

# Лекция № 9

## Тема 2.3. Приборы контроля

### высотного и кислородного оборудования

1. Требования к микроклимату в гермокабине.
2. Состав самолетных систем жизнеобеспечения (СЖО)
3. Система кондиционирования воздуха.
4. Основные элементы кислородных систем ВС  
ГА - кислородные приборы, баллоны и редукторы
5. Стационарное и переносное кислородное оборудование воздушных судов
6. Приборы контроля высотного и кислородного оборудования ВС (УВПД, УРВК, кабинный вариометр, термометры внутрикабинного воздуха, манометры кислорода)

## Высотное и кислородное оборудование ВС

**Защита человека от опасных климатических и динамических воздействий в общем может осуществляться искусственным поддержанием в непосредственно окружающем человека объеме пространства требуемых климатических и иных параметров**

**Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и наддува гермокабин (ГК) воздушных судов создают искусственную атмосферу в кабине, обладающую заранее заданными физическими параметрами. Индивидуальные системы обеспечения жизнедеятельности (СОЖ) каждого члена экипажа и пассажиров защищают их от кислородного голодания, от действия солнечных и прожекторных лучей, а в особых случаях полета (например, при разгерметизации кабины) - от значительного отклонения температуры**

# 1. Требования к микроклимату в гермокабине

Основными факторами полета и параметрами среды обитания, изменение которых оказывает неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность человека, являются:

- барометрическое давление воздуха  $P_n$  ;
- скорость изменения давления  $dP_n / dt$  ;
- парциальное давление кислорода  $P_{O_2}$  ;
- парциальное давление углекислого газа  $P_{CO_2}$  ;
- температура  $T_n$  , влажность  $r_n$  и скорость движения окружающего воздуха  $V$  ;
- перегрузки, шум и вибрация

# Влияние изменения барометрического давления

**Пониженное давление воздуха вызывает:**

*Гипоксию*

*Высотный метеоризм*

*Аэроэмболизм или декомпрессионную болезнь*

*Высотную эмфизема*

Хотя объемное содержание кислорода в атмосфере остается постоянным (21%) на высотах до нескольких десятков километров, но с увеличением высоты уменьшается барометрическое давление  $P_n$ . Поэтому уменьшается и парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе. Следовательно, количество кислорода, попадающее в легкие при вдохе, снижается пропорционально снижению барометрического давления, наступает кислородное голодание – **ГИПОКСИЯ**

# Гипоксия

Средние значения резервного времени для различных высот полета

При дыхании атмосферным воздухом		При дыхании чистым кислородом	
Высота полета, км	Резервное время, с	Высота полета, км	Резервное время, с
7	300	13	300
8	180	13,5	110
9	120	14	50
10	60	14,5	25
11	35	15	15
12	26	16	9
14	20		
15	15		
16	9		

## Влияние изменения барометрического давления

**Высотный метеоризм**, который обусловлен расширением газов в желудке и кишечнике (например, при подъеме на высоту 12 км объем газов увеличивается примерно в 5 раз) и проявляется в болевых ощущениях, подъеме диафрагмы, уменьшении емкости легких и других расстройствах нормальной деятельности организма человека.

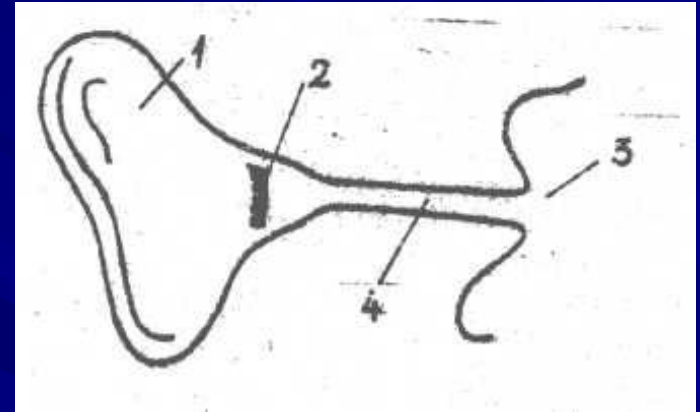
**Аэроэмболизм** или **декомпрессионная болезнь**, проявляющаяся при подъеме на высоты 8...13 км и вызываемая выделением из жидкости организма пузырьков (эмбол) свободного газа, состоящего в основном из азота (75...80%), а также кислорода (15...18%) и углекислого газа (2...10%). Заметим, что в нормальных земных условиях в крови и тканях человека растворено порядка 1...1,5 л азота. Чем меньше атмосферное давление, тем больше будет выделяться эмбол. Эмболы оказывают механическое давление на нервные окончания, что создает болезненные ощущения в мышцах и суставах.

**Высотная эмфизема** тканей, возникающая при подъемах выше высоты, на которой вода закипает при температуре человеческого тела (19,2 км). Так как организм человека содержит около 70% воды, то при этом происходит интенсивное выделение водяного пара из его тканей и увеличение их объема.



## Скорость изменения давления $dP/dt$

При быстром спуске и подъеме самолета, особенно на малых высотах, где значения градиента  $dP/dt$  достигают максимальных, человек ощущает боли в полужакрытых полостях организма - в полости среднего уха и лобной пазухи, особенно чувствительных при нарушениях в носоглотке. Боли в среднем ухе появляются от чрезмерного надавливания барабанной перепонки 2 на слуховые косточки, когда создается перепад давлений между наружным ухом 1 и носоглоткой 3, не успевающий выравниваться через евстахиеву трубу 4.



Быстрое повышение давления (спуск) переносится человеком хуже, чем понижение давления (подъем). При скорости изменения  $dP/dt$ , составляющей не более 20 Па/с (0,18 мм рт. ст./с) болезненные ощущения отсутствуют. Эта величина является определяющей для пассажирских самолётов.

## Влияние температуры, влажности и скорости движения воздуха

Человеческий организм постоянно находится в тепловой взаимосвязи с окружающей средой, которая должна обладать способностью отводить из организма вырабатываемое тепло. Количество вырабатываемого тепла зависит от многих факторов (телосложения, возраста, характера питания, физической нагрузки и др.).

Внешними факторами, влияющими на интенсивность теплообмена, являются температура  $T$ , относительная влажность  $r$  и скорость движения воздуха  $V$ . Если количество тепла, вырабатываемого организмом, находится в равновесии с количеством тепла, отбираемым средой, то данная среда является **комфортной по тепловому состоянию**.

На современных ЛА в гермокабинах контролируется и автоматически регулируется только температура воздуха, а относительная влажность и скорость движения воздуха прямо не регулируются.



# Влияние некоторых других факторов, характеризующих атмосферу, как среду обитания

## *Влияние углекислого газа.*

Опытным путем установлено, что работоспособность и основные физиологические функции организма значительно не изменяются, если парциальное давление  $\text{CO}_2$  во вдыхаемом воздухе не превышает 0,9...1,3 кПа (7...10 мм рт. ст.).

## *Влияние шума.*

Основными источниками авиационных шумов являются силовая установка ЛА - двигатель и его агрегаты, а также воздействие на ЛА встречного потока воздуха (аэродинамический шум).

Длительное воздействие шумов приводит к утомлению и раздражению. Для условий 6-часовой ежедневной работы летного состава предел допустимого шума составляет 100 дБ. Верхний предел восприятия человеческим ушным аппаратом звуков составляет 120 дБ. Шум интенсивностью около 130 дБ вызывает болевые ощущения, а интенсивностью 150 дБ уже не переносится человеком. Шумы интенсивностью 160 дБ могут вызывать разрыв барабанных перепонок. Восприятие шума уровнем 50...60 дБ переносится человеком без особых неприятных ощущений.

## *Влияние вибрации*

Источниками вибраций являются работающий двигатель и воздействие на ЛА встречного потока воздуха.

Ряд органов тела человека может испытывать колебания на резонансных частотах вибраций, что неблагоприятно воздействует на организм человека, снижая его работоспособность. Наибольшее влияние на человека оказывают вертикальные вибрации.

Допустимыми считаются вертикальные вибрации, имеющие частоту до 10...20 Гц и амплитуду 0,8 мм; частоту до 30 Гц и амплитуду 0,4 мм; частоту 40...60 Гц и амплитуду менее 0,4 мм.

Защита от вибраций осуществляется специальной мягкой обшивкой кресла. Практически вибрации, возникающие в обычном полете, имеют характеристики, значения которых не выходят за пределы допустимых величин.

## Влияние перегрузки

В зависимости от направленности действия по отношению к продольной оси человека перегрузки называются **продольными** (вдоль тела), **поперечными** ("грудь – спина") и **боковыми** ("бок – бок"). Наибольшее воздействие оказывают на организм человека отрицательные (когда кровь приливает к голове) и положительные (когда кровь отливает от головы) продольные перегрузки.

При длительных **положительных продольных перегрузках** кровь скапливается в сосудах брюшной полости и нижних конечностей. При  $n = 3...4$  трудно поднять руки и ноги и удержать голову в вертикальном положении, при  $n = 5...6$  ухудшается зрение и появляется серая пелена, при  $n = 7...8$  наступает потеря сознания из-за недостаточного снабжения сосудов головного мозга кровью.

При **отрицательных продольных перегрузках**  $n = 1,5...2$  появляется чувство давления и боли в голове и глазах. При  $n = 2,5...3$  поле зрения окрашивается в красный цвет (красная пелена), при более 4 единиц появляются точечные кровоизлияния, спутанность и потеря сознания, возникает опасность разрыва сосудов головного мозга.

При воздействии **ударных перегрузок** главную опасность представляет деформация опорно-двигательного аппарата.

