

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	2
I. Назначение	2
2. Технические данные	4
3. Устройство и принцип работы	6
4. Технические данные комплектующих изделий	28
5. Размещение и монтаж	38
6. Схемы внешних соединений	39
7. Указания мер безопасности	42
8. Подготовка к работе	42
9. Техническое обслуживание	50
10. Характерные неисправности и методы их устранения	51
II. Правила хранения и транспортирования.	55

Настоящее техническое описание и инструкции по эксплуатации (ТО) предназначено для изучения принципа действия и правил эксплуатации приборов регулирующих Р25.

ТО содержит описание устройства и принципа работы приборов, а также сведения, необходимые для их правильной эксплуатации.

Соблюдение приведенных в ТО рекомендаций по проверке и обслуживанию приборов является необходимым условием их надежной работы в течение длительного времени.

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Приборы регулирующие Р25 предназначены для применения в системах автоматического регулирования и управления технологическими процессами.

Приборы выполняют следующие функции:

- суммирование сигналов, поступающих от измерительных преобразователей с естественными электрическими выходными сигналами, введение информации о заданном значении величины, формирование и усиление сигнала рассогласования;
- формирование на выходе электрических импульсов постоянного или переменного тока для управления исполнительным механизмом с постоянной скоростью перемещения;
- формирование совместно с исполнительным механизмом постоянной скорости пропорционально-интегрального закона регулирования;
- формирование совместно с дифференциатором и исполнительным механизмом постоянной скорости пропорционально-интегрально-дифференциального закона регулирования;
- ручное управление исполнительным механизмом;

– преобразование сигнала от дифференциально-трансформаторного измерительного преобразователя положения исполнительного механизма в сигнал постоянного тока.

Модификации приборов, определяемые видом и номинальным диапазоном изменения входных сигналов, а также вид и количество подключаемых к приборам измерительных преобразователей, приведены в таблице I-I.

Таблица I-I

Модификация прибора	Вид и номинальный диапазон изменения входных сигналов	Вид и количество подключаемых измерительных преобразователей
I	Сигнал переменного тока частотой 50 Гц от 0 до 0,5 В (изменение взаимной индуктивности от 0 до 10 мГн)	От 1 до 3 дифференциально-трансформаторных измерительных преобразователей
2	Изменение активного сопротивления термометра сопротивления на 46 Ом	1 или 2 термометра сопротивления градуировок 21,23 по ГОСТ 6651-69
3	Изменение термо-ЭДС термометра термоэлектрического от 0 до 50 мВ	1 термометр термоэлектрический градуировок ХК, ХА, III, ПР по ГОСТ 6616-74

Примечания: 1. Приборы модификаций 2 и 3 имеют дополнительные входы для подключения унифицированных электрических сигналов 0-5 мА, 0-20 мА, 0-10 В, используемых только для ввода корректирующих воздействий.

2. В приборах модификации 3 предусматривается компенсация температуры холодных спаев.

Приборы выпускаются двух исполнений:

- 1 - без встроенного индикатора положения рабочего органа исполнительного механизма;
- 2 - с встроенным индикатором положения рабочего органа исполнительного механизма.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Питание приборов осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220^{+22}_{-33} В, частотой 50 ± 1 Гц.

2.2. Мощность, потребляемая от сети, не более 22 А.

2.3. Входное сопротивление:

- а) для сигнала 0-5 мА - не более 100 Ом;
- б) для сигнала 0-20 мА - не более 25 Ом;
- в) для сигнала 0-10 В - не менее 15 кОм.

2.4. Выходные сигналы:

- а) импульсы напряжения постоянного пульсирующего тока среднего значения напряжения 4 В.
- б) изменение состояния бесконтактных ключей, допускающих коммутацию пульсирующего постоянного или переменного тока.

Отклонение значений выходного сигнала от величины, указанной в п.2.4а:

- а) в режиме автоматического управления при нагрузке 115 Ом не должно быть более 10%;
- б) в режиме ручного управления не должно быть более минус 10% и плюс 20%.

2.5. Выходные бесконтактные ключи приборов коммутируют переменный частотой 50 Гц и пульсирующий постоянный ток с амплитудным значением до 1 А при действующем значении тока от 0,1 до 0,5 А и действующем значении напряжения внешнего источника питания выходных цепей не более 250 В.

2.6. Вид и сопротивление нагрузки для выходного сигнала 24 В, подключаемой к внутреннему источнику - активно-индуктивная при активном сопротивлении не менее 100 Ом.

2.7. Перемещение указателя положения исполнительного механизма при изменении сигнала измерительного преобразователя положения на 1 В, не менее 100% шкалы индикатора.

2.8. Диапазон изменения зоны нечувствительности Δ в процентах от номинального диапазона изменения входного сигнала для приборов модификаций 1;2 и от 0,4 номинального диапазона изменения входного сигнала для приборов модификации 3 составляет от $0,5 \pm 0,3$ до 5 ± 2 .

2.9. Диапазон изменения коэффициента пропорциональности $K_{п63}$, определяемый для времени полного хода исполнительного механизма 63 с,

от $0,5 \pm 0,2$ до 20 ± 8 .

2.10. Диапазон изменения постоянной времени интегрирования T_i от 5 ± 2 до 500 ± 200 с.

2.11. Диапазон изменения постоянной времени демпфирования $T_{дф}$ от 0 до 10^{+12}_{-4} с.

2.12. Диапазон изменения длительности интегральных импульсов выходного сигнала t_{Σ} от $0,1^{+0,15}_{-0,02}$ до 1 с.

2.13. Диапазон изменения сигнала корректора в процентах от номинального диапазона изменения входного сигнала:

а) для Р25.1 - от минус 100 ± 25 до плюс 100 ± 25 (с изменением фазы сигнала);

б) для Р25.2 - от минус 50 ± 25 до плюс 50 ± 25 ;

в) для Р25.3 - от 0 до 100 ± 5 .

2.14. Диапазон изменения сигнала задатчика, в процентах от номинального диапазона изменения входного сигнала:

а) для Р25.1 - от минус 20 ± 5 до плюс 20 ± 5 ;

б) для Р25.2 - от минус $7,5 \pm 2,5$ до плюс $7,5 \pm 2,5$;

в) для Р25.3 - от 0 до 20 ± 1 .

2.15. Масса прибора - не более 5 кг.

2.16. Габаритные размеры прибора - $120 \times 240 \times 285$ мм.

2.17. Приборы рассчитаны на эксплуатацию в закрытых взрыво-безопасных помещениях при следующих условиях:

а) температура окружающего воздуха от 5 до 50°C ;

б) верхнее значение относительной влажности воздуха - 80% при 25°C и более низких температурах, без конденсации влаги;

в) атмосферное давление - от 630 до 800 мм.рт.ст.

г) примеси агрессивных паров и газов в окружающем воздухе должны отсутствовать;

д) вибрация мест крепления и коммутации приборов не более $0,1 \text{ мм}$ по амплитуде при частоте до 25 Гц;

- е) напряженность внешнего магнитного поля частотой 50 Гц - не более 400 А/м;
- ж) амплитуда напряжения продольной помехи (помехи действующей между корпусом прибора и входной цепью) переменного или переменного тока частотой 50 Гц - не более 100 В;
- з) напряжение поперечной помехи (помехи, действующей последовательно с входным сигналом) переменного тока частотой 50 Гц - не более 2 мВ для приборов Р25.2 и Р25.3.

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Конструкция

Конструктивно прибор (рис. 1) состоит из сварного металлического каркаса 1 с передней панелью 2. Каркас объединяет два субблока 3 и 4, выполненных на основе конструктивов ГСП УТК.

Каркас с субблоками заключен в стальной кожух 5.

Прибор рассчитан на щитовой утопленный монтаж на вертикальной плоскости. Крепление прибора (кожуха) к щиту осуществляется специальными кронштейнами 6. На передней панели прибора размещены оперативные органы управления и контроля.

В нижней и задней частях каркаса размещены:

- а) трансформатор 7;
- б) конденсаторы интегрирования 8 (возможна установка на Р-ОП);
- в) конденсаторы, шунтирующие тиристоры 9;
- г) два кронштейна 10 с наборами элементов;
- д) две стойки с двумя резисторами в приборе Р25.2;
- е) розетки РПЗТ штепсельных разъемов субблоков II.

На задней стенке каркаса размещена колодка 12 с 20-ю коммутационными зажимами, к которым подключаются "под винт" внешние электрические соединения прибора. С помощью винта 13 осуществляется заземление прибора.

Коммутация субблоков осуществляется с помощью штепсельных разъемов РПЗІ.

В зависимости от модификаций приборы включают в себя следующие субблоки:

P25.1 - субблоки P-011 и P-012

P25.2 - субблоки P-011 и P-012

P25.3 - субблоки P-011 и P-013

Приборы P25.1 и P25.2 отличаются некоторыми элементами, смонтированными на монтажной плате прибора (см. рис. 1), и внутренним монтажом.

Все субблоки построены на одной конструктивной базе - платах монтажных подвижных зажимных (ПМЗ) УТН ОСТ 25.50-71 с габаритами 180 x 160 x 38,4 мм.

3.2. Органы управления, контроля и настройки

Оперативные органы управления и контроля расположены на передней панели каркаса (см. рис. 1) и включают в себя:

- а) задатчик - І4;
- б) индикатор положения рабочего органа исполнительного механизма (исполнение P25.1.2; P25.2.2; P25.3.2) - І5,
- в) переключатель управления (ручное, автоматическое) - І6,
- г) переключатель "больше" () - "меньше" () - І7.

Другие органы настройки и контроля размещены на торцевых панелях субблоков. На субблоке P-011 (рис. 2) находятся:

- а) два светодиода І и 2, индицирующие направление действия регулирующего прибора ( - больше,  - меньше);
- б) переключатель режима работы 3 прибора (ПИ-пропорционально-интегральный,  - трехпозиционный);

в) потенциометр "зона" 4 для изменения зоны чувствительности прибора;

г) потенциометр "импульс" 5 для изменения длительности включений в пульсирующем режиме;

д) потенциометр $K_{\text{д}}$ 6 для изменения коэффициента пропорциональности;

е) потенциометр и переключатель "Тн" 7 и 8 для изменения величины постоянной времени интегрирования плавно и дискретно.

ж) потенциометр "демпфер" 9 для изменения постоянной времени демпфирования.

з) гнездо "Е" (I0) для контроля сигнала отклонения;

и) гнездо "ОС" (I1) для контроля сигнала обратной связи;

к) гнездо "ОТ" (I2) "общая точка" субблока.

На субблоке Р-012 (рис.3) находятся:

а) три потенциометра $K1(1)$, $K2(2)$ и $K3(3)$ для изменения чувствительности по каждому из трех каналов;

б) потенциометр "корректор" (внутренний широкодиапазонный задатчик) 4, позволяющий сбалансировать субблок при любом заданном значении сигнала (регулируемого параметра);

в) индикатор "отклонение" 5, индицирующий отклонение параметра от заданного значения (в субблоке Р-012.1);

г) потенциометр "УП" 6 для подстройки верхнего предела шкалы индикатора положения исполнительного механизма (регулирующего органа).

На субблоке Р-013 (рис.4) находятся:

а) задатчик, состоящий из трех кнопок I дискретного изменения и потенциометра 2 плавного изменения задания.

б) потенциометр $K(3)$ для изменения чувствительности по каналу унифицированных сигналов тока и напряжения;

в) индикатор "отклонение" 5, индицирующий отклонение параметра от заданного значения (в субблоке Р-013.1);

г) два потенциометра 5 и 6, позволяющие осуществить подстройку прибора при смене градуировки термометра;

д) потенциометр "УП" 7 для подстройки верхнего предела шкалы индикатора положения исполнительного механизма (регулирующего органа).

3.3. Принципиальные схемы приборов Р25

На рис. 5 показана общая для всех типов приборов Р25 блок-схема.

Каждый прибор содержит следующие основные узлы – 2 субблока: измерительный (Р-ОІ2 или Р-ОІ3) и регулирующий (Р-ОІІ), а также трансформатор питания (Тр). Кроме этих основных узлов на принципиальных схемах приборов (рис. 6, 7, 8) показаны все элементы, устанавливаемые непосредственно на каркасе прибора, а также на специальных клеммниках.

Основные элементы электронной схемы каждого типа приборов смонтированы на 2-х печатных платах, каждая из которых вместе с рамкой и штепсельным разъемом образует субблок.

Во всех трех типах приборов применен субблок Р-ОІІ, выполняющий функции формирования закона регулирования и коммутации выходных цепей.

Два других типа субблоков (Р-ОІ2 и Р-ОІ3), называемые измерительными, выполняют функции суммирования сигналов от датчиков, введения сигнала задания, преобразования сигнала датчика положения рабочего органа исполнительного механизма в сигнал постоянного тока и формирования стабилизированного постоянного напряжения питания.

