

## Лабораторная работа

### КОРРЕКТОР-ЗАДАТЧИК СКОРОСТИ ПРИБОРНОЙ

Целью лабораторной работы является изучение принципа действия и конструкции корректора-задатчика скорости приборной КЗСП, а также экспериментальное исследование его основных характеристик.

#### 1. Назначение, основные технические характеристики и принцип действия корректора-задатчика скорости приборной КЗСП

Корректор-задатчик скорости приборной КЗСП (рис 1.1) предназначен для выдачи сигнала рассогласования, пропорционального отклонению летательного аппарата от заданной скорости полета, и относительного сопротивления, пропорционального текущей приборной (индикаторной) скорости.

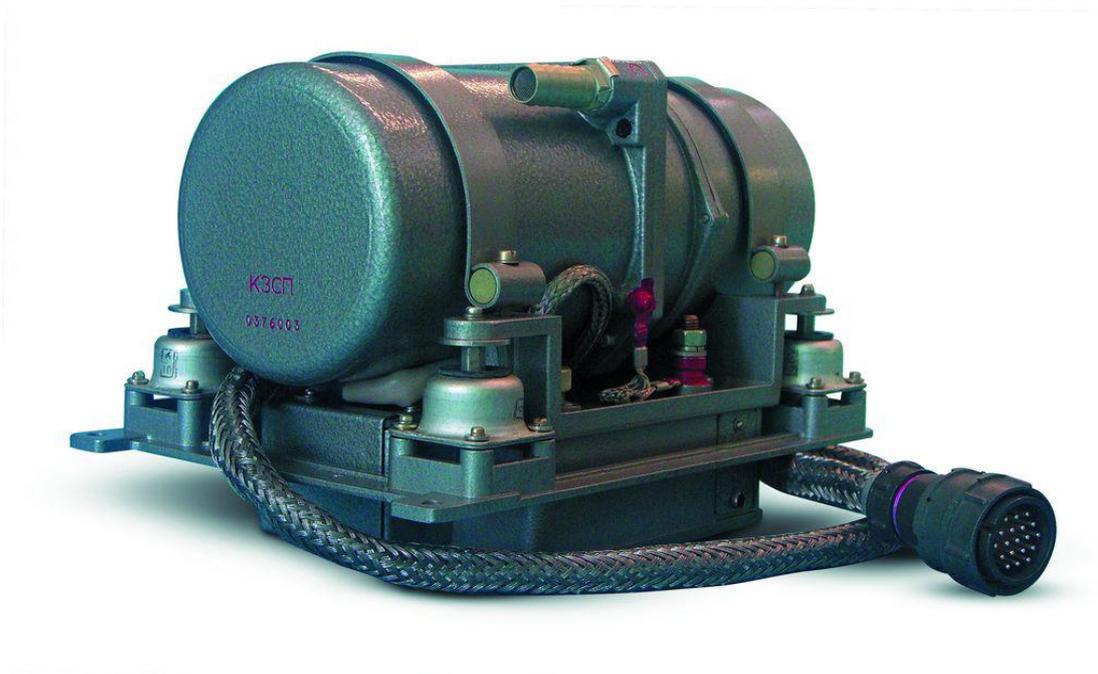


Рис. 1.1. Внешний вид корректора-задатчика скорости приборной КЗСП

Корректор-задатчик скорости приборной входит в состав системы воздушных сигналов СВС-ПН-15 (рис.1.2.). Система СВС-ПН-15 устанавливается на дозвуковые самолеты и служит для вычисления сигналов абсолютной  $H_{абс}$  и относительной  $H_{отн}$  барометрических высот, числа  $M$ , приборной (индикаторной)  $V_{пр}$  и истинной  $V$  воздушных скоростей, а также отклонений от заданных значений абсолютной барометрической высоты, числа  $M$  и приборной (индикаторной) скорости.

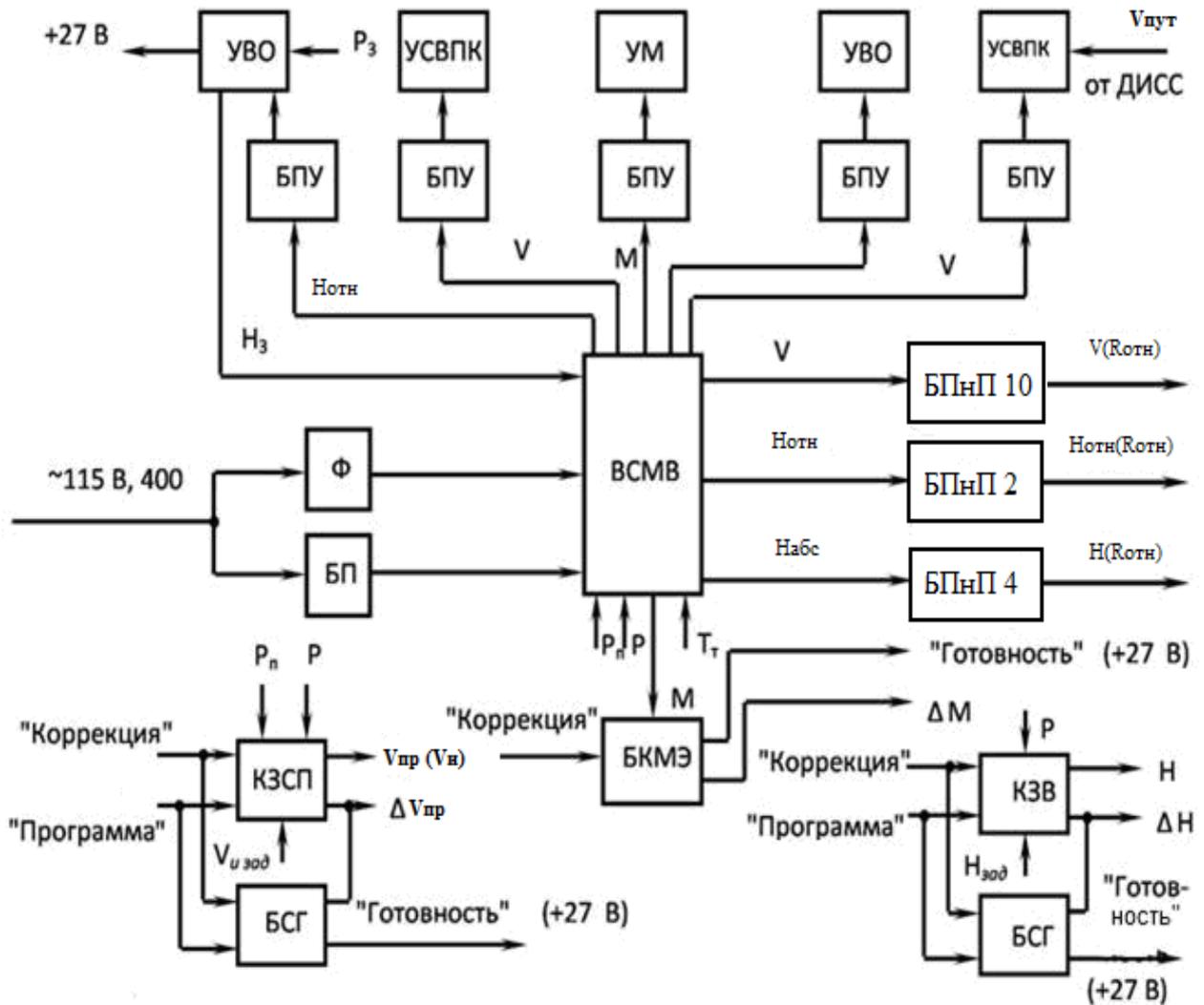


Рис. 1.2. Структурная схема системы СВС-ПП-15

Количество указателей, корректоров-задатчиков и блоков сигнала готовности может быть иным и определяется конкретной комплектацией системы. Кроме того, в комплект могут входить унифицированные вычислители аэродинамических поправок типа УВАП, законы формирования которых зависят от типа летательного аппарата. В этих вычислителях имеются собственные датчики давлений статического  $P_{ст}$  ( $P$ ) и динамического  $P_{д}$ , а поправки вычисляются таким же образом, как и в вычислителях типа ВАП электромеханических высотомеров УВИД, с помощью каскадной потенциометрической схемы умножения, в которой в качестве решающих элементов использованы потенциометры датчиков  $P_{ст}$  и  $P_{д}$ .

Корректор-задатчик скорости приборной КЗСП, подключаемый к системам статического  $P_{ст}$  и полного давлений  $P_n$ , выдает в САУ сигнал приборной скорости  $V_{пр}$  и отклонения  $\Delta V_{пр}$  от заданного (постоянного) либо программного значения  $V_{пр}$ .

Для вычисления приборной скорости  $V_{пр}$  используется формула (1.1.):

$$\left( + 0,1333 \cdot 10^{-3} V_{np}^2 \right)^{3,5} = \frac{P_{\partial}}{P_o} + 1, \quad (1.1.)$$

где  $P_o = 760$  мм рт. ст. (1013 гПа).

Корректор-датчик скорости приборной КЗСП по схеме и устройству ничем не отличается от корректора высоты КЗВ, за исключением чувствительного элемента, которым является манометрическая коробка. Режимы работы, а также связи с блоком сигнала готовности БСГ и САУ аналогичны КЗВ.

Диапазон измерения индикаторной скорости от 150 до 1300 км/ч.

