

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. Королева**

**ИСПЫТАНИЕ АГРЕГАТОВ
ВЫСОТНОЙ СИСТЕМЫ
ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА**

Методические указания к лабораторной работе

САМАРА 1994

Составитель **А. И. Данильченко**

УДК 629. 7. 004. 67

Испытание агрегатов высотной системы пассажирского самолета: Метод. указания к лабораторной работе /Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. А. И. Данильченко. Самара, 1994. 20 с.

Рассмотрены особенности испытания и определения работоспособности агрегатов высотной системы пассажирского самолета на примере командного агрегата 2077.

Предназначены для студентов старших курсов специальности 13.03, изучающих курс «Производство и ремонт ЛА». Выполнены на кафедре ЭЛАИД.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королёва

Рецензент **А. П. Савинов**

Цель работы: ознакомление с методикой и технологией испытания агрегатов системы автоматического регулирования давления (САРД) воздуха в гермокабинах пассажирских самолетов.

Содержание работы: 1. Изучение принципа регулирования давления воздуха в гермокабинах; конструкции и работы регулятора давления и выпускного клапана; конструкции и работы испытательного стенда; технологии испытания агрегатов САРД.

2. Снятие рабочих характеристик регулятора давления.
3. Оформление отчета.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О САРД ВОЗДУХА В ГЕРМОКАБИНАХ ПАССАЖИРСКИХ САМОЛЕТОВ

На современных пассажирских самолетах с целью защиты пассажиров и экипажа от воздействия окружающей атмосферы, поддержания необходимого давления воздуха и температуры устанавливается высотное оборудование, представляющее собой комплекс функционально связанных систем.

Для обеспечения жизнедеятельности человеческого организма наиболее благоприятно давление в кабине $P_k = 700 \dots 760$ мм рт. ст. Однако при полете на больших высотах поддержание такого давления очень невыгодно, так как это связано со значительным увеличением веса фюзеляжа. Поэтому на основании многочисленных физиологических исследований в настоящее время в отечественных и зарубежных нормах принято, что абсолютное давление воздуха в кабинах на наибольшей высоте крейсерского полета не должно быть ниже 567 мм рт. ст.

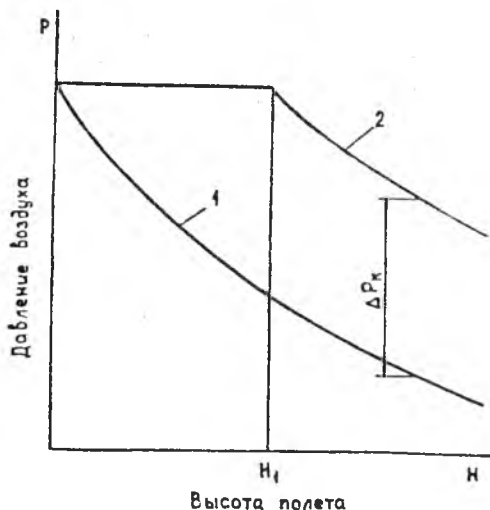
Герметические кабины современных самолетов выполняются по так называемой вентиляционной схеме, т. е. с постоянной подачей воздуха в кабину от компрессоров двигателей. Регулирование давления воздуха осуществляется специальными автоматическими устройствами, которые обеспечивают непрерывный выпуск в атмосферу воздуха вместе с выделяемым из организма углекислым газом и тем самым поддерживают заданную величину абсолютного давления в кабине P_k и скорость его изменения dP_k / dt .

Чтобы обеспечить заданные величины P_k и dP_k / dt в определенных пределах, автоматические регуляторы должны обладать

соответствующими статическими и динамическими характеристиками.

Под статической характеристикой регулятора понимают зависимость давления, поддерживаемого регулятором, от высоты полета. Динамическая характеристика определяет устойчивость и точность регулирования параметров на переходных режимах. Скорость изменения давления в кабине dP_k/dt на этих режимах не должна превышать 0,18 мм рт. ст. в секунду, так как в противном случае у пассажиров возникают значительные болевые ощущения.

В настоящее время для большинства пассажирских самолетов принят закон регулирования, приведенный на рис. 1. До высоты полета H_1 в кабине поддерживается давление P_k , примерно равное атмосферному в точке взлета. На высотах $H > H_1$ давление постепенно понижается эквидистантно кривой падения давления по СА при сохранении постоянного перепада давлений ΔP_k в гермокабине и за бортом самолета (таблица). Такой закон позволяет сравнительно просто удовлетворить требования, предъявляемые к САРД воздуха в кабине самолета.