Субблок Р-ОІ2 используется в 2-х типах приборов Р25.1 и Р25.2. Различные измерительные схемы прибора Р25.1, предназначенного для суммирования сигналов от дифференциально-трансформаторных датчиков и прибора Р25.2, предназначенного для суммирования сигналов от термометров сопротивления, образуются за счет различной коммутации субблока Р-ОІ2 на его штепсельном разъеме и ряда дополнительных

резисторов, показанных на принципиальной схеме прибора Р25.2.

Субблок Р-С13 используется в приборе Р25.3 и отличается от субблока Р-С12 измерительной схемой, предназначенной для введения сигнала от термометра термоэлектрического и унифицированного сигнала тока или напряжения.

Связь между субблоками регуляторов Р25 осуществляется сигналами $0... \pm 10$ В постоянного тока. Изменение выходного напряжения измерительного субблока, соответствующее изменению входного сигнала или сигнала корректора на 100%, составляет от 0 до минус 10 В или от 0 до плюс 10 В (в зависимости от разн или знака отклонения) и может быть измерено между гнездом "Е" и общей точкой схемы вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 10 кОм. Напряжение питания с субблока Р-О12 ± 15 В и -15 В относительно общей точки схемы поступает на клеммы субблока Р-О11. Допускаемые отклонения напряжения питания не более $\pm 1,5$ В.

Общая точка схемы (клемма 20 и гнездо "СТ") гальванически не связана с корпусом, выходными цепями и цепями питания.

Во всех трех типах приборов используется один и тот же трансформатор питания.

Напряжения на клеммнике трансформатора, приведенные в таблице 3-1, даны для сбалансированного состояния приборов.

Таблица 3-1

Тип прибора	Номер обмотки Номера клемм	I 1-2	II 3-4	III 5-6-7	IV 11-12-14	V 10-9	
Р25.1	Напряжение между клеммами *	220	44	22,5+ +32,5	11,5+24	33	Включен 3-х фаз. трансформатор, датчика
Р25.2	" "	220	-	20+20	11,5+24	33	Вкл. 3-х термометр, сопротивление датчика положения
Р25.3	" "	220	-	20+20	11,5+24	33	Вкл. датчик положения

* Допускаемые отклонения напряжений на вторичных обмотках примерно $\pm 10\%$.

3.3.1. Стабилизированный источник напряжения постоянного тока (стабилизатор).

Стабилизатор (см. схему субблока Р-012, приведенную на рис. 9) питается от обмотки со средней точкой Ш тр-ра прибора через диодную сборку Д3. На выходах диодной сборки выделяются положительное и отрицательное напряжения относительно общей точки схемы. Двухполупериодно-выпрямленные напряжения после выпрямителя Д3 стабилизируются конденсаторами С8 и С10.

Нагрузки стабилизатора включаются в цепи эмиттеров транзисторов Т2 и Т3. Напряжение на нагрузках сравнивается с напряжением на стабилитронах Д4, Д5 и Д10, Д11. Транзисторы выполняют роль усилителей мощности (регуляторов тока нагрузки).

Резисторы R30 и R34 служат для задания тока в стабилитроны и базы транзисторов, а R27 и R41 для защиты транзисторов от короткого замыкания цепей нагрузки. Разброс выходных напряжений стабилизатора определяется разбросом напряжений стабилизации стабилитронов. Конденсаторы С7 и С11 служат для устранения высокочастотных связей.

Наряду со стабилизированным источником напряжений +15 В и -15 В в субблок Р-012 встроены дополнительные стабилизаторы напряжений +8 В и -3 В. Эти стабилизаторы выполнены на стабилитронах Д6 + Д9 и подключаются только в приборе Р25.2, где используются для питания мостов термометров сопротивления и моста "корректор" - "задатчик".

Стабилизатор субблока Р-013 (см. схему субблока на рис. 10) выполнен по тому же принципу, что и в субблоке Р-012.

В субблоке Р-013 кроме стабилизированного источника напряжения +15 В и -15 В, имеются дополнительные стабилизаторы напряжения +9 В и -9 В, выполненные на термокомпенсированных стабилитронах Д2 и Д3 и предназначенные для питания делителей задающего устройства.

3.3.2. Схема индикатора положения исполнительного механизма.

Эта схема является автономным узлом субблоков Р-012 и Р-013 и

представляет собой ключевой демодулятор, аналогичный демодулятору измерительной схемы субблока Р-012.

Демодулятор (см. принципиальную схему субблока Р-012, приведенную на рис. 9) выполнен на транзисторе Т4, включенном последовательно с источником сигнала (напряжение между движком потенциометра R42 и общей точкой схемы) и микроамперметром, служащим для индикации положения.

Транзистор Т4 коммутируется пульсирующим однополупериодным напряжением, подающимся через диод Д12 с фазосдвигающей цепи С9, R36.

Фазосдвигающая цепь питается от половины обмотки III трансформатора прибора и обеспечивает синфазное с напряжением датчика положения переключение демодулятора.

Микроамперметр подключается к клеммам 29-II субблока Р-012, а сигнал датчика положения к клеммам 30-II.

В субблоке Р-013 этот узел выполнен аналогично (см. принципиальную схему субблока Р-013, приведенную на рис. 10).

3.4. Измерительные схемы и измерительные субблоки Р-012, Р-013.

3.4.1. Прибор Р25.1

На принципиальной схеме прибора Р25.1 (рис. 6) в квадратной рамке показана структурная схема субблока Р-012, выполненная таким образом, что задействованы те клеммы и показаны только те узлы субблока, которые используются для работы с сигналами от дифференциально-трансформаторных датчиков.

Полная принципиальная схема субблока Р-012 приведена на рис. 9.

Измерительная схема прибора Р25.1 (рис. 11) действует следующим образом.

Первичные обмотки дифференциально-трансформаторных датчиков ДТ1, ДТ2 и др. соединяются последовательно, включая и датчик индикатора положения, и подключаются к клеммам 3;19 прибора. Резисторы R18, R19 служат для задания тока в первичных обмотках и уменьшения температурной погрешности датчиков. Номинальный ток 125 мА задается

при подключении к прибору одного дифференциально-трансформаторного датчика. При подключении 3-х датчиков ток в первичных обмотках и, следовательно, крутизна преобразования датчиков уменьшается, примерно, в 1,5 раза.

Напряжения сигналов переменного тока со вторичных обмоток дифференциально-трансформаторных датчиков подаются на клеммы: I1-I2; I3-I4 и I4-I5. Напряжения одного или нескольких сигналов при помощи потенциометрических делителей напряжения K1(R21); K2(R17) и K3(R14), служащих для изменения коэффициента передачи по каналу каждого датчика от 0 до 1, поступают в схему субблока Р-012.

Вместо дифференциально-трансформаторных датчиков на те же входы могут подключаться сигналы постоянного тока 0...5 мА или 0...30 мА (при этом на соответствующие клеммы ставятся шунтирующие сопротивления (см. примечание к схеме рис. I8), а также сигнал 0...±10 В на специальный вход кл. I4-I6.

Наряду с сигналами от датчиков в схему вводится сигнал от моста переменного тока, содержащего переменные резисторы "корректор" (R5) "задание" (R11), а также резисторы R2 и R3.

Мост питается переменным напряжением от обмотки II трансформатора прибора через фазосдвигающую емкость (C1), обеспечивающую сдвиг напряжения питания моста на угол, близкий к 45° , что соответствует сдвигу, вносимому дифференциально-трансформаторными датчиками. Часть выходного напряжения моста, определяемая резистивным делителем R9, R13, выделяется на резисторе R13 и суммируется последовательно с сигналами от датчиков, выделяющимися на потенциометрах R14, R17 и R21. В этой цепи, подключенной к общей точке схемы и входу 3 операционного усилителя ИМС, последовательно включен фазочувствительный демодулятор (ДМ), работающий в ключевом режиме.

Демодулятор выполнен на полевом транзисторе Т1 (см. схему на рис. 9), который периодически коммутируется (запирается) пульсирующим напряжением, поступающим через диод Д1 из цепи питания моста "корректор" - "задатчик". Фильтр, образованный внутренним сопротивлением демодулятора, источников сигнала и емкостью С6, сглаживает пульсации однополупериодно-выпрямленного напряжения сигнала и подавляет его реактивную составляющую. Благодаря коммутации демодулятора напряжением, сдвинутым по фазе относительно сети, обеспечивается высокий коэффициент передачи системы "демодулятор-фильтр".

Постоянное напряжение, выделяющееся на емкости С6, подается на вход интегральной микросхемы - ИМС. Микросхема вместе с корректирующими цепями (С2, R25, С3, С5) и функциональной отрицательной обратной связью (R24, R26, С4) образует операционный усилитель, выполняющий функции апериодического звена.

Постоянная времени этого звена определяется произведением R24, С4. Коэффициент передачи определяется отношением сопротивлений R26 и R24 и делителем выходного напряжения усилителя, выполненным на резисторах R18, R19, R20.

Операционный усилитель обеспечивает нормирование выходного напряжения субблока и подавление переменной составляющей напряжения до уровня, не превышающего несколько десятков милливольт.

Предусмотрено исполнение субблока Р-012 с индикатором отклонения измерительной схемы - МА. Полное отклонение указателя индикатора от среднего положения имеет место при сигнале на выходе усилителя составляющем 5 В или 50% от номинальной величины.

Статическая характеристика субблока Р-012 при работе в составе прибора Р25.1 определяется уравнением:

$$X_{\text{вых}} = K_1 \cdot X_{K1} + K_2 \cdot X_{K2} + K_3 \cdot X_{K3} + X_{K\text{эр}} + X_{33},$$

где $X_{\text{вых}}$ - выходной сигнал субблока;

X_{K1}, X_{K2}, X_{K3} - входные сигналы, подаваемые на узлы соответственно "К1", "К2", "К3";

$X_{кор}$ - сигнал корректора;

$X_{за}$ - суммарный сигнал внутреннего и внешнего задатчика;

K_1, K_2, K_3 - масштабные коэффициенты, изменяющиеся в диапазоне от 0 до 1.

Примечания: 1. Все сигналы в уравнении статической характеристики выражены в долях от номинального диапазона, изменения соответствующего входного (выходного) сигнала.

2. За номинальный диапазон изменения выходного сигнала субблока принято напряжение 10 В постоянного тока.

3. Сигналы в правой части уравнения считаются положительными (отрицательными), если их воздействие вызывает срабатывание прибора в сторону "больше" ("меньше").

3.4.2. Прибор Р35.2

На принципиальной схеме прибора Р35.2 (рис. 7) в квадратной рамке показана структурная схема субблока Р-012, выполненная таким образом, что задействованы те клеммы и показаны только те узлы субблока, которые используются для работы с термометрами сопротивления.

Измерительная схема прибора Р35.2 (рис. 12) действует следующим образом.

Питание измерительных мостов термометров сопротивления осуществляется постоянным напряжением от 2-й ступени стабилизатора, встроенного в субблок Р-012 (см. рис. 7), причем каждый мост питается от своей пары стабилитронов. Мост "задатчик"-"корректор" также питается постоянным напряжением от тех же стабилитронов, что и мост первого термометра сопротивления.

Мост первого термометра сопротивления образован резисторами R_7 и R_8 , термометром ТС1 и резистором R_2 .

Выход моста 1-го термометра подключен к потенциометру R_{17} (K_2), которым изменяется коэффициент передачи по каналу первого термометра сопротивления.

Мост второго сопротивления образован резисторами R_4 , R_5 , термометром TC2 и резистором R_3 . Сопротивления R_1 и R_3 установлены на панели прибора на специальных стойках и при необходимости могут быть заменены при наладке.

Выход моста 2-го термометра выведен на клеммы 15 и 20 (общая точка схемы) и может быть подключен к потенциометру $R_{14}(K3)$ переключкой 15-19 на клеммнике прибора P25.2.

К потенциометру $R_{14}(K3)$ вместо выхода моста 2-го термометра может быть подключен через резистор R_1 сигнал напряжения постоянного тока 0...10 В, подаваемый между клеммами 16 и 20 прибора, или сигнал постоянного тока 0...5 мА или 0...20 мА между клеммами 19 и 20. В этих случаях между этими клеммами должен быть установлен шунтирующий резистор (см. примечание к схеме рис. 19).

Напряжения, снимаемые с потенциометра R_{14} , R_{17} , суммируются параллельно через развязывающие резисторы R_{22} , R_{23} , R_6 с напряжением моста "задание" - "корректор" на входе усилителя-ИМС. Мост ("задатчик"-"корректор") питается через токозадающие резисторы R_1 и R_4 и образован потенциометрами R_5 и R_{11} и резисторами R_2 , R_3 .

