешности для регуляторов по п. 1.2*а*, *в* и 0,5 — для регуляторов по п. 1.2*б*.

2.7. Регуляторы должны соответствовать требованиям пп. 2.1—2.6 при условиях, установленных ГОСТ 13053—76 для проверки основной погрешности.

Для регуляторов по п. 1.2*б* допускается указывать условия, устанавливаемые в стандартах и технической документации на приборы, в которые встраивают регулятор.

2.8. Граничные значения зоны возврата для регуляторов типов ПЗ-I и ПЗ-II должны устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.9. Изменение погрешности при отклонении давления питания на ±0,14 кгс/см^2 (±0,014 МПа) от 1,4 кгс/см^2 (0,14 МПа) не должно превышать 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

2.10. Изменение погрешности в долях предела допускаемой основной погрешности при отклонении температуры окружающей

среды от 20±5°С на каждые 10°С до любой температуры в диапазоне 5—50°С не должны превышать значений, указанных ниже.

0,8 — для класса точности 0,5
0,6 » » » 1,0
0,5 » » » 1,5
0,4 » » » 2,5

2.11. Нелинейность статических характеристик для регуляторов типов П; ПД-I; ПД-II; ПД-III; ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II должна устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.12. Динамическая погрешность регуляторов по п. 1.2*а*, *в* не должна превышать 10% по модулю и 15 градусов по фазе для частот $\omega \leqslant 0{,}1$ рад/с для регуляторов типов П; ПИ-I и ПИ-II и $\omega \leqslant \frac{1}{T_п}$ рад/с для регуляторов типов ПД-I; ПД-II; ПД-III; ПИД-I и ПИД-II при $T_п$ 10 с, где $T_п$ — постоянная времени предварения.

2.13. Время изменения выходного сигнала регуляторов на 63% его рабочего диапазона при скачкообразном изменении входного сигнала от минимума до максимума и от максимума до минимума при длине линии передачи до 60 м с внутренним диаметром 6 мм и емкостью на конце линии 50±10 $см^3$ не должно превышать 7 с.

Указанное время для регуляторов по п. 1.2*б* исчисляется с момента установки указателей переменной или задания в положение, соответствующее величине скачка.

2.13.1. Время изменения выходного сигнала при длине линии передачи до 300 м с внутренним диаметром 6 мм должно устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.14. Расход сжатого воздуха регуляторов при установившемся значении выходного сигнала должен устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.15. Регуляторы в местах уплотнений должны быть герметичны при давлении сжатого воздуха 1,6 $кгс/см^2$ (0,16 МПа).

2.16. Регуляторы с пневматическим входным сигналом по п. 1.2*а*, *г* должны выдерживать перегрузку по входному сигналу, равную 0,125 МПа (1,25 $кгс/см^2$).

Регуляторы по п. 1.2*в* должны выдерживать перегрузку по входному сигналу, превышающую на 25% по абсолютному значению его граничные значения.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2.17. Регуляторы после воздействия 15000 циклов переменного входного сигнала должны соответствовать требованиям пп. 2.1 и 2.6.

Режимы изменения переменного давления должны устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов и должны обеспечивать изменение выходного

сигнала для регуляторов типов ПЗ-I и ПЗ-II от нижнего до верхнего значений, а для остальных — от 0,4 до 0,8 кгс/см^2 (от 0,04 до 0,08 МПа).

2.18. Регуляторы по п. 1.2*а, г* должны выдерживать воздействие вибрации частотой до 25 Гц амплитудой до 0,1 мм. Изменение погрешности при этом не должно превышать 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Регуляторы по п. 1.2*в* должны выдерживать воздействие вибрации, устанавливаемой для приборов, в которые они встраиваются, при этом погрешность, вызванная воздействием вибрации, должна устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.19. Регуляторы в упаковке для перевозки должны выдерживать без повреждений воздействие транспортной тряски, пониженных температур и повышенной влажности окружающей среды по ГОСТ 13053—76.

2.20. Вероятность безотказной работы при доверительной вероятности $P^*=0{,}8$ за 2000 ч для регуляторов по п. 1.2*а, г* (кроме регуляторов класса точности 2,5) — не менее 0,9, а для регуляторов класса точности 2,5 — не менее 0,96.

Вероятность безотказной работы для регуляторов по п. 1.2*б, в* должна устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

2.21. Средний срок службы регуляторов — не менее 6 лет.

2.22. Конструкция регуляторов типов ПЗ-II; П; ПД-I; ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II по п. 1.2*а* должна обеспечивать их крепление на приборах контроля при помощи унифицированного штекерного разъема, а также настенный монтаж при помощи гнезда. Штуцера регуляторов по п. 1.2*а* типов ПЗ-I, штуцера гнезд и штуцера, не входящие в штекерный разъем, а также штуцера регуляторов по п. 1.2*б, г* должны изготовляться под металлическую трубку с внутренним диаметром 6 мм.

По заказу потребителя штуцера могут изготовляться для монтажа металлических трубок с внутренним диаметром 4 мм, а также пластмассовых трубок с внутренним диаметром 4 и 6 мм.

2.23. Комплектность регуляторов по п. 1.2*а, б, г* — по ГОСТ 13053—76.

3. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

3.1. Для проверки соответствия регуляторов требованиям настоящего стандарта предприятие-изготовитель должно проводить приемо-сдаточные, периодические и типовые испытания, а также контрольные испытания на надежность.

3.2. При приемо-сдаточных испытаниях каждый регулятор проверяют на соответствие требованиям пп. 2.1; 2.3—2.7; 2.22; 2.23, 5.1—5.3.

Объем приемо-сдаточных испытаний допускается устанавливать в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов, при этом проведение испытаний по пп. 2.1; 2.22; 2.23 и 5.1—5.3 является обязательным для всех регуляторов. При приемо-сдаточных испытаниях методы испытаний допускается устанавливать в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

3.3. Периодические испытания проводят один раз в год не менее чем на трех регуляторах, прошедших приемо-сдаточные испытания. При периодических испытаниях проверяют соответствие регуляторов всем требованиям настоящего стандарта, за исключением пп. 2.12 и 2.20. Если при периодических испытаниях обнаружено несоответствие хотя бы одному из показателей, проводят повторные испытания удвоенного количества регуляторов.

Результаты повторных испытаний считают окончательными.

3.4. Типовые испытания проводят в тех случаях, когда вносят изменения в конструкцию, материалы или технологию изготовления, влияющие на технические характеристики регуляторов.

При типовых испытаниях проверяют их соответствие всем требованиям настоящего стандарта.

3.5. Контрольные испытания на надежность (п. 2.20) проводят раз в 3 года.

4. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Методы определения основной погрешности (п. 2.1) в зависимости от типа регулятора следующие:

для регуляторов типа ПЗ-I устанавливают значения задания и изменяют переменную до тех пор, пока выходной сигнал не изменится от нижнего (верхнего) до верхнего (нижнего) граничного значения. При этом для регуляторов по п. 1.2*а* основную погрешность проверяют при трех значениях переменной или задания, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03; 0,06 и 0,09 МПа), а для регуляторов по п. 1.2*б* при значениях переменной или задания, отличающихся от их нижнего граничного значения на 10; 50 и 90% нормирующего значения входного сигнала с предельным отклонением $\pm 5\%$;

для регуляторов типа ПЗ-II устанавливают граничные значения зоны возврата и изменяют переменную до тех пор, пока выходной сигнал не изменится от нижнего (верхнего) до верхнего (нижнего) граничного значения, при этом отмечают значения переменной, при которых происходят указанные изменения выходного сигнала. Граничные значения зоны возврата устанавливают на начальном, среднем и конечном значениях диапазона настройки зоны возврата;

для регуляторов типов П и ПД-I проверку проводят при значениях сигнала Y_0, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03; 0,06 и 0,09 МПа) и при минимальном значении времени предварения.

При этом для регуляторов по п. 1.2*а* основную погрешность проверяют при трех значениях переменной или задания, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03; 0,06 и 0,09 МПа), а для регуляторов по п. 1.2*б* при значениях переменной или задания, отличающихся от нижнего граничного значения на 10; 50 и 90% нормирующего значения входного сигнала с предельным отклонением ±5%;

для регуляторов типов ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II проверку проводят при минимальных значениях времени изодрома (интегрирования) и времени предварения. Изменением входного сигнала стабилизируют выходной сигнал поочередно внутри интервалов 0,30—0,35; 0,55—0,65 и 0,85—0,90 кгс/см^2 (0,030—0,035; 0,055—0,065 и 0,085—0,090 МПа). При этом для регуляторов по п. 1.2*а* основную погрешность проверяют при трех значениях переменной или задания, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03; 0,06 и 0,09 МПа), а для регуляторов по п. 1.2*б* при значениях переменной или задания, отличающихся от нижнего граничного значения на 10; 50 и 90% нормирующего значения входного сигнала с предельным отклонением ±5%.

Допускается основную погрешность проверять по схеме, указанной в справочном приложении 3;

для устройств предварения проверку проводят при минимальном значении времени предварения и трех значениях входного сигнала, равных 0,2; 0,6 и 1,0 кгс/см^2 (0,02; 0,06 и 0,10 МПа).

Примечания:

1. Требования к средствам поверки должны устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов, при этом погрешность средств поверки не должна превышать $^1/_3$ предела допускаемой основной погрешности проверяемых регуляторов.

2. Для регуляторов по п. 1.2*б*, имеющих нелинейные шкалы, проверку основной погрешности проводят при трех значениях переменной или задания, устанавливаемых в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

4.2. При определении изменения погрешности регуляторов типов ПИ-I и ПИД-I при изменении предела пропорциональности на всем диапазоне (п. 2.3) устанавливают предел пропорциональности, при котором проверяют основную погрешность по методике п. 4.1.

Изменением входного сигнала стабилизируют выходной сигнал внутри интервала 0,30—0,35 кгс/см^2 (0,030—0,035 МПа) и проверяют основную погрешность. Устанавливают наименьшее значение предела пропорциональности по шкале и в указанном интервале производят определение погрешности регулятора, затем определяют изменение погрешности при наибольшем значении предела пропорциональности.