Р и с. 1. Закон изменения давления воздуха по высоте полета в кабине пассажирского самолета: 1 — $P_H = \varphi(H)$ — изменение давления воздуха с высотой (по ГОСТ 4401-64); 2 — $P_k = \varphi(H)$ — изменение давления воздуха в кабине

Характеристика режимов давления в гермокабинах некоторых типов пассажирских самолетов

Тип самолета	Высота H_1 , м	Избыточное давление P_k , кгс/см ² (10^5 Па)	Избыточное давление ΔP_k , ограничиваемое	
			выпускным клапаном $\Delta P_{кл}$, кгс/см ² (10^5 Па)	предохранительным клапаном $\Delta P_{к\max}$, кгс/см ² (10^5 Па)
Як-40	2800	0,3	0,34	0,35
Ан-24	2800	0,3	0,33	0,334
Ту-134	6270	0,57	0,62	0,63
Ту-154	7200	0,63	0,67	0,68

Основной недостаток такого закона регулирования состоит в ограничении вертикальной составляющей скорости V_y самолета при $H > H_1$. Действительно, при $H > H_1$ в соответствии с рис. 1 должно соблюдаться равенство

$$\frac{d P_k}{d H} = \frac{d P_H}{d H}$$

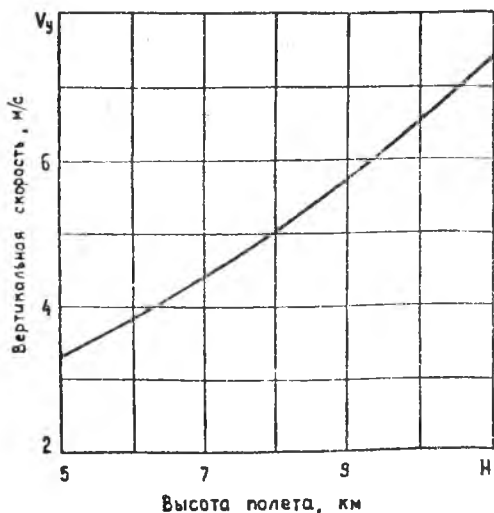
$$\text{или } \frac{d P_k}{d t} = \frac{d P_H}{d t} \leq 0,18 \text{ мм рт.ст. / с}$$

$$\text{откуда } \frac{d P_H}{d H} = \frac{\rho_H}{g} = \frac{d P_H}{d t} \frac{1}{d H / d t}.$$

$$\text{Так как } \frac{d H}{d t} = V_y, \frac{d P_H}{d t} = \frac{d P_k}{d t}, \text{ то } V_y = \frac{g}{\rho_H} \frac{d P_k}{d t},$$

где ρ_H — плотность атмосферного воздуха.

Из последнего выражения следует, что для заданной высоты полета вертикальная скорость, при которой в кабине обеспечивается нормированная скорость изменения давления, не должна превышать определенных значений (рис.2).



Р и с. 2. Изменение допустимой вертикальной скорости в зависимости от высоты полета

Для предохранения гермокабин от перенадува при отказе САРД на самолетах устанавливаются предохранительные клапаны, обеспечивающие поддержание предельного значения $\Delta P_{к\max}$ (см. таблицу), несколько большего, чем давление $\Delta P_{к}$.

2. КОНСТРУКЦИЯ И РАБОТА САРД

Системы САРД состоят из типовых конструктивных элементов — регуляторов давления (командные приборы), выпускных и предохранительных клапанов (исполнительные органы). При некотором конструктивном отличии, в зависимости от типа и назначения самолета, САРД воздуха в гермокабинах выполняют одни и те же функции. Рассмотрим в качестве примера САРД пассажирского самолета, предназначенного для полета на авиалиниях средней протяженности (рис.3). В систему входят следующие агрегаты: регулятор давления, выпускные и предохранительные клапаны, кабинные вариометры, указатели высот и перепада давлений и соленоидные клапаны.