## **Взрывная разгерметизация**

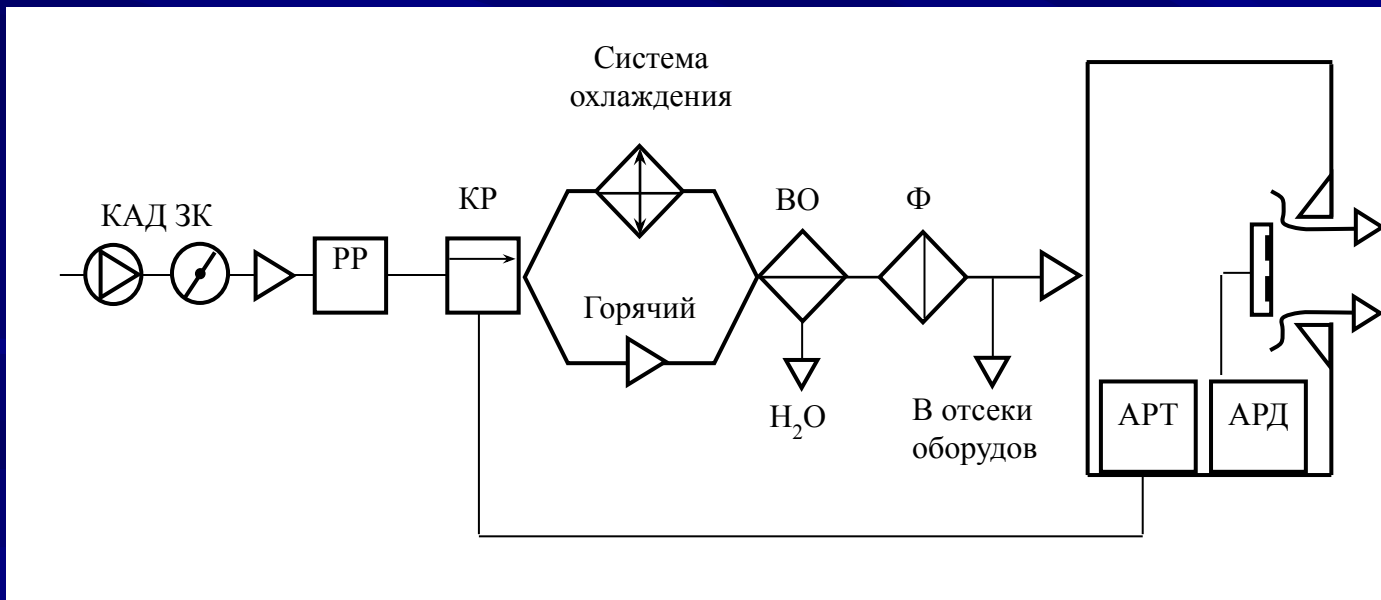
Большую опасность для человека представляет внезапное, резкое падение барометрического давления в результате аварийного нарушения герметичности кабины ЛА (**взрывная разгерметизация**).

При *взрывной разгерметизации* происходит резкое расширение воздуха в легких, в полости среднего уха, лобной пазухи и газов в желудочно-кишечном тракте. При этом возможны повреждения указанных органов и в первую очередь легких, вплоть до разрывов легочной ткани (**баротравма**).

Эксперименты в лабораторных условиях показали, что в целом человеком без неблагоприятных последствий переносятся перепады давления в 30...50 кПа (225...375 мм рт. ст.), создаваемые за 0,1 с.

## 2. Состав самолетных систем жизнеобеспечения

К основным элементам, входящим в СКВ и систему наддува ГК вентиляционного типа, относятся: источник наддува; воздухопроводы; фильтры, влагоотделители, увлажнители; теплообменники, турбохолодильники, глушители шума; регулятор расхода; регулятор температуры; регулятор давления; защитные и сигнальные устройства ГК.



### 3. Система кондиционирования воздуха

С целью обеспечения требуемых для жизнедеятельности условий в *ГК* необходимо поддерживать и контролировать следующие параметры газовой среды:

- абсолютное давление  $P_k$ ,
- скорость изменения давления  $\Delta P_k/dt$ ,
- парциальное давление кислорода  $P_{O_2}$ ,
- температуру  $T_k$ , относительную влажность  $r_k$ , газовый состав и чистоту воздуха в кабине.

**Основными требованиями**, предъявляемыми к системам регулирования давления (СРД), являются:

- автоматическое поддержание величины давления в кабине в соответствии с заданной программой в функции высоты  $P_k = f(H)$ ,
- поддержание скорости изменения давления в допустимых пределах.

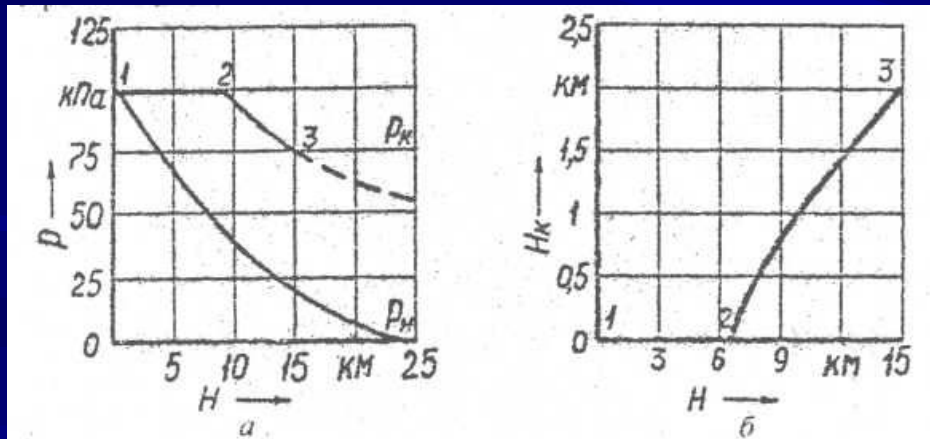


## Абсолютное давление воздуха в кабине $P_k$

Полное давление в кабине самолета желательно поддерживать на привычном для человека уровне  $P_k = 1013,2$  гПа (760 мм рт. ст.), но это приведет к увеличению веса  $G_k$  и декомпрессионным расстройствам при разгерметизации кабины на больших высотах.

Поэтому в кабинах самолетов автоматическими регуляторами давления (**АРД**) поддерживается требуемое давление воздуха по определенной программе.

Под программой регулирования понимается зависимость давления воздуха в кабине от высоты полета  $P_k = f(H)$ .



Участок 1-2 - давление 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) значение  $\Delta P_k \max$ .

Участок 2-3  $\Delta P_k \max = \text{const}$   
 Высота полета, соответствующая точке 2 может достигать от 2,8 км (ЯК-40) до 7,3 км (ИЛ-62). Избыточное давление на участке 2-3 при этом составляет соответственно 30 и 63 кПа (220 и 460 мм рт. ст.).

## **Абсолютное давление воздуха в кабине $P_k$**

На максимальной высоте полета давление поддерживается в пределах 85 кПа (640 мм рт. ст.), что соответствует высоте  $H_k = 1,5$  км. При таких условиях кислородной недостаточности у пассажиров практически не наблюдается, поэтому полеты совершаются без дополнительного кислородного питания.

На многоместных самолетах применяются регуляторы непрямого действия типа **АРД-54**, "2077".

Для пассажирских самолетов регуляторы давления дублируются с тем, чтобы при единичном отказе любого элемента системы в салоне обеспечивалось заданное давление.

## **Скорость изменения давления $\Delta P_k / dt$ .**

Для ослабления эффекта декомпрессионной болезни у экипажа, порождаемой резким изменением давления в кабине, скорость изменения давления газовой среды должна ограничиваться.

По существующим физиологическим нормам скорость изменения давления в кабине не должна превышать:

- при непродолжительных полетах -  $\leq 5 - 10$  мм.рт.ст./с;
- при продолжительных полетах -  $\leq 2$  мм.рт.ст./с.

## Газовый состав

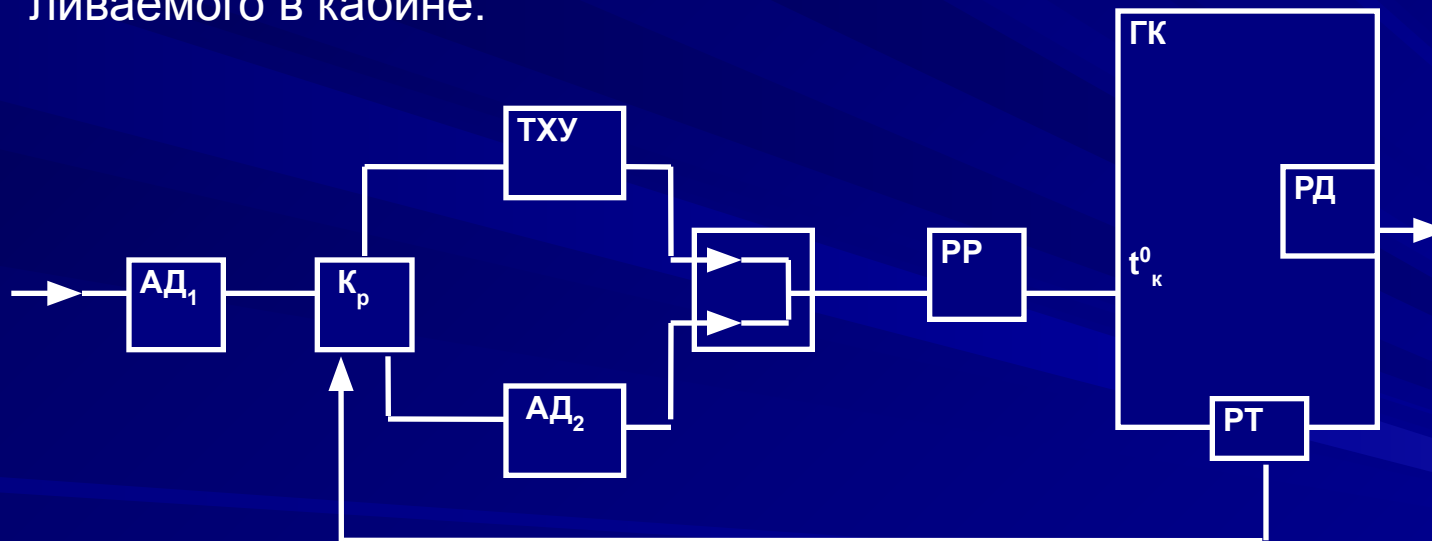
Особое внимание обращается на то, чтобы концентрация вредных примесей не превышала следующих допустимых значений:

- паров топлива (керосина, бензина): 0,3 г/м<sup>3</sup> ;
- продуктов разложения топлива и масла: 0,0002 г/м<sup>3</sup> ;
- окиси азота: 0,05 г/м<sup>3</sup> .