Таким же образом определяют изменение погрешности при стабилизации выходного сигнала внутри интервалов 0,55—0,65 и 0,85—0,90 кгс/см^2 (0,055—0,065 и 0,085—0,090 МПа), при этом для

регуляторов по п. 1.2*а* изменение погрешности определяют при трех значениях переменной или задания, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03; 0,06 и 0,09 МПа), а для регуляторов по п. 1.2*б* при значениях переменной или задания, отличающихся от их нижнего граничного значения на 10; 50 и 90% нормирующего значения входного сигнала с предельным отклонением ±5%.

4.3. Проверку пределов пропорциональности (п. 2.4) проводят при наименьшем значении времени предварения для регуляторов типов ПД-I; ПИД-I и ПИД-II и при значении Y_0, равном 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа), для регуляторов типов П и ПД-I.

Изменением входного сигнала стабилизируют выходной сигнал внутри интервала 0,55—0,65 кгс/см^2 (0,055—0,065 МПа), при этом время изодрома (интегрирования) для регуляторов типов ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II должно быть наименьшим, а после стабилизации указатель времени изодрома (интегрирования) устанавливают на отметку шкалы ∞.

Для пределов пропорциональности $\delta \leqslant 100\%$ производят изменение входного сигнала $\Delta X_{вх}$, при котором выходной сигнал изменится от 0,4 до 0,8 кгс/см^2 (от 0,04 до 0,08 МПа), то есть на ΔY, равное 0,4 кгс/см^2 (0,04 МПа). Для пределов пропорциональчости $\delta > 100\%$ уменьшают входной сигнал на 25% нормирующего значения и определяют значение выходного сигнала, затем увеличивают входной сигнал на 50% нормирующего значения и определяют соответствующее ему изменение выходного сигнала ΔY.

Регуляторы по п. 1.2*а, б* проверяют при значении переменной или задания, отличающимся от нижнего граничного значения на 50% нормирующего значения входного сигнала. Значения пределов пропорциональности δ в % определяют по формуле

$$\delta = \frac{\Delta X_{вх}}{\Delta Y} \cdot \frac{0{,}8}{X_н} \cdot 100,$$

где $X_н$ — нормирующее значение входного сигнала.

Проверка производится на всех оцифрованных отметках шкалы предела пропорциональности.

Примечание. Допускается для регуляторов типов ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II соединять емкость изодрома (интегрирования) с источником постоянного давления, равным 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа), при установке указателя времени изодрома (интегрирования) на отметку шкалы ∞.

4.4. Проверку времени изодрома (интегрирования) (п. 2.4) для регуляторов типов ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II проводят при нижнем граничном значении времени предварения и установке указателя предела пропорциональности на отметку шкалы 100% или на отметку с минимальным значением, если нижнее граничное значение предела пропорциональности $\delta > 100\%$.

4.5. Для регуляторов типов ПИ-I и ПИД-I проверку времени изодрома проводят следующим образом: при нижнем граничном

значении диапазона настройки времени изодрома устанавливают входной сигнал $X_{вх}$, при котором выходной сигнал стабилизируется на значении 0,60±0,03 кгс/см^2 (0,060±0,003 МПа). Затем указатель времени изодрома устанавливают на отметку шкалы ∞ и изменяют входной сигнал $X_{вх}$ на равные по модулю и противоположные по знаку значения ΔX в пределах 17±3% нормирующего значения входного сигнала, определяя при этом соответствующие значения выходного сигнала плюс ΔY и минус ΔY. Устанавливают указатель времени изодрома на проверяемую отметку шкалы, а входной сигнал — на значение, отличающееся от значения X на плюс ΔX. Секундомером отмечают время t_1, в течение которого выходной сигнал изменится на значение плюс ΔY. Затем входной сигнал устанавливают на значение, отличающееся от значения X на минус ΔX. Секундомером отмечают время t_2, в течение которого выходной сигнал изменится на значение минус ΔY.

Время изодрома $T_{из}$ определяют по формуле

$$T_{из} = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

Примечание. Допускается вместо стабилизации выходного сигнала соединять емкость изодрома с источником постоянного давления, равным 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа), при установке указателя времени изодрома на отметку шкалы ∞. В этом случае после определений значений ΔY, отличающихся от значения X на ΔX, источник постоянного давления отключают от камеры изодрома.

4.6. Проверку времени интегрирования для регуляторов типов ПИ-II и ПИД-II (п. 2.4) проводят следующим образом: при нижнем граничном значении диапазона настройки времени интегрирования стабилизируют выходной сигнал на значении 0,60± ±0,03 кгс/см^2 (0,060±0,003 МПа), отмечая при этом значение входного сигнала.

Устанавливают указатель времени на проверяемую отметку шкалы и изменяют входной сигнал на равные по модулю и противоположные по знаку значения ΔX в пределах 17±3% нормирующего значения входного сигнала. Секундомером отмечают время t_1, в течение которого выходной сигнал изменится на значение плюс ΔY, равное по модулю ΔX и t_2, в течение которого выходной сигнал изменится на величину минус ΔY, также равную по модулю ΔX. Время t_1 и t_2 определяют при значениях выходного сигнала, находящихся внутри интервала 0,4—0,8 кгс/см^2 (0,04—0,08 МПа).