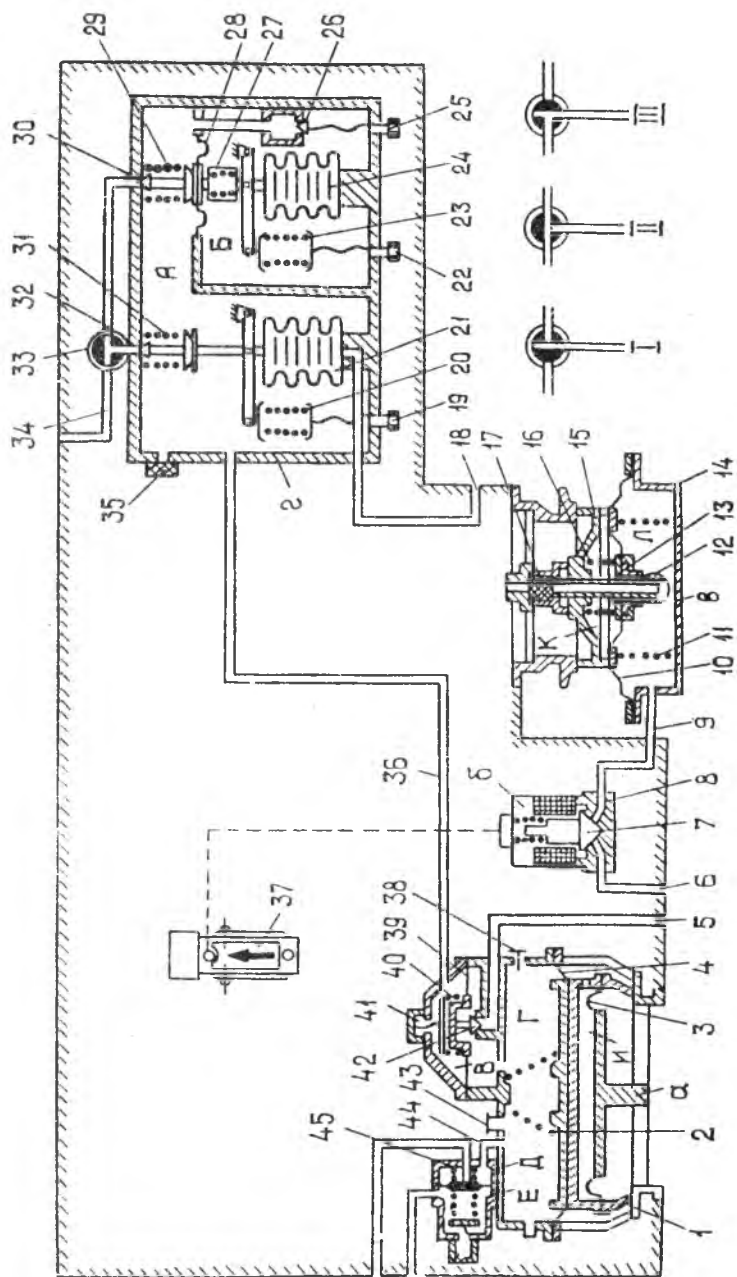


Рис. 3. Принципиальная схема регулирования давления воздуха в кабине самолета

2.1. РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

Регулятор давления г (рис. 3) предназначен для автоматического совместно с выпускными клапанами поддержания давления воздуха в гермокабине по заданному закону и скорости изменения этого давления, равной 0,18 мм рт. ст./с (24 Па/с). Он пневматически управляет выпускными клапанами.

Регулятор давления состоит из корпуса и трех узлов, регулирующих избыточное и абсолютное давление, а также скорость изменения давления в кабине. Корпус перегородкой разделен на две полости А и Б.

Полость А постоянно сообщается с гермокабиной через калиброванное отверстие, защищенное фильтром 35, с полостью Б через отверстие, регулируемое игольчатым клапаном 26. с полостями В выпускных клапанов трубопроводами 36, а также с атмосферой через клапаны 30 и 32 (если они открыты), расположенные над сильфонами узлов регулирования. На корпусе установлен трехходовой кран 33 в канале, сообщающем полость А с атмосферой через трубопроводы 34. Этот кран на самолете должен быть постоянно в положении “Включен” и законтрен.

При проверке узлов ограничения избыточного давления и предохранительных клапанов трехходовой кран необходимо установить в положение «Выключено». Для проверки узла, регулирующего избыточное давление, и работы выпускных клапанов трехходовой кран необходимо установить в положение «Проверка регулировки».

Узел, регулирующий абсолютное давление, автоматически поддерживает абсолютное давление воздуха в гермокабине постоянным и равным 760 мм рт. ст. (10^5 Па) с высоты, на которой устанавливается давление 760 мм рт. ст. (10^5 Па), до высоты, на которой избыточное давление воздуха равно 0,3 кгс/см² ($0,3 \cdot 10^5$ Па, $H=2800$ м).

Узел состоит из вакуумированного сильфона 24, пружин 23, 27, 29, задатчика «Начало герметизации» 22, клапана 30, установленного над этим сильфоном, прибора и других деталей. Задатчик 22 соединен со стрелкой прибора, шкала которого отградуирована от 450 до 800 мм рт. ст.

Узел, регулирующий избыточное давление воздуха в гермокабине, автоматически поддерживает избыточное давление равным $0,3 \pm 0,02$ кгс/см² ($(0,3 \pm 0,02) \cdot 10^5$ Па) с высоты $H_1 = 2800$ м и более.

Он включает в себя сильфон 21, внутренняя полость которого сообщена с атмосферой, пружины 20 и 31, клапан 32, установленный под сильфоном, задатчик «Избыточное давление» 19, прибор и другие детали. Задатчик 19 соединен со стрелкой прибора, шкала которого отградуирована от 0 до 0,6 кгс/см² (0,6 · 10⁵ Па).

Узел, регулирующий скорость изменения давления воздуха в гермокабине, автоматически поддерживает эту скорость равной 0,18 мм рт. ст./с (24 Па/с), что соответствует скорости изменения «кабинной» высоты 2 м/с. Узел состоит из мембраны 28, установленной в перегородке корпуса, игольчатого клапана 26, задатчика 25 и других деталей. Задатчик 25 соединен со шкалой, расположенной в окне шкалы прибора, регулирующего абсолютное давление.

2.2. ВЫПУСКНОЙ КЛАПАН

Выпускной клапан а (рис. 3) под управлением регулятора давления поддерживает заданное давление и скорость изменения давления воздуха в гермокабине, равную 0,18 мм рт. ст./с (24 Па/с). При выходе из строя регулятора давления выпускной клапан срабатывает (открывается) самостоятельно при увеличении избыточного давления в кабине выше $0,334 \pm 0,014$ кгс/см² ($(0,334 \pm 0,014) \cdot 10^5$ Па) в вакууме более 3 . . . 5 мм рт. ст. (400 . . . 650 Па).

Выпускной клапан состоит из корпуса 41 клапана регулирования давления 42, клапана—ограничителя избыточного давления 45, обратного клапана 38, дыхательного клапана 1 с большой и малой мембранами 3 и 4, пружины 2 трубопроводов 5, 6, 8, 9 и жесткого центра.