Выход моста, шунтированный резисторами R_9 , R_{13} , снимается между движком потенциометра R_5 и общей точкой схемы.

Демодулятор (триод T_1) субблока P-012 при использовании субблока в схеме прибора P25.2 все время заперт постоянным положительным напряжением, подаваемым на затвор триода с клеммы 22, и на работу схемы не влияет.

Коэффициент усиления операционного усилителя ИМС выше, чем в приборе P25.1, за счет уменьшения степени отрицательной обратной связи. Это достигается шунтированием резистора R_{20} внешней переключкой.

В остальной схеме прибора P25.2 полностью аналогична схеме прибора P25.1.

Статическая характеристика субблока Р-012 при работе в составе прибора Р25.2 определяется уравнением:

$$X_{\text{вых}} = K_2 \cdot X_{\text{вх2}} + K_3 \cdot X_{\text{вх3}} + X_{\text{кор}} + X_{\text{зд}},$$

- где $X_{\text{вых}}$ – выходной сигнал субблока;
- $X_{\text{вх2}}$ – сигнал моста термометра сопротивления ТС1.
- $X_{\text{вх3}}$ – сигнал, подаваемый на узел "КЗ" (сигнал ^{сигнал} $X_{\text{КЗ}}$, либо один из сигналов 0–5 мА; 0–20 мА; 0–10 В постоянного тока);
- $X_{\text{кор}}$ – сигнал корректора;
- $X_{\text{зд}}$ – суммарный сигнал внутреннего и внешнего задатчика;
- K_2, K_3 – масштабные коэффициенты, изменяющиеся в диапазоне от 0 до 1;

Масштаб и полярность сигналов согласно примечаниям к уравнению статической характеристики субблока Р-012 при работе в составе прибора Р25.1.

3.4.3. Прибор Р25.3

На принципиальной схеме прибора Р25.3 (рис. 8) показана структурная схема субблока Р-013.

Субблок Р-013 (см. рис. 10) содержит:

- выпрямитель с фильтрами;
- стабилизатор напряжения;
- задающее устройство;
- узел корректора;
- узел температурной компенсации термо-эдс холодного спая термометра термоэлектрического;
- узел суммирования и масштабирования унифицированных сигналов постоянного тока;
- модулятор;
- усилитель переменного тока;
- демодулятор;
- генератор опорного напряжения;

- выходной усилитель постоянного тока;
- указатель отклонения (только для приборов исполнения 2).

Схема принципиальная электрическая измерительного субблока Р-013 показана на рис. 10.

Выпрямитель выполнен на диодном блоке Д4 с фильтрующими конденсаторами С14, С15. Стабилизатор напряжения содержит стабилизаторы Д7, Д8, включенные в базы транзисторов Т4, Т5 и Т6, Т7. Ток в стабилитронах задается резисторами R57, R58.

Стабилизатор имеет два выхода. Стабилизированное напряжение ± 15 В (относительно общей точки) снимается с эмиттеров транзисторов Т4, Т6 и используется для питания внешней нагрузки. Кроме того, стабилизированное напряжение такой же величины снимается с эмиттеров транзисторов Т5, Т7 и служит для питания микросхем ИМС1...ИМС3 и узла задатчика субблока Р-013. В цепь коллектора транзисторов Т4...Т7 включены защитные резисторы R56, R59.

Узел задатчика субблока питается напряжением ± 9 В, снимаемым с дополнительной ступени стабилизатора, выполненной на стабилитронах Д2, Д3. Рабочий ток последней задается резисторами R38, R39.

Первая дискретная ступень задатчика субблока содержит делители напряжения: резистор R39 и набор резисторов R22...R25, резисторы R17 и R22 (см. рис. 5), подключенный к клеммам I6-I7 вне субблока. С помощью переключателей IВ1...IВ3 напряжение задания меняется дискретно ступенями по 10 мВ в диапазоне 0...40 мВ.

Вторая плавная ступень задатчика выполнена на резисторах R31, R12, R13 и позволяет плавно изменять задание в пределах от 0 до 10 мВ.

Третья и четвертая ступени задатчика (промежуточная и внешняя) выполнены на резисторах R2, R3, R7 и потенциометре R11 (см. рис. 8), подключенном к кл. I6-I8 вне субблока, и потенциометре, который подключается к выходным клеммам прибора согласно схеме внешних соединений (рис. 20). Каждая из этих ступеней плавно меняет задание

в пределах от 0 до 10 мВ.

Напряжение дискретной и плавной ступенчатой задатчика подстраивается резистором R34, а промежуточной и внешней — резистором R7.

Узел корректора выполнен на резисторах R10, R16 ("корректор"), R19, R28 и резистора R22 (см. рис. 8), подключаемом к кл. 16–17 вне субблока.

Узел термокомпенсации холодного спая термометра термоэлектрического образован цепью R9, R15 ("U_m") и метным резистором R_m, который подключается к выходным клеммам прибора согласно схеме внешних соединений (рис. 20).

Узел суммирования и масштабирования входных унифицированных сигналов постоянного тока содержит резисторы R1, R5, R6, R8 ("K"), R11 и преобразует указанные сигналы в сигнал 0...50 мВ постоянного тока.

Алгебраическая сумма сигналов задатчика, термометра термоэлектрического и преобразованных унифицированных сигналов постоянного тока модулируется первым из транзисторов ключевого модулятора, выполненного на двойном полевом транзисторе T2. Модулированное напряжение через разделительный конденсатор C5 подается на резистор R35 и затем усиливается усилителем переменного тока, выполненным на интегральной микросхеме ИМС1. Рабочая точка микросхемы стабилизирована отрицательной обратной связью R36, R37, R41, а частотная характеристика — цепями C7, R42 и C8.

Поперечная помеха (переменная составляющая сигнала) подавляется фильтром R14, C2. Для этой же цели применено модулирование переменной составляющей сигнала через разделительный конденсатор C3 вторым транзистором ключевого модулятора T2. Таким образом, модулированная переменная составляющая сигнала подается одновременно на оба входа микросхемы ИМС1 (инвертирующий и неинвертирующий), в результате чего происходит ее практически полное подавление.

Напряжение, усиленное микросхемой ИМС1, через цепь R43-C9 подается на резистор R44 и затем демодулируется транзистором ТЗ. Напряжение после демодулятора фильтруется конденсатором С10 и через делитель R40-R32 подается на вход усилителя, образуя цепь отрицательной обратной связи, стабилизирующей коэффициент усиления.

Выходной усилитель постоянного тока выполнен на микросхеме ИМС2, преобразующей сигнал усилителя в унифицированный сигнал 0...10 В постоянного тока. Микросхема охвачена отрицательной обратной связью через резисторы R48, R54, а её частотная характеристика корректируется цепью С11, R51 и С12. Выходной сигнал субблока дополнительно фильтруется конденсатором С16 и цепью R55-С18.

Коммутация ключей модулятора и демодулятора производится прямоугольными импульсами со скважностью $\approx 0,1$ и частотой ≈ 1 кГц, вырабатываемыми генератором. Последний выполнен на микросхеме ИМС3, охваченной положительной обратной связью через резисторы R49, R50, и отрицательной обратной связью через резисторы R52, R53, диод Д6 и конденсатор С17. Напряжение на затворы транзисторов модулятора и демодулятора подается через диод Д5 и делится делителем R45, R46. Резисторы R47, R61, R62 и конденсаторы С19...С22 обеспечивают помехозащищенность схемы усилителя.

Статическая характеристика субблока Р-О13 определяется уравнением:

$$X_{\text{вых}} = X_{\text{св}} + K (X_1 + X_{\text{св}}) + X_{\text{зд}}$$

где $X_{\text{вых}}$ - выходной сигнал субблока;

$X_{\text{св}}$ - сигнал термометра термоэлектрического;

X_1 - унифицированный сигнал 0-5 мА, либо 0-20 мА постоянного тока;

$X_{\text{св}}$ - унифицированный сигнал 0-10 В постоянного тока;

$X_{\text{зд}}$ - суммарный сигнал задающего устройства;

K - масштабный коэффициент, изменяющийся в диапазоне от 0 до 1.

Примечание. Масштаб и полярность сигналов - см. п.3.4.1

3.5. Регулирующий субблок Р-011

Регулирующий субблок Р-011 (рис.14) вместе с емкостью интегрирования (С1,С2) является функционально-заполненным узлом приборов Р25.

Основное назначение субблока - формирование закона регулирования.

При подключении питания $+15\text{ В}$ и -15 В и входного сигнала постоянного тока $0+10\text{ В}$ субблок осуществляет:

- а) демпфирование входного сигнала;
- б) формирование последовательности широтно-модулированных импульсов в виде коммутации выходных ключей (вместе с внешним интегратором реализуется пропорционально-интегральный закон регулирования);

в) гальваническое разделение входных и выходных цепей;

г) индикацию состояния выходов;

д) функции трехпозиционного релейного элемента.

3.5.1. Структурная схема субблока Р-011 показана на рис.13

Основу структурной схемы регулирующего субблока составляет трехпозиционный релейный элемент I, охваченный отрицательной обратной связью в виде апериодического звена, выполненного на операционном усилителе УОС.

В сумматоре Σ на входе трехпозиционного реле суммируются входной сигнал, прошедший через демпфер, с сигналами главной отрицательной и дополнительной положительной обратных связей.

Отклонение суммарного сигнала за пределы зоны нечувствительности трехпозиционного реле приводит к выключению одного из каналов этого реле и тем самым вызывает изменение сигнала отрицательной обратной связи, возвращающее схему в состояние равновесия.

Каждый из каналов трехпозиционного реле управляет соответствующим ключом К1 или К2, коммутирующим ток нагрузки прибора.

Включение любого канала трехпозиционного реле также вызывает замыкание ключа КЗ, что изменяет на время включения динамическую структуру отрицательной обратной связи с апериодического звена на интегрирующее.

Однополярные выходные сигналы трехпозиционного реле преобразуются усилителем Σ в двухполярный сигнал.

Потенциометр "Кп" изменяет величину напряжения, поступающего на вход усилителя обратной связи УОС, и вместе с сопротивлением R_I и емкостью C определяет скорость изменения напряжения на выходе этого усилителя во время включения трехпозиционного реле (во время импульса). Благодаря действию ключа КЗ, это напряжение во время импульса изменяется с постоянной скоростью.

Во время паузы, когда ни один из каналов трехпозиционного реле не включен, напряжение на выходе усилителя УОС изменяется, как у апериодического звена, по экспоненте.

Такая схема обеспечивает независимость коэффициента пропорциональности регулятора Кп от величины входного сигнала. Так, например, при скачкообразном изменении входного сигнала сигнал обратной связи будет линейно увеличиваться во времени и длительность первого включения, определяющая Кп, будет пропорциональна величине скачка. Постоянная времени апериодического звена в данной структуре пропорциональна величине R_C и обратно пропорциональна доле выходного напряжения усилителя УОС, поступающей на его вход через сопротивление R . Сопротивление R равно R' , когда переключатель диапазона T_i установлен на 10 , и равно сопротивлению параллельно включенных резисторов R' и R'' , когда этот переключатель установлен на 1 . Доля выходного напряжения, поступающего на вход, пропорциональна положению - β движка потенциометра "Тп", которым плавно изменяется величина T_i .

Дополнительная положительная связь подается на вход трехпозиционного реле с движка потенциометра "импульс". Эта связь изме-

няет зону возврата релеяного элемента так, что длительность включений в пульсирующем режиме определяется только положением (γ) движка потенциометра "импульс" и не зависит от величины коэффициента пропорциональности K_p .

Длительность включений: $t_{им}$ в пульсирующем режиме, когда входной сигнал субблока примерно равен сигналу отрицательной обратной связи, определяется выражением: $t = \gamma \cdot R_1 C$, где γ - доля напряжения, подаваемого на вход УОС, поступающая в цепь дополнительной положительной обратной связи.