Кроме того, воздух в кабине должен быть чистым, не содержать пыли и плохо пахнущих веществ

## Регуляторы температуры воздуха в кабине

Регулирование температуры в ГК вентиляционного типа может осуществляться за счет перераспределения потоков воздуха по горячей и холодной линиям подачи, или за счет смешения двух потоков воздуха. Пропорции горячего и холодного воздуха определяются положениями заслонок крана-распределителя по команде датчика температуры, устанавливаемого в кабине.



Наиболее распространенными регуляторами температуры в ГК являются статические регуляторы типа РТВК с биметаллическим ЧЭ.

## 4. Основные элементы кислородных систем ВС ГА - кислородные приборы, баллоны и редукторы

К основным элементам систем кислородного питания в общем случае относятся:

- запас кислорода;
- кислородные редукторы;
- регуляторы подачи кислорода;
- регулятор давления;
- регулятор расхода;
- переносные кислородные приборы;
- автомат подсоса воздуха;
- кислородные маски.

## Запас кислорода

Запас кислорода может находиться на ЛА:

- в газообразном состоянии в баллонах;
- и в жидком состоянии в самолетных кислородных газификаторах;
- в связанном виде в химических соединениях (хлоратные свечи, надперекиси щелочных металлов и др.);
- может получаться (добываться) непосредственно на борту с помощью автономных бортовых генераторов кислорода (АБГК).

Для тяжелых самолетов более выгодным в весовом отношении является хранение кислорода в жидком состоянии при низкой температуре ( $-183^{\circ}\text{C}$ ). Испарение 1 л жидкого кислорода при стандартных условиях дает около 790 л газообразного.



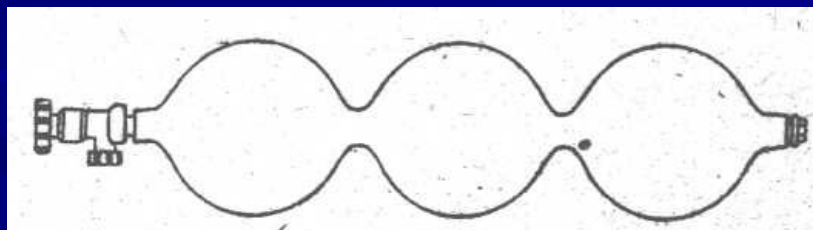
## Запас кислорода

**Кислородные баллоны** (КБ) по величине давления выпускаются двух типов:

- низкого давления:  $30 \text{ кг/см}^3$  ( $\sim 3 \text{ МПа}$ );
- высокого давления:  $150 \text{ кг/см}^3$  ( $\sim 15 \text{ МПа}$ ) и  $210 \text{ кг/см}^3$  ( $\sim 21 \text{ МПа}$ ).

Баллоны низкого давления по форме цилиндрические, например, КБ-1 (36 л), КБ-2 (7,5 л), КБ-3 (1,7 л).

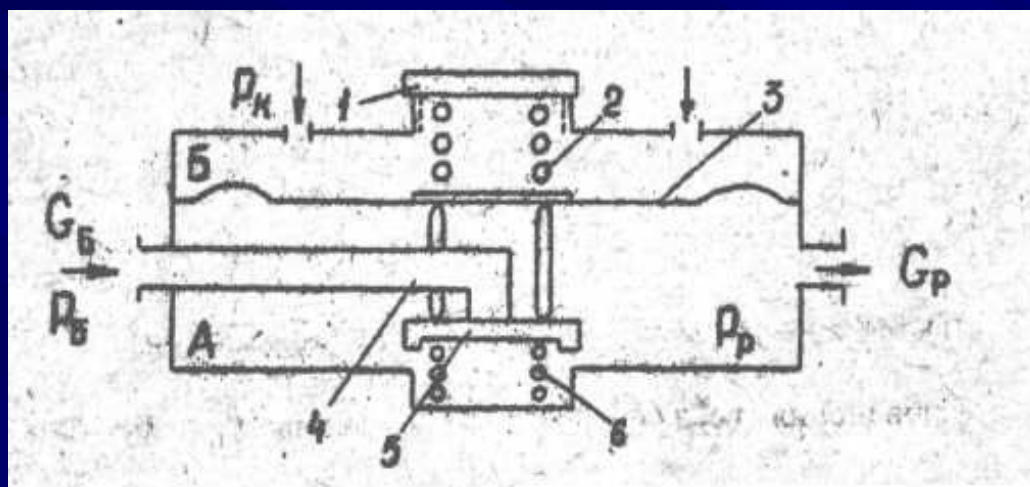
Баллоны высокого давления выполняются цилиндрическими и шарообразными (шар является наивыгоднейшей формой для сосудов с внутренним давлением). Унифицированные цилиндрические баллоны УБЦ выпускаются емкостью 2; 5,8; 16; 40 л.



Кислородные баллоны должны быть окрашены в голубой цвет с черной надписью "кислород медицинский".

## Кислородные редукторы

Служат для понижения и поддержания необходимого давления кислорода перед регулятором его подачи.



1 - задатчик давления; 2, 6 - пружины; 3 - мембрана; 4 - толкатель; 5 - клапан.

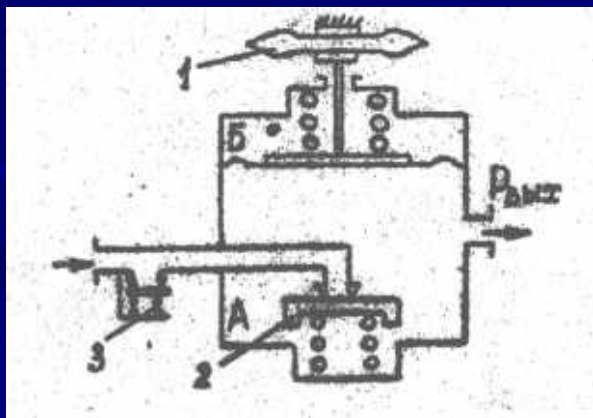
При наличии в СКП расхода кислорода из редуктора происходит уменьшение давления под мембраной 3, в результате клапан 5 вновь открывается

## Регуляторы подачи кислорода

Состоит из двух последовательно соединенных регуляторов: давления и расхода.

**Регулятор давления** (РД) конструктивно выполняется совершенно аналогично рассмотренному выше кислородному редуктору (РК). Он служит для поддержания необходимой величины давления кислорода на входе регулятора расхода.

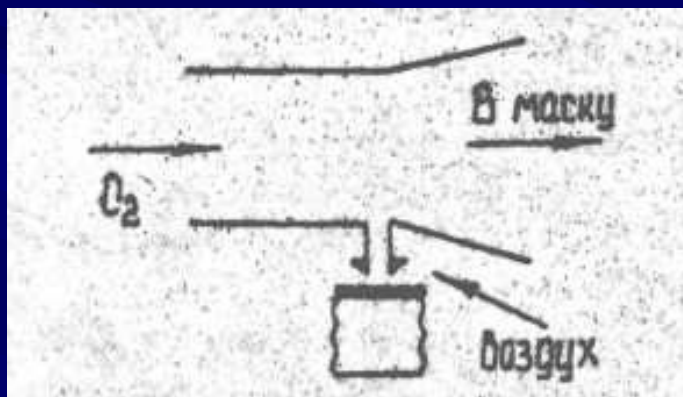
**Регулятор расхода** (РР) обеспечивает необходимый запас чистого кислорода в зависимости от "высоты" в кабине. Его конструкция подобна конструкции РК, с тем отличием, что полость *Б* не сообщается с кабиной, а вместо задатчика давления установлен aneroid 1



1 - aneroid; 2 - клапан подачи; 3 – предохранительный клапан

## Автомат подсоса воздуха

Обеспечивает необходимую концентрацию кислорода во вдыхаемом воздухе.



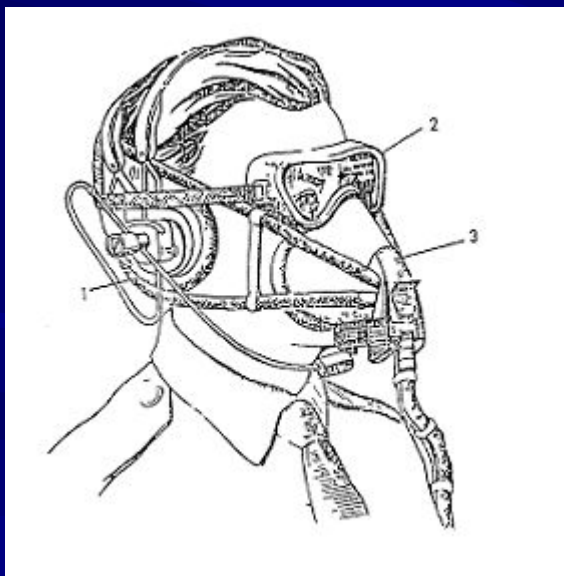
При увеличении "высоты" в кабине и соответствующем падении давления  $P_k$  сиффон 1 расширяется и постепенно перекрывает доступ воздуха. Если до высоты 2 км клапан 2 остается полностью открытым (сиффон 1 сжат), то на высоте 8-10 км подача воздуха напротив полностью прекращается.

## Кислородные маски

Изолируют дыхательные органы от окружающей среды и обеспечивают поступление кислорода из регулятора подачи в легкие в момент вдоха и выпуск воздуха из легких в окружающую среду в момент выдоха.

На старых самолетах гражданской авиации использовалась кислородная маска КМ-32АГ закрытого типа разработки 60-х годов. Она применялась в комплекте с радиогарнитуром АГ-2 и кислородным прибором КП-24М.