Полость В клапана регулирования давления сообщена трубопроводом 36 с полостью А регулятора давления. Полость Г через жиклер с фильтром 43 постоянно сообщается с гермокабиной и может сообщаться с атмосферой через клапан регулирования давления 42, если он открыт.

Полость Д клапана—ограничителя избыточного давления сообщается с полостью Г и может сообщаться с атмосферой через клапан ограничителя давления, если он открыт. Полость Е постоянно сообщена с мембраной. Полость И между дыхательным клапаном и малой мембраной сообщается постоянно с гермокабиной. На внешнюю поверхность большой мембраны и дыхательный

клапан постоянно действует давление воздуха из кабины, а на внешнюю поверхность малой мембраны — атмосферное давление.

2.3. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ И ВЫПУСКНОГО КЛАПАНА

Во избежание падения тяги двигателей самолета на взлете из-за отбора воздуха на наддув гермокабины высоту начала герметизации устанавливают с помощью задатчика 22 с поправкой на 300...600 м относительно высоты аэродрома взлета. При этом клапан 30 узла абсолютного давления открыт и полость А регулятора сообщается с атмосферой. Так как полость А сообщается с гермокабиной через калиброванное отверстие и фильтр 35, то давление в этой полости будет несколько ниже кабинного. Давление из полости А регулятора передается в полость В антиимпульсатора выпускного клапана. Под действием разности давлений в полостях В и Г мембрана 39, преодолевая затяжку пружины 40, прогибается вверх и открывает клапан регулирования давления 42. Избыточное давление из полости Г стравливается в атмосферу. Под действием разности давлений под мембраной 4 (давления кабины и над ней) мембрана прогибается вверх, открывая выход воздуху из кабины в атмосферу через дыхательный клапан 1.

Таким образом, до заданной высоты начала герметизации выпускной клапан обеспечивает свободную вентиляцию кабины. С набором высоты давление в кабине и в полостях А и Б регулятора уменьшается. В результате уменьшения давления в полости Б сильфон 24 растягивается и прикрывает клапан 30, соединяющий полость Б с атмосферой. С этого момента начинается герметизация кабины.

При открытии кранов отбора воздуха от двигателей давление воздуха в гермокабине увеличивается. Оно также увеличивается в полостях А и Б регулятора давления и в полости В выпускного клапана.

Когда давление в кабине станет выше заданного задатчиком «Начало герметизации», давление повысится в полостях А и Б регулятора, вакуумированный сильфон 24 сожмется, клапан 30 над ним откроется, и давление в полостях А регулятора и В выпускных клапанов понизится. Под давлением воздуха из полости Г откоро-

ется клапан регулирования давления и сообщит эту полость с атмосферой. Давление в полости Г понизится. Так как снизу на дыхательный клапан и большую мембрану действует кабинное давление, дыхательный клапан *1* открывается, и избыток давления воздуха, свыше установленного задатчиком 22 «Начало герметизации», из кабины стравливается в атмосферу.

Так как при открытии клапана над вакуумированным сильфоном давление в полостях А и Б падает, то под воздействием пружины 23 и упругости сильфона 24 клапан 30 над сильфоном вновь прикрывается. Цикл работы регулятора давления и выпускных клапанов повторяется, и в кабине поддерживается давление, равное установленному задатчиком 22 «Начало герметизации». При дальнейшем наборе высоты вступает в работу узел, регулирующий избыточное давление.

Внутренняя полость сильфона узла избыточного давления 21 сообщена с атмосферой. Следовательно, на внутреннюю поверхность сильфона действует атмосферное давление, а на внешнюю — давление воздуха из полости А. Когда избыточное давление в кабине станет более $0,3 \pm 0,02 \text{ кгс/см}^2 ((0,3 \pm 0,02) \cdot 10^5 \text{ Па})$, сильфон 21 сожмется и клапан 32 над ним откроется.

Давление в полостях А и Б упадет, дыхательный клапан *1* выпускного клапана откроется, и избыток давления воздуха свыше $0,3 \pm 0,02 \text{ кгс/см}^2 ((0,3 \pm 0,02) \cdot 10^5 \text{ Па})$ стравится из кабины в атмосферу. Когда избыточное давление в кабине будет равно $0,3 \pm 0,02 \text{ кгс/см}^2 ((0,3 \pm 0,02) \cdot 10^5 \text{ Па})$, сильфон 21 разожмется и закроется клапан 32, расположенный над ним. Узел, регулирующий абсолютное давление, свою работу прекращает. Давление в полостях А и Б повысится, дыхательный клапан *1* прикроется, давление в кабине увеличится, и цикл повторится. Теперь узел, регулирующий избыточное давление, будет поддерживать избыточное давление в кабине, равное $0,3 \pm 0,02 \text{ кгс/см}^2 ((0,3 \pm 0,02) \cdot 10^5 \text{ Па})$.

Абсолютное давление в кабине понижается так же, как оно понижается за бортом, и становится меньше установленного задатчиком 22 «Начало герметизации». При дальнейшем наборе высоты свыше 2800 м, узел абсолютного давления работать не будет, так как клапан 30, расположенный над вакуумированным сильфоном, будет постоянно закрыт.

Регулирование скорости изменения давления в кабине происходит автоматически. Полость А сообщается с полостью Б через отверстие в корпусе игольчатого клапана 26, проходное сечение которого регулируется задатчиком 25 «Скорость изменения давления».