Время интегрирования $T_и$ определяют по формуле

$$T_и = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

Проверку времени интегрирования проводят на всех оцифрованных отметках шкалы.

Для регуляторов по п. 1.2*а, б* проверку проводят при неизменном значении переменной или задания, отличающемся от начального значения переменной (задания) на 50% нормирующего значения входного сигнала.

Допускается при проверке времени изодрома (интегрирования) перемещать орган настройки в одном направлении, при этом направление перемещения должно устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

4.7. Проверку времени предварения (п. 2.4) для регуляторов типов ПД-II и ПД-III проводят подачей линейно нарастающего входного сигнала при установке указателя времени предварения на проверяемую отметку шкалы. Секундомером отмечают время t_1, в течение которого входной сигнал для регуляторов типов ПД-II и выходной — для ПД-III достигнет значения выходного сигнала для регуляторов типов ПД-II и входного — для ПД-III в момент начала отсчета. Таким же образом отмечают время t_2 при линейно уменьшающемся сигнале.

4.8. Проверку времени предварения (п. 2.4) для регуляторов типов ПД-I; ПИД-I и ПИД-II проводят при установке указателя предела пропорциональности на отметку шкалы 100%. При нижнем граничном значении диапазона настройки времени изодрома (интегрирования) для регуляторов типов ПИД-I и ПИД-II и определенном значении переменной или задания для регуляторов по п. 1.2*а, б* и значении Y_0, равном 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа) для регуляторов типа ПД-I, стабилизируют выходной сигнал.

Указатель времени изодрома (интегрирования) для регуляторов типов ПИД-I и ПИД-II устанавливают на отметку шкалы ∞, изменяют входной сигнал на $\pm 10\%$ нормирующего значения и устанавливают действительное значение предела пропорциональности 100%. При линейно нарастающем сигнале отмечают время t_1, за которое $X'_{вх}$, приведенный к единицам давления для регуляторов по п. 1.2*б, в*, достигнет значения выходного в момент начала отсчета.

Входной сигнал $X'_{вх}$, приведенный к единицам давления, определяют по формуле

$$X'_{вх} = \frac{X_{вх}}{X_н} \cdot 0{,}8 \text{ кгс/см}^2.$$

Затем определяют время t_2 при линейно уменьшающемся входном сигнале.

Допускается проверять время предварения непосредственно с выхода звена предварения.

Определение времени t_1 и t_2 производят при постоянной скорости изменения выходного сигнала, значения которого находятся внутри интервала 0,5—0,7 кгс/см^2 (0,05—0,07 МПа). Разность между входным и выходным сигналами должна быть равной 0,055—0,100 кгс/см^2 (0,0055—0,0100 МПа).

Значение переменной (задания) должно устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов и находиться внутри интервала 0,3—0,9 кгс/см^2 (0,03—0,09 МПа).

Время предварения $T_п$ определяют по формуле

$$T_п = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

Для отметок шкалы 1 мин и более время t_1 и t_2 определяют по формуле

$$t_{1,2} = \frac{Y_{вых} - X'_{вх}}{v},$$

где $Y_{вых} - X'_{вх}$ — разность между значениями выходного и входного сигналов, при которых скорости их изменения равны;

v — скорость изменения входного сигнала.

Допускается при проверке времени предварения перемещать орган настройки в одном направлении, при этом направление перемещения должно устанавливаться в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

4.9. Проверку монотонности значений настроек шкал предела пропорциональности, времени изодрома (интегрирования) и времени предварения (п. 2.5) проводят по методике пп. 4.3; 4.4; 4.7 и 4.8 на промежуточных значениях указанных величин между именованными отметками шкал. Промежуточные значения настроек должны быть меньше ближайшей большей и больше ближайшей меньшей оцифрованных отметок шкал.

4.10. Зону нечувствительности (п. 2.6) определяют при минимальном значении времени предварения и установке указателя предела пропорциональности на отметку шкалы 100% или на отметку с минимальным значением, если предел пропорциональности $\delta > 100\%$. Изменением входного сигнала стабилизируют выходной сигнал внутри интервала 0,30—0,35 кгс/см^2 (0,030—0,035 МПа). Входной сигнал изменяют до тех пор, пока не произойдет заметное изменение выходного сигнала. Затем изменяют входной сигнал на величину зоны нечувствительности в противоположном направлении, при этом направление изменения выходного сигнала должно быть противоположным.

При этом для регуляторов по п. 1.2*а* зону нечувствительности проверяют при трех значениях переменной и задания, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03, 0,06 и 0,09 МПа), а для регуляторов по п. 1.2*б* при значениях переменной или задания, отличающихся от нижнего граничного значения на 10; 50 и 90% нормирующего значения входного сигнала с предельным отклонением ±5%.

Аналогично проверяют зону нечувствительности при стабилизации выходного сигнала внутри интервалов 0,55—0,65 и 0,85—0,90 кгс/см^2 (0,055—0,065 и 0,085—0,090 МПа).