На самолетах Ил-86 и Ту-154, Ту-204 для членов экипажа используется маска КМ -114



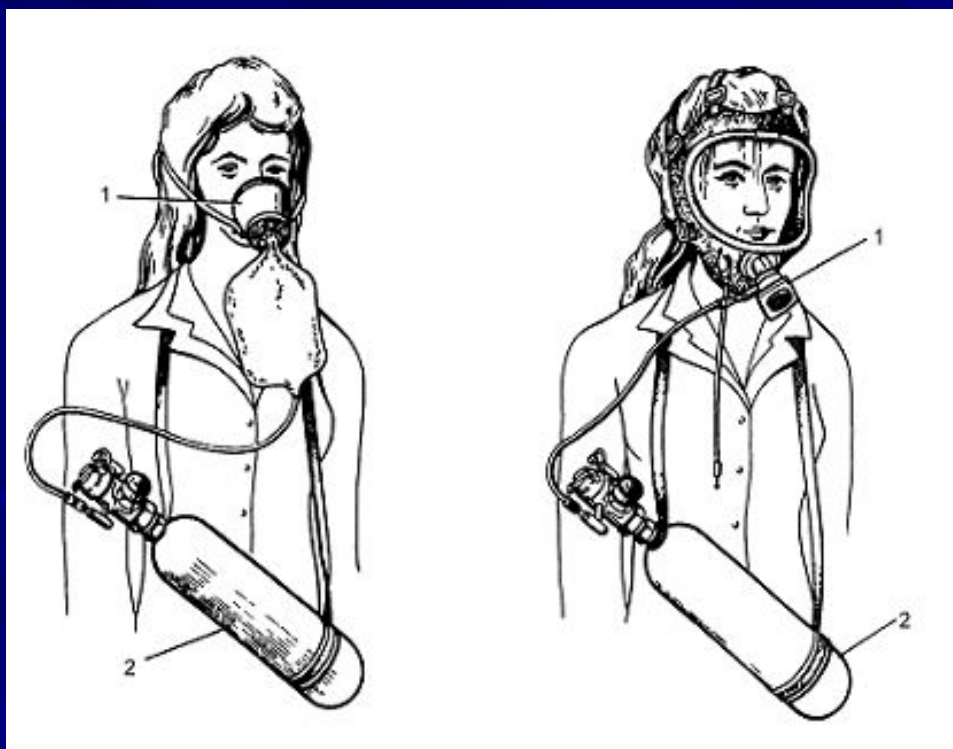
Система крепления маски на лице позволяет надевать ее одной рукой за время не более 5 с. Маска может быть использована с дымозащитными очками ДЗО-1Л 2 для предохранения от дыма и вредных газов и абонетской гарнитурой 1.



## 5. Стационарное и переносное кислородное оборудование воздушных судов

Предназначено для обеспечения питания кислородом:

- одного члена экипажа при перемещении по разгерметизированной кабине или тушении пожара в салоне;
- бортпроводников при разгерметизации кабины или появления в ней дыма;
- пассажиров в терапевтических целях.



В состав переносного кислородного оборудования, используемого на самолете Ту-204, входят кислородная маска МКП-1Т, блок кислородного питания БКП-2-2-210 и дымозащитная маска ДКМ.



## 5. Стационарное и переносное кислородное оборудование воздушных судов

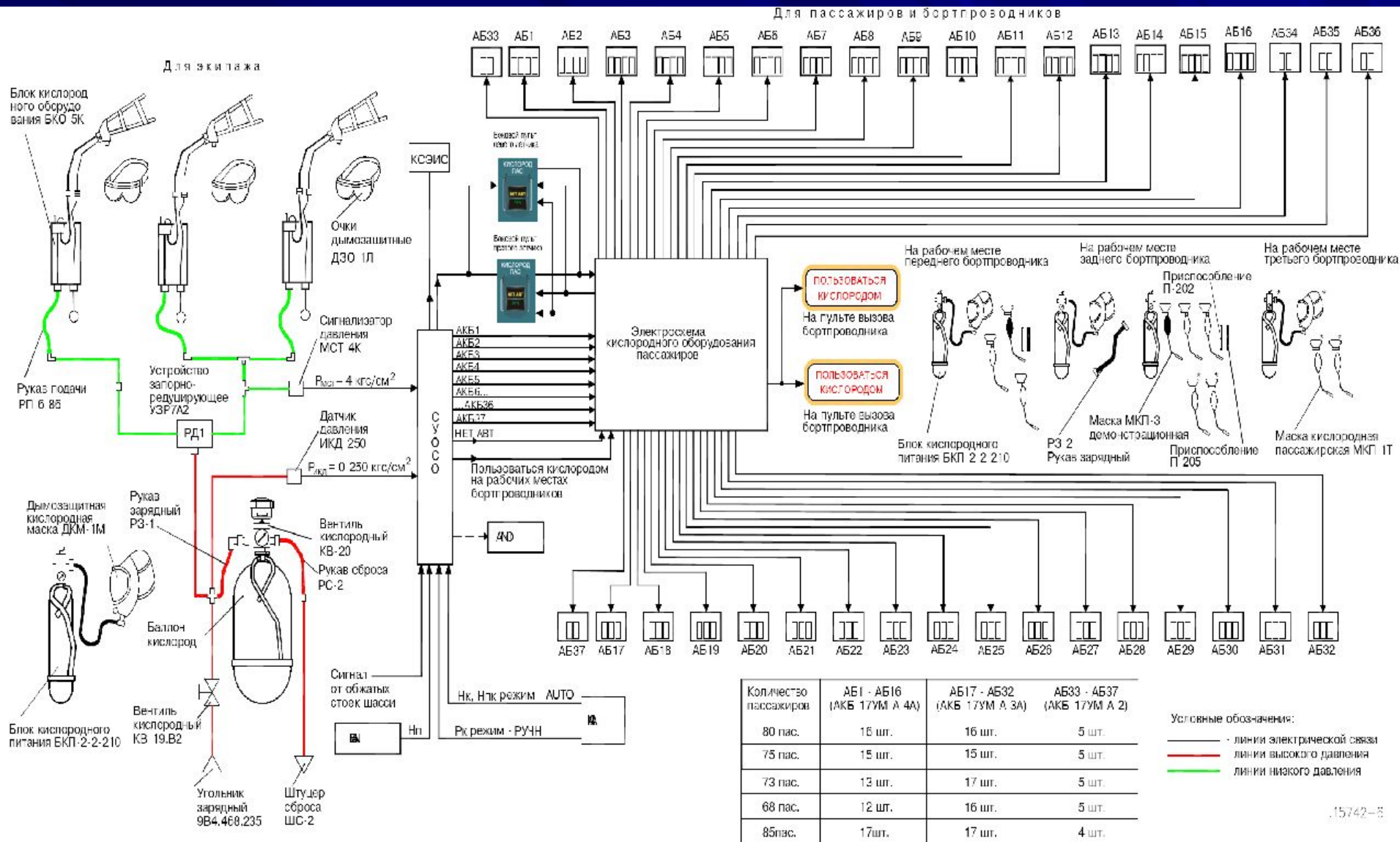
Кислородная система предназначена для обеспечения аварийного питания кислородом пассажиров и бортпроводников при разгерметизации пассажирского салона на высоте до 12200 м с задержкой на этой высоте до 0,5 мин, последующем снижении до безопасной высоты 3000 м.

Включение в работу кислородной системы для пассажиров может производиться двумя способами:

- автоматически - при достижении „высоты” в салоне 4000...4500м;
- дистанционно - из кабины экипажа на любой высоте при помощи кнопки-табло «Кислород пассажиры».

При разгерметизации кабины и возникновения в ней «высоты» 4 - 4,5км и более крышки кислородных блоков АКБ-17УМ (на самолете Ту-204) с химическими источниками кислорода открываются, кислородные маски выпадают из блоков и свободно висят на шнурах. Шнуры соединены с предохранительной чекой, находящейся на зажигательном патроне кислородного генератора.

# Принципиальная схема КО АН-148



## Кислородное оборудование для экипажа

**КО** для экипажа предназначено для обеспечения кислородного питания экипажа (2 члена экипажа и проверяющий):

- при аварийной разгерметизации кабины;
- при барометрической высоте в кабине более 4100 м;
- при задымлении кабины и выделении токсичных газов;
- в профилактических целях при длительных полетах;
- при перемещении в разгерметизированной кабине и задымленных отсеках.

## Состав КО для экипажа

- - блок кислородного оборудования БКО-5К- 3 шт.
- - рукав подачи РП-6-86- 3 шт.
- - дымозащитная кислородная маска ДКМ-1МС- 1 шт.
- - блок кислородного питания БКП-2-2-210- 1 шт.
- - баллон кислородный УБЦ-10-150- 1 шт.
- - дымозащитные очки ДЗО-1Л- 3 шт.
- - индикатор давления ИКД-250- 1 шт.
- - рукав зарядки РЗ-1- 1 шт.
- - рукав зарядки РЗ-2- 1 шт.
- - вентиль кислородный КВ-20- 1 шт.
- - устройство запорно-редуцирующее УЗР7А2- 1 шт.
- - вентиль кислородный КВ-19.В2- 1 шт.
- - рукав сброса РС-2 - 1 шт.
- - штуцер сброса ШС-2- 1 шт.
- - сигнализатор давления МСТ-4К- 1 шт.
- - угольник бортовой зарядный 9В4.468.235- 1 шт.

## Блок кислородного оборудования БКО-5К

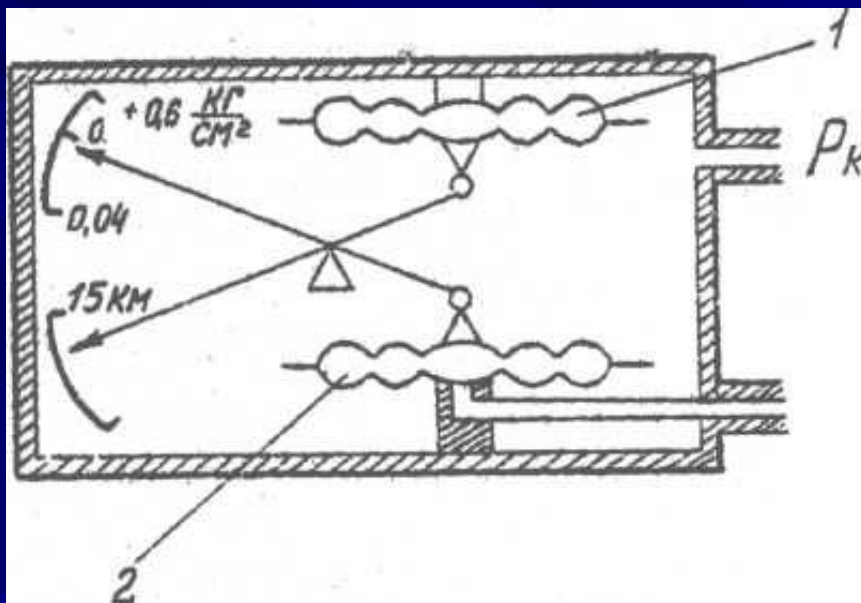


БКО-5К состоит из блока укладочного БУ-1 (контейнера) и быстронадеваемой кислородной маски КМ-114К. У каждого рабочего места члена летного экипажа и проверяющего установлено по одному блоку БКО-5К.