При медленном повышении давления в полости А давление в полости Б успевает сравняться с давлением в полости А через отверстие в корпусе игольчатого клапана. При этом мембрана 28 находится в равновесии и клапан 30 открываться не будет.

При резком повышении давления в кабине, а следовательно, и в полости А, мембрана прогибается вниз, так как давление в полости Б не успевает выравняться с давлением в полости А. При этом клапан 30 над мембраной открывается, часть воздуха из полости А стравливается в атмосферу, и давление в ней снижастся. Падает давление и в полостях В выпускных клапанов, которые открываются и стравливают часть воздуха в атмосферу.

В случае резкого понижения давления в кабине и в полости А мембрана прогнется вверх и прикроет клапан 30. Это произойдет потому, что давление в полости Б будет несколько выше, чем в полости А. Когда дыхательный клапан закроется, давление в полостях А и Б возрастает, дыхательный клапан прикроется и не допустит резкого понижения давления воздуха в гермокабине.

При экстренном снижении самолета (перепад давлений на сильфоне узла, регулирующего избыточное давление, становится ниже $(0,3 \pm 0,02 \text{ кгс/см}^2)$ и клапан над этим сильфоном закрывается) давление в полости А повышается и мембрана прогибается вниз, так как давление в полости Б не успевает сравняться с давлением в полости А из-за гидравлического сопротивления игольчатого клапана. Клапан над мембраной открывается, и часть воздуха из полости А стравливается в атмосферу, препятствуя быстрому росту давления в полостях А и В. В этом случае давление в полостях А и В будет расти с такой же скоростью, что и в полости Б. Если скорость нарастания давления в полостях А и В будет больше или меньше $0,18 \text{ мм рт. ст./с}$ (24 Па/с), то мембрана соответственно прогнется вниз или вверх, закрывая или открывая клапан, в результате чего давление в полостях А и В будет расти как и в полости Б, с одинаковой скоростью. Клапан регулирования давления и дыхательный клапан регулятора давления будут прикрываться, и давление в полости Г будет расти с такой же скоростью, что и в полостях А, Б и В, а следовательно, с такой же

скоростью будет нарастать давление в гермокабине, что соответствует скорости изменения каabinной высоты 2 м/с. Следовательно, скорость изменения давления в кабине зависит от величины открытия игольчатого клапана 26.

При резком снижении самолета возможны случаи, когда давление воздуха в кабине становится меньше атмосферного. Если разность между атмосферным давлением и давлением в кабине достигает 3...5 мм рт. ст. (400...650 Па), малая мембрана 3 выпускного клапана прогибается вверх и открывает дыхательный клапан 1. Воздух из атмосферы поступает в кабину. При этом воздух из полости Г через обратный клапан 38 стравливается в гермокабину.

В случае выхода из строя регулятора давления вступает в работу клапан-ограничитель избыточного давления выпускного клапана.

При увеличении избыточного давления в кабине до $0,334 \text{ кгс/см}^2$ ($0,334 \cdot 10^{55} \text{ Па}$) под давлением воздуха из полостей Г и Д выпускного клапана открывается клапан-ограничитель 45 избыточного давления и сообщает полости Д и Г с атмосферой, а дыхательный клапан 1 открывается.

Избыточное давление воздуха свыше $0,334 \text{ кгс/см}^2$ ($0,334 \cdot 10^{55} \text{ Па}$) из гермокабины стравливается в атмосферу.

2.4. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН

Предохранительный клапан в (рис. 3) предотвращает появление в кабине избыточного давления и вакуума выше допустимых пределов. Он открывается при увеличении избыточного давления в кабине в пределах $0,334 \pm 0,014 \text{ кгс/см}^2$ ($(0,334 \pm 0,014) \cdot 10^5 \text{ Па}$) и вакууме свыше 3...5 мм рт. ст. (400...650 Па).

Предохранительный клапан состоит из корпуса, крышки 14, клапана входа 15, мембраны 10, пружин 11, 16, фильтра 17 и других деталей. В клапане хода вмонтирован шариковый клапан 12 с седлом 13, которое закреплено на мембране. Полость Л постоянно сообщается через осевое отверстие в клапане входа с гермокабиной и может сообщаться с атмосферой через соленоидный клапан 7 (рис. 3) или шариковый клапан 12. Полость К через радиальные отверстия в клапане постоянно сообщается с атмосферой. На внешнюю поверхность большой мембраны действует атмосферное давление.

Когда избыточное давление в кабине станет равным $0,334 \text{ кгс/см}^2$ ($0,334 \cdot 10^5 \text{ Па}$), мембрана прогнется и седло 13 отойдет от шарикового клапана 12. Полость Л сообщится с атмосферой, давление в полости Л понизится, и дыхательный клапан 15 откроется под действием воздуха из кабины. Избыточное давление свыше $0,334 \text{ кгс/см}^2$ ($0,334 \cdot 10^5 \text{ Па}$) из кабины στραвится в атмосферу.

При отрицательном перепаде давлений, когда давление в кабине на 3...5 мм рт. ст. ($400\text{...}600 \text{ Па}$) меньше атмосферного, дыхательный клапан 15 открывается, так как давление в полости Л равно давлению в кабине, и воздух из атмосферы поступает в кабину (предотвращается смятие кабины).