Корректор-датчик скорости приборной КЗСП может работать в трех режимах:

— в режиме коррекции, при котором выдается сигнал рассогласования  $\Delta V_{np}$  в виде изменения амплитуды напряжения переменного тока частотой 400 Гц, а также напряжения постоянного тока согласно паспорту на соответствующий корректор;

— в режиме обнуления, при котором корректор следит за изменением текущей приборной скорости полета и сигнал рассогласования не выдается;

— в режиме работы от программного устройства, при котором выдается сигнал рассогласования постоянного или переменного тока, пропорциональный отклонению от текущей приборной скорости полета  $\Delta V_{np}$ , непрерывно задаваемой программным устройством.

Значение скорости стабилизации при работе в режиме коррекции может быть введено в корректор следующим образом:

а) включением корректора в режим коррекции - оператором при достижении ВС заданной приборной скорости;

б) специальным программным устройством, непрерывно вводящим в корректор значение заданной приборной скорости по специальной программе;

в) специальным программным устройством (пультом), при помощи которого перед полетом на земле потенциометр корректора устанавливается на определенное значение относительного сопротивления, пропорционального заданной скорости полета.

При наличии специального договора в комплекте с корректором-датчиком скорости приборной КЗСП поставляется блок сигнала готовности БСГ (рис. 1.3.). Блок сигнала готовности предназначен для работы совместно с корректорами-датчиками скорости приборной КЗСП и выдачи сигнала готовности +27 В, свидетельствующего об исправности корректоров-датчиков скорости приборной КЗСП.

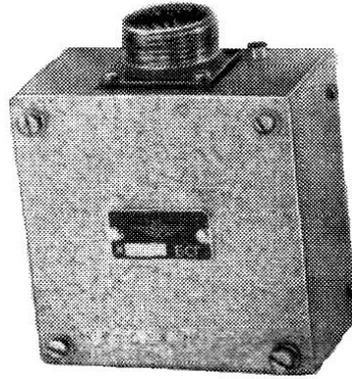


Рис. 1.3. Внешний вид блока сигнала готовности БСГ

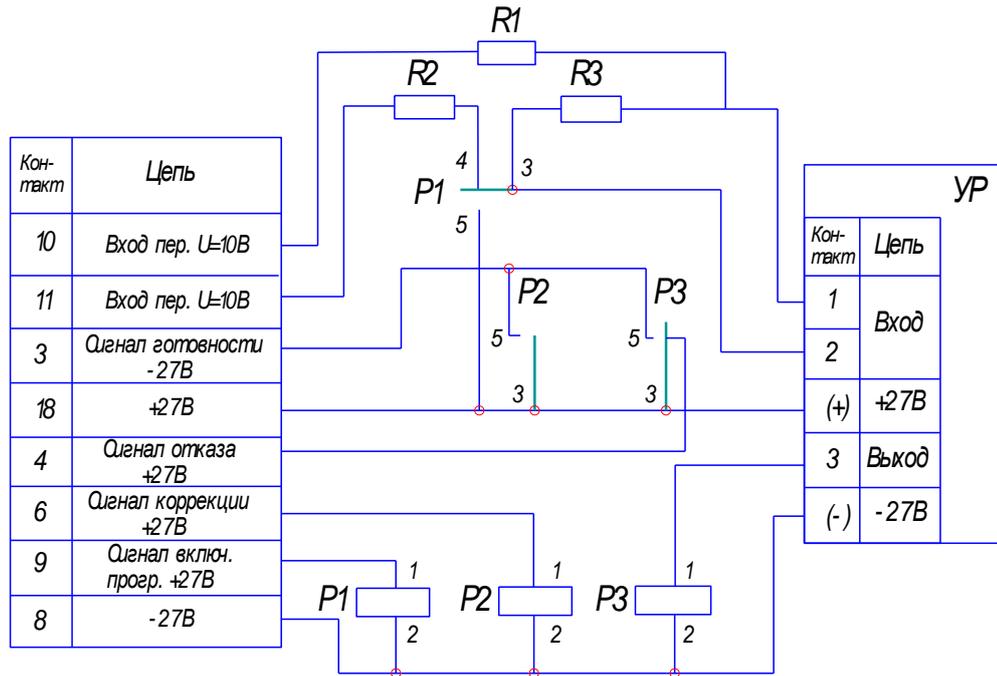


Рис. 1.4. Принципиальная электрическая схема БСГ

Принципиальная схема блока БСГ состоит из трех частей (рис. 1.4.):

1. Усилителя-реле типа 1УР, обеспечивающего сигнал  $+27 В$  при достижении входного сигнала переменного тока, превышающего определенный уровень  $100—220 мВ$ .
2. Резисторов  $R1, R2, R3$ , для срабатывания усилителя-реле 1УР при различных уровнях входных сигналов, включенных по схеме делителя напряжения. Делитель напряжения подобран таким образом, чтобы при входных сигналах, при которых срабатывает блок БСГ, сигналы на входе усилителя-реле 1УР были на уровне  $100—220 мВ$ .
3. Релейной группы, состоящей из реле  $P1, P2, P3$ , предназначенной для коммутации электрических цепей блока БСГ и обеспечивающей различные комбинации делителя, а, следовательно, различные уровни срабатывания БСГ в зависимости от режима работы.

Питание усилителя-реле осуществляется от источника постоянного тока напряжением 27 В.

Конструктивно блок сигнала готовности БСГ (рис. 1.5.) выполнен в виде основания в сборе *1*, на котором крепятся элементы электрической схемы блока. Основание закрывается кожухом *4*, который крепится к нему винтами *6*. Основными узлами БСГ являются усилитель-реле 1УР, который винтами *3* крепится к стойкам основания, и плата *5* с укрепленными на ней реле РЭС-10.

Блоки сигнализации готовности БСГ взаимозаменяемы.

Усилитель-реле 1УР конструктивно выполнен на гетинаксовой плате и представляет собой самостоятельное изделие.

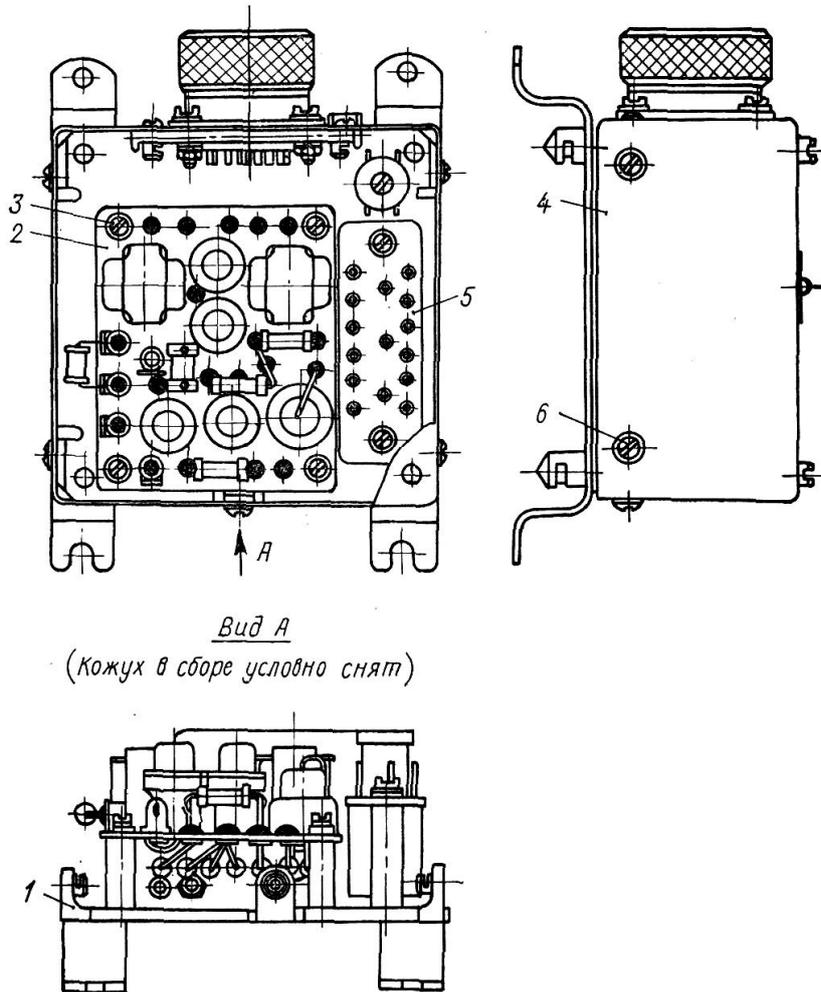


Рис. 1.5. Конструкция блока БСГ

*1* — основание; *2* — плата; *3* — винт; *4* — кожух; *5* — плата; *6* — винт

Питание корректора осуществляется через штепсельный разъем напряжением  $36 \text{ В} \pm 5\%$ , частотой  $400 \text{ Гц} \pm 2\%$  и постоянным током



является манометрическая коробка с линейной характеристикой по приборной скорости.