Маска КМ-114К входящая в состав блока, имеет механизм, позволяющий регулировать давление кислорода в ремнях оголовья для уменьшения усилия притяжения к лицу, что создает комфортные условия при длительных полетах с применением маски.



**6. Приборы контроля высотного и кислородного оборудования ВС (УВПД, УРВК, кабинный вариометр, термометры внутрикабинного воздуха, манометры кислорода)**  
**Указатель высоты и перепада давлений (УВПД)**

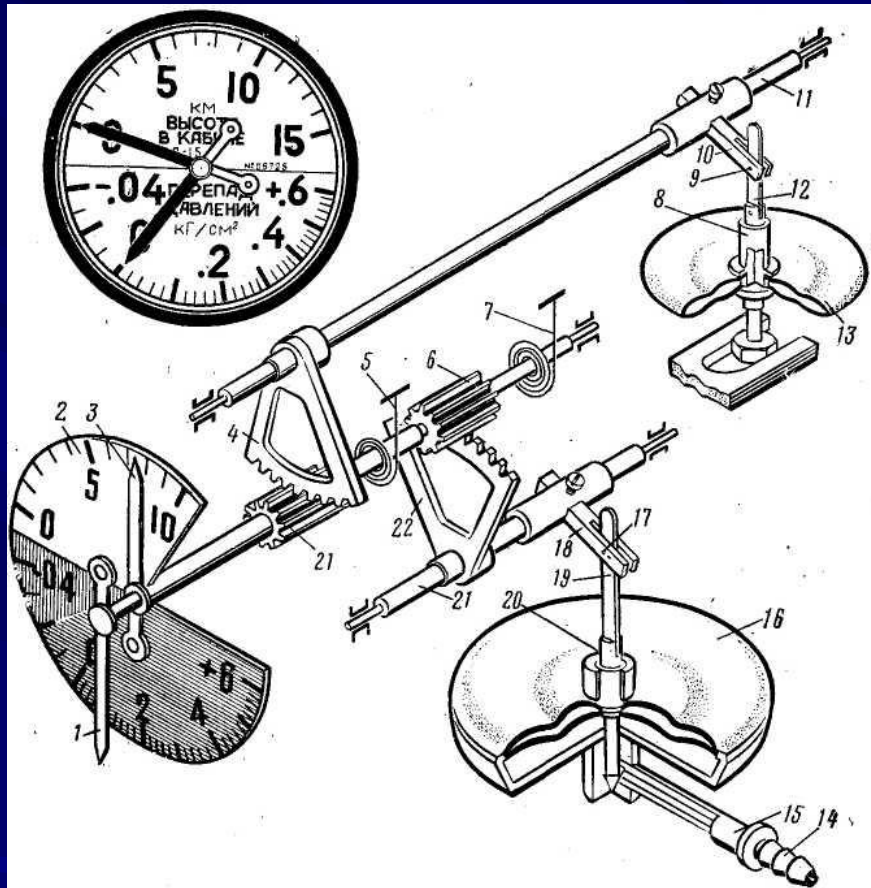


Контролирует работу АД-54 и предназначен для измерения высоты в кабине  $H$  от 0 до 15000 м и перепада давлений внутри кабины и окружающей самолет атмосфере  $\Delta P = P_K - P_H$  от  $-0,04$  до  $+0,6$  кгс/см<sup>2</sup>.

Представляет собой комбинированный прибор, состоящий из барометрического высотомера (указателя кабинной высоты) и указателя перепада давлений мембранного типа, помещенных в одном герметичном корпусе. Оба ЧЭ работают независимо друг друга



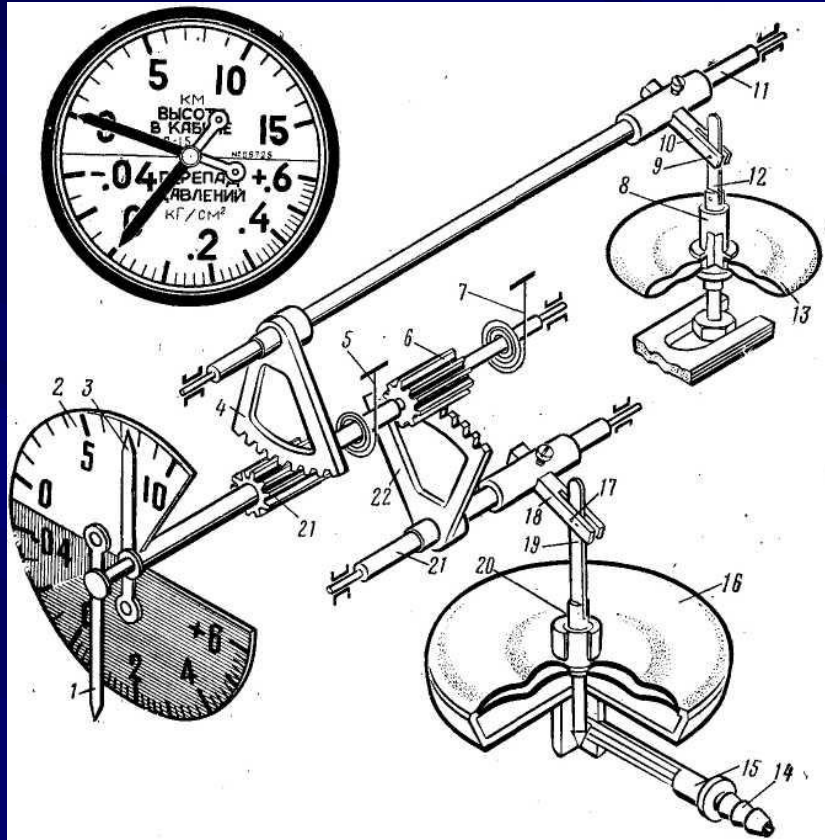
## Указатель высоты и перепада давлений (УВПД)



Принцип действия указателя каabinной высоты основан на измерении атмосферного давления в герметичной кабине самолета с подъемом на высоту с помощью анероидной коробки. Принцип действия указателя перепада давлений основан на измерении перепада давлений воздуха между давлением в кабине и окружающей самолет атмосфере с помощью манометрической коробки

Шкала условной высоты отградуирована от 0 до 15 000 м с оцифровкой через 5000 м и ценой деления 1000 м. В полете нормальная условная высота по прибору должна быть от 0 до 3000 м.

## Указатель высоты и перепада давлений



Шкала указателя перепада давлений отградуирована от  $-0,04$  до  $+0,6$  кг/см<sup>2</sup> с оцифровкой через  $0,2$  кг/см<sup>2</sup> и ценой деления  $0,02$  кг/см<sup>2</sup>.

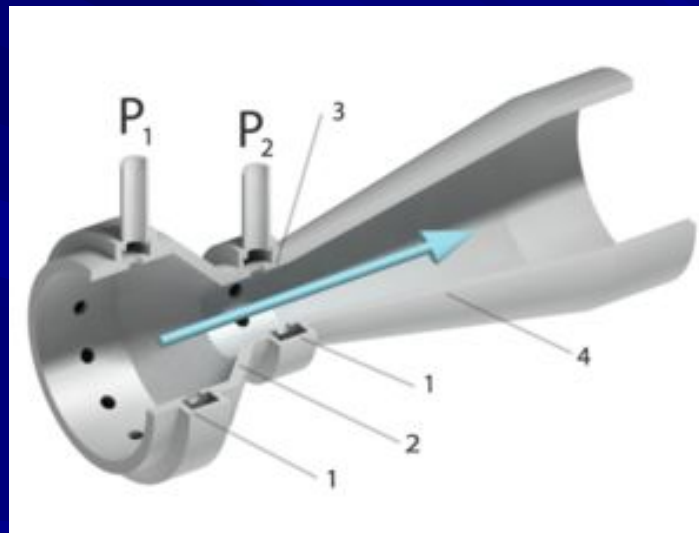
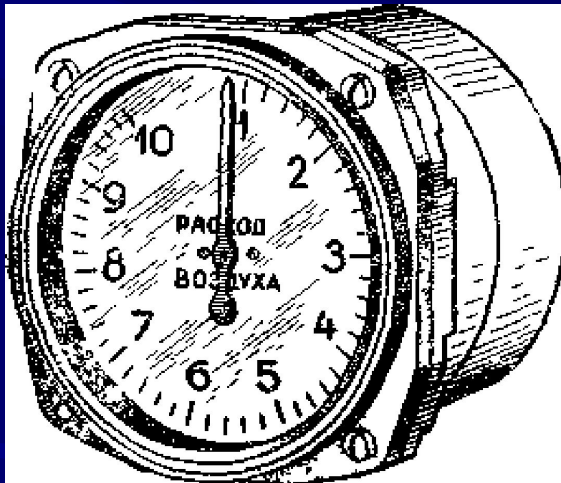
Нормальный перепад давления воздуха внутри кабины и за бортом поддерживается  $0,3 \pm 0,02$  кг/см<sup>2</sup>.

Опасным считается перепад в  $0,35$  кг/см<sup>2</sup> и более, а также в случае перемещения стрелки в красный сектор шкалы.

При загорании (мигании) лампочки в полете с надписью «Пользуйся кислородом», установленной на средней панели приборной доски, и появлении прерывистого звукового сигнала экипаж обязан произвести экстренное снижение до безопасной высоты полета. После посадки, если в кабине имеется избыточное давление (по УВПД-15), включить аварийный сброс давления или открыть форточку фонаря.