4.11. Определение изменения погрешности регуляторов при отклонении давления питания на ±0,14 кгс/см^2 (±0,014 МПа) (п. 2.9) проводят для регуляторов типов ПЗ-I и ПЗ-II при значении задания, отличающегося от нижнего граничного значения на 10—15% нормирующего значения входного сигнала и определяют основную погрешность по методике п. 4.1.

Устанавливают давление питания 1,26 кгс/см^2 (0,126 МПа) и определяют изменение погрешности регулятора. Затем определяют изменение погрешности при давлении питания 1,54 кгс/см^2 (0,154 МПа). Аналогично проверяют изменение погрешности при значении задания, отличающегося от нижнего граничного значения на 45—55 и 85—90% нормирующего значения входного сигнала.

Для остальных типов регуляторов, изменяя входной сигнал, стабилизируют выходной сигнал внутри интервала 0,30—0,35 кгс/см^2 (0,030—0,035 МПа) и определяют основную погрешность по методике п. 4.1.

Устанавливают давление питания 1,26 кгс/см^2 (0,126 МПа) и в указанном выше интервале давлений определяют изменение погрешности.

Стабилизацию давления производят при изменении входного сигнала в одном направлении. Затем определяют изменение погрешности регуляторов при давлении питания 1,54 кгс/см^2 (0,154 МПа).

4.12. Проверку изменений погрешности регуляторов при отклонении температуры окружающей среды (п. 2.10) проводят по методике п. 4.1.

Для регуляторов типов ПЗ-I и ПЗ-II при значении задания, отличающегося от нижнего граничного значения на 50% нормирующего значения входного сигнала.

Регулятор помещают в термостат (криостат) и при температуре 20±5°С проверяют основную погрешность. Затем температуру в термостате (криостате) повышают (понижают) до значений, указанных в п. 1.7 и поддерживают ее с точностью ±5°С в течение 3 ч и определяют изменение погрешности.

Для остальных типов регуляторов проверку проводят следующим образом:

Регулятор помещают в термостат и при температуре 20±5°С определяют основную погрешность. Температуру в термостате повышают до плюс 50°С для регуляторов по пп. 1.2*а, б* и до плюс 60°С для регуляторов по п. 1.2 *в* и поддерживают ее с точностью ±5°С в течение 3 ч при значении выходного сигнала 0,5—0,7 кгс/см^2 (0,05—0,07 МПа). Аналогично проводят проверку регулятора в криостате при температуре плюс 5°С. Изменение по-

грешности для регуляторов по п. 1.2*а* проверяют при значении переменной или задания, равном 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа) и отличающемся от нижнего граничного значения переменной или задания на 50% нормирующего значения входного сигнала для регуляторов по п. 1.2*б*.

4.13. Определение нелинейности статических характеристик (п. 2.11) проводят поочередно при начальном (но не ниже 10%), конечном и двух промежуточных значениях предела пропорциональности, которые устанавливаются в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

При нижнем граничном значении времени изодрома (интегрирования) и предварения стабилизируют сигнал $Y_{ст}$ на значении, равном 0,60±0,03 кгс/см^2 (0,060±0,003 МПа), и устанавливают указатель времени изодрома (интегрирования) на отметку шкалы ∞. Измеряют выходной сигнал для семи — девяти значений входных сигналов, равноотстоящих друг от друга и симметричных относительно входного сигнала $X_{вх}^{ст}$, при котором происходит стабилизация выходного сигнала. Если значения пределов пропорциональности $\delta \geqslant 100\%$, то диапазон изменения входного сигнала должен составлять 75% нормирующего, если предел пропорциональности $\delta < 100\%$, то входной сигнал должен находиться в диапазоне, при котором выходной сигнал изменяется на 0,60±0,05 кгс/см^2 (0,060±0,005 МПа).

Для каждого из указанного значений пределов пропорциональности составляют таблицу (см. справочное приложение 4). В таблицу вносят значения входных сигналов $X_{i_{вх}}$ и соответствующие им значения выходного сигнала Y_i. Методом наименьших квадратов вычисляют значения коэффициента усиления K, расчетные значения выходного сигнала $Y_i^{расч}$, абсолютные Δi и относительные $\Delta i \cdot 125\%$ значения отклонений действительных значений статических характеристик от расчетных.

Максимальное значение $\Delta i \cdot 125\%$ определяет действительное значение нелинейности статических характеристик.

4.13.1. Нелинейность статических характеристик для регуляторов по п. 1.2*а, б* определяют при неизменном значении задания, отличающегося от нижнего граничного значения на 50% нормирующего значения входного сигнала.

Допускается вместо стабилизации выходного сигнала емкость изодрома (интегрирования) соединять с источником постоянного давления, равном 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа), при этом устанавливают значение $X_{вх}^{ст}$, при котором выходной сигнал $Y_{ст}$ равен 0,6 кгс/см^2 (0,06 МПа). Для регуляторов, у которых коэффициент усиления K зависит от знака входного сигнала, нелинейность статических характеристик определяют отдельно для положительных и отрицательных значений входного сигнала.

4.14. Динамическую погрешность регуляторов (п. 2.12) определяют исследованием их частотных характеристик на измерительной аппаратуре по ГОСТ 14886—69.