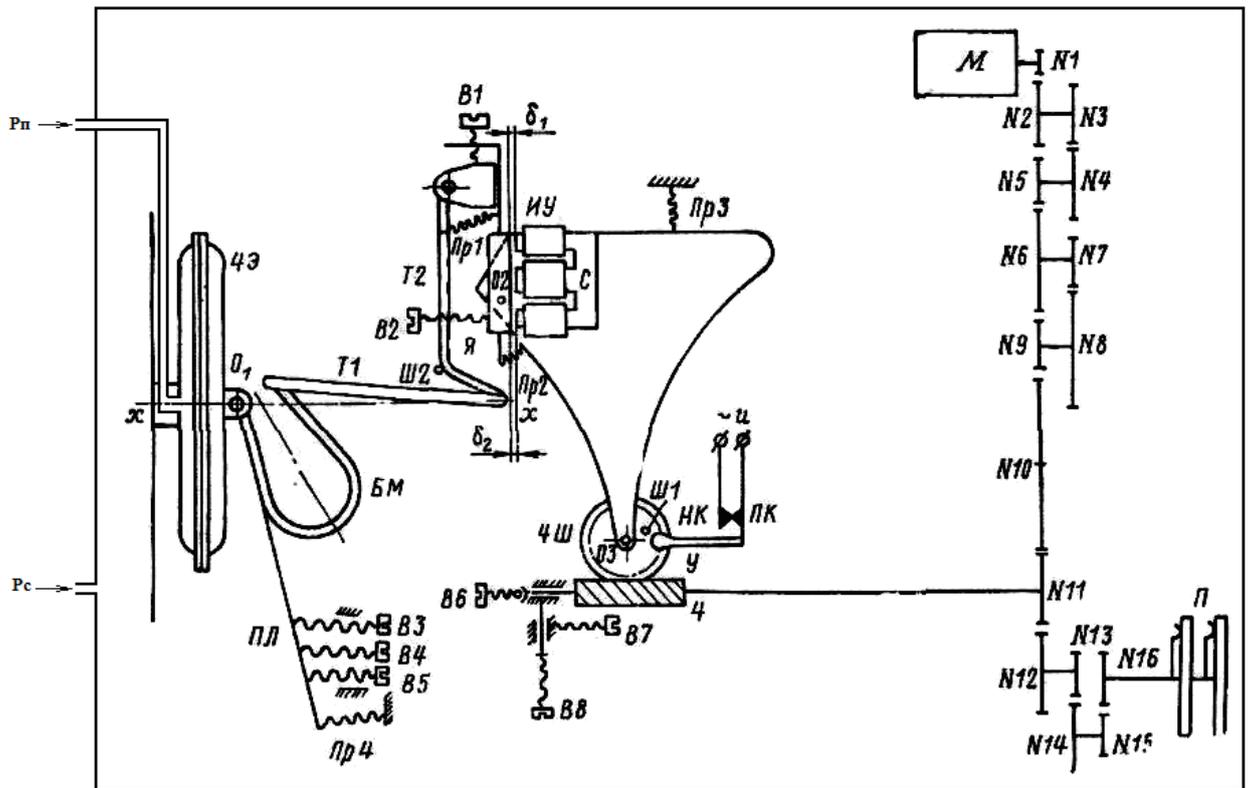


Рис. 1.7. Кинематическая схема корректора-задатчика скорости: приборной КЗСП

ЧЭ — чувствительный элемент (манометрическая коробка); Т1, Т2 — тяги; Я — якорь индукционного узла; ИУ — индукционный узел; С — сердечник; ЧШ — червячная шестерня; Ч — червяк; М — двигатель; ПК — подвижный контакт; НК — неподвижный контакт; Ш1, Ш2 — эксцентрики; У — упор; БМ — биметаллическая скоба; ПЛ — планка; П — потенциометр; N1-N16 - шестерни редуктора; B1-B8 — винты; Pr1-Pr4 — пружины

Нижний центр коробки жестко укреплен на основании корректора-задатчика, а перемещающийся верхний центр  $O_1$  через термокомпенсатор БМ и тяги Т1 и Т2 соединен с якорем Я индукционного узла ИУ, преобразующего механическое перемещение якоря индукционного узла в электрический сигнал. Индукционный узел ИУ представляет собой шихтованный Ш-образный магнитопровод, на котором размещены три обмотки: обмотка возбуждения, расположенная на среднем стержне сердечника, и две вторичные обмотки, расположенные на крайних стержнях и включенные встречно друг другу.

Ось вращения  $O_2$  якоря и сердечник С индукционного узла неподвижно укреплены на основании К, которое связано с шестерней ЧШ, имеющей возможность вращаться вокруг центра  $O_3$ .

При помощи пружины ПрЗ выбирается люфт между червячной шестерней ЧШ и червяком Ч.

В момент равновесия следящей системы зазоры  $\delta_1$  и  $\delta_2$  между якорем и крайними стержнями сердечника равны. В этом случае созданный обмоткой возбуждения ОВ магнитный поток разветвляется на два равных потока, замыкающихся через крайние стержни сердечника.

Во вторичных обмотках наводятся равные по величине ЭДС. В результате дифференциального (встречного) включения вторичных обмоток выходное напряжение индукционного узла в момент равновесия системы будет равно нулю.

В режиме работы с обнулением выходного сигнала корректор-задатчик скорости работает в случае, когда производится маневрирование самолета и не требуется стабилизация скорости полета. При изменении скорости и, следовательно, динамического давления перемещающийся верхний центр  $O_1$  манометрической коробки через биметаллическую скобу БМ и тяги Т1 и Т2 поворачивает якорь Я вокруг оси  $O_2$ , в результате чего нарушается равенство зазоров  $\delta_1$  и  $\delta_2$  и на выходе индукционного узла появляется сигнал рассогласования с амплитудой, пропорциональной отклонению ВС от стабилизируемой скорости. Этот сигнал поступает на полупроводниковый усилитель У1, а затем на управляющую обмотку двигателя М, ротор которого начинает вращаться и через редуктор и червяк Ч приводит во вращение червячную шестерню ЧШ. На червячной шестерне ЧШ неподвижно укреплен сердечник индукционного узла, поэтому при вращении червячной шестерни ЧШ происходит изменение взаимоположения сердечника и якоря индукционного узла ИУ и, следовательно, изменяются зазоры  $\delta_1$  и  $\delta_2$ .

Вращение двигателя М будет такого направления, что перемещение сердечника индукционного узла восстановит равенство зазоров  $\delta_1$  и  $\delta_2$ . В этот момент сигнал рассогласования с индукционного узла станет равным нулю, и двигатель М (Д) остановится.

Следовательно, характерной особенностью данного режима является отсутствие выходного сигнала с индукционного узла независимо от скорости полета.

В режиме коррекции корректор-задатчик работает после того, как ВС достигает определенной скорости и будет принято решение проводить дальнейший полет на этой скорости. Включение корректора-задатчика в режим коррекции производится пилотом или программным устройством путем подачи командного электрического питания +27В. Это приводит к срабатыванию реле Р1 и Р2 и отключению электрического питания с двигателя М и усилителя У. Отключение питания двигателя приводит к тому, что при изме-

нении скорости и, следовательно, при изменении зазоров  $\delta_1$  и  $\delta_2$  на выходе индукционного узла появляется напряжение, амплитуда которого пропорциональна величине отклонения приборной скорости полета от стабилизируемого значения. Поскольку двигатель не отрабатывает сигнала рассогласования (ввиду отключения питания), то этот сигнал не обнуляется и существует все время, пока ВС не вернется на стабилизируемую скорость полета. Сигнал подается на фазочувствительный усилитель ФЧУ, который его усиливает, выпрямляет и выдает потребителю в виде напряжения постоянного или переменного тока. Зона стабилизации ограничивается определенным ходом якоря индукционного узла.

В режиме работы от программного устройства корректор-задатчик выдает сигнал рассогласования, пропорциональный отклонению ВС от скорости, которая задается программным устройством, что достигается путем изменения положения статора индукционного узла за счет отработки механизмом корректора в соответствии с программой, заданной от специального устройства.

Ограничение отработки следящей системы осуществляется:

- а) на максимальной скорости эксцентриком Ш1, установленным на червячной шестерне ЧШ;
- б) на минимальной скорости эксцентриком Ш2, установленным на раме механизма.

Для компенсации температурных погрешностей чувствительного элемента в корректорах скорости применен термокомпенсатор, представляющий собой биметаллическую скобу БМ, один конец которой соединен с верхним центром манометрической коробки, а второй—с тягой Т1, и сочетает в себе температурную компенсацию первого и второго рода. При изменении температуры окружающей среды биметаллическая скоба БМ разгибается или сгибается (в зависимости от того, повышается или понижается температура), перемещая точку крепления тяги Т1 со скобой на определенную величину вдоль оси  $x-x$  и осуществляет тем самым термокомпенсацию первого рода. Одновременно с изменением величины динамического кого давления верхний центр чувствительного элемента, перемещаясь вдоль оси  $x-x$ , поворачивает биметаллическую скобу БМ вокруг точки  $O_1$  (точки крепления скобы БМ к верхнему центру чувствительного элемента). В результате смещение вдоль оси  $x-x$  от температурного прогиба скобы БМ изменяется, осуществляя температурную компенсацию второго рода. Поворот биметаллической скобы БМ вокруг точки  $O_1$  при движении верхнего центра анероидной коробки происходит благодаря применению планки ПЛ, жестко скрепленной одним концом со скобой БМ и прижатой пружиной Пр4 к регулировочным винтам В3, В4, В5.

Механизм отработки корректора –задатчика представлен на рис. 1.8.