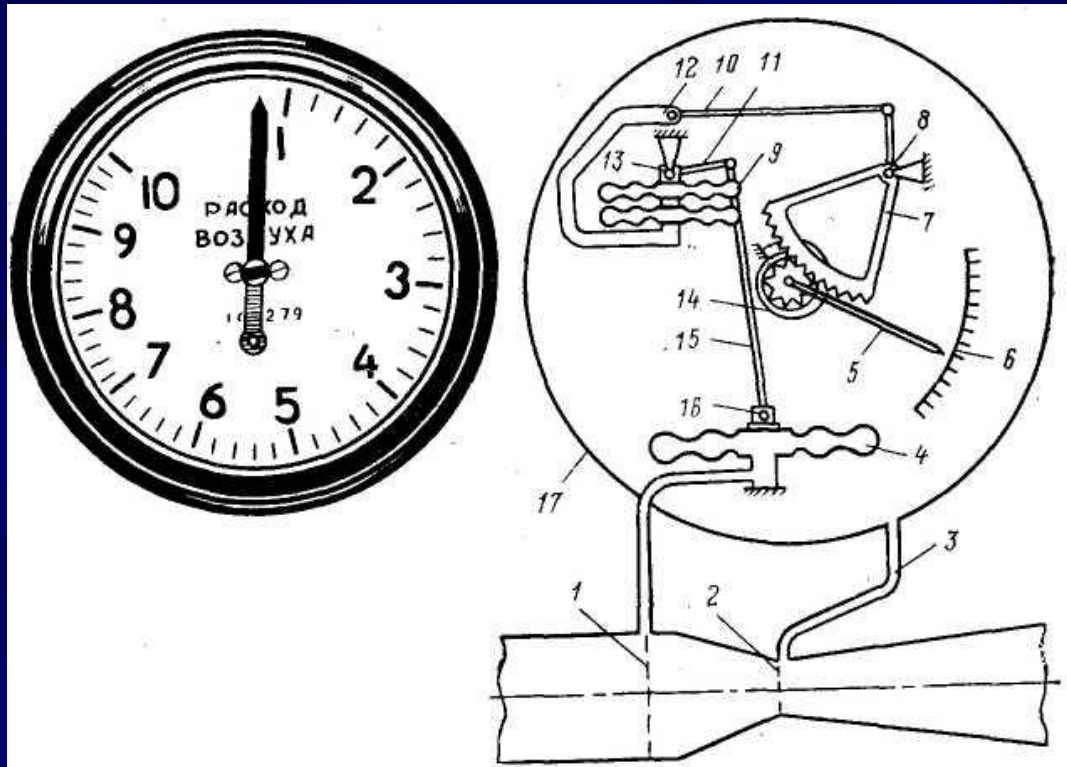
## Указатель расхода воздуха (УРВК)

Показывает весовой расход воздуха, поступающего в ГК от источника наддува, и работает в комплекте с датчиком воздуха - трубкой Вентури. Указателем расходомера является манометрический прибор, воспринимающий сигнал разности давлений в широком и узком сечениях трубки Вентури ).





## Указатель расхода воздуха (УРВК)



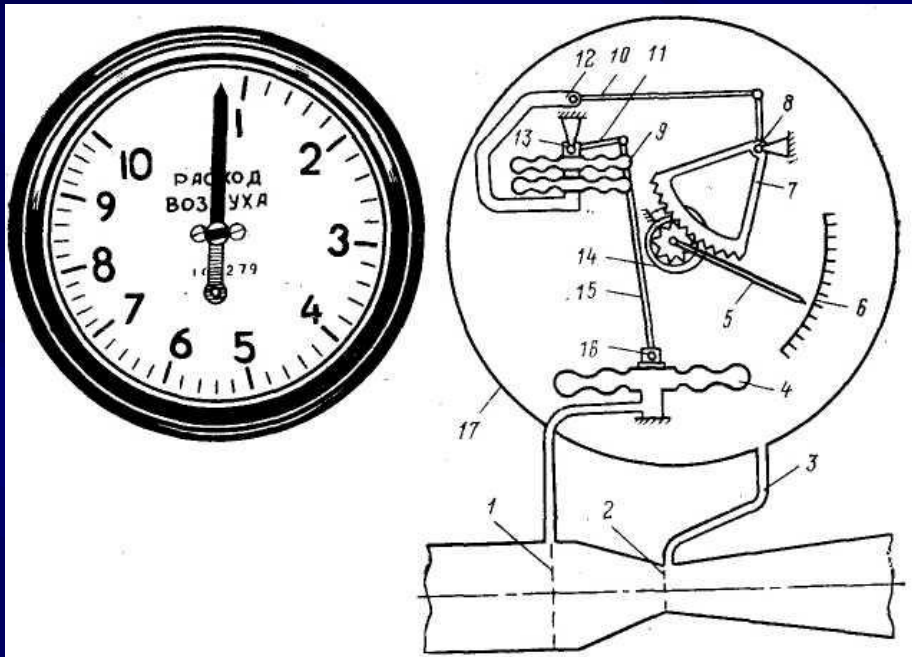
Указатель УРВК состоит из герметичного корпуса, который соединен с узким сечением трубки Вентури; манометрической коробки, соединенной с широким сечением **трубки Вентури**; **передаточного** механизма со стрелкой; шкалы отградуированной в условных единицах от 1 до 10, оцифровка через 1, цена деления 0,2;

блок anerоидных коробок, который автоматически вводит поправку на изменение плотности воздуха с изменением высоты.

При протекании воздуха через трубку Вентури создается разность между давлениями в широкой и узкой частях трубки, под действием чего манометрическая коробка расширяется и через передаточный механизм отклоняет стрелку.

$$G = c \sqrt{P_2 \Delta P} \quad c = f(d_1/d_2, T_B)$$

## Указатель расхода воздуха (УРВК)



При протекании потока воздуха через трубку Вентури давление в ее широкой части всегда будет больше, чем в узкой. При этом возникает разность давлений воздуха, которая измеряется манометрической коробкой. При изменении давления воздуха в узкой части трубки Вентури изменяется величина прогиба aneroidного блока 9.

Угол поворота оси 8 зависит от двух величин; разности между давлениями в широкой и узкой частях трубки Вентури и давления воздуха в ее узкой части. При этом манометрическая коробка и блок aneroidных коробок совершают возвратно-поступательное движение и через передающий механизм воздействуют на стрелку 5, которая по шкале 6 указывает весовой расход воздуха, поступающего в герметичную кабину самолета, в условных единицах. Количество воздуха, отбираемого от двух двигателей, составляет до 1400 кг/ч.

## Кабинный вариометр

Кабинный вариометр предназначен для контроля «вертикальной скорости», вызываемой изменением давления воздуха в кабине. Последнее имеет место в момент включения и выключения системы наддува и при изменении высоты полета.

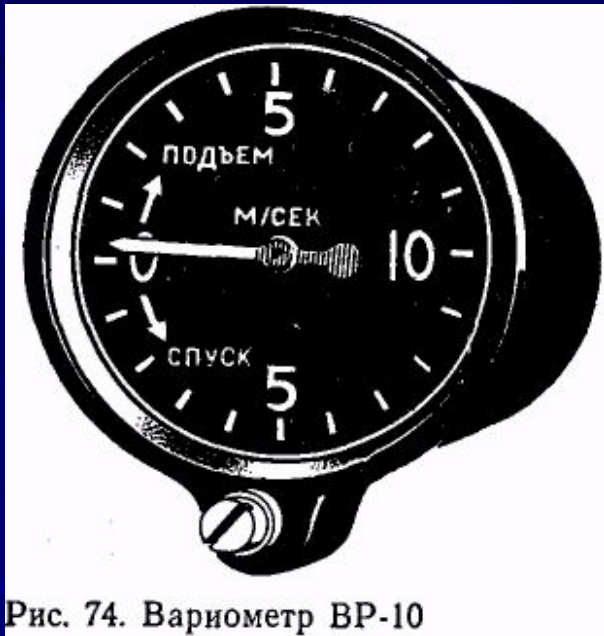


Рис. 74. Вариометр ВР-10

Принцип действия вариометра основан на измерении разности давления воздуха в корпусе прибора, соединенного с герметической кабиной капиллярной трубкой, и давлением внутри манометрической коробки, соединенной с кабиной через трубопровод большого сечения.

Установлен вариометр на средней панели приборной доски.

$$\Delta P = -k Vy$$



## Кабинный вариометр

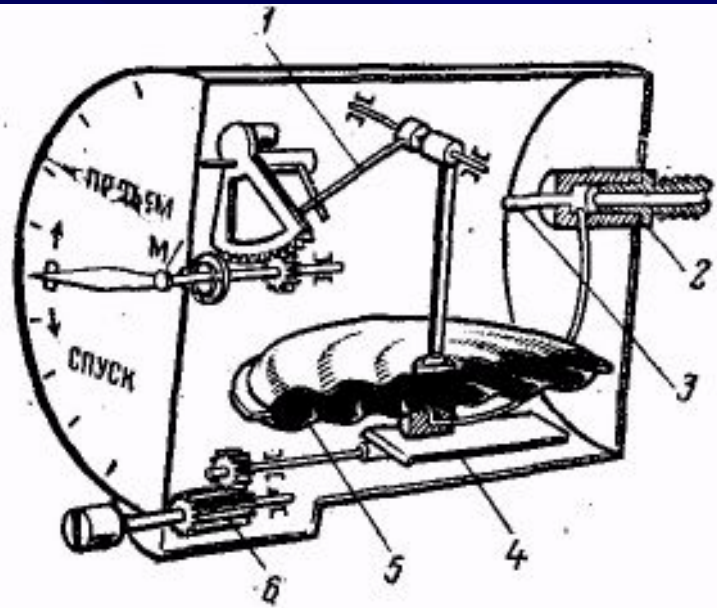


Рис. 75. Устройство вариометра ВР-10:

1 — передаточный механизм; 2 — штуцер; 3 — капиллярная трубка; 4 — пружина; 5 — манометрическая коробка; 6 — юстировочное устройство

Вариометр ВР-10 состоит из герметичного корпуса, где установлена манометрическая коробка 5, которая является чувствительным элементом прибора. Манометрическая коробка через передающий механизм воздействует на стрелку. Внешняя поверхность коробки через капиллярную трубку воспринимает кабинное давление воздуха, а внутренняя полость находится под действием кабинного давления воздуха, поступающего внутрь коробки через трубопровод большого сечения.

На лицевой части прибора имеется шкала от 0 до 10 м/с на подъем и спуск, а также кремальера, служащая для установки стрелки на нуль.