Передаточная функция регулирующего субблока совместно с дополнительным механизмом постоянной скорости перемещения или другим интегратором выходных импульсов может быть записана в виде:

$$W(p) = \frac{X_{вых.им}(p)}{X_{вх}(p)} = K_n \left(1 + \frac{1}{T_{ин} p} \right)$$

Зависимость, связывающая выходную величину регулятора с входной в функции времени,

$$X_{вых.им}(t) = K_n \left[X_{вх}(t) + \frac{1}{T_{ин}} \int_0^t X_{вх}(t) dt \right].$$

для скачкообразного возмущения $X_{вх}$ на входе предварительно сбалансированного субблока дает:

$$X_{вых.им} = K_n X_{вх} \left(1 + \frac{t}{T_{ин}} \right).$$

В приведенных выражениях:

$X_{вых.им}$ - изменение положения исполнительного механизма (выхода интегратора), выраженное в относительных единицах;

$X_{вх}$ - изменение входного сигнала в относительных единицах;

K_p - коэффициент пропорциональности регулятора.

$$K_n = R_1 C / 0,3 \alpha \cdot T_{им},$$

где α - доля выходного напряжения усилителя $У$, поступающая на вход усилителя УОС и определяемая положением движка потенциометра "К_п"; (Коэффициент 0,3 определяется делителем R_1 , R_4 в цепи отрицательной обратной связи)

$T_{им}$ - время полного хода исполнительного механизма;

$T_{и}$ - постоянная времени интегрирования

$$T_{и} = RC/\beta$$

где β - доля выходного напряжения усилителя УОС, подаваемая на его вход через резистор R и определяемая положением " $T_{и}$ ".

3.5.2. Принципиальная электрическая схема субблока Р-ОП

показана на рис. 14.

Входной сигнал напряжения постоянного тока подается на клеммы 28-29 субблока. Постоянная времени демфера, выполненного в виде апериодического звена (R_5, C_1), изменяется потенциометром R_5 .

После демфирующей цепочки входной сигнал поступает на положительный вход суммирующего усилителя, выполненного на интегральной микросхеме ИМС1.

На другой вход этого усилителя поступает сигнал главной отрицательной обратной связи через резистор R_1 и сигнал дополнительной положительной обратной связи через резистор R_8 . Микросхема ИМС1 вместе с корректирующими цепями (C_2, C_6, R_1, C_7, C_8) и цепью отрицательной связи (C_3, R_{10}, R_4) образует операционный усилитель с передаточной функцией апериодического звена. Коэффициент передачи усилителя около 10.

Суммирующий усилитель включает в зависимости от знака выходного напряжения один из двух триггеров, выполненных на интегральных микросхемах ИМС3 и ИМС4. Порог срабатывания каждого триггера задается величиной запирающего напряжения, снимаемого с потенциометра R_{20} , которым изменяется зона нечувствительности регулятора. Триггерные характеристики формируются за счет положительных обратных связей через резисторы R_{35}, R_{36} .

Отрицательная обратная связь, охватывающая усилители ИМС3 и ИМС4 через апериодическое звено ($R30, C9$), уменьшает зону возврата триггера после его включения и расширяет диапазон изменения длительности включений прибора.

Положительное выходное напряжение триггера через резисторы $R47$ ($R48$) запускает блокинг-генератор, построенный на транзисторах $T5(T6)$ и трансформаторах $Tr1(Tr2)$.

Трансформаторы $Tr.1$ и $Tr.2$ служат для гальванического разделения входных и выходных цепей прибора.

Импульсы напряжения на вторичных обмотках трансформаторов используются для включения тиристоров $D16$ или $D17$. Благодаря тому, что тиристоры включены в диагонали мостов ($D18+D21$ и $D22+D25$), они могут коммутировать, как постоянный пульсирующий ток, так и переменный ток в цепях нагрузки субблока.

Выходное напряжение триггера управляет также транзисторами $T7$ и $T8$, в коллекторные цепи которых включены светодиоды $D14$ и $D15$, выполняющие функции индикаторов включения субблока в сторону "больше" и "меньше".

Операционный усилитель с коэффициентом усиления, равным единице, выполненный на микросхеме ИМС5, преобразует однополярное выходное напряжение триггеров в двухполярное. Сдвоенный стабилитрон $D5$ симметрично ограничивает уровень напряжения обратной связи.

Часть этого напряжения, определяемая положением ручки потенциометра $R45$, изменяющего коэффициент пропорциональности регулятора, поступает на вход высокоомного усилителя, выполненного на сдвоенном полевом транзисторе $T2$ и микросхеме ИМС2.

С ручкой потенциометра $R45$ связан регулируемый делитель напряжения ($R41, R42, R43$), при помощи которого подается напряжение в цепь положительной обратной связи трехпозиционного релейного элемента. Зона возврата релейного элемента изменяется при этом пропорционально величине напряжения, поступающего на вход усилителя ИМС2. Длитель-

ность включений регулятора в пульсирующем режиме определяется положением ручки потенциометра R_{42} ("импульс"). Кнопка B_2 предназначена для переключения режима "ПИ" - "позиционный". В режиме "Позиционный", реализуемом при нажатой кнопке, увеличивается зона возврата трех-позиционного реле и высокоомный усилитель переводится в режим статического звена с малым коэффициентом усиления. В положении, когда кнопка нажата, производится балансировка прибора.

Постоянная времени интегрирования при крайнем левом положении ручки потенциометра "Ти" (R_6) равна произведению емкости, подключенной к клеммам 30-31 субблока на сопротивление R_{31} при положении кнопки Ти-х10 и на сопротивление, равное сопротивлению параллельно соединенных резисторов R_{29} и R_{31} при положении кнопки "Ти"-х1. При повороте ручки потенциометра R_6 уменьшается доля выходного напряжения усилителя, поступающая в цепь его обратной связи, а постоянная времени интегрирования плавно изменяется обратно пропорционально этой доле напряжения.

Транзисторный ключ (Т1), который управляется сигналами, поступающими через диоды Д3 или Д4 замкнут во время включения любого из триггеров и разомкнут во время паузы между включениями триггеров.

При замыкании ключа (Т1) отключается обратная связь с выхода усилителя ИМС2 через резистор R_{31} (R_{29}) и в цепи обратной связи субблока образуется интегрирующее звено.

Во время паузы, когда ключ (Т1) разомкнут звено в обратной связи становится апериодическим.

Выход усилителя обратной связи через делитель (R_1, R_4) подается на вход суммирующего усилителя ИМС1 и без деления на гнездо "ОС", где может быть измерен вольтметром со шкалой 0-15 В и внутренним сопротивлением не менее 3,3 кОм.

Потенциометр R_{14} , установленный на печатной плате субблока Р-011 служит для балансировки высокоомного усилителя при заводской наладке и, в случае необходимости, при лабораторной проверке в условиях эксплуатации.

Для балансировки усилителя обратной связи к гнездам "ОС" и "ОТ" подключается вольтметр постоянного тока со шкалой 150 мВ ($R_{\text{пр}} \geq 3 \text{ кОм}$). Кнопка переключения режима устанавливается в положение "ПОЗ". Балансируется измерительная схема задатчиком, состояние баланса наблюдается по индикаторам субблока Р-ОII. Вводятся вправо до упора ручки "Ти" и "Зона" и поворотом потенциометра R14 (через отверстие в печатной плате измерительного субблока) балансируется усилитель обратной связи. В момент баланса вольтметр должен показывать не более 5 мВ. При балансировке усилителя следует добиться отсутствия включений регулятора.

Не допускается закорачивание гнезд "ОС" и "ОТ"

3.6. Выходные цепи приборов Р25

На выходе субблока Р-ОII имеются два симметричных ключа, каждый из которых состоит из тиристора и выпрямительного моста. Контакты этих ключей выведены на клеммник субблока Р-ОII по трехпроводной схеме (клемма 6 общая, клемма 13 соответствует выходу "больше", клемма 8 выходу "меньше").

Общая точка ключей непосредственно соединена с клеммой 10 на клеммнике прибора. К ней также подключен один из выводов выпрямительного моста Д1...Д4, используемого при питании цепей нагрузки от внутреннего источника.

Два других вывода ключей соединены с переключателем рода управления В2 (см. принципиальные схемы приборов Р25.1, Р25.2, Р25.3) и через него соединены с клеммами 9 и 7 прибора.

К этому же переключателю подключен ключ ручного управления, который заменяет ключи субблока Р-ОII при ручном управлении.

Для обеспечения включения тиристорov и защиты их от больших скоростей нарастания напряжения применены конденсаторы С4 и С5, шунтирующие тиристоры.

Конденсаторы С6 и С7 и сопротивления R20, R21 шунтируют нагрузки прибора и уменьшают коммутационные перенапряжения при индук-

тивном характере нагрузки. Эти элементы поставляются в комплекте с приборами и устанавливаются потребителем непосредственно на нагрузку (в пусковых устройствах).

Резисторы R13, R14 ограничивают токи, текущие через конденсаторы C4, C5, а резисторы R15, R16 обеспечивают разряд емкостей после включения напряжения.

Диоды D5 и D6 шунтируют нагрузки, подключаемые к выходу 24 В, и обеспечивают отключение тиристоров при индуктивном характере нагрузки.

Мощность, отдаваемая в цепи нагрузки при питании их от внутреннего источника +24 В, ограничивается нагрузочной способностью трансформатора прибора и не должна превышать 6 Вт.

Возможно повышение мощности, отдаваемой в нагрузку по постоянному току, путем подключения к клемме I0 (минус) прибора и средней точке нагрузки внешнего источника двухполупериодного выпрямленного несглаженного напряжения.

При подключении к этим же точкам внешнего источника переменного напряжения, например, 220 В (фаза на кл. I0) выходные ключи коммутируют переменный ток в дифференциальной нагрузке, подключенной между клеммами 7-9.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ

4.1. Изделия, расположенные на клеммнике и каркасе прибора

P25.1.

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Резисторы</u>				
R1	51 кОм	С2-24-0,25-51 кОм $\pm 2\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R11	2,2 кОм	ППЗ-40-2,2 кОм	ОЖО.468.503 ТУ	
R12	51 Ом	МЛТ-0,25-51 Ом $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R13, R14	200 Ом	МЛТ-1-200 Ом $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R10, R15...R17	2 МОм	МЛТ-1-2 МОм $\pm 10\%$	—	

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
R20, R21	360 Ом	МЛТ-1-360 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R18, R19	360 Ом	МЛТ-2-360 Ом $\pm$ 10%	—	соединить параллельно
<u>Конденсаторы</u>				
C1	0,1 мкФ	КЛС-1-Н90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C2, C3	4 мкФ	К73П-2-400-4 мкФ $\pm$ 10%	ОЖО.461.039 ТУ	
C4, C5	0,5 мкФ	МБП-2-600 В-0,5 мкФ $\pm$ 10%	ОЖО.462.107 ТУ	
C6, C7	0,1 мкФ	К75-10-250 В-0,1 мкФ $\pm$ 20%	ОЖО.464.078 ТУ	
<u>Диоды</u>				
Д1...Д6		Диод КД209В	ТРЗ.362.088 ТУ	
<u>Прочие изделия</u>				
B1		Переключатель ПЗТ-5	ВТО.360.002 ТУ	
B2		Тумблер ТН1-2	УСО.360.049	
ИП		Микроамперметр типа М4247 шкала 0...100мкА		В модификации Р25.1.2

Трансформатор Тр

Магнитопровод ШИ 12х25/1 33 10-0,35 ГОСТ 25.59-71

В-В П-П	Индекс обмотки	Число витков	Марка провода	Диаметр про- вода, мм
I	I	2500	ПЭВ-2	0,15
2	II	540	ПЭВ-2	0,12
3	III	280+280	ПЭВ-2	0,23
4	IV	150+320	ПЭВ-2	0,23
5	V	420	ПЭВ-2	0,31

4.2. Изделия, расположенные на клеммнике и каркасе прибора
Р25.2.