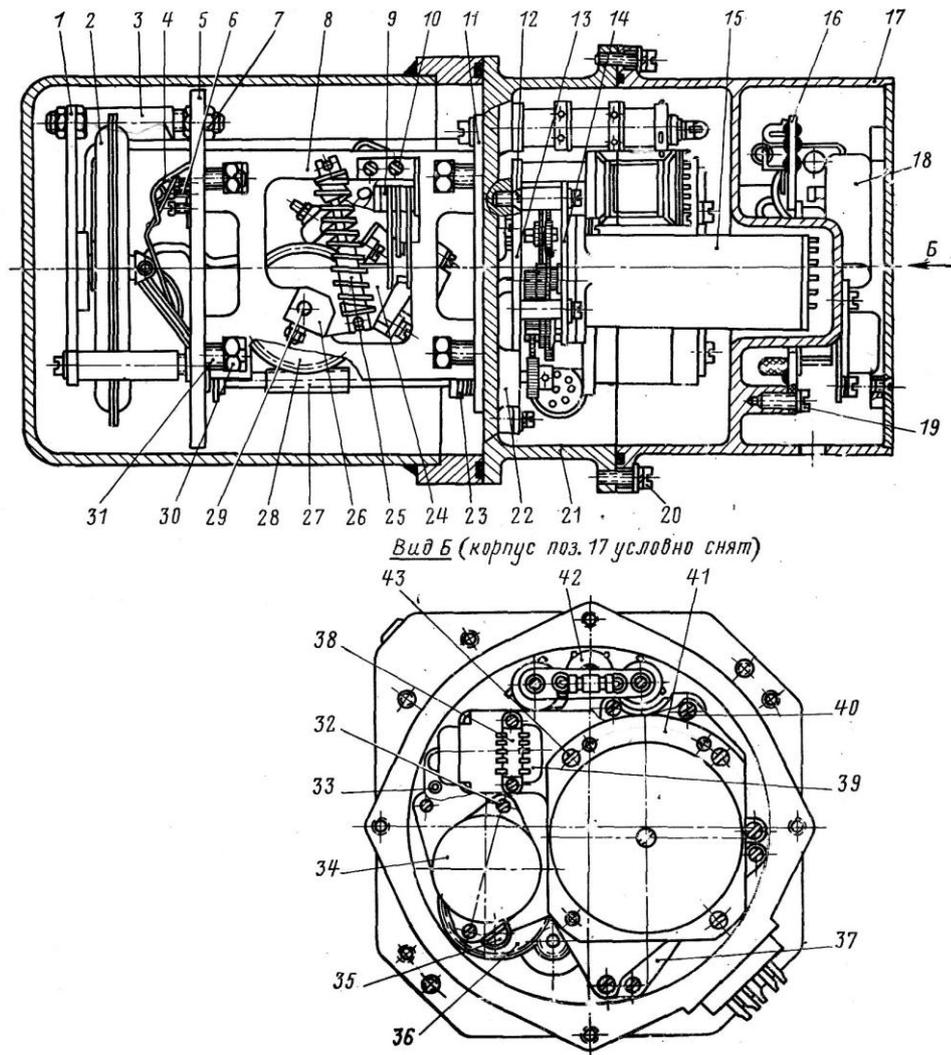


Рис. 1.8. Механизм отработки КЗСП:

1 — плата; 2 — чувствительный элемент; 3 — стой-ка; 4 — пружина; 5 — плата; 6 — винт; 7 — гайка; 8 — рама; 9 — контактные пружины; 10 — винт; 11 — плата; 12 — винт; 13 — плата; 14 — плата; 15 — редуктор в сборе; 16 — плата; 17 — корпус; 18 — усилитель У1; 19 — винт; 20 — винт; 21 — крышка; 22 — втулка; 23 — сильфон; 24 — индукционный узел; 25 — пружина; 26 — качалка; 27 — червяк; 28 — червячная шестерня; 29 — полуось; 30 — гайка; 31 — винт; 32 — винт; 33 — штифт; 34 — клеммная колодка; 35 — винт; 36 — шестерня; 37 — плата; 38 — переходная колодка; 39 — трансформатор; 40 — винт; 41 — потенциометр; 42 — катушка сопротивления; 43 — винт

Механизм отработки корректора-задатчика (рис. 1.8.) выполнен из ряда узлов, собранных на рамах 8 и платах 1, 5, 11, 13, 14, 16. Элемент чувствительный 2 смонтирован на плате 1 и прикреплен с помощью стоек 3 к плате 5. Индукционный узел 24 вращается на двух полуосях 29, установленных в опорах рам 8, которые крепятся к платам 5 и 11 винтами 31 и гайками 30. Редуктор в сборе 15 с платой 13 прикреплен к крышке 21 винтами

12. Трансформатор силовой 39 установлен на плате 37, прикрепленной к крышке 21 винтами 40. Усилитель 18 собран на плате 16, которая крепится к корпусу 17 винтами 19. Узел редуктора с потенциометром 41 крепится к крышке 21. Узел контактных пружин 9, выполняющий роль концевого выключателя корректора, крепится к раме 5 винтами 10. К элементам конструкции относится шестерня 28 с червяком 27. Шестерня неподвижно укреплена на основании индукционного узла 24, вращающегося вместе с ней. Один конец оси червяка установлен на опоре в плате 5, а другой (для обеспечения герметичности) жестко связан с сильфоном 23, который вращается во втулке 22, запрессованной в крышке 21. Для выбора люфта между зубьями шестерни 28 и червяком 27, а также для осуществления осевой точки опоры червяка служит пружина 25, крепящаяся одним концом через качалку 26 на полуоси 29, а другим — к раме 8.

## **2. Описание и подготовка к работе лабораторного стенда**

### **2.1. Описание лабораторного стенда**

В состав лабораторного стенда входят следующие элементы (рис. 2.1.):

- Комбинированный указатель скорости КУС 730/1100 (1).
- Высотомер механический ВМ-15ПБ (2).
- Корректор-задатчик скорости приборной КЗСП (3).
- Блок сигнала готовности БСГ (4).
- Вольтметры питающего напряжения (5,6).
- Блок насосов БН-М.
- Измеритель воздушных давлений ИВД.
- Коммутационная аппаратура.
- Сигнальная аппаратура.
- Защитная аппаратура.

Лабораторный стенд позволяет снимать основные характеристики корректора-задатчика КЗСП и производить его проверку на работоспособность. Лабораторный стенд рассчитан на питание: от сети постоянного тока напряжением 27 В и от сети переменного тока напряжением 36 В 400 Гц. Включение стенда производится с помощью автомата защиты фазы «FA1» – по переменному току и автомата защиты сети «FA2» – по постоянному току.

Для предотвращения повреждения корректора-задатчика включение электрического питания переменного тока напряжением 36 В 400 Гц и постоянного тока напряжением 27 В следует производить одновременно.

Для регулирования напряжения питания корректора-задатчика на панели предусмотрены регулировочные потенциометры: «R19» – по постоянному напряжению, «R17» – по переменному напряжению. Для контроля питающего напряжения установлены вольтметры 5 и 6 постоянного и переменного напряжения соответственно.

На лицевой панели стенда расположены световые сигнализаторы (светодиода) «HL1» и «HL2» наличия электропитания переменного и постоянного тока. Для контроля за состоянием корректора-задатчика установлено два световых индикатора (лампы накаливания), позволяющих определить готовность корректора к включению в режим «коррекции»: «HL3»- красный индикатор «отказ», «HL4»- зеленый индикатор «готов».

Включение блока насосов БН-М производится при помощи автомата защиты сети «FA3».

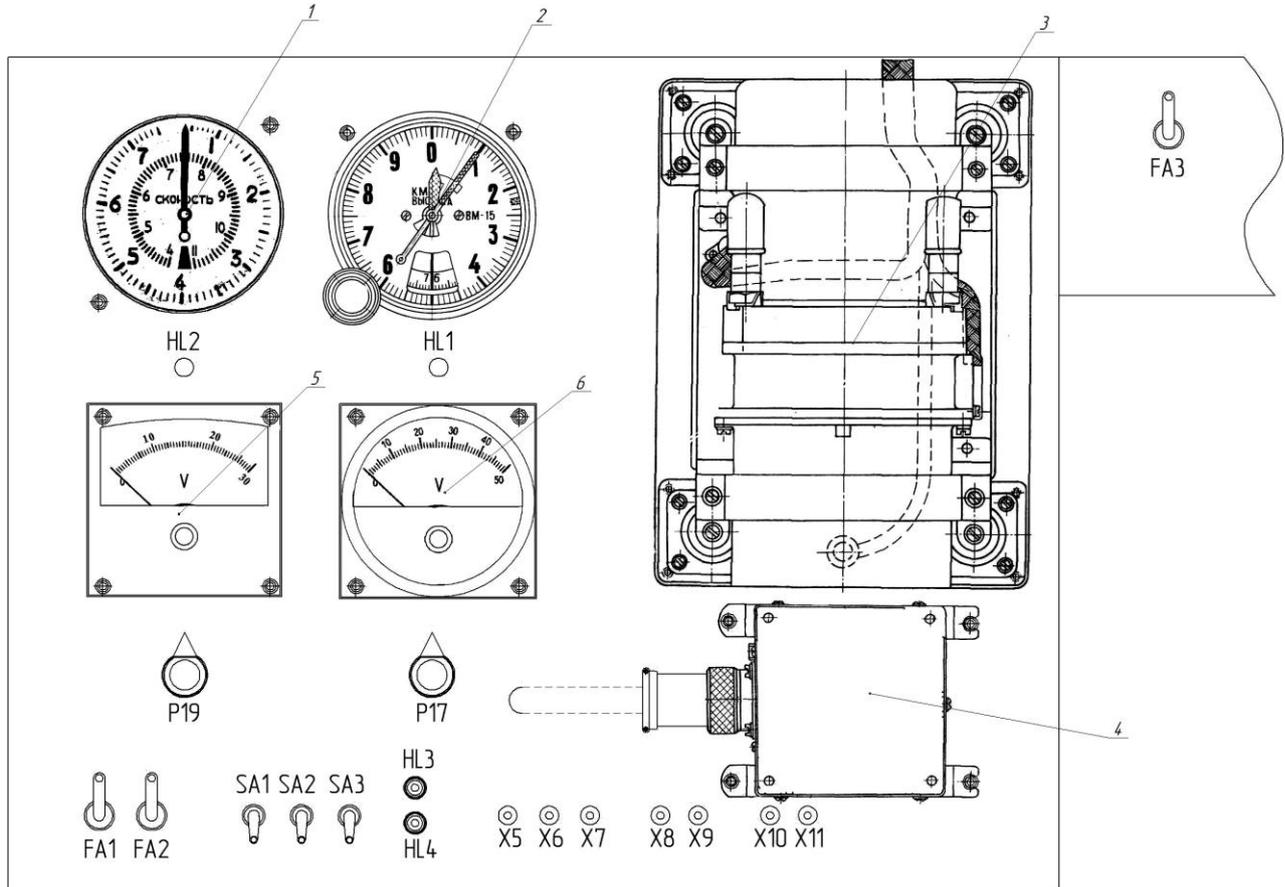


Рис. 2.1. Общий вид лабораторного стенда КЗСП

Переключение между режимами «обнуление» и «коррекция» корректора-задатчика производится при помощи двухпозиционного переключателя «SA1».