## Кабинный вариометр

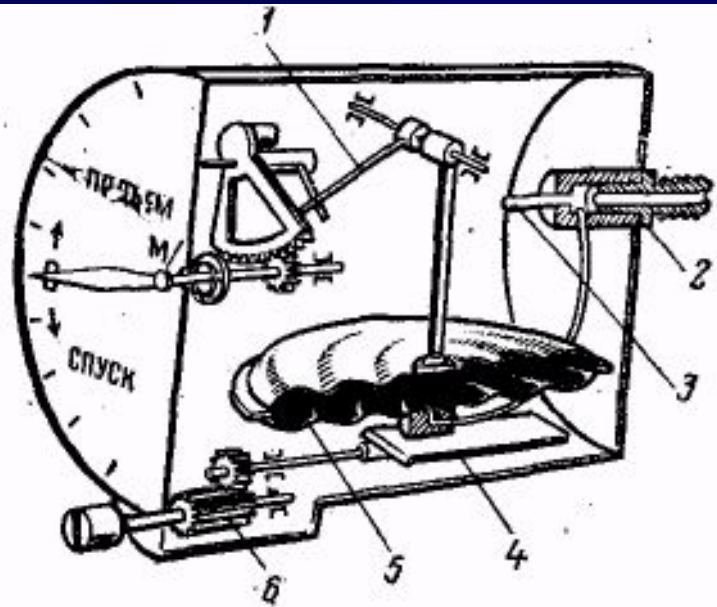


Рис. 75. Устройство вариометра ВР-10:

1 — передаточный механизм; 2 — штуцер; 3 — капиллярная трубка; 4 — пружина; 5 — манометрическая коробка; 6 — юстировочное устройство

Вариометр работает следующим образом. При постоянном давлении воздуха в герметической кабине (неизменный режим работы авиадвигателей при включенной системе наддува и постоянной высоте полета) разность давлений воздуха внутри и вне коробки равна нулю и стрелка прибора стоит на нуле. С поднятием на высоту или уменьшении подачи воздуха авиадвигателями давление внутри корпуса прибора будет уменьшаться медленнее, чем внутри кабины самолета. Под действием разности давлений манометрическая коробка сжимается и перемещает стрелку по шкале вверх от нулевой отметки шкалы.

После набора высоты (изменения давления) давление воздуха в кабине корпуса прибора и внутри манометрической коробки уравнивается, и стрелка прибора возвращается на нулевую отметку шкалы.

## Кабинный вариометр

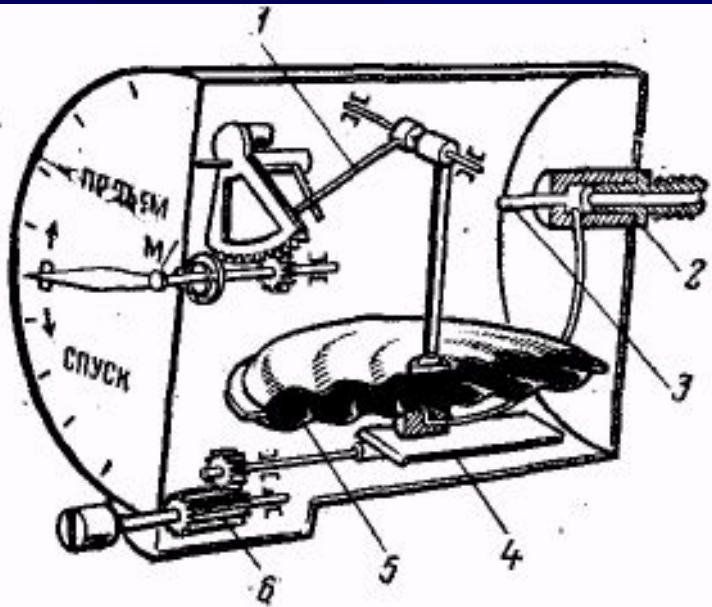


Рис. 75. Устройство вариометра ВР-10:

1 — передаточный механизм; 2 — штуцер; 3 — капиллярная трубка; 4 — пружина; 5 — манометрическая коробка; 6 — юстировочное устройство

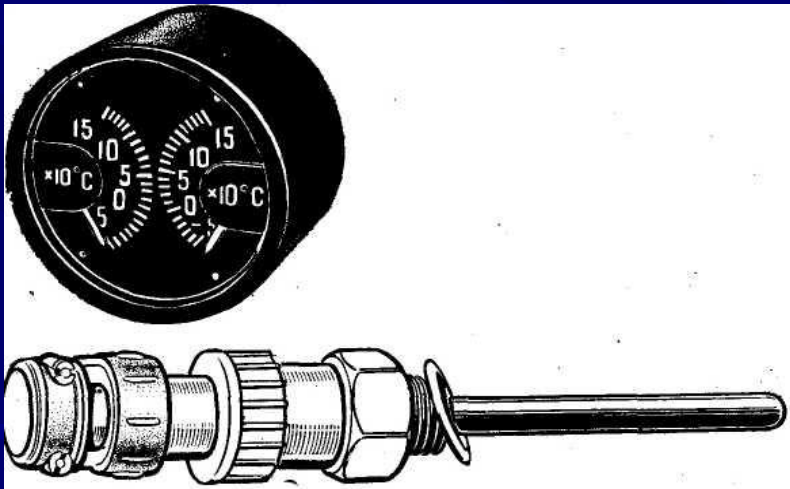
При снижении самолета давление внутри манометрической коробки увеличивается, а внутри корпуса прибора образуется разрежение воздуха. При этом манометрическая коробка расширяется, и стрелка прибора перемещается вниз от нулевой отметки шкалы. По кабинному вариометру скорость изменения давления в герметической кабине при наборе высоты или снижении самолета не должна превышать 2—3 м/с. При проверке вариометра перед полетом стрелка должна находиться на нуле. Допуск  $\pm 0,3$  м/с.



## Термометры внутрикабинного воздуха

Сдвоенный термометр универсальный электрический **2ТУЭ—111** предназначен для измерения температуры воздуха в системе кондиционирования, нагнетаемого в герметичную кабину от левой и правой воздушных систем самолета.

Комплект термометра состоит из сдвоенного указателя 2ТУЭ-1 и двух приемников температуры П-1.



Указатель установлен на правой панели приборной доски, а приемники температуры — в трубопроводах на потолке пассажирской кабины справа и слева. Указатель имеет две шкалы, отградуированные от  $-70$  до  $+150^{\circ}\text{C}$  с оцифровкой через  $50^{\circ}\text{C}$  и ценой деления  $10^{\circ}\text{C}$ .

## Термометры внутрикабинного воздуха

**Термометр ТВ-19.** Термометр воздуха (внутрикабинный) ТВ-19 предназначен для измерения осредненной температуры воздуха в пассажирской кабине.

Комплект термометра ТВ-19 состоит из указателя ТВ-1, установленного на средней панели приборной доски, и трех приемников температуры П-9, соединенных последовательно.

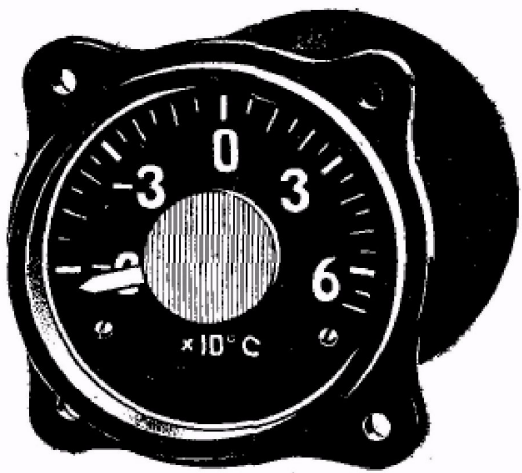
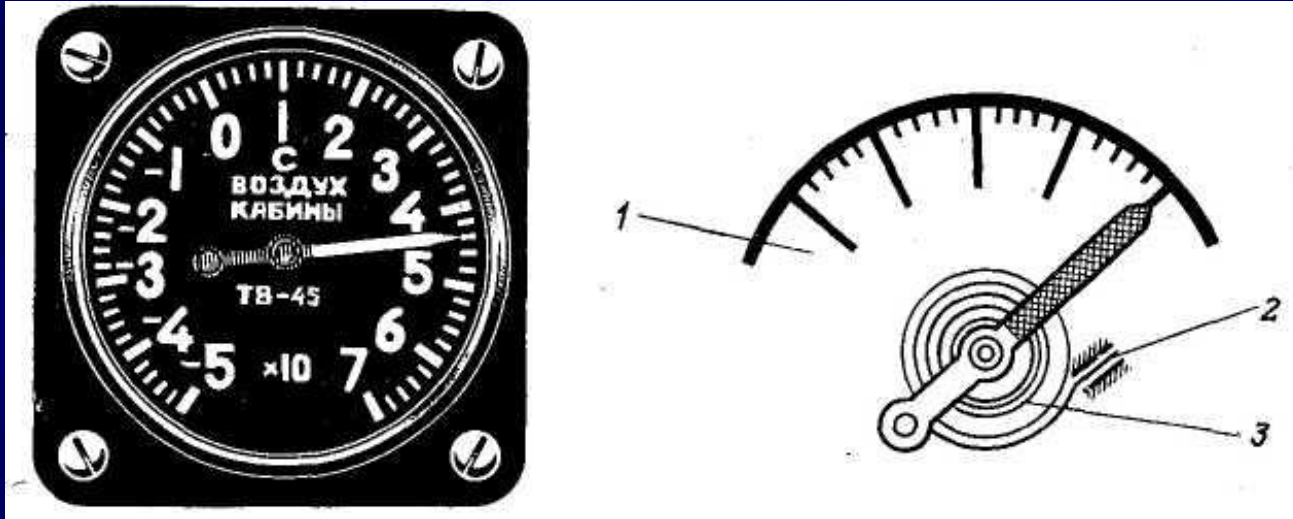


Рис. 115. Термометр ТВ-19

Приемники П-9 установлены в пассажирской кабине на шпангоуте № 11 на левом и правом бортах и на шпангоуте № 31 на левом борту. Шкала указателя отградуирована от  $-60$  до  $+70^{\circ}\text{C}$  с оцифровкой через  $30^{\circ}\text{C}$  и ценой деления  $5^{\circ}\text{C}$ .

## Термометры внутрикабинного воздуха

**Термометр ТВ-45.** Термометр воздуха (внутрикабинный) ТВ-45 предназначен для измерения температуры воздуха в кабине экипажа.



Принцип действия термометра основан на свойстве биметалла деформироваться при изменении температуры.