Для принудительного открытия предохранительного клапана необходимо переключатель 37 поставить в положение «Аварийный сброс давления», при этом открывается клапан 7 и сообщает полость Л с атмосферой. Дыхательный клапан 15 откроется под действием давления воздуха кабины и сообщит кабину с атмосферой.

3. СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АГРЕГАТОВ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Принципиальная схема стенда для проверки агрегатов регулирования давления приведена на рис. 4.

Особенностью стенда является возможность проверки агрегатов САРД при отсутствии расхода воздуха через выпускные клапаны. При безрасходном методе проверки в полости проверяемого агрегата создается давление, соответствующее давлению при его работе на самолете. Для этого на входе агрегата перед жиклером создается избыточное давление воздуха, равное перепаду давления между кабиной и полостью проверяемого агрегата.

Для создания избыточного давления и имитации высотных условий в конструкции стенда предусмотрен комбинированный насос 1. Давление воздуха на выходе из насоса через обратный

клапан 2 и трехходовой кран 3 поступает в ресивер 4 и далее через фильтр 5 и кран 1 подводится к редуктору 6, который устанавливает требуемую величину в пневмоаккумуляторе 7. Одновременно давление из ресивера 4 через фильтр 5 и кран 3 подводится к переходнику 9, на который установлен проверяемый предохранительный клапан. Давление воздуха в ресивере 4 контролируется по манометру P_1 , а в полости переходника 9 — по манометру P_2 , подключаемому с помощью трехходового крана 10. Трехходовой кран 10 позволяет контролировать величину давления в «кабине» (по манометру P_2) при изменении высоты (положение « P_K ») и величину давления, при котором срабатывает предохранительный клапан (положение « P_2 в переходнике»). Кран 3 имеет два положения: «Испытание командного прибора» и «Проверка предохранительного клапана». В первом случае ресивер 4 сообщается с атмосферой, а во втором — кран обеспечивает создание в ресивере 4 давления $1,5...2 \text{ кгс/см}^2$ ($0,15...0,2 \text{ МПа}$), необходимого для проверки работы предохранительного клапана.

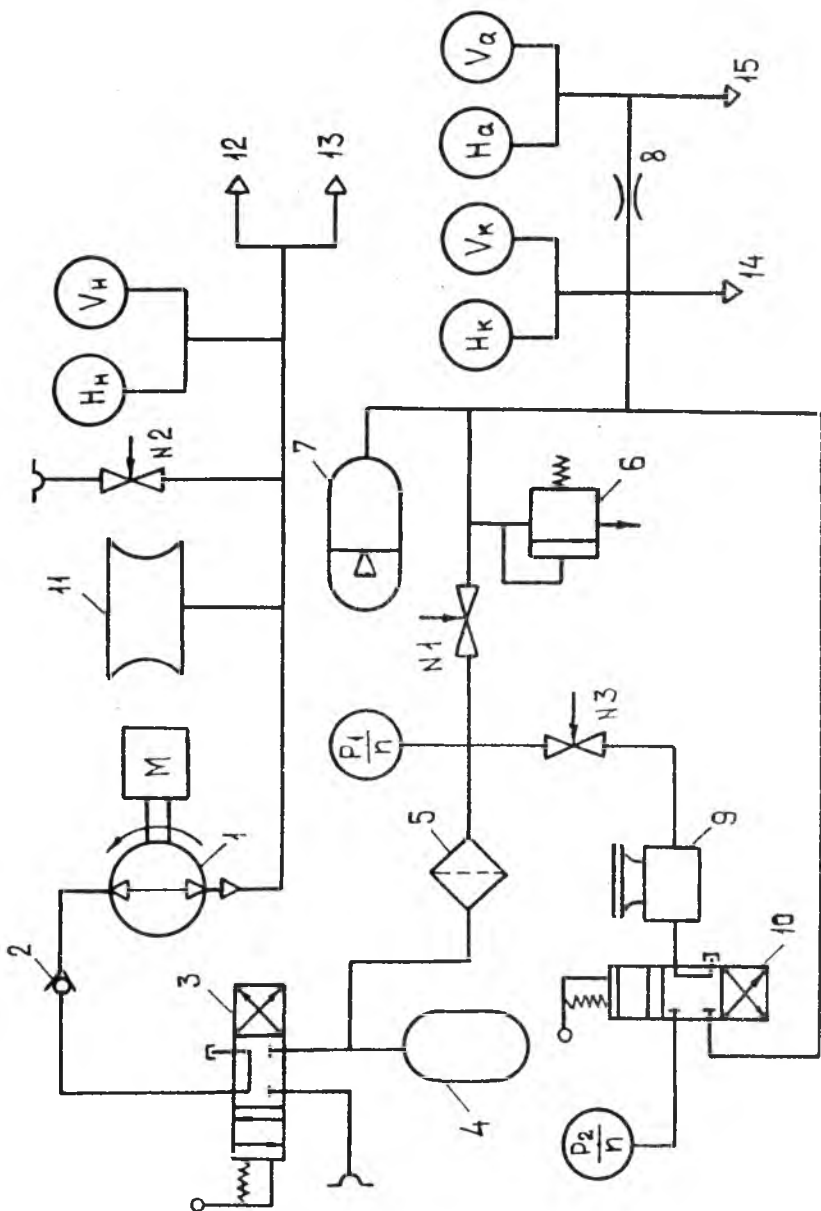
Редуктор 6 обеспечивает постоянное избыточное давление в пневмоаккумуляторе 7, а дроссель 8 — постоянный перепад давления P_a между кабиной (P_K) и полостью проверяемого агрегата (P_a).