Выключатель «SA2» предназначен для электропитания потенциометра П от сети постоянного тока напряжением 27 В.

Переключение между режимами выдачи сигнала рассогласования в виде изменения амплитуды переменного тока или напряжения постоянного тока производится при помощи переключателя «SA3».

Для подключения измерительных приборов на лицевой панели стенда предусмотрены гнезда:

«X5-X6» – для снятия сигнала рассогласования, пропорционального  $\Delta V_{пр}$ , в виде изменения амплитуды переменного тока частотой 400 Гц.

«X6-X7» – для снятия сигнала рассогласования, пропорционального  $\Delta V_{пр}$ , в виде изменения напряжения постоянного тока.

«X8-X9» – для снятия сигнала, пропорционального текущему значению приборной скорости  $V_{пр}$ , в виде изменения напряжения постоянного тока с выхода потенциометра П в режиме «обнуления».

«X10-X11» – для измерения напряжения на выходе индукционного датчика корректора-задатчика в виде изменения амплитуды переменного тока частотой 400 Гц.

Пневматическая схема станда (рис. 2.2.) состоит из блока насосов БН-М, предназначенного для создания воздушных давлений (статического и полного), необходимых для проверки корректора-задатчика, измерителя воздушных давлений ИВД и линий статического и полного давления. Все элементы пневматической схемы, КЗСП, КУС 730/1100 и ВМ-15 соединены между собой гибкими трубопроводами.

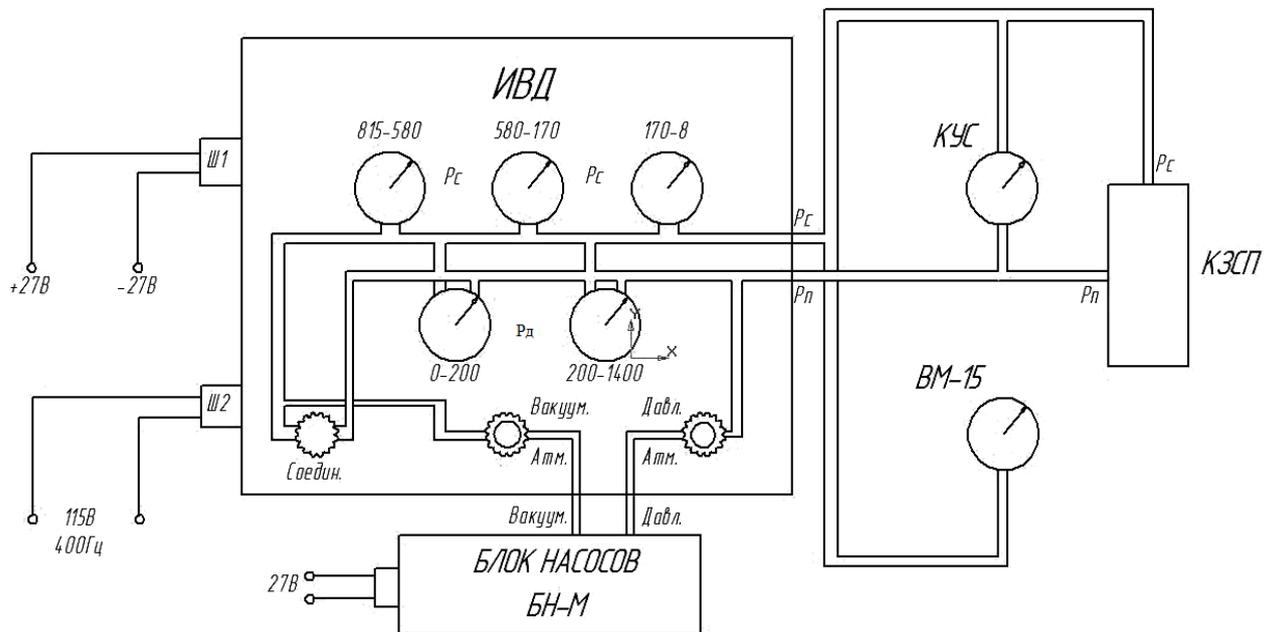


Рис. 2.2. Пневматическая схема станда КЗСП

Блок насосов соединен с измерителем воздушных давлений ИВД двумя трубопроводами «давление» и «вакуум». К измерителю воздушных давлений подключены корректор-задатчик КЗСП, барометрический высотометр ВМ-15ПБ и комбинированный указатель скорости КУС-730/1100.

Электрическая схема станда (рис. 2.3.) состоит из защитной (автоматы защиты сети и фазы FA1, FA2, FA3), коммутационной (переключатели SA1, SA2, SA3), регулировочной (потенциометры R17 и R19), контрольной (вольтметры V1 и V2) и сигнальной (лампы HL1, HL2, HL3, HL4) аппаратуры,

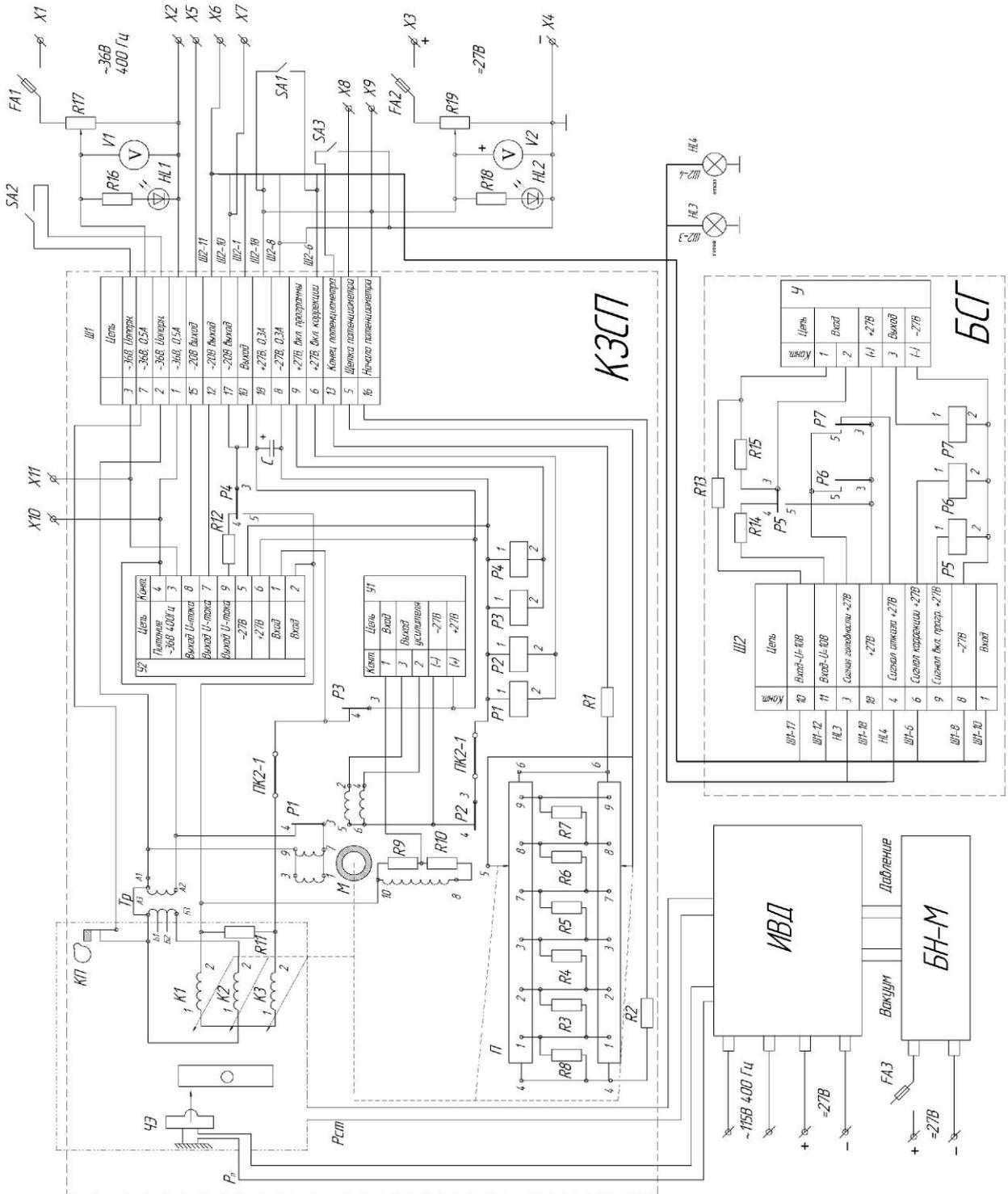


Рис. 2.3. Электрическая схема лабораторного стенда КЗСП

корректора-задатчика скорости приборной КЗСП, блока сигнала готовности БСГ, измерителя воздушных давлений ИВД и блока насосов БН-М.

*Блок насосов БН-М.*

Блок насосов БН-М пластинчато-роторного типа с масляным уплотнением предназначен для создания в рабочей системе стенда давлений, необходимых для проверки корректора.