Допускается определение частотных характеристик производить графоаналитической обработкой осциллограмм входного и выходного сигналов, причем входной сигнал формируется генератором гармонических колебаний.

В этом случае погрешность измерительной аппаратуры не должна превышать 5% амплитуды измеряемого сигнала, а нелинейные искажения входного гармонического — менее 10% по отношению к амплитуде первой гармонической составляющей входного сигнала. Определение динамической погрешности проводят при следующих параметрах:

а) для регуляторов типов П и ПИ — на нижнем, среднем и верхнем граничных значениях предела пропорциональности на частотах 0,01; 0,03 и 0,10 рад/с и отключенной астатической компоненте;

б) для регуляторов типа ПД — на нижнем, среднем и верхнем граничных значениях предела пропорциональности и среднем значении времени предварения при значениях $\omega T_{п}$, равных 0,3; 0,7 и 1,0 рад;

в) для регуляторов типа ПИД — при тех же условиях, что и в п. 4.14*б*, но при отключенной астатической компоненте;

г) амплитуды изменения входного и выходного сигналов не должны превышать 25% полного диапазона их изменения, а среднее значение этих сигналов должно составлять 50±5% полного диапазона их изменения.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.15. Время изменения выходного сигнала при длине линии до 60 м (п. 2.13) определяют при δ, равной 100% или при нижнем граничном значении, если $\delta > 100\%$, а также при нижнем граничном значении времени предварения и любом значении времени изодрома (интегрирования).

Выходной сигнал устанавливают равным 0,2 кгс/см^2 (0,02 МПа), а входной скачком изменяют от нижнего до верхнего граничных значений и отмечают время t_1, за которое выходной сигнал изменится от 0,2 до $0{,}2 + \frac{0{,}5 \cdot 100}{\delta}$ кгс/см^2 (от 0,02 до $0{,}02 + \frac{0{,}5 \cdot 100}{\delta}$ МПа).

Выходной сигнал стабилизируют на значении, равном 1 кгс/см^2 (0,1 МПа), скачком изменяют входной сигнал от верхнего до нижнего граничных значений и отмечают время t_2, за которое выходной сигнал изменится от 1,0 до $1{,}0 - \frac{0{,}5 \cdot 100}{\delta}$ кгс/см^2 (от 0,10 до $0{,}10 - \frac{0{,}05 \cdot 100}{\delta}$ МПа). Время передачи выходного сигнала для регуляторов по пп. 1.2*а*, *б* определяют при нижнем и верхнем значениях переменной (задания).

Время t_1 и t_2 не должно превышать значения, указанного в п. 2.13.

4.15.1. Время передачи выходного сигнала при длине линии до 300 м (п. 2.13.1) определяют по методике, устанавливаемой в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

4.16. Расход воздуха, потребляемый регуляторами в установившемся режиме (п. 2.14), проверяют при значениях выходного сигнала, равных 0,3; 0,6 и 0,9 кгс/см^2 (0,03; 0,06 и 0,09 МПа).

В линию питания включают ротаметр по ГОСТ 13045—67, отградуированный при абсолютном давлении 750—800 мм рт. ст. При давлении питания 1,4 кгс/см^2 (0,14 МПа) и температуре окружающей среды 20±5°С определяют показания ротаметра $Q_р$ в л/м (м^3/с).

Расход воздуха $Q_н$, приведенный к условиям п. 2.7, определяют по формуле

$$Q_н = 1{,}5 \cdot Q_р.$$

4.17. Проверка герметичности регуляторов (п. 2.15) должна проводиться по методике, устанавливаемой в стандартах и технической документации на конкретные типы регуляторов.

4.18. При испытаниях на перегрузку (п. 2.16) регуляторы выдерживают под давлением 1,6 кгс/см^2 (0,16 МПа) в течение 15 мин и после снятия перегрузки проверяют на соответствие требованиям п. 2.1.

4.19. Испытания на циклическое изменение входного сигнала (п. 2.17) проводят при температуре окружающей среды 20±5°С.

До и после испытаний регуляторы проверяют на соответствие требованиям пп. 2.1 и 2.6.

4.20. Испытания регуляторов на воздействие вибрации (п. 2.18) — по ГОСТ 12997—76.

4.21. Испытания регуляторов в упаковке для перевозки на воздействие транспортной тряски, пониженных температур и повышенной влажности (п. 2.19) — по ГОСТ 12997—76.

После испытаний на транспортную тряску допускается корректировка регуляторов с помощью подстроечных элементов.

4.20.—4.21. (Измененная редакция, Изм. № 1).

4.22. Испытания регуляторов на надежность (п. 2.20) — по ГОСТ 13216—74.

4.23. Комплектность (п. 2.23) и маркировку (пп. 5.1 и 5.2) проверяют внешним осмотром.

5. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1. На каждом регуляторе должны быть нанесены данные по ГОСТ 13053—76.

Маркировка регуляторов по п. 1.2*б* должна производиться в соответствии с требованиями стандартов и технической документации на конкретные типы регуляторов.

5.2. Предупредительные знаки на ящиках, соответствующие надписям: «Верх, не кантовать», «Осторожно, хрупкое» — по ГОСТ 14192—77.

5.3. Упаковка, транспортирование и хранение — по ГОСТ 13053—76.