Разрежение, создаваемое комбинированным насосом 1 в ресивере 11, имитирует высотные условия, а величина его устанавливается закрытием (при подъеме на высоту) или открытием (при спуске) крана 2.

Параметры воздуха в «кабине» (P_K и v_a) и в «атмосфере» (P_H и v_H) измеряются при помощи высотомеров и вариометров, подключаемых к соответствующим магистралям стенда.

Стенд имеет штуцеры 12, 13, 14 и 15 для присоединения проверяемого командного прибора.

Применение высотомеров для измерения давления позволяет просто и с достаточной точностью определять величины давлений P_K и P_a по зависимости $P_K = \varphi(H)$ (см. рис. 1).



Р и с. 4. Принципиальная схема стода

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕРКИ АГРЕГАТОВ САРД

В качестве проверяемых агрегатов используют командный прибор 2077, работающий совместно с выпускным клапаном 2176Г.

4.1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

1. Установить проверяемые агрегаты 2077 и 2176Г на технологические подставки и надежно закрепить.

2. Подсоединить штуцеры 12, 13, 14, и 15 стенда (см. рис. 4) с помощью гибких шлангов к соответствующим штуцерам командного агрегата 2077.

3. Замерить атмосферное давление по контрольному барометру $P_{\text{бар}}$ и показание его записать в отчет; провести настройку высотомеров $H_{\text{к}}$, $H_{\text{а}}$ и $H_{\text{н}}$ (при установке барометрического давления стрелки высотомеров должны стоять на нуле).

4. Установить на шкалах высотомеров давление 760 мм рт. ст.

5. Привести стенд в исходное состояние, для чего кран 3 полностью закрыть, а краны 1 и 2 — открыть.

6. Трехходовой кран 10 поставить в положение « P_2 ($P_{\text{к}}$)», а кран 3 в положение «Проверка 2077».

ВНИМАНИЕ! Подготовительные работы выполнять в присутствии учебного мастера или преподавателя.

4.2. ПРОВЕРКА КОМАНДНОГО АГРЕГАТА 2077 ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Проверка поддерживаемого абсолютного давления

1. Задатчиками проверяемого агрегата установить:

«избыточное давление» — $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ($0,30 \cdot 10^5 \text{ Па}$);

«начало герметизации» — 806 мм рт. ст.;

«скорость изменения давления» — $0,5 \text{ мм рт. ст./с}$.

Трехходовой кран агрегата — в положение «Включено».

2. Включить стенд нажатием «Пуск». Сигнальная лампочка «Питание 380 В» должна гореть.

3. Регулируя прикрытие крана 2, «подняться» до $H = 1500 \text{ м}$ и определить по высотомеру «кабины» высоту начала герметизации. Скорость «подъема» не должна превышать 20 м/с . При этом начало

герметизации фиксируется после остановки стрелки «кабинного» высотомера и установки ее на нуль. Высота, соответствующая началу герметизации, должна быть $H_{\text{герм}} = -200 \pm 300$ м.

4. Установить на задатчике «Начало герметизации» 750 мм рт. ст. и «поднявшись» на высоту $H_{\text{н}} = 1500$ м определить начало герметизации ($H_{\text{герм}} = 100 \pm 200$ м).

Данные записать в отчет.

5. Установить на задатчике «Начало герметизации» 600 мм рт. ст. «подняться» до $H_{\text{н}} = 4000$ мм и определить начало герметизации ($H_{\text{герм}} = 1850 \pm 300$ м).

Данные записать в отчет.

6. Открытием крана 2 спуститься до $H = 0$. Скорость «снижения» не должна превышать 20 м/с по вариометру «Атмосфера» ($V_{\text{н}}$). Включить стенд.

Проверка поддерживаемого избыточного давления

1. Задатчиками проверяемого агрегата установить:

«избыточное давление» — $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ($0,3 \cdot 10^5$ Па);

«скорость изменения давления» — $0,18$ мм рт. ст./с.

Трехходовой кран — в положение «Проверка регулировки».

2. Убедиться, что краны 1 и 2 полностью открыты. Включить стенд.

3. Плавно прикрывая кран 2, поочередно «подняться» на высоту 3000 и 6000 м. По достижении каждой из высот записать показание разности $H_{\text{н}} - H_{\text{а}}$ (она должна оставаться неизменной и равняться 3000 ± 500 м). Скорость «подъема» не должна превышать $8 \dots 10$ м/с.

4. Плавно и равномерно открывая кран 2, снизиться до высоты $H = 0$. Выключить стенд.

Проверка ограничиваемой скорости нарастания давления в кабине

1. Задатчиками проверяемого агрегата установить:

«начало герметизации» — 700 мм рт. ст.;

«скорость изменения давления» — $0,18$ мм рт. ст./с.;

«избыточное давление» — $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ($0,3 \cdot 10^5$ Па).