Вакуумный насос блока насосов обеспечивает создание разрежения до остаточного давления не более 4 мм рт. ст. абс., компрессор – создание давления не менее 4,5 атм в диапазоне температуры окружающей среды в пределах  $-10^{\circ}\text{C} \div +55^{\circ}\text{C}$  и не менее 3,5 атм при температуре до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Блок насосов обеспечивает одновременное создание разрежения и давления в проверяемых системах, непрерывную работу до 1,5 часа с последующим перерывом не менее 0,5 часа.

Рабочая жидкость – приборное масло 132-20 ТУ 6.02.897-78.

Количество масла, заливаемого в блоки насосов – 0,34 л.

Управление блоками насосов – ручное и дистанционное.

Питание блоков насосов осуществляется постоянным током напряжением от 24 В до 29,4 В (номинальное значение – 27 В).

Потребляемая из сети мощность блоками насосов не более 360 Вт.

Привод блоков насосов осуществляется через упругую муфту и понижающий редуктор.

Охлаждение блоков насосов – воздушное.

Блок насосов представляет собой пластинчато-роторный вакуумный насос и ротационный компрессор с масляным уплотнением, выполненные в одном корпусе.

*Измеритель воздушных давлений ИВД.*

Измеритель воздушных давлений ИВД предназначен для ввода и измерения в проверяемые изделия статического  $P_{\text{ст}}$  (абсолютного) и полного  $P_{\text{п}}$  давлений, подаваемых от блока насосов.

В стенде ИВД используется для ввода и измерения статического  $P_{\text{ст}}$  (абсолютного) давления в высотмер механический ВМ-15ПБ и КЗСП и полного  $P_{\text{п}}$  давления в комбинированный указатель скорости КУС 730/1100 и корректор-задатчик скорости приборной КЗСП.

Измеритель воздушных давлений ИВД обеспечивает измерение и ввод в проверяемые изделия следующих давлений:

- статического (абсолютного) давления – от 815 до 8 мм рт. ст.;
- динамического (избыточного) давления – от 0 до 1400 мм рт. ст.

Диапазон рабочих температур – от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Питание ИВД осуществляется постоянным током напряжением  $27 \text{ В} \pm 10\%$  и переменным током напряжением  $115 \text{ В} \pm 4\%$  и частотой  $400 \text{ Гц} \pm 2\%$ .

Порог чувствительности указателей не превышает:

- 0,15 мм рт. ст. – в диапазоне 80 – 815 мм рт. ст. абс.;

- 0,05 мм рт. ст. – в диапазонах 8 – 80 мм рт. ст. абс. и 0 – 200 мм рт. ст.;
- 0,5 мм рт. ст. – в диапазоне 20 – 1400 мм рт. ст.

Герметичность системы абсолютного давления измерителя давлений ИВД такова, что при создании в ней давления 585,175 и 8 мм рт. ст. абс. утечка не превышает 0,2 мм рт. ст. в течение 1 мин по указателю ИВД.

Герметичность системы избыточного давления измерителя давлений ИВД такова, что при создании в ней давления 195 мм рт. ст. утечка не превышает 0,2 мм рт. ст. в течение 1 мин, а при создании давления 1400 мм рт. ст. – 0,5 мм рт. ст. по указателю ИВД.

Вес измерителя воздушных давлений не превышает 20 кг.

Лицевая панель ИВД представлена на рис. 2.4.

Электрическое питание ИВД подается к измерителю через штепсельные разъемы 20 и 21. Электрическая связь с проверяемым изделием осуществляется через штепсельный разъем 9. Для защиты электрической схемы от коротких замыканий предусмотрены предохранители 19, установленные в держателях и закрытые легкосъёмными колпачками, позволяющими производить смену предохранителей.

Включение блока ИВД осуществляется двухполюсным переключателем 17. Тумблер «Свет» 18 предназначен для включения ламп подсвета указателей.

Давление от источника поступает через штуцера «Вакуум» и «Давление» и регулируется с помощью кранов «Вакуум», «Давление» и «Соединительный». Пневматическая связь с проверяемым изделием осуществляется через штуцера  $P_{дин}$  и  $P_{ст}$ .

На переднюю панель выведены ручки управления предохранительным клапаном  $P_{дин}$  11, ограничивающим максимальное избыточное давление при проверках различных типов приборов, а также предохранительным краном  $V_{ст}$  16, ограничивающим максимальную скорость изменения статического давления для предупреждения выхода из строя вариометров при проверках приборов и систем без демонтажа с борта ВС. Давление, превышающее измеряемое, автоматически сбрасывается через штуцер «Сброс» 10.

Давление, поступающее в блок, измеряется указателями абсолютного (статического) 1, 4, 8 и избыточного (динамического) 13, 15 давления. Каждый указатель снабжен светильником 12, обеспечивающим нормальное освещение циферблата в ночное время, и сигнальным фонарем 3 сигнализатора поддиапазонов.

Фонарь «Отказ» сигнализирует о неисправности измерителя или нарушении нормального режима работы.

Фонари 2 и 5 сигнализируют о замыкании или размыкании контакта при проверке реле давления.

На лицевую часть панели выведен также циферблат электромеханического счетчика времени 14.

Указатели абсолютного (статического) 1, 4, 8 и избыточного (динамического) 13, 15 давления предназначены для измерения и выдачи

визуального значения абсолютного и избыточного давлений в заданном диапазоне.

Отсчет визуальных показаний производится счетчиком 6 и стрелкой 7 по циферблату, отградуированному в мм рт. ст.

Конструктивно указатели избыточного и абсолютного давления аналогичны и отличаются друг от друга чувствительными элементами и передаточными отношениями редукторов.

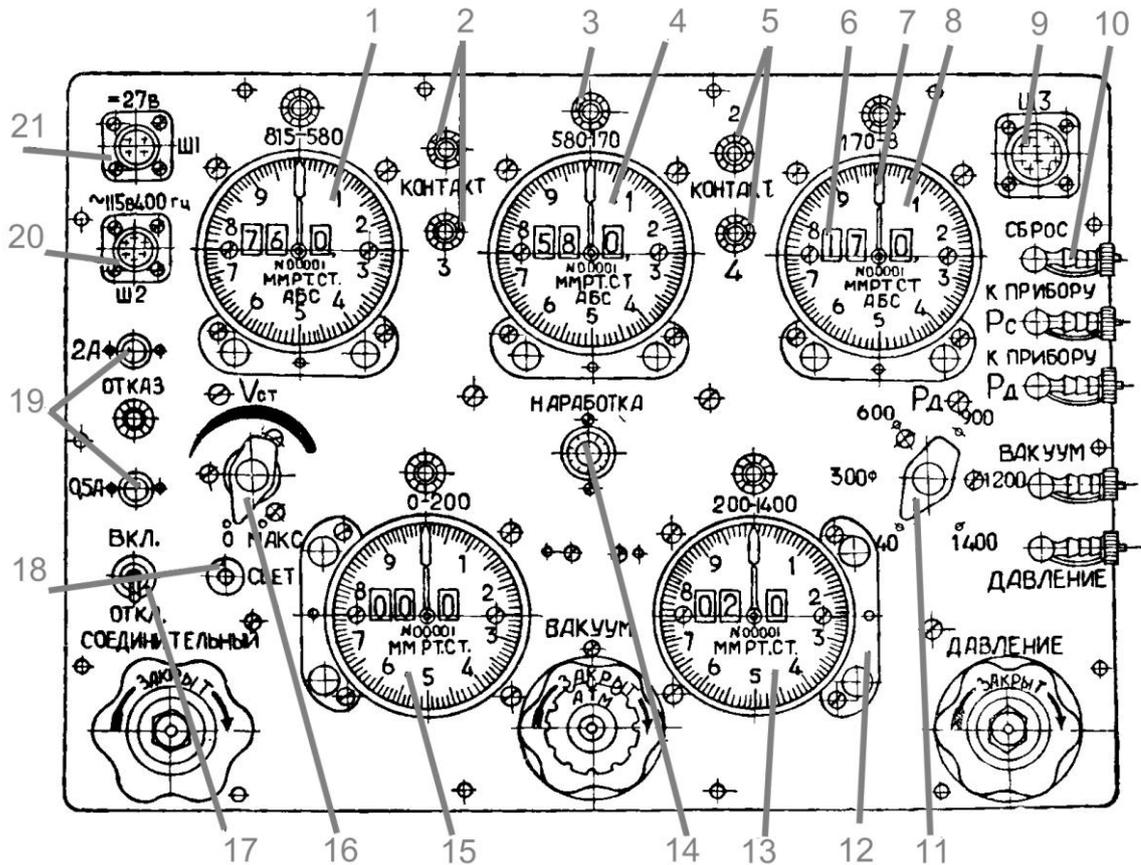


Рис. 2.4. Панель ИВД с приборами

1 – указатель статического (абсолютного) давления (Ук1);  
 2 – сигнальный фонарь; 3 – сигнальный фонарь; 4 – указатель статического (абсолютного) давления (Ук2); 5 – сигнальный фонарь;  
 6 – счетчик; 7 – стрелка; 8 – указатель статического (абсолютного) давления (Ук3); 9 – штепсельный разъем; 10 – штуцер; 11 – ручка управления; 12 – светильник; 13 – указатель динамического (избыточного) давления (Ук4); 14 – электромеханический счетчик времени; 15 – указатель динамического (избыточного) давления (Ук5); 16 – ручка управления; 17 – переключатель; 18 – тумблер; 19 – предохранитель; 20 – штепсельный разъем; 21 – штепсельный разъем.

### *Блок сигнала готовности БСГ.*

Блок сигнала готовности БСГ предназначен для выдачи сигнала готовности к включению в режиме обнуления и выдачи сигналов исправности и отказа в режимах коррекции и программного управления.