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Резисторы</u>				
R1	71,5 кОм	С2-24-0,5-71,5 Ом $\pm$ 2%	ОЖО.467.086 ТУ	

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
R ² , R ²²	147 Ом	C2-24-0,25-147 Ом $\pm$ 2%	ОЖО.467.086 ТУ	соединить параллельно
R ³ , R ²³	105 Ом	C2-24-0,25-105 Ом $\pm$ 2%	—"	
R ⁴ ...R ⁷	750 Ом	C2-24-0,5-750 Ом $\pm$ 2%	—"	
R ⁸ , R ⁹	383 Ом	C2-24-0,25-383 Ом $\pm$ 2%	—"	
R ¹¹	2,2 кОм	ППЗ-40-2,2 кОм $\pm$ 10%	ОЖО.468.503 ТУ	
R ¹²	51 Ом	МЛТ-0,25-51 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R ¹⁴ , R ¹³	200 Ом	МЛТ-1-200 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R ¹⁰ , R ¹⁵ ...R ¹⁷	2 МОм	МЛТ-1-2-МОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R ²⁰ , R ²¹	360 Ом	МЛТ-1-360 Ом $\pm$ 10%	—"	
<u>Конденсаторы</u>				
C ¹	0,1 мкФ	КЛС-1-Н90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C ² ; C ³	4 мкФ	К73П-2-400 В-4 мкФ $\pm$ $\pm$ 10%	ОЖО.461.039 ТУ	
C ⁴ ; C ⁵	0,5 мкФ	МБП-2-600 В-0,5 мкФ $\pm$ 10%	ОЖО.462.107 ТУ	
C ⁶ ...C ⁷	0,1 мкФ	К75-10-350 В-0,1 мкФ $\pm$ 20%	ОЖО.464.078 ТУ	
<u>Диоды</u>				
D ¹ ...D ⁶		Диод КД209В	ТРЗ.362.009 ТУ	
<u>Прочие изделия</u>				
B ¹		Переключатель ПЗТ-5	ВТО.360.002 ТУ	
B ²		Тумблер ТНП-2	УСО.360.049	
ИП		Микроамперметр типа М4247, шкала 0...100мкА		В модификации Р25.2.2

Тр. Трансформатор (см. подраздел 4.1)

4.3. Изделия, расположенные на клеммнике и каркасе Р25.3

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Резисторы</u>				
R ¹⁰	2 МОм	МЛТ-1-2 МОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R ¹¹	2,2 кОм	ППЗ-40-2,2 кОм $\pm$ 10%	ОЖО.468.503 ТУ	
R ¹²	51 Ом	МЛТ-0,25-51 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R ¹³ , R ¹⁴	360 Ом	МЛТ-1-360 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R ¹⁵ ...R ¹⁷	2 МОм	МЛТ-1-2 МОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
R20, R21	100 Ом	МЛТ-0,25-100 Ом $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R22	51,1 Ом	C2-24-0,25-51,1 Ом $\pm 1\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
<u>Конденсаторы</u>				
C1	0,1 мкФ	КЛС-1а-Н90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C2, C3	4 мкФ	К73П-2-400-4 $\pm 10\%$	ОЖО.463.039 ТУ	
C4, C5	0,5 мкФ	МБП-2-600 В-0,5 мкФ $\pm 10\%$	ОЖО.462.107 ТУ	
C6, C7	0,1 мкФ	К75-10-250 В-0,1 мкФ $\pm 20\%$	ОЖО.464.078 ТУ	
<u>Диоды</u>				
Д5...Д10		Диод ДД209В	ТРЗ.362.088 ТУ	
<u>Прочие изделия</u>				
В1		Переключатель П2Т5	ВТО.360.002 ТУ	
В2		Тумблер ТНП-2	УСО.360.049	
		Микроамперметр типа М4247 шкала 0...100 мкА		В модификации Р25.3.2

Трансформатор Тр.1 (см. подраздел 4.1)

4.4. Изделия, расположенные в субблоке Р-012.

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Резисторы</u>				
R1, R4	12,7 кОм	C2-24-0,25-12,7 кОм $\pm 2\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R2, R3	4,02 кОм	C2-24-0,25-4,02 кОм $\pm 2\%$	—"	
R5	20 кОм	ППЗ-40-20 кОм $\pm 10\%$	ОЖО.468.503 ТУ	
R6	115 кОм	C2-24-0,25-115 кОм $\pm 2\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R7	100 кОм	МЛТ-0,25-100 кОм $\pm 5\%$	ГОСТ 7113-77	
R8, R10	680 кОм	МЛТ-0,25-680 кОм $\pm 5\%$	ГОСТ 7113-77	
R9	40,2 кОм	C2-24-0,25-40,2 $\pm 2\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R12	1 МОм	МЛТ-0,25-1 МОм $\pm 5\%$	ГОСТ 7113-77	

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
R13	2,05 кОм	C2-24-0,25-2,05 кОм $\pm$ 2%	ОЖО.467.086 ТУ	
R14	2,2 кОм	ППЗ-40-2,2 кОм $\pm$ 10%	ОЖО.468.503 ТУ	
R15	51 Ом	МЛТ-0,25-51 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R16	100 кОм	МЛТ-0,25-100 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R17	2,2 кОм	ППЗ-40-2,2 кОм $\pm$ 10%	ОЖО.468.503 ТУ	
R18	10 кОм	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R19	3,6 кОм	МЛТ-0,25-3,6 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R20	51 кОм	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%	—"	
R21	2,2 кОм	ППЗ-40-2,2 кОм $\pm$ 10%	ОЖО.468.503 ТУ	
R22, R23	10 кОм	C-2-24-0,25-10 кОм $\pm$ 2%	ОЖО.467.086 ТУ	
R24	100 кОм	МЛТ-0,25-100 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R25	1,5 кОм	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 10%	—"	
R26	5,1 кОм	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%	—"	
R27	24 Ом	МЛТ-0,5-24 Ом $\pm$ 10%	—"	
R28, R29	240 Ом	МЛТ-0,5-240 Ом $\pm$ 5%	—"	
R30, R34	470 Ом	МЛТ-1-470 Ом $\pm$ 10%	—"	
R31	383 Ом	C-2-24-0,25-383 Ом $\pm$ 2%	ОЖО.467.086 ТУ	
R35	383 Ом	C-2-24-0,25-383 Ом $\pm$ 2%	ОЖО.467.086 ТУ	
R36	330 Ом	МЛТ-0,25-330 Ом $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R37, R38	40 Ом	МЛТ-0,5-240 Ом $\pm$ 5%	—"	
R39	39 кОм	МЛТ-0,25-39 кОм $\pm$ 10%	—"	
R40	1 МОм	МЛТ-0,25-1 МОм $\pm$ 5%	—"	
R41	27 Ом	МЛТ-0,5-27 Ом $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R42	2,2 кОм	СП4-1а-2,2 кОм-А-12мм	ОЖО.468.045 ТУ	

Конденсаторы

C1	0,25 мкФ	МММ-160-0,25 $\pm$ 10%	ОЖО.462.104 ТУ
C2	0,1 мкФ	КЛС-1-Н90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ
C3	220 пФ	КЛС-1-Н47-220 пФ $\pm$ 20%	—"
C4	0,1 мкФ	КЛС-1-Н90-0,1 мкФ	—"
C5	4700 пФ	КЛС-1-Н50-4700 пФ	—"
C6	50 мкФ	К-50-6-П-НП-15 В х х 50 мкФ	ОЖО.464.031 ТУ
C7	0,1 мкФ	КЛС-1-Н90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ
C8, C10	100 мкФ	К50-6-П-50 Вх100 мкФ	ОЖО.464.031 ТУ

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
C9	4700 пФ	КЛС-I-H50-4700 пФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C11	0,1 мкФ	КЛС-I-H90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C12	50 мкФ	К-50-61-6 Вх50 мкФ	ОЖО.464.031 ТУ	

Диоды

Д1, Д12	Диод КД103	ТТЗ.362.082
Д2, Д4...Д11	Стабилитрон ДВ14А	ГОСТ 14913-69
Д3	Блок выпрямительный КЦ405А	

Транзисторы

Т1, Т4	Транзистор КТ103М	ТТЗ.365.000 ТУ
Т2	Транзистор П-306	ШБЗ.365.031 ТУ
Т3	Транзистор П-702	ШБЗ-365.030 ТУ

Прочие изделия

МКА	Микросамперметр типа М4247, шкала 50...0... ...50 мкА	В субблоках Р-012.1
ИМС	Микроплата К553УД1А	БКО.348.030 ТУ

1.5. Изделия, расположенные в субблоке Р-013

Резисторы

R1	20 кОм	С2-24-0,25-20 кОм $\pm$ 1% ОЖО.467.086 ТУ
R2, R3	35,7 кОм	С2-24-0,25-35,7 кОм $\pm$ 1% -"-
R4	2,2 кОм	СП4-Ia-2,2 кОм-A-12 мм ОЖО.468.049 ТУ
R5	95,3 Ом	С2-24-0,25-95,3 Ом $\pm$ 1% ОЖО.467.086 ТУ
R6	11 Ом	С2-24-0,25-11 Ом $\pm$ 5% -"-
R7	4,7 кОм	СП4-Ib-4,7 кОм-A ОЖО.468.045 ТУ
R8	2,2	ШБЗ-40-2,2 кОм $\pm$ 10% ОЖО.468.503 ТУ
R9	3,74 кОм	С2-24-0,25-3,74 кОм $\pm$ 1% ОЖО.467.086 ТУ
R10	1,05 кОм	С2-24-0,25-1,05 кОм $\pm$ 1% -"-
R11	10 кОм	МТ-0,25-10 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77
R12	787 Ом	С2-24-0,25-787 Ом $\pm$ 1% ОЖО.467.086 ТУ
R13	100 Ом	ШБЗ-40-100 Ом $\pm$ 10% ОЖО.468.503 ТУ
R14, R17	3,3 кОм	МТ-0,25-3,3 кОм $\pm$ 10% ГОСТ 7113-77
R15	5,8 кОм	ШБЗ-43-5,8 кОм $\pm$ 10% ОЖО.468.503 ТУ
R16	470 Ом	ШБЗ-43-470 Ом $\pm$ 10% -"-

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Резисторы</u>				
R17	499 Ом	C2-24-0,25-499 Ом $\pm 1\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R18	1 МОм	МНТ-0,25-1 МОм $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R19	1,47 кОм	C2-24-0,25-1,47 кОм $\pm 1\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R20, R26	100 кОм	МНТ-0,25-100 кОм $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R22	28 Ом	C2-24-0,5-28 Ом $\pm 1\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R23, R24	14 Ом	C2-24-0,5-14 Ом $\pm 1\%$	—"	
R25	6,2 Ом	C2-24-0,25-6,2 Ом $\pm 5\%$	—"	
R27	330 кОм	МНТ-0,25-330 кОм $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R28	3,01 кОм	C2-24-0,25-3,01 кОм $\pm 1\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R29	845 Ом	C2-24-0,25-845 Ом $\pm 1\%$	—"	
R30, R36	3,1 кОм	МНТ-0,25-3,1 кОм $\pm 5\%$	ГОСТ 7113-77	
R31	3,4 кОм	C2-24-0,25-3,4 кОм $\pm 1\%$	ОЖО.467.086 ТУ	
R32, R37	1 кОм	МНТ-0,25-1 кОм $\pm 5\%$	ГОСТ 7113-77	
R33, R35	10 кОм	МНТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$	—"	
R40	11 кОм	МНТ-0,25-11 кОм $\pm 5\%$	—"	
R34	220 Ом	СН4-1а-220 Ом-А	ОЖО.468.045 ТУ	
R38	200 Ом	МНТ-0,5-200 Ом $\pm 5\%$	ГОСТ 7113-77	
R39	510 Ом	МНТ-0,5-510 Ом $\pm 5\%$	—"	
R41	1,0 МОм	МНТ-0,25-1,0 МОм $\pm 10\%$	—"	
R42, R51	1,5 кОм	МНТ-0,25-1,5 кОм $\pm 10\%$	—"	
R43	1 кОм	МНТ-0,25-1 кОм $\pm 10\%$	—"	
R44	5,1 кОм	МНТ-0,25-5,1 кОм $\pm 10\%$	—"	
R45	100 кОм	МНТ-0,25-100 кОм $\pm 10\%$	—"	
R46	75 кОм	МНТ-0,25-75 кОм $\pm 10\%$	—"	
R47	10 кОм	МНТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$	—"	
R48	11 кОм	МНТ-0,25-11 кОм $\pm 5\%$	—"	
R49, R50,				
R53	4,7 кОм	МНТ-0,25-4,7 кОм $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-77	
R52	47 кОм	МНТ-0,25-47 кОм $\pm 10\%$	—"	
R55	51 Ом	МНТ-0,25-51 Ом $\pm 10\%$	—"	
R54	560 кОм	МНТ-0,25-560 кОм $\pm 5\%$	—"	
R56	33 Ом	МНТ-0,5-33 Ом $\pm 10\%$	—"	
R57	510 Ом	МНТ-1-510 Ом $\pm 5\%$	—"	
R58	820 Ом	МНТ-1-820 Ом $\pm 5\%$	—"	
R59	100 Ом	МНТ-0,5-100 Ом $\pm 5\%$	—"	
R60	100 кОм	МНТ-0,25-100 кОм $\pm 5\%$	—"	
R61, R62	39 кОм	МНТ-0,25-39 кОм $\pm 5\%$	—"	