Трехходовой кран — в положении «Включен».

2. Убедиться, что краны 1 и 2 открыты. Включить стенд.

3. Плавнo прикрывая кран 2, «подняться» на высоту 6000 м. Скорость по вариометру «Атмосфера» должна быть 6...7,1 м/с.

4. В процессе подъема на высоту 6000 м измерить и записать в отчет:

скорость «подъема» до начала герметизации (по вариометру «Кабина»);

высоту начала герметизации (по высотометру «Кабина»). В момент, когда стрелка вариометра «Кабина» встанет на нуль, допускаемая высота начала герметизации не должна превышать 700 ± 200 м;

скорость «подъема» по вариометру «Кабина» на высотах 4000, 5000 и 6000 м (сравнить с допускаемой скоростью, см. рис. 2);

перепад высот $H_H - H_K$ (этот перепад должен составлять 3000 ± 5000 м).

5. Плавнo открывая кран 2, произвести «спуск».

При этом записать в отчет следующие данные:

скорость по вариометру «Кабина» на высоте 3000 м;

время по секундомеру при изменении высоты в «Кабине» в интервале 2000 ... 1000 м.

С высоты от 6000 до 4000 м «снижается» по вариометру «Атмосфера» со скоростью 8...10 м/с, а с высоты от 4000 до 0 — со скоростью 5 м/с. Показания скорости «снижения» в «Кабине» сравнить с допускаемой скоростью снижения по рис. 2 в зависимости от высоты H_H . Время изменения высоты в «Кабине» от 2000 до 1000 м должно составлять 5...9 мин (что соответствует скорости 0,135...0,240 мм рт. ст./с).

6. Выключить стенд.

Другие операции по проверке командного агрегата 2077 из-за технических возможностей учебной лаборатории не проводятся.

Снятие характеристики агрегата 2077

1. На проверяемом агрегате установить:

«начало герметизации» $P = P_{\text{бар}} - 10$ мм рт. ст.;

«скорость изменения давления» — 0,18 мм рт. ст./с.;

«избыточное давление» — $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ($0,3 \cdot 10^5$ Па).

Трехходовой кран — в положение «Включен».

2. Повторить операции 2 и 3 технологического указания по проверке ограничиваемой скорости нарастания давления в кабине.

3. При подъеме на высоту 6000 м измерить и записать в отчет: высоту начала герметизации по высотомеру «Кабина»;

показания высотомера «Кабина» (H_k) через каждые 500 м подъема на высоту до 6000 м;

высоту H_1 (момент включения в работу узла избыточного давления), которая определяется моментом отклонения стрелок вариометров V_k и V_a от нулевого положения;

показания скорости «подъема» по вариометру V_k через каждые 500 м подъема до высоты 6000 м.

4. Плавно открывая кран 2, произвести «спуск». При этом измерить и записать в отчет показания по вариометру «Кабина» через каждые 500 м спуска от 6000 до 0, скорость снижения по высотомеру «Атмосфера» не должна превышать 5 м/с.

5. Выключить стенд.

6. Отсоединить гибкие шланги с агрегата 2077, на его штуцеры установить технологические заглушки.

7. Снять агрегат 2077 с технической подставки и предъявить его учебному мастеру или преподавателю.

8. Построить графическую зависимость $P_k = \varphi(H)$ для командного прибора 2077 при наборе высоты и спуске. Для перевода показаний высоты H_k в показания давления пользоваться графической зависимостью, приведенной на рис. 1.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткое описание принципа работы агрегата и его принципиальная схема.

2. Таблица устанавливаемых и контролируемых параметров.

3. График зависимости $P_k = \varphi(H)$.

4. Вывод о пригодности агрегата 2077.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой принцип используется при регулировании давления воздуха в гермокабинах пассажирских самолетов?

2. Что представляют собой узлы абсолютного и избыточного давлений регулятора давления (агр. 2077)?
3. Как осуществляется совместная работа автоматического регулятора давления (агр. 2077) и выпускного клапана (агр. 2176Г)?
4. Почему при снятии характеристики агрегата 2077 необходимо ограничивать скорость подъема (спуска)?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воронин Г. И.* Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах. М.: Машиностроение, 1973. 444 с.
2. *Антипенко Н. Н., Данилов Н. В., Кузнецов В. И.* Эксплуатация систем кондиционирования воздуха пассажирских самолетов. М.: Транспорт, 1974. 136 с.
3. *Задорожный Я. Н., Мамошин П. Н.* Конструкция и летная эксплуатация самолета Ан-24. М.: Машиностроение, 1980. 142 с.

ИСПЫТАНИЕ АГРЕГАТОВ ВЫСОТНОЙ СИСТЕМЫ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА

Составитель Д а н и л ь ч е н к о Александр Иванович

Редактор Л. Я. Чегодаева
Техн. редактор Н. М. Каленюк
Корректор Т. И. Шелокова

Подписано в печать 26.01.95. Формат 60x84 1/16. Бумага
офсетная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 1,16.
Усл.кр.-отг. 1,28. Уч.-изд.л. 1,2. Тираж 200 экз.
Заказ **СТ.** . Арт. С—6 мр/94.

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С. П. Королева.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Издательство Самарского аэрокосмического университета.
443001, г. Самара, ул. Ульяновская, 18.