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Требования по технике безопасности обеспечиваются выполнением требований пп. 1.9; 1.10; 2.15 и 2.17.

7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1. Изготовитель должен гарантировать соответствие регуляторов требованиям настоящего стандарта при соблюдении потребителем условий применения и хранения, установленных стандартом.

Гарантийный срок эксплуатации регуляторов по п. 1.2*а, б, г* — 18 мес. со дня ввода их в эксплуатацию.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к ГОСТ 9988—73
Справочное

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Типы регуляторов	Математическое описание идеальных законов регулирования
ПЗ-I	$Y=1$ при $X_п \geqslant X_з$; $Y=0$ при $X_п \leqslant X_з$;
ПЗ-II	$Y=1$ при $X_п \geqslant X_з$; $Y=0$ при $X_п \leqslant X_з-\Delta$. Y равен своему предыдущему значению при $X_з-\Delta<X_п<X_з$, где Δ — зона возврата регулятора
П	$Y-Y_0=KX_{вх}$
ПД-I	$Y-Y_0=K\left(X_{вх}+T_п\frac{dX_{вх}}{dt}\right)$
ПД-II	$Y=X_{вх}+T_п \cdot \frac{dX_{вх}}{dt}$
ПД-III	$Y+T_п\frac{dY}{dt}=X_{вх}+a \cdot T_п\frac{dX_{вх}}{dt}$ при $0<a<1$
ПИ-I	$Y=K\left(X_{вх}+\frac{1}{T_{из}}\int X_{вх} \cdot dt\right)$
ПИ-II	$Y=KX_{вх}+\frac{1}{T_и}\int X_{вх} \cdot dt$
ПИД-I	$Y=K\left(X_{вх}+\frac{1}{T_{из}}\int X_{вх} \cdot dt+T_п \cdot \frac{dX_{вх}}{dt}\right)$
ПИД-II	$Y=K\left(X_{вх}+T_п\frac{dX_{вх}}{dt}\right)+\frac{1}{T_и}\int X_{вх} \cdot dt$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к ГОСТ 9988—73
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ, ПРИНЯТЫХ В СТАНДАРТЕ

Предел пропорциональности — значение, обратное коэффициенту усиления регулятора, в %.

Время изодрома — время, в течение которого астатическая составляющая регулятора вызывает изменение выходного сигнала регулятора на значение, равное значению изменения выходного сигнала, вызванного действием пропорциональной составляющей при скачкообразном изменении входного сигнала.

Время интегрирования — время, в течение которого астатическая составляющая регулятора изменяет выходной сигнал на значение, равное значению скачкообразного изменения входного сигнала.

Время предварения — время, в течение которого входной сигнал, изменяющийся с постоянной скоростью, достигнет значения выходного сигнала, изменяющегося с той же скоростью в момент начала отсчета.

Зона возврата — интервал изменения входного сигнала, в пределах которого одному и тому же значению входного сигнала соответствуют два значения выходного сигнала.

Зона нечувствительности — максимальный интервал изменения входного сигнала, в пределах которого выходной сигнал сохраняет свое значение неизменным.

Статическая характеристика регуляторов типов П; ПД; ПИ и ПИД — зависимость между входным и выходным сигналами в установившемся режиме при отключенной астатической составляющей.

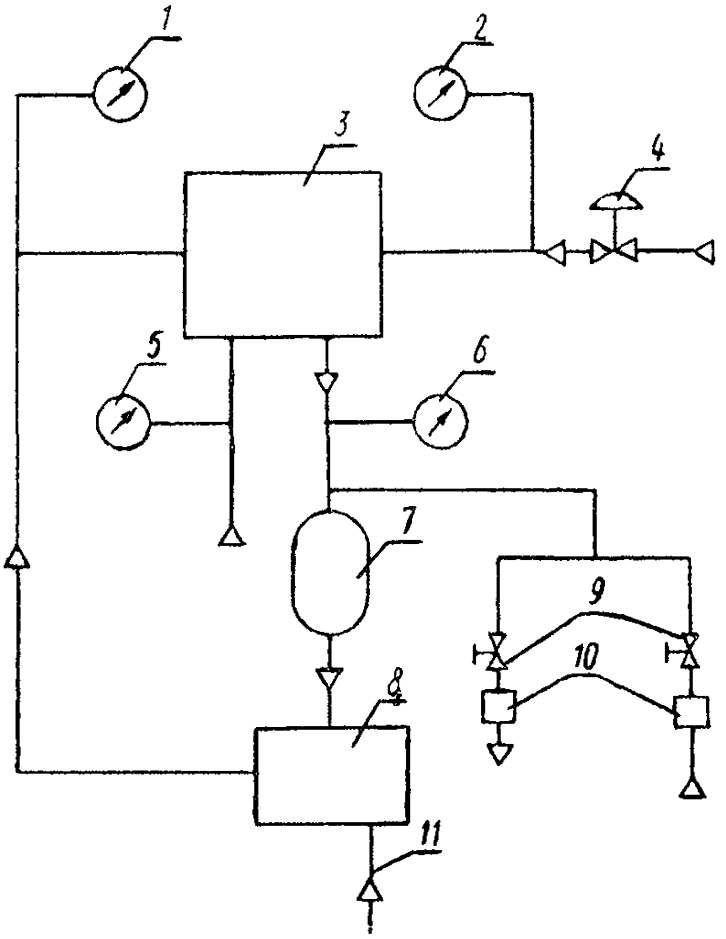
Нелинейность статической характеристики — максимальное отклонение действительных значений, статической характеристики регуляторов от прямой, аппроксимирующей эту характеристику методом наименьших квадратов.