Чувствительным элементом прибора является биметаллическая спиральная пружина, один конец 2 которой закреплен неподвижно, а второй связан со стрелкой указателя. Шкала указателя 1 отградуирована от  $-50$  до  $+70^{\circ}\text{C}$  с оцифровкой через  $10^{\circ}\text{C}$  и ценой деления  $2^{\circ}\text{C}$ .

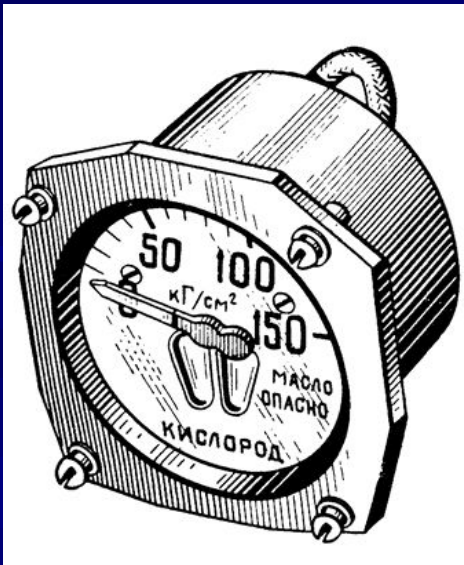
При изменении температуры окружающей среды биметаллическая спираль 3 закручивается или раскручивается. Движение спирали передается на стрелку, которая показывает по шкале температуру воздуха в кабине экипажа.



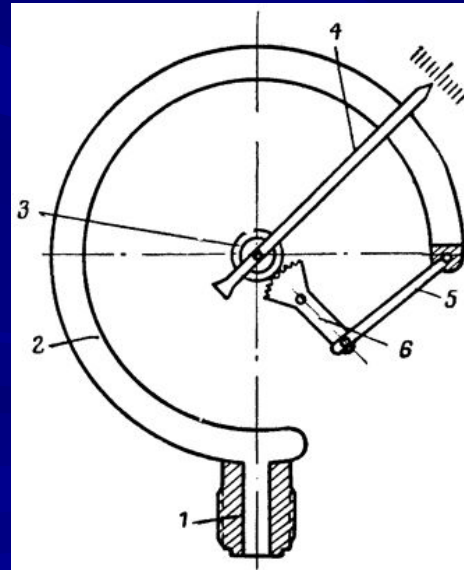
## Манометры кислорода

Кислородный манометр предназначен для контроля за подачей кислорода к дыхательным путям человека через кислородный прибор и измерения величины давления кислорода в основной магистрали.

**Указатель ИК-18Н** состоит из двух самостоятельных приборов: манометра и индикатора кислорода, работающих независимо один от другого. Контроль за подачей кислорода к дыхательным путям человека осуществляется по движению флажков индикатора, а давление кислорода в основной магистрали — по показаниям стрелки манометра



Внешний вид  
кислородного  
указателя  
ИК-18Н

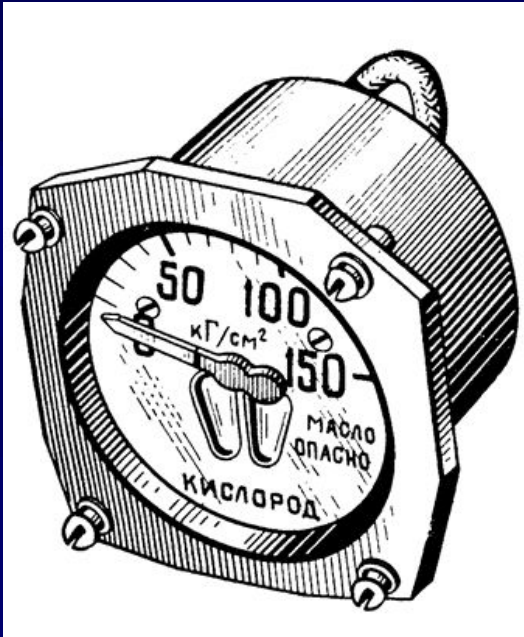


Принципиальная  
схема манометра  
кислорода:

1 — штуцер; 2 —  
трубка Бурдона;  
3 — трибка; 4 —  
стрелка; 5 —  
тяга; 6 — сектор

## Манометры кислорода

В верхней части корпуса прибора размещен кислородный манометр с диапазоном измерения от 0 до 150 *ат* (цена деления шкалы 10 *ат*). Максимальное значение шкалы манометра — 165 *ат*.

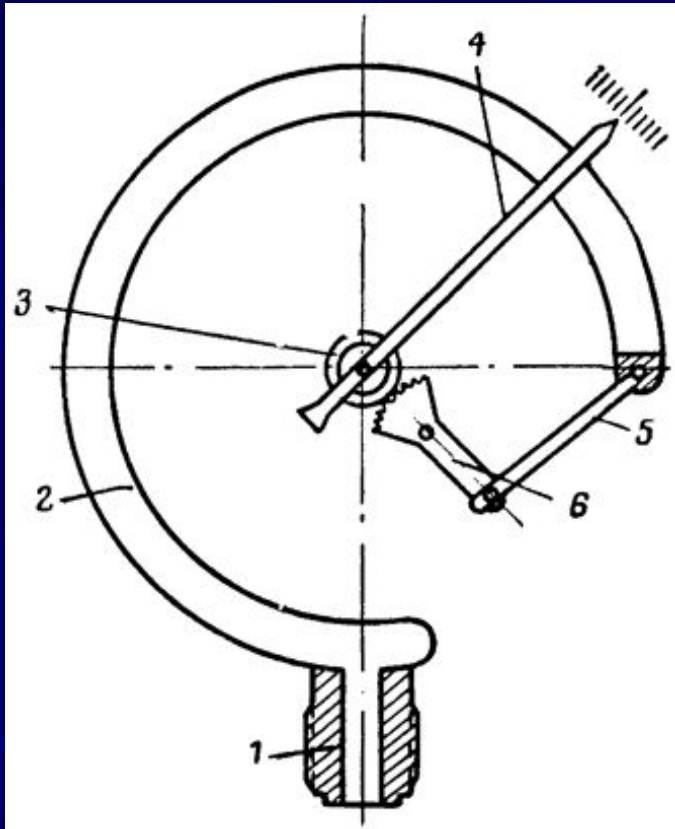


В нижней части корпуса прибора размещен механизм индикатора. При вдохе лепестки индикатора расходятся и окна открываются. В момент выдоха лепестки возвращаются пружиной в исходное положение. При вдохе и выдохе лепестки индикатора синхронно периодически сходятся и расходятся.

При постоянном потоке кислорода лепестки индикатора расходятся и окна остаются открытыми.

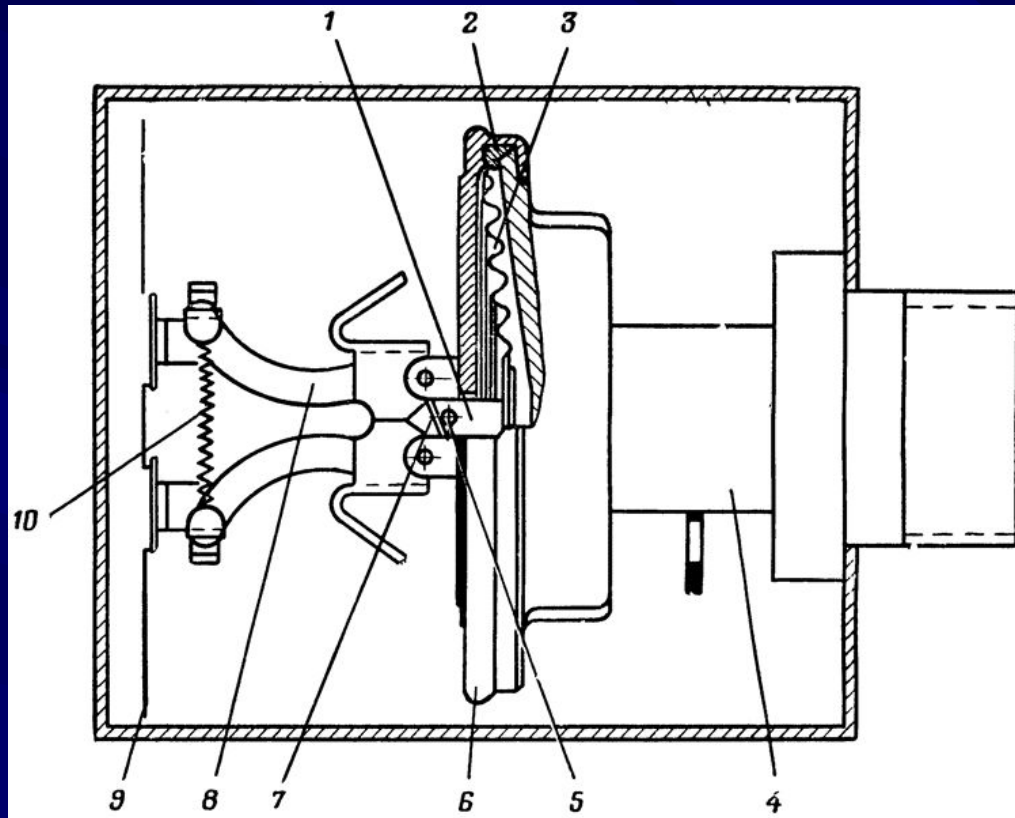
Деления шкалы, цифры, стрелка и лепестки покрыты белой краской.

## Манометры кислорода



Принцип действия манометра кислорода основан на использовании упругих свойств трубчатой пружины (трубки Бурдона) при возникновении в ее внутренней полости давления. Деформация трубки Бурдона 2 при изменении в ней давления вызывает перемещение ее свободного конца, которое с помощью тяги 5 передается на зубчатый сектор 6 и преобразуется во вращение трибки 3 со стрелкой.

## Манометры кислорода



Принцип действия индикатора кислорода основан на использовании упругих свойств чувствительной гофрированной мембраны 3 при воздействии на нее давления кислорода, подаваемого через кислородный прибор к дыхательным путям человека.

Деформация мембраны 3 вызывает перемещение жесткого центра 1, которое с помощью оси 5 и поводков 7 передается на флажки 8, видимые в окна циферблата 9. При отсутствии давления на мембрану флажки под действием пружинки 10 полностью закрывают окно циферблата; при воздействии давления кислорода на мембрану флажки расходятся и выходят за пределы окон циферблата.



## Манометры кислорода