Сигнализация отказа и исправности производится по уровню высоких сигналов выходов корректора-задатчика скорости приборной КЗСП.

Переключение режимов работы блока БСГ производится при подаче управляющего сигнала +27 В на соответствующие цепи блока.

Блок рассчитан на питание от сети постоянного тока напряжением  $27 \pm 2,7$  В.

Мощность, потребляемая от сети постоянного тока, не более 10 Вт.

Блок выдает сигнал готовности +27В:

- при одновременном отсутствии входного и управляющих сигналов +27В;

- при отсутствии входного сигнала и подаче управляющего сигнала +27В в режиме «Программа»;

- при подаче входного сигнала любой величины в диапазоне от 0 до 30В и управляющего сигнала + 27 В режиме «Коррекция».

Блок выдает сигнал отказа +27В:

- при подаче входного сигнала более  $9В \pm 25\%$  и отсутствии управляющих сигналов;

- при подаче входного сигнала более  $2,5В \pm 25\%$ , и управляющем сигнале +27 В на включение режима «Программа».

## **2.2. Подготовка к работе лабораторного стенда**

Перед включением стенда убедиться, что переключатели находятся в следующем положении.

*На стенде:* регулятор напряжения постоянного тока «R19» - крайнее правое положение; регулятор напряжения переменного тока « R17» - крайнее правое положение; автомат защиты фазы переменного тока «FA1» - положение «выкл»; автомат защиты сети постоянного тока «FA2» - положение «выкл»; переключатель режимов «коррекция-обнуление» «SA1» - положение «обнуление»; переключатель «питание потенциометра» «SA2» - положение «выкл»; переключатель «постоянный-переменный» «SA3» -положение «переменный»; автомат защиты сети блока насосов «FA3» - положение «выкл».

*На блоке насосов БН-М* переключатель включения блока насосов - положение «ручное».

*На лабораторном стенде:* автомат защиты переменного тока «FA1» - положение «вкл»; автомат защиты постоянного тока «FA2» - положение «вкл»; убедиться в загорании зеленого индикатора «HL4» «готов», и двух сигнализаторов наличия электропитания стенда «HL1» и «HL2».

На ИВД плавно по часовой стрелке закрыть кран «Атм» на кране «Давление», закрыть краны «Давление» и «Вакуум», открыть кран «Соединительный», ручку крана V ст. установить в положение «Макс», ручку крана P<sub>д</sub> установить в положение 600. Включить выключатель на ИВД и убедиться, что горят сигнальные лампы над указателем абсолютного давления 815-580 мм рт. ст. и указателем избыточного давления 0-200, а сигнальная лампа «ОТКАЗ» не горит.

На ИВД открыть кран «Атм» на кране «Вакуум», определить величину давления дня P<sub>дн</sub> по указателю ИВД (диапазон 815-580 мм рт.ст. АБС) и зафиксировать её в отчёте. Закрыть кран «Атм» на кране «Вакуум».

Установить на счетчике давления высотомера ВМ-15ПБ давление дня P<sub>дн</sub> в мм рт. ст. Показания высотомера ВМ-15ПБ не должны превышать  $0 \pm 25$  м;

### **3. Порядок выполнения лабораторной работы**

#### **3.1. Проверка корректора-задатчика КЗСП на герметичность**

Перед проверкой на герметичность убедиться, что переключатель режимов «SA1» «коррекция-обнуление» находится в положении «обнуление».

*Проверка на герметичность статической системы.*

Убедиться, что на ИВД кран «соединительный» находится в положении «открыт».

Установить автомат защиты блока насосов «FA3» в положение «вкл». Для проверки герметичности статической системы корректора-задатчика необходимо краном «вакуум» создать абсолютное давление в статической системе равное 400 мм рт.ст.

Установить автомат защиты блока насосов «FA3» в положение «выкл». Статическая система корректора-задатчика герметична, если изменение давления за 1 мин не превышает 2 мм рт.ст. Открыть кран «атм» на кране «вакуум» и убедиться, что статическое давление равно давлению дня P<sub>дн</sub>.

*Проверка на герметичность системы полного давления.*

На ИВД закрыть краны «соединительный» и кран «атм» на кране «вакуум».

Установить автомат защиты блока насосов «FA3» в положение «вкл». Для проверки герметичности системы полного давления корректора-задатчика необходимо краном «давление» создать динамическое давление равное 150 мм рт.ст.

Установить автомат защиты блока насосов «FA3» в положение «выкл». Система полного давления герметична, если изменение динамического давления за 1 мин не превышает 1 мм.рт.ст.

Сделайте вывод о герметичности статической системы и системы полного давления корректора-задатчика.

На ИВД открыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что статическое давление близко к давлению дня  $P_{дн}$ , а динамическое давление близко к нулю. Закрыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум».

### 3.2. Снятие характеристик КЗСП в режиме «обнуления»

В режиме обнуления корректор-задатчик отслеживает изменение приборной скорости полета и выдает сигнал в виде относительного сопротивления  $R_{отн}$ , пропорционального текущей приборной скорости.

Для снятия зависимости относительного сопротивления потенциометра  $R_{отн}$  от приборной скорости полета необходимо убедиться что переключатель «SA2» находится в положении «выкл.», а корректор-задатчик переведен в режим «обнуление» переключателем «SA1».

Полное сопротивление потенциометра П составляет  $R_{пот}=1480$  Ом. Установить мультиметр в режим измерения сопротивления с диапазоном 2К. Подключить мультиметр к гнездам «X8, X9». Убедиться, что на ИВД закрыты кран «соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум».

Включить блок насосов автоматом защиты «FA3». При помощи крана «давление» установить по КУС 730/1100 значение приборной скорости для первой проверяемой точки табл. 3.1., т.е. 150 км/ч. Измерить значение сопротивления потенциометра П корректора-задатчика и занесите в табл. 3.1.

Повторить опыт для других значений приборной скорости в соответствии с табл. 3.1.

Для вычисления относительного сопротивления воспользоваться формулой (3.1.):

$$R_{отн}(\%) = \frac{R_{изм}}{R_{пот}} \cdot 100 \quad (3.1.).$$

Таблица 3.1.

| Приборная скорость,<br>км\ч | $R_{изм}$ , Ом | $R_{отн}$ ,<br>% | $R_{доп}$ , % | $\Delta R_{доп}$ , % |
|-----------------------------|----------------|------------------|---------------|----------------------|
| 150                         |                |                  | 15,0          | $\pm 1,0$            |
| 500                         |                |                  | 38,3          | $\pm 1,5$            |
| 700                         |                |                  | 52,1          | $\pm 2,0$            |

По данным табл. 3.1. построить график зависимости  $R_{отн} = f(V_{пр})$ . Сделать вывод о характере зависимости относительного сопротивления потенциометра  $R_{отн}$  от приборной скорости полета и нахождении погрешности  $\Delta R_{доп}$  в поле допуска.

На ИВД открыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что статическое давление близко к давлению дня  $P_{дн}$ , а динамическое давление близко к нулю. Закрыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум».

### 3.3. Проверка работоспособности блока сигнала готовности БСГ

Блок сигнала готовности БСГ предназначен для выдачи сигнала готовности к включению в режиме обнуления и выдачи сигналов исправности и отказа в режимах коррекции.

Для проверки БСГ необходимо переключателем «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «обнуления», задать с помощью ИВД по КУС 730/1100 значение приборной скорости 200 км/ч, и переключателем «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «коррекция».

Переключателем «SA3» перевести корректор-задатчик в режим выдачи сигнала постоянного тока. Установить мультиметр в режим измерения напряжения постоянного тока с диапазоном 20 В и подключить его к гнездам «Х6», «Х7».

При помощи крана «Давление» на ИВД увеличивать значение приборной скорости до загорания лампы «HL3» «отказ». Значение скорости и напряжения при котором произошло загорание лампы «отказ» занести в табл. 3.2.

После загорания лампы «HL3» «отказ», переключателем «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «обнуление».

На ИВД открыть кран «соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что статическое давление близко к давлению дня  $P_{дн}$ , а динамическое давление близко к нулю. Закрыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум».

Снова задать значение стабилизируемой приборной скорости по КУС 730/1100 200 км/ч, и переключателем «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «коррекция».

При помощи крана «Атм.» на кране «Давление» уменьшать значение приборной скорости до момента загорания лампы «HL3» «отказ». Значение приборной скорости и напряжения, при котором произошло загорание лампы «отказ» занести в табл. 3.2

Таблица 3.2.

| Текущая приборная скорость | $V_{ПР}$ , км/ч | $U_{ВЫХ}$ , В | Режим коррекции           |
|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------------|
|                            |                 |               | $U_{ВЫХ \text{ доп}}$ , В |
| Больше заданной            |                 |               | от 0 до $9 \pm 2,25$      |
| Меньше заданной            |                 |               | от 0 до $9 \pm 2,25$      |

Сравнить полученные результаты с допустимыми значениями  $U_{ВЫХ \text{ доп}}$  и сделать вывод об исправности блока сигнализации готовности БСГ.

### 3.4. Снятие характеристик КЗСП в режиме «коррекция»

Для снятия зависимостей выходных напряжений фазочувствительного усилителя ФЧУ корректора-задатчика от приборной скорости полета в режиме «коррекция» выберем значение стабилизируемой приборной скорости 500 км/ч по КУС 730/1100, что соответствует избыточному давлению 88.62 мм рт. ст. по ИВД.

Для снятия характеристик установить при помощи потенциометров «R17, R19» номинальные значения напряжений питания стенда: напряжение постоянного тока 27В, напряжение переменного тока 36 В.