Идеальный регулятор — регулятор, точно реализующий стандартный закон регулирования.

Динамическая погрешность — отклонение частотных характеристик реального регулятора от частотных характеристик идеального регулятора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 к ГОСТ 9988—73
Справочное

СХЕМА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДОПУСКАЕМОЙ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ДЛЯ РЕГУЛЯТОРОВ ТИПОВ ПИ-I; ПИ-II; ПИД-I и ПИД-II



1 — манометр контроля переменного значения регулируемой величины, *2* — манометр контроля задающего значения регулируемой величины, *3* — регулирующее устройство, *4* — задатчик, *5* — манометр контроля давления питания, *6* — манометр контроля выходного давления, *7* — емкость, *8* — реле суммирования, *9* — вентиль, *10* — ротаметр, *11* — переменное смещение

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

№ замера	$X_{i\text{вх}}$, кгс/см²	$X_{i\text{вх}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$, кгс/см²	Y_i, кгс/см²	$(X_{i\text{вх}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_i$, кгс/см²	$(X_{i\text{вх}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$ кгс/см²
1	$X_{1_{\text{вх}}}$	$X_{1_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_1	$(X_{1_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_1$	$(X_{1_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
2	$X_{2_{\text{вх}}}$	$X_{2_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_2	$(X_{2_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_2$	$(X_{2_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
3	$X_{3_{\text{вх}}}$	$X_{3_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_3	$(X_{3_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_3$	$(X_{3_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
4	$X_{4_{\text{вх}}}$	$X_{4_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_4	$(X_{4_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_4$	$(X_{4_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
5	$X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	0	$Y_{\text{ст}}$	0	0
6	$X_{6_{\text{вх}}}$	$X_{6_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_6	$(X_{6_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_6$	$(X_{6_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
7	$X_{7_{\text{вх}}}$	$X_{7_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_7	$(X_{7_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_7$	$(X_{7_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
8	$X_{8_{\text{вх}}}$	$X_{8_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_8	$(X_{8_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_8$	$(X_{8_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
9	$X_{9_{\text{вх}}}$	$X_{9_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}$	Y_9	$(X_{9_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_9$	$(X_{9_{\text{вх}}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2$
Σ			—	A	B

$$K = \frac{A}{B},$$

где $A = \sum_{i=1}^{i=9} (X_{i\text{вх}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}}) \cdot Y_i$;

$$B = \sum_{i=9}^{i=1} (X_{i\text{вх}} - X^{\text{ст}}_{\text{вх}})^2.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 к ГОСТ 9988—73
Справочное

НЕЛИНЕЙНОСТИ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

$K(X_{i_{вх}}-X_{вх}^{ст})$ кгс/см²	$Y_i^{расч}-K(X_{i_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$, кгс/см²	$\Delta_i=Y_i^{расч}-Y_i$, кгс/см²	$\Delta_i \cdot 125\%$
$K(X_{1_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_1^{расч}=K(X_{1_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_1=Y_1^{расч}-Y_1$	$\Delta_1 \cdot 125\%$
$K(X_{2_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_2^{расч}=K(X_{2_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_2=Y_2^{расч}-Y_2$	$\Delta_2 \cdot 125\%$
$K(X_{3_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_3^{расч}=K(X_{3_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_3=Y_3^{расч}-Y_3$	$\Delta_3 \cdot 125\%$
$K(X_{4_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_4^{расч}=K(X_{4_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_4=Y_4^{расч}-Y_4$	$\Delta_4 \cdot 125\%$
0	$Y_5^{расч}=Y_{ст}$	$\Delta_5=0$	0
$K(X_{6_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_6^{расч}=K(X_{6_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_6=Y_6^{расч}-Y_6$	$\Delta_6 \cdot 125\%$
$K(X_{7_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_7^{расч}=K(X_{7_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_7=Y_7^{расч}-Y_7$	$\Delta_7 \cdot 125\%$
$K(X_{8_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_8^{расч}=K(X_{8_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_8=Y_8^{расч}-Y_8$	$\Delta_8 \cdot 125\%$
$K(X_{9_{вх}}-X_{вх}^{ст})$	$Y_9^{расч}=K(X_{9_{вх}}-X_{вх}^{ст})+Y_{ст}$	$\Delta_9=Y_9^{расч}-Y_9$	$\Delta_9 \cdot 125\%$

Редактор *В. Н. Шалаева*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *М. С. Кабашова*

Сдано в набор 12.11.81 Подп. к печ. 31.08.82
1,5 печ. л. 1,47 уч.-изд. л. Тир. 8000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов,
123557, Москва, Новопресненский пер , 3
Типография, пр. Сапунова, 2

gost.e-ecolog.ru