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Конденсаторы</u>				
С1	50 мкФ	К50-6-П-15 В-50 мкФ-БМ-Нп	ОЖО.464.031 ТУ	
С2, С3	10 мкФ	К50-6-1-15 В-10 мкФ-БМ-Нп	ОЖО.464.031 ТУ	
С4, С11	4700 пФ	КЛС-1а-Н50-4700 пФ $\pm$ 30%	ОЖО.460.020 ТУ	
С5, С6 С16, С18				
С22	0,1 мкФ	КЛС-1а-Н90-0,1 мкФ	—"	
С7	110 пФ	КЛС-1а-М75-110 пФ $\pm$ 30%	—"	
С8	3,3 пФ	КД-1-М75-3,3 пФ $\pm$ 10%-1	ГОСТ 7159-69	
С9, С10	5 мкФ	К50-6-1-15 В-5 мкФ-БМ-Нп	ОЖО.464.031 ТУ	
С12	220 пФ	КЛС-1а-М75-220 пФ $\pm$ 30%	ОЖО.460.020 ТУ	
С13	12 пФ	КД1-М75-12 пФ $\pm$ 10%-1	ГОСТ 7159-69	
С14, С15	100 мкФ	К50-6-П-50 В-100 мкФ-БМ	ОЖО.464.031 ТУ	
С17	0,022 мкФ	КЛС-1а-Н90-0,022 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ	
<u>Диоды</u>				
Д1, Д5, Д6		Диод КД103А	ТТЗ.363.082 ТУ	
Д2, Д3		Диод Д818Д	СМЗ.363.045 ТУ	
Д4		Блок выпрямителей КЦ405В	О.336.006 ТУ	
Д7, Д8		Стабилитрон КС515А	АЛО.336.002 ТУ	
<u>Транзисторы</u>				
Т1, Т2		Транзистор КД103И	ТТЗ.365.000 ТУ	
Т3		Микросхема К5НТ042В	ШПО.348.000 ред.2-73	
Т4, Т5		Транзистор КТ607Б	ГОЗ.365.005 ТУ	
Т6, Т7		Транзистор ГТ403Г	СМЗ.365.036 ТУ	
<u>Прочие изделия</u>				
ИМС1-ИМС3		Микросхемы К563УД1А	БКО.348.030 ТУ	
ИА		Микроамперметр типа М4247, шкала 50...0...+50 мкА		
ИВ...В		Переключатель ПЗК (3 ячейки, 2 контакт. группы, шаг 10 мм, фиксация независимая)	БКО.360.037 ТУ	

4.6. Изделия, расположенные в субблоке Р-011

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
<u>Резисторы</u>				
R1, R29, R32	680 кОм	МЛТ-0,25-680 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R2, R3, R44	2 кОм	МЛТ-0,25-2 кОм $\pm$ 5%	-"-	
R4, R22, R24, R25, R27	330 кОм	МЛТ-0,25-330 кОм $\pm$ 5%	-"-	
R5, R42, R45	220 кОм	СП4Ia-220 кОм-A-I2 мм	ОЖО.468.045 ТУ	
R6	22 кОм	СП4-Ia-22 кОм-A-I2 мм	-"-	
R7	2,4 кОм	МЛТ-0,25-2,4 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R8, R13, R59	51 Ом	МЛТ-0,25-51 Ом $\pm$ 10%	-"-	
R9, R17, R34, R63	10 кОм	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 10%	-"-	
R10	2,2 МОм	МЛТ-0,25-2,2 МОм $\pm$ 5%	-"-	
R11, R12, R58, R67, R69	1,5 кОм	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 10%	-"-	
R14	1 кОм	СП4-Ib-I кОм-A	ОЖО.468.045 ТУ	
R15, R16	3 кОм	МЛТ-0,25-3 кОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R18	3 МОм	МЛТ-0,25-3- МОм $\pm$ 10%	-"-	
R19, R49	1,1 кОм	МЛТ-0,25-1,1 кОм $\pm$ 5%	-"-	
R20	10 кОм	СП4-Ia-10 кОм-A-I2 мм	ОЖО.468.045 ТУ	
R21, R23, R26, R28, R47, R48	51 кОм	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R30	150 кОм	МЛТ-0,25-150 кОм $\pm$ 10%	-"-	
R31	6,2 МОм	КИМ-0,125-6,2 МОм $\pm$ 5%	ОЖО.467.080 ТУ	
R33	1 МОм	МЛТ-0,25-1 МОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R35, R36	10 МОм	КИМ-0,125-10 МОм $\pm$ 5%	ОЖО.467.080	
R37	39 кОм	МЛТ-0,25-39 кОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R38	6,2 МОм	КИМ-0,125-6,2 МОм $\pm$ 10%	ОЖО.467.080 ТУ	
R39	1,2 МОм	МЛТ-0,25-1,2 МОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R40	390 кОм	МЛТ-0,25-390 кОм $\pm$ 5%	ГОСТ 7113-77	
R41	220 кОм	МЛТ-0,25-220 кОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R43, R56, R60	20 кОм	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R46	5,6 кОм	МЛТ-0,25-5,6 кОм $\pm$ 5%	-"-	
R50, R51	470 Ом	МЛТ-0,25-470 Ом $\pm$ 10%	-"-	
R52, R53	2 кОм	МЛТ-0,25-2 кОм $\pm$ 10%	-"-	
R54, R55	5,1 кОм	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%	-"-	
R57	100 Ом	МЛТ-0,25-100 Ом $\pm$ 10%	-"-	

Индекс	Величина	Тип, марка	ГОСТ, ТУ	Примечание
R61, R62	7,5 кОм	МЛТ-0,25-7,5 кОм $\pm$ 10%	ГОСТ 7113-77	
R64, R65	33 Ом	МЛТ-0,25-33 Ом $\pm$ 10%	-"-	
R66, R70	15 кОм	МЛТ-0,25-15 кОм $\pm$ 10%	-"-	
R68	680 Ом	МЛТ-0,5-680 Ом $\pm$ 10%	-"-	
R71	7,5 кОм	МЛТ-0,25-7,5 кОм $\pm$ 5%	-"-	
<u>Конденсаторы</u>				
C1	50 мкФ	К50-6-15 В-50 мкФ-ЕМ-НП	ОЖО.464.107 ТУ	
C2, C8	0,1 мкФ	КЛС-1-Н90-0,1 мкФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C3, C5, C6, C15	4700 пФ	КЛС-1-Н50-4700 пФ	-"-	
C9, C16	1 мкФ	К50-6-25 В -1-ЕМ	ОЖО.464.107 ТУ	
C10, C11	4700 пФ	КЛС-1-Н90-4700 пФ	ОЖО.460.020 ТУ	
C12, C13	0,047 мкФ	КЛС-1-Н90-0,047 мкФ	-"-	
C4, C7, C14	220 пФ	КЛС-1-Н75-220 пФ $\pm$ 30%	-"-	
<u>Диоды</u>				
Д1...Д4		Диод КД103А	ТТБ.362.082 ТУ	
Д6...Д13		Стабилитрон КС210Б	Х 613.369.001	
Д5		Диод излучающий		
Д14, Д15		АЛ102Б	УЖО.336.041	
Д16, Д17		Тиристор Т6-10-8	ТУ 16.539.691-71	
Д18, Д... Д26		Диод КД209В	ТрО.362.009 ТУ	
<u>Транзисторы</u>				
Т1, Т7, Т8		Транзистор КТ316Г	ЖН.3.365.200 ТУ	
Т2		Микросхема К5НТ042Б	ВНЮ.342.000 ТУ ред.3-73	
Т5, Т6		Транзистор КТ608Б	ВБЗ.365.054 ТУ	
ИМС1... ИМС5		Микросхема К563УД1А	ВНО.348.080 ТУ	
<u>Прочие изделия</u>				
В1, В2		Переключатель ПЗК	ВНО.360.037 ТУ	

Трансформаторы Тр1, Тр2

Материал: ферритовая чашка М2000 НМІ-ІБ-30 ПИО.707.090 ТУ П КЛ.

№-№ п-п	Индекс обмотки	Число витков	Марка провода	Диаметр про- вода, мм
I	I	105 ± I	ПЭВ-2	0,23
2	II	70 ± I	ПЭВ-2	0,23
3	III	35 ± I	ПЭВ-2	0,23

Примечание: В отдельных партиях приборов возможна замена некоторых элементов на другие типы, не приводящая к ухудшению технических характеристик.

5. РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

5.1. Прибор предназначен для утопленного монтажа на вертикальной панели щита. Место установки прибора должно быть хорошо освещено и удобно для обслуживания.

К расположенному с задней стороне прибора клеммнику должен быть обеспечен свободный доступ для монтажа.

5.2. Электрические соединения прибора с другими элементами системы регулирования выполняются в виде кабельных связей или в виде жгутов вторичной коммутации. Прокладка и разделка кабеля или жгутов вторичной коммутации должна отвечать требованиям действующих "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).

Допускается непосредственное присоединение кабельных жил к коммутационным зажимам клеммника прибора.

Измерительные и другие слаботочные цепи (клеммы 3, 4, 5, 11...20) могут быть объединены в общем кабеле. Силовые цепи (клеммы 1, 2; 6...10) должны выделяться в отдельный кабель или несколько кабелей.

5.3. При монтаже прибора в целях соблюдения правил техники безопасности необходимо его заземлять при помощи специального зажима.

расположенного на корпусе.

5.4. Сопротивление изоляции между отдельными жилами и между каждой жилой и землей для внешних измерительных и силовых цепей должно составлять не менее 40 МОм при испытательном напряжении 500 В

Эксплуатация прибора без заземления запрещается.

6. СХЕМЫ ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ И УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ

6.1. Схема внешних соединений прибора Р25.1 (рис.18). Прибор Р25.1 рассчитан на подключение 1-го, 2-х, 3-х дифференциально-трансформаторных датчиков, а также одного датчика указателя положения исполнительного механизма.

Сигналы с вторичных обмоток датчиков подаются на входы 1,2,3 (клеммы 11-12, 13-14, 14-15). Если сигнал датчика положения используется для индикатора положения (ИП), он подается на кл. 4-20.

Предусмотрена возможность подавать на входы 1,2,3 токовые сигналы 0...5 мА или 0...20 мА (входы при этом должны шунтироваться сопротивлениями соответственно 78,7 Ом или 19,6 Ом), а также сигнал 0...+10 В на специальный вход (кл. 14-16).

В случае, если в системе регулирования используются не все входы прибора, их клеммы остаются свободными.

Питание первичных обмоток дифференциально-трансформаторных датчиков осуществляется от клемм 3-19 прибора. Первичные обмотки 2-х, 3-х или 4-х датчиков должны соединяться последовательно.

При отсутствии в схеме регулирования внешнего задающего устройства клеммы 17-18 должны соединяться перемычкой. При этом диапазон внутреннего задатчика ("Задание") составит $\pm 20\%$. При подключении к прибору внешнего задающего устройства (ЗУ-11, на клеммы 17-20-18) перемычка с клемм 17-18 снимается, диапазон внутреннего задатчика (как и подключенного внешнего) составит при этом $\pm 10\%$.

Внешний индикатор положения (ИП) подключается к клеммам 5-20. Клемма 20 является общей точкой электрической схемы прибора.

Питающее напряжение (220 В, 50 Гц) подводится к клеммам 1-2 (фаза на клемме 1).

Электрическая схема прибора позволяет использовать для управления пусковыми устройствами или напряжение постоянного тока 24 В от внутреннего источника или напряжение переменного тока 220 В от внешнего источника (сети); фаза напряжения сети в последнем случае подается на клемму 10 прибора, а нулевой провод подводится к средней точке катушек пускового устройства (см. схему рис. 21). При подаче токовых сигналов (0...5 мА, 0...20 мА) или сигнала напряжения (0...10 В) напряжение питания прибора должно быть стабилизированным, а пусковое устройство должно быть рассчитанным на 220 В (при этом выходное управляющее напряжение постоянного тока 24 В от внутреннего источника не должно использоваться).

Выходное напряжение прибора (постоянного тока 24 В) снимается с клемм 8-9 ("больше") и с клемм 8-7 ("меньше"). Аналогично фаза 220 В, подаваемая на клемму 10 прибора, снимается с клемм 9 и 7 (при срабатывании прибора).

Индуктивные нагрузки (обмотки катушек) пусковых устройств следует шунтировать RC - цепями (см. схему рис. 21). Подключение RC-цепей рекомендуется осуществлять непосредственно на контактах пусковых устройств.

6.2. Схема внешних соединений прибора Р25.2 (рис. 19)

Прибор Р25.2 допускает следующие варианты подключения входных сигналов и датчиков:

а) 2 термометра сопротивления ТС1 (кл. 11-12) и ТС2 (кл. 13-14) Клемма 15 должна быть замкнута с клеммой 19 перемычкой. В этом случае сигналы 0...±10 В (кл. 16-20) и 0...5 мА или 0...20 мА (кл. 19-20) не подаются.

б) I термометр сопротивления ТС (кл. II-12) и сигнал $0... \pm 10$ В (кл. 16-20). В этом случае второй термометр сопротивления ТС к клеммам 13-14 не подключается и сигнал постоянного тока $0...5$ мА или $0...20$ мА на клеммы 19-20 не подается; перемычка на клеммы 15-19 не ставится.

в) I термометр сопротивления ТС (кл. II-12) и сигнал постоянного тока $0...5$ мА или $0...20$ мА (кл. 19-20); клеммы 19-20 шунтируются при этом сопротивлениями соответственно $66,2$ Ом или $14,7$ Ом. Второй термометр сопротивления ТС к клеммам 13-14 не подключается и сигнал $0... \pm 10$ В на клеммы 16-20 не подается; перемычка на клеммы 15-19 не ставится.

Термометры сопротивления градуировок 21 и 23 подключаются к одним и тем же клеммам

Во всех вариантах, если это не оговорено особо, неиспользуемые клеммы, предназначенные для входных сигналов, остаются свободными.

Питание датчика положения исполнительного механизма в приборе Р25.2 осуществляется с клемм 3-20.

6.3. Схема внешних соединений прибора Р25.3 (рис. 20)

При использовании термометра термоэлектрического ХА или ПП на клеммы 19-20 прибора ставится перемычка. При использовании термометра термоэлектрического ХК перемычка на клеммы 19-20 не ставится

Токовый сигнал $0...5$ мА или $0...20$ мА подается на кл. 13-15, сигнал $0... \pm 10$ В — на клеммы 16-18. Возможно подключение к прибору одновременно всех трех сигналов. При подаче токового сигнала $0...20$ мА клеммы 13-15 шунтируются сопротивлением $3,4$ Ом или же потенциометр "К" вводится не более чем на $1/4$ оборота.

Питание датчика положения исполнительного механизма осуществляется с клемм 3-20. Внешнее задающее устройство (ЗУ-1) подключается к клеммам 17-18-20 (кл. 18 — средняя). Остальные подключения внешних цепей к прибору Р25.3 — такие же, как к прибору Р25.2.

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. На корпусе каждого прибора предусмотрена клемма, электрически соединенная с шасси прибора и рамками субблоков, и служащая для их заземления.

Эксплуатация прибора без заземления запрещается.

7.2. Персонал, производящий монтаж и эксплуатацию приборов, должен быть обучен безопасным методам работы и проходить периодическую проверку знаний правил техники безопасности при работе с электрооборудованием напряжением 1000 В.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Проверка общей работоспособности приборов.

Проверка общей работоспособности позволяет убедиться в правильном функционировании основных узлов прибора, определяющих его динамические параметры.

8.1.1. Проверка прибора Р25.1

Перед проверкой выполнить следующие подготовительные операции.

Замкнуть на клеммнике прибора клеммы I7-I8 перемычкой. На выходные клеммы прибора (7-8 и 8-9) установить нагрузочные сопротивления: 115 Ом, > 5 Вт. Переключатель управления рода работы на лицевой панели прибора установить в положение "А"-автоматическое.

Потенциометры KI, K2, K3 на лицевой панели измерительного субблока Р-012 установить в крайние левые положения; ручку потенциометра "корректор" поставить в среднее положение.

На регулирующем субблоке Р-011 ручки всех потенциометров поставить в крайние левые положения; кнопку переключателя режима работы (поз. 3, рис.2) нажать, кнопку "Тн" - отжать.

Подать напряжение ~ 220 В на клеммы 1-2 прибора.

Проверка проводится следующим образом.

Вращая ручку потенциометра "задание" на передней панели прибора, добиться погасания световых индикаторов "выход" на панели регулирующего субблока, т.е. баланса прибора.

Повернуть ручку "задание" вправо на 0,5% относительно положения баланса. При этом должен включиться индикатор "больше". Замерить на выходных клеммах 8-9 напряжение постоянного тока; оно должно быть равно 21-27 В.

Повернуть ручку "задание" влево на 0,5% относительно положения баланса. При этом должен включиться индикатор "меньше"; напряжение на выходных клеммах 7-8 должно быть равно также 21-27 В.

Вернуть ручку "задание" в положение баланса. При выключенных индикаторах напряжение на клеммах 7-8 и 8-9 должно быть не более 0,5 В.

Ручку потенциометра "зона" повернуть вправо до упора (5%). В этом случае включение индикаторов должно наблюдаться при повороте ручки и "задание" приблизительно на 2,5% вправо и влево относительно положения баланса.

Вернуть ручку потенциометра "зона" в левое положение, а ручку "задание" в положение баланс.

Отжать кнопку переключателя режима работы, т.е. установить III-закон регулирования. Ручку потенциометра Кп повернуть вправо, например, на 5 деление. Разбалансировать прибор, повернув ручку "задание" вправо или влево на 2-3%. Один из индикаторов должен при этом включиться на 7-12 секунд, затем погаснуть и в дальнейшем включаться периодически (импульсами). Если при этом повернуть ручку потенциометра "импульс" вправо на несколько делений, длительность периодических включений индикатора соответственно увеличится и вместе с тем увеличатся периоды времени между включениями.

Если оставить ручку "импульс" в крайнем левом положении, а повернуть вправо на несколько делений ручку потенциометра "Тп", то увеличатся периоды времени между включениями индикатора, длитель-

ность самих же включений (импульсов) должна остаться прежней. Периоды времени между включениями должны увеличиться примерно в 10 раз, если нажать кнопку "Ти".

Перевести переключатель управления на передней панели прибора в положение "Р" - ручное. Поворачивая ключ ручного управления "Р" влево и вправо, замерить напряжение на выходных клеммах 9-8 и 8-7, которое должно быть равно 22-23 В.

В.1.2. Проверка прибора Р25.2.

Подключить магазин сопротивлений к клеммам II-12 на клеммнике прибора. Клемму 12 соединить перемычкой с клеммой 20.

Клемму 17 соединить перемычкой с клеммой 18.

Ручки потенциометров KI, K2, K3 субблока Р-012 и ручки всех потенциометров субблока Р-011 установить в крайние левые положения. Кнопку переключателя режима работы на панели субблока Р-011 нажать, кнопку Ти - отжать.

Подать напряжение ~ 220 В на клеммы 1-2 прибора.

Проверить мост первого термометра сопротивления (ТС1). Для этого установить на магазине сопротивлений 75 Ом, что соответствует сопротивлению термометра сопротивления при 100°C . Ввести ручку потенциометра K2 вправо до упора. Установив ручку "задание" на передней панели прибора в среднее положение, сбалансировать прибор, вращая ручку потенциометра "корректор" субблока Р-012. При балансе оба световых индикатора "выход" субблока Р-011 должны выключиться. Убедиться в том, что при увеличении сопротивления магазина включается индикатор "меньше", а при уменьшении - "больше". Разность сопротивлений, при которых включаются индикаторы "больше" и "меньше" должна быть не более 0,4 Ома.

Проверить мост второго термометра сопротивления (ТС2). Для этого переключить магазин сопротивлений на клеммы 13-14 прибора. Соединить перемычками клеммы 14-20 и 15-19, сняв перемычку с клемм

12-20. Установить на магазин сопротивлений $53,6 \text{ Ом}$, что соответствует сопротивлению термометра сопротивления при 0°C . Ручку потенциометра К2 перевести в крайнее левое положение, а ручку потенциометра К3 ввести вправо до упора. Сбалансировать прибор и проверить включение световых индикаторов при изменениях сопротивления магазина аналогично вышеуказанному.

Дальнейшая проверка прибора (субблока Р-011, органов управления) проводится так же, как описано в п. 8.1.1.

8.1.3 Проверка прибора Р25.3

Подключить резистор 10 Ом на клеммы 12-14 прибора.

Клемму 14 соединить перемычкой с клеммой 15. На выходные клеммы прибора (7-8 и 8-9) установить нагрузочные сопротивления: 115 Ом ; 10 Вт . Переключатель рода управления установить в положение "А" - автоматическое, а резистор "Задание" - в крайнее левое положение.

Резисторы "К" и плавной ступени широкодиапазонного задатчика на лицевой панели субблока Р-013 установить в крайнее левое положение. Кнопки широкодиапазонного задатчика отжать. Резистор U_m находится в положении настройки и законтрен.

Резисторы на лицевой панели субблока Р-011 установить в крайнее левое положение. Кнопку переключателя режима работы "ПОЗ-ПИ" нажать, кнопку "Ти" - отжать.

На клеммы 1-2 прибора подать напряжение $\sim 220 \text{ В}$. Вращая ось резистора "Корректор" на лицевой панели прибора, добиться погасания световых индикаторов "Выход" на панели регулирующего субблока, т.е. баланса прибора.

Установить "Корректор" в крайнее левое положение. При этом должен включиться индикатор "Меньше". На клеммах 7-8 прибора замерить напряжение постоянного тока, оно должно быть в пределах $21-27 \text{ В}$.

Корректор прибора перевести в крайнее правое положение. При этом индикатор "Меньше" должен погаснуть, а индикатор "Больше" светиться. Напряжение на клеммах 8-9 прибора должно быть в пределах

21-27 В.

Прибор сбалансировать резистором "Корректор". При погашенных световых индикаторах напряжение на клеммах 7-8 и 8-9 должно быть не более 0,5 В.

С помощью резистора "Задание" подать сигнал, вызывающий полное перемещение стрелки указателя отклонения (50 мА). При этом значение сигнала "Задание" должно находиться в пределах 9-11 мВ. Кроме того, следует убедиться, что стрелка индикатора отклонилась вниз. Дальнейшая проверка прибора (субблока Р-011 и органов управления) проводится по методике, указанной в п. 8.1.1.

8.2. Статическая настройка

Предварительно производится фазировка всех внешних цепей для того, чтобы при увеличении (уменьшении) регулируемого параметра исполнительный механизм двигался в сторону уменьшения (увеличения) этого параметра и чтобы обратная связь по положению исполнительного механизма была отрицательной. Следует проверить правильность включения концевых и путевых выключателей исполнительных механизмов, работоспособность дистанционного управления.

В случае подачи на регулирующий прибор нескольких сигналов следует так их сфазировать и так установить ручки К1, К2, К3 ("чувствительности" по каждому каналу), чтобы при определенном значении параметра они взаимно уравновешивались или компенсировались корректором измерительного субблока, потенциометром "Задание" или внешним задающим устройством.

В приборах Р25.2 величины балластных сопротивлений R_2 и R_3 подобраны так, что мосты термометров сопротивлений ТС1 и ТС2 настроены примерно на температуры 100°C и 0°C соответственно. В случае необходимости перестройку мостов можно осуществлять заменой сопротивлений R_2 и R_3 , величины которых должны с наибольшей возможной точностью соответствовать величинам сопротивлений ТС при вновь заданных температурах.

Сопротивления R2 и R3 находятся на специальных клеммниках под субблоком P-012 прибора. Для их замены необходимо вынуть прибор из корпуса.

В процессе работы прибора изменения задания по температуре производится "корректором" измерительного субблока P-012 и встроенным потенциометром "Задание" или внешним задающим устройством.

При настройке прибора P25.3 на заводе устанавливается соответствующее типу термометра термоэлектрического медное компенсационное сопротивление:

- а) 10 Ом для термометров термоэлектрических ХА и ХК;
- б) 1,27 Ом для термометра термоэлектрического III.

Подавление сигнала термометра термоэлектрического производится дискретным и плавным корректорами прибора. Настройка измерительной схемы при работе прибора на заданную температуру осуществляется встроенным потенциометром "Задание" или внешним задающим устройством. При работе с термометрами X и III на клеммах I9-20 прибора устанавливается перемычка. При работе с термометром термоэлектрическим ХК перемычка не ставится.

8.3. Выбор зоны нечувствительности

Для изменения зоны нечувствительности прибора предусмотрен потенциометр "Зона", ручка которого выведена на лицевую панель субблока P-011. Минимальное значение зоны нечувствительности получится при повороте движка потенциометра против часовой стрелки до упора.

С точки зрения улучшения качества регулирования желательнее выбирать минимальную зону нечувствительности, но при этом увеличится частота срабатываний регулятора, что, в свою очередь, приведет к ускоренному износу пускового устройства и исполнительного механизма. Кроме того, при малой зоне нечувствительности могут иметь место автоколебания "переброска", что также недопустимо.

В связи с этим на практике выбирают значение зоны нечувствительности Δ , равное полезному отклонению регулируемой величины $\delta_{\text{п.н.}}$, которое можно считать допустимым:

$$\Delta (\text{мВ}) = \delta_{\text{п.н.}} \cdot K$$

где γ - крутизна характеристики датчика.

В некоторых случаях пульсации регулируемой величины препятствует установке нужной зоны нечувствительности. Для уменьшения пульсации регулируемой величины в регулирующем субблоке Р-011 предусмотрен электрический демпфер.

8.4. Динамическая настройка

Для выбора параметров динамической настройки регулятора необходимо знать динамические свойства регулируемого объекта (участка). Для оценки свойств регулируемых объектов (участков) служат динамические характеристики (разгонные или импульсные), полученные экспериментальным путем.

Основными параметрами настройки являются коэффициент пропорциональности K_p и время ^{интегрирования} T_i . Их значения выбираются исходя из результатов экспериментально полученных динамических характеристик объекта (соответствующие рекомендации даны в книгах: Ротач, "Расчет настройки систем автоматического регулирования" и Стафан, "Основы расчета настройки регуляторов").

Третьим параметром настройки является длительность импульса (длительность включения регулирующего прибора).

Длительность импульса не следует устанавливать чрезмерно большой, т.к. это может привести к неустойчивости в работе системы регулирования.

Органами динамической настройки регулирующего прибора Р25 служат ручки потенциометров "Кп" (коэффициент пропорциональности - величина, обратная произведению скорости обхода на время полного хода неополнительного механизма), "Т_и" (время ^{интегрирования}) и "Импульс" (длительность импульса), расположенные на лицевой стороне панели субблока Р-011.

Масштаб потенциометра "Кп 63" откалиброван для времени полного хода неополнительного механизма регулятора 63 с. При использовании иско-

измерительного механизма с временем полного хода $T_{им}$ коэффициент пропорциональности регулятора определяется по формуле.

$$K_p = \frac{K_{п-63} \cdot 63}{T_{им}}$$

где $K_{п-63}$ — величина, отсчитанная по шкале на субблоке Р-011.

Указанные органы позволяют осуществлять независимую установку параметров динамической настройки.

При максимальной чувствительности по каналам источников информации коэффициент передачи измерительной схемы равен 1. Коэффициент передачи измерительной схемы определяется выражением:

$$K_{ис} = \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых.ном}} : \frac{\Delta X_{вх.н}}{X_{вх.н.ном}}$$

где: $\Delta U_{вых}$ и $U_{вых.ном}$ — изменение выходного напряжения и номинальный диапазон изменения выходного напряжения измерительной схемы (10 В); $\Delta X_{вх.н}$ и $X_{вх.н.ном}$ — изменение входного сигнала и номинальный диапазон изменения входного сигнала, выраженные в единицах измерения входного сигнала.

В пульсирующем режиме прибор Р25 совместно с исполнительным механизмом постоянной скорости реализует передаточную функцию линейного ПИ — регулятора.

Коэффициент пропорциональности регулятора определяется выражением

$$K_p = K_{ис} \cdot K_{п-63} \cdot \frac{63}{T_{им}}$$

где $K_{ис}$ — коэффициент передачи измерительной схемы по каналу датчика параметра;

$K_{п-63}$ — величина, устанавливаемая органом настройки регулирующего субблока.

$T_{им}$ — время полного хода исполнительного механизма.

Постоянная времени интегрирования определяется только органами настройки субблока Р-011. Для реализации ПИД-закона регулирования сигнал от внешнего дифференциатора типа К16 подается на клеммы, предназначенные для введения сигнала 0-10 В.

8.8. В целях повышения надежности работы системы автоматического регулирования рекомендуется перед выключением прибора в постоянную эксплуатацию произвести в период пуско-наладочных работ его наработку в течение 96 часов.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание прибора должно производиться с соблюдением требований действующих "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ) и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТБ).

9.2. К обслуживанию прибора допускаются лица, прошедшие производственное обучение на рабочем месте.

В процессе производственного обучения персонал должен быть ознакомлен в объеме, необходимом для данной должности:

- а) с требованиями ПУЭ, ПТЭ и ПТБ;
- б) с назначением, схемой и устройством прибора;
- в) с порядком подготовки прибора к работе, проверки его технического состояния и с другими требованиями ТУ.

9.3. Для обеспечения нормальной работы прибора рекомендуется выполнять следующие мероприятия:

ЕЖЕДНЕВНО

Проверять правильность функционирования прибора в системе автоматического регулирования по показаниям контрольно-измерительных приборов, фиксирующих протекание регулируемого технологического процесса;

ЕЖЕНЕДЕЛЬНО

При работе прибора в условиях повышенной запыленности сдувать сухим и чистым сжатым воздухом пыль с внешней клеммной колодки;

ЕЖЕМЕСЯЧНО

1. Сдувать сухим и чистым сжатым воздухом пыль с внешней клеммной колодки.

2. При выключенном напряжении питания проверять надежность крепления прибора и его внешних электрических соединений;

ОДИН РАЗ В ТРИ ГОДА

Производить проверку технического состояния прибора (в объеме, оговоренном п. 8.1).

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ
ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. При неполадках, обнаруженных во время пуско-наладочных работ, или при нарушении нормальной работы системы регулирования, в которой задействован данный регулирующий прибор Р25, рекомендуется:

- а) проверить наличие напряжения питания на клеммах 1-2 прибора;
- б) при использовании выхода по переменному току проверить наличие напряжения питания (фазы) на клемме 10 прибора (замер производить между клеммами 10-7 или 10-9 при подключенной нагрузке);
- в) проверить правильность подключения источников сигналов (датчиков) в соответствии со схемами внешних соединений;
- г) при отсутствии внешнего задатчика в приборах Р25.1 и Р25.2 проверить наличие перемычки между клеммами 17-18;
- д) проверить правильность подключения исполнительного механизма и его пускового устройства.

После выполнения перечисленных выше операций следует искать неисправность в самом регулирующем приборе.

Неисправности в приборе могут быть вызваны нарушением контактов в точках соединений, обрывом монтажного провода, неисправностью переключателей и потенциометров, а также неисправностями основных узлов прибора: регулирующего субблока Р-011, измерительного субблока Р-012 или Р-013 и трансформатора питания.

10.2. Поиск неисправностей внутри прибора следует вести в следующем порядке:

а) проверить наличие контактов и целостность соединительных проводников сначала осмотром, а затем при помощи омметра (при выключенном напряжении питания);

б) проверить соответствие напряжений на клеммной колодке трансформатора данным таблицы в разделе 3.3;

в) проверить наличие переменного напряжения на клеммах 3-19 в приборе P25.1 и клеммах 3-20 в приборах P25.2 и P25.3 (при отключенных внешних цепях эти напряжения должны быть около 40 В и около 14 В соответственно);

г) проверить наличие напряжений +15 В и -15 В на соответствующих клеммах субблоков P-012, P-013, а затем на субблоке P-011 относительно общей точки схемы;

д) проверить наличие переменного напряжения 45 В на клеммах 20-31 субблока P-012 прибора P25.1 и +9 В на клемме 22 и -8В на клемме 23 субблока P-012 прибора P25.2;

е) проверить изменение напряжения между гнездами "B" и "OT" (или клеммами 28-29 субблока P-011) при повороте корректора субблока P-012(P-013); в приборе P25.1 это напряжение при полном повороте корректора от крайнего левого до крайнего правого положения должно изменяться от -10 В до +10 В, в приборе P25.2 от -5 В до +5 В и в приборе P25.3 (при нажатии всех кнопок) от 0 до величины не менее 10В.

10.3. Некоторые характерные неисправности и их вероятные причины сведены в таблицу 10-1.

Таблица 10-1

№-п	Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ обнаружения причины и метод устранения
I	Прибор не балансируется задатчиком при отсутствии входных сигналов:		
а)	не светится ни один из индикаторов;	Нет питания +15В на субблоке Р-011. Неисправность стабилизатора в субблоке Р-012 (Р-013). Неисправность схемы моста задатчика	10.2-б, 10.2-в, 10.2-ж.
б)	во время балансировки светится один индикатор;	Неисправность схемы моста "задание" - "корректор"	10.1-д, 10.2-з, 10.2-ж.
в)	во время балансировки наблюдается пульсирующий режим;	Не нажата или не исправна кнопка "режим" на субблоке Р-011	
г)	светятся оба индикатора	Большая переменная составляющая на выходе измерительного субблока. Неисправен регулирующий субблок. Неисправен стабилизатор.	Измерить вольтметром переменного тока (верх. предел шкалы не более 3 В). Пульсацию напряжения между гнездами Е и ОТ. Если это напряжение больше 0,2 В, неисправен измерительный субблок. Проверить п. 10.2-г. В остальных случаях неисправен субблок Р-011.
2	Прибор не балансируется задатчиком и корректором при наличии входных сигналов.	Датчики включены неправильно. Диапазон корректора и задатчика не соответствует техническим характеристикам.	Проверить 10.1-г, д, проверить фазировку датчиков. Проверить п. 10.2-ж при отсутствии входных сигналов
3	Прибор не реагирует на изменение регулируемой величины.	Обрыв в цепи питания датчиков. Неисправность в измерительной схеме прибора.	10.1-г, 10.2-в. Переключить датчик на другой вход.
4	Отсутствует пульсирующий режим при повороте задатчика.	Неисправность переключателя "режим" в субблоке Р-011	Проверить переключатель В2 в субблоке Р-011

№-№ п-п	Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ обнаружения причины и метод ус- трояения
5	Выходные сигналы прибора не соответствуют техническим характеристикам:		
а)	один из индикаторов светится, а на соответствующем выходе нет напряжения (или оно меньше нормы)	Неисправен источник питания 24 В. Выходные тиристорные ключи не включаются или включаются неправильно.	Проверить п. 10.2-д. Проверить цепи нагрузки. При наличии осциллографа проверить наличие импульсов напряжения на клеммах 18-16 и 15-16 субблока Р-011. Шунтировать нагрузку активным сопротивлением.
б)	оба индикатора погашены, а на выходе есть напряжение;	✓ Тиристорные ключи не включаются при работе на индуктивную нагрузку.	Проверить диоды Д5-Д6 и связанные с ними цепи.
6	При включении или выключении пускового реле устройства исполнительного механизма наблюдаются хаотические включения индикаторов.	На регулирующий прибор действует коммутационная помеха.	Проверить соединения цепей защиты от коммутационной помехи (С6, С7, R20, R21) на индуктивной нагрузке.
7	Минимальная зона нечувствительности больше указанной в технических характеристиках.	Недостаточен коэффициент передачи измерительного субблока. Неисправен регулирующий субблок.	Проверить п. 10.2-ж. Проверить изменение напряжения на кл. 26 субблока Р-011. Оно должно быть в 10 раз больше, чем на клемме 28. Проверить потенциометр "Зона".
8	Неправильно действует или не действует ручное управление	Обрыв цепей ручного управления. Неисправность переключателей В1 и В2.	Проверить переключатели В1 и В2 и связанные с ними цепи.
9	Не действует индикатор положения исполнительного механизма.	Не задействована цепь питания датчика положения. Обрыв в цепи сигнала. Неправильная фазировка обмоток датчика. Неисправность схемы субблока Р-012 или амперметра.	Проверить цепи питания и сигнала. Помечать в отапливаемые точки подсоединения вторичной обмотки. Проверить потенциометр УП на субблоке Р-012 (Р-013) Проверить микроамперметр.

Примечание. Балансировка усилителя обратной связи, необходимость которой может возникнуть при ремонте или наладке прибора, должна производиться при крайних правых положениях ручек "Тн" и "Зона" и при нулевом сигнале на входе субблока Р-0II. Балансировка достигается с помощью переменного резистора RI4, расположенного на печатной плате субблока Р-0II и определяется по минимальному сигналу, замеряемому между гнездами "0с" и "0т" вольтметром постоянного тока со шкалой не более 75 мВ.

Для удобства проведения ремонтных работ приводятся схемы электрических соединений (монтажные схемы) приборов Р25.1, Р25.2, Р25.3 (рис. 15, 16, 17).

II. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

II.1. Хранить приборы следует в сухом, отапливаемом вентилируемом помещении с температурой от 1 до 40⁰С и верхнем значении относительной влажности воздуха 80% при 25⁰С и при более низких температурах, без конденсации влаги.

Агрессивные примеси в окружающем воздухе должны отсутствовать.

II.2. Приборы отправляются с завода упакованными в деревянную тару. При получении ящиков с аппаратурой необходимо убедиться в полной сохранности тары. При наличии повреждений необходимо составить акт в установленном порядке и обратиться с рекламацией к транспортной организации.

II.3. Распаковку аппаратуры в зимнее время необходимо производить в отапливаемом помещении. Во избежание конденсации влаги на деталях прибора ящик следует открывать после того, как аппаратура нагреется до температуры окружающей среды, т.е. через 8...10 часов после внесения ящика в помещение.

II.4. Распаковка производится в следующем порядке:

II.4.1. Осторожно вскрыть ящик;

II.4.2. Выбить деревянные клинья и перекладины, освободить прибор от упаковки и протереть его мягкой сухой тряпкой;

II.4.3. Произвести наружный осмотр прибора. Завод принимает претензии по дефектам, обнаруженным при распаковке, в срок до 16 дней со времени получения аппаратуры;

II.4.4. При отсутствии внешних дефектов проверить изделия в соответствии с сопроводительной документацией;

II.4.5. Транспортировать приборы без упаковки следует с необходимыми мерами предосторожности во избежание их повреждений.