Для измерения выходного напряжения ФЧУ переменного тока  $U_{\sim}$  необходимо переключатель «SA3» переводить в режим выдачи сигнала переменного тока, устанавливать мультиметр в режим измерения напряжения переменного тока с диапазоном 20 В и подключить его к гнездам «X5», «X6».

Для измерения выходного напряжения ФЧУ постоянного тока  $U$  необходимо переключатель «SA3» переводить в режим выдачи сигнала постоянного тока, устанавливать мультиметр в режим измерения напряжения постоянного тока с диапазоном 20 В и подключить его к гнездам «X6», «X7».

Для измерения выходного напряжения индукционного датчика  $U_{ид}$  устанавливать мультиметр в режим измерения напряжения переменного тока с диапазоном 20 В и подключить его к гнездам «X9», «X10».

Таблица 3.3

|                        | Давление (скорость) |                 | Параметры      |         |              |
|------------------------|---------------------|-----------------|----------------|---------|--------------|
|                        | $P_d$ мм рт.ст.     | $V_{пр}$ , км/ч | $U_{\sim}$ , В | $U$ , В | $U_{ид}$ , В |
| Скорость выше заданной | 90.40               | 505             |                |         |              |
|                        | 92.20               | 510             |                |         |              |
|                        | 94.02               | 515             |                |         |              |
|                        | 95.86               | 520             |                |         |              |
|                        | 97.71               | 525             |                |         |              |
|                        |                     |                 | отказ          | отказ   | отказ        |
| Скорость ниже заданной | 86.86               | 495             |                |         |              |
|                        | 85.11               | 490             |                |         |              |
|                        | 83.39               | 485             |                |         |              |
|                        | 81.67               | 480             |                |         |              |
|                        | 79.98               | 475             |                |         |              |
|                        |                     |                 | отказ          | отказ   | отказ        |

На ИВД открыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что статическое давление близко к давлению дня  $P_{дн}$ , а динамическое давление близко к нулю. Закрыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что переключатель «SA1» находится в положении «обнуление».

Перевести автомат защиты сети «ФАЗ» в положение «вкл». При помощи крана «Давление» на ИВД создать динамическое (избыточное) давление 88.62 мм рт. ст., что соответствует приборной скорости 500 км/ч. по КУС 730/1100.

При помощи переключателя «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «коррекция».

Последовательно замерить напряжения  $U_{\sim}$ ,  $U$  и  $U_{ИД}$  для приборной скорости 500 км/ч по КУС 730/1100 путем подключения мультиметра к соответствующим гнездам, как указано выше. Значения трех измеренных напряжений должны быть близки к нулю.

Увеличивать с помощью крана «Давление» на ИВД динамическое (избыточное) давление  $P_d$  в соответствии с табл. 3.3., контролируя при этом значение приборной скорости  $V_{ПР}$  по КУС 730/1100. Для каждого значения динамического давления  $P_d$  замерять и заносить в верхнюю половину табл. 3.3. значения трех напряжений  $U_{\sim}$ ,  $U$  и  $U_{ИД}$ . Увеличивать динамическое (избыточное) давление  $P_d$  до момента загорания лампы «HL3» «отказ». Динамическое давление  $P_d$ , при котором произошло загорания лампы «HL3» «отказ», занести в табл. 3.3.

На ИВД открыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что статическое давление близко к давлению дня  $P_{дн}$ , а динамическое давление близко к нулю. Закрыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум».

Установить переключатель «SA1» в положение «обнуление».

При помощи крана «Давление» на ИВД создать динамическое (избыточное) давление 88.62 мм рт. ст., что соответствует приборной скорости 500 км/ч. по КУС 730/1100.

При помощи переключателя «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «коррекция».

Уменьшать с помощью крана «Атм» на кране «Давление» на ИВД динамическое (избыточное) давление  $P_d$  в соответствии с табл. 3.3., контролируя при этом значение приборной скорости  $V_{ПР}$  по КУС 730/1100. Для каждого значения динамического давления  $P_d$  замерять и заносить в нижнюю половину табл. 3.3. значения трех напряжений  $U_{\sim}$ ,  $U$  и  $U_{ИД}$ . Уменьшать динамическое (избыточное) давление  $P_d$  до момента загорания лампы «HL3» «отказ». Динамическое давление  $P_d$ , при котором произошло загорания лампы «HL3» «отказ», занести в табл. 3.3.

Переведите автомат защиты сети «ФАЗ» в положение «выкл».

По данным табл. 3.3 построить графики зависимостей:  $U_{\sim}=f(V_{ПР})$ ,  $U=f(V_{ПР})$ ,  $U_{ИД}=f(V_{ПР})$ . Сделать вывод о характере зависимостей выходных напряжений фазочувствительного усилителя ФЧУ корректора-задатчика от приборной скорости полета в режиме «коррекция».

### 3.5. Снятие переходного процесса следящей системы КЗСП в режиме «обнуления»

Перевести переключатель «SA2» в положение «вкл», запитав тем самым потенциометр корректора-задатчика.

Переключателем «SA1» перевести корректор-задатчик в режим «обнуление».

На ИВД открыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум». Убедиться, что статическое давление близко к давлению дня  $P_{дн}$ , а динамическое давление близко к нулю. Закрыть кран «Соединительный» и кран «Атм» на кране «Вакуум».

Подключите осциллограф INSTEK GOS-620FG к гнездам «X8» и «X9».

Включить осциллограф INSTEK GOS-620FG нажатием тумблера «POWER» («Тумблер включения питания»), при этом должен загореться индикатор «POWER». Дать прогреться осциллографу в течение одной минуты.

Вращением ручек «INTEN» («Яркость») и «FOCUS» («Фокус») добиться отчетливо видимого сфокусированного луча.

Вращением ручек «VERTICAL POSITION» («Положение по вертикали») и «HORIZONTAL POSITION» («Положение по горизонтали») установить луч в середине экрана.

Органы управления «HORIZONTAL» («Органы управления разверткой») установить в следующие положения: ручку «SWP.VAR» («Развертка плавно») – в крайнее правое положение по часовой стрелке до щелчка; переключатель «TIME/DIV» («Время/деление») – 0,1 S; кнопку « $\times 10$  MAG» («Увеличение в 10 раз») – отжата.

Органы управления «VERTICAL» («Тракт вертикального отклонения») установить в следующие положения: переключатель «VOLTS/DIV» («Вольт/деление») – 5 В; ручку «VAR» («Плавно») – в среднее положение; переключатель «MODE» («Режим») – «CH1» («Канал 1»); переключатель «AC-GRD-DC» («Переключатель режима входа усилителя») – «DC»; кнопку «CH1 INV» («Инвертирование сигнала в канале 1») – отжата.

Органы управления «TRIGGER» («Синхронизация») установить в следующие положения: переключатель «MODE» («Режим») – «AUTO» («Автоматический»); переключатель «SOURCE» («Источник развертки») – «CH 1» («Канал 1»); ручку «LAVEL» («Плавно») – в такое положение, при котором происходит синхронизация сигнала; кнопку «TRIG.ALT» («Сложение сигналов синхронизации») – отжата; кнопку «SLOPE» («Полярность») – отжата.

Подключить первый канал осциллографа «CH1» («Канал 1») к гнездам «X8» и «X9».

При помощи крана «Давление» на ИВД создать динамическое (избыточное) давление, соответствующее приборной скорости 300 км/ч по КУС 730/1100. Переключателем «SA1» перевести корректор-задатчик в режим

«коррекция». При помощи крана «Давление» на ИВД увеличить значение приборной скорости до 600 км/ч.

Перевести переключатель «SA1» в положение «обнуление» в момент, когда луч осциллографа находится в левой части экрана, и наблюдать на экране осциллографа переходный процесс. Перенести на кальку (сфотографировать) полученное на экране осциллографа изображение переходного процесса.

По полученному графику переходного процесса определить время переходного процесса  $t_{\text{пт}}$ , которое не должно превышать 05 с, и характер переходного процесса (апериодический/колебательный). В случае колебательного процесса определить величину перерегулирования  $\sigma_{\text{пер}}$ .

#### 4. Требования, предъявляемые к отчету

Отчет должен содержать:

- 1) цель лабораторной работы;
- 2) структурную схему КЗСП;
- 3) таблицы с экспериментальными данными;
- 4) графики зависимостей, указанных в разделе 3;
- 5) выводы.

#### 5. Контрольные вопросы

1. В чем отличие приборной и истинной воздушной скоростей?
2. Как изменяется фаза выходного сигнала переменного тока КЗСП при переходе текущего значения приборной скорости через стабилизируемое значение?
3. Принцип действия корректора-задатчика скорости приборной КЗСП.
4. Каким образом устраняется температурная погрешность первого и второго рода в КЗСП?
5. Принцип действия БСГ.
6. Назначение элементов принципиальной электрической схемы лабораторного стенда.
7. Режимы работы корректора-задатчика скорости приборной КЗСП.

#### Литература

1. Воробьев В.Г. и др. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы: учебник для вузов /под ред. В.Г. Воробьева. – М.: Транспорт, 1992.
2. Воробьев В.Г. Константинов В.Д. Техническая эксплуатация авиационного оборудования. – М.: Транспорт, 1990.
3. Навигационно-пилотажные приборы. Анероидно-мембранная группа. Сборник технических описаний и краткие сведения по эксплуатации.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 1. Назначение, основные технические характеристики и принцип действия корректора-задатчика скорости приборной КЗСП..... | 3  |
| 2. Описание и подготовка к работе лабораторного стенда.....   | 13 |
| 3. Порядок выполнения лабораторной работы.....  | 21 |
| 4. Требования, предъявляемые к отчету.....  | 27 |
| 5. Контрольные вопросы.....   | 27 |
| Литература.....   | 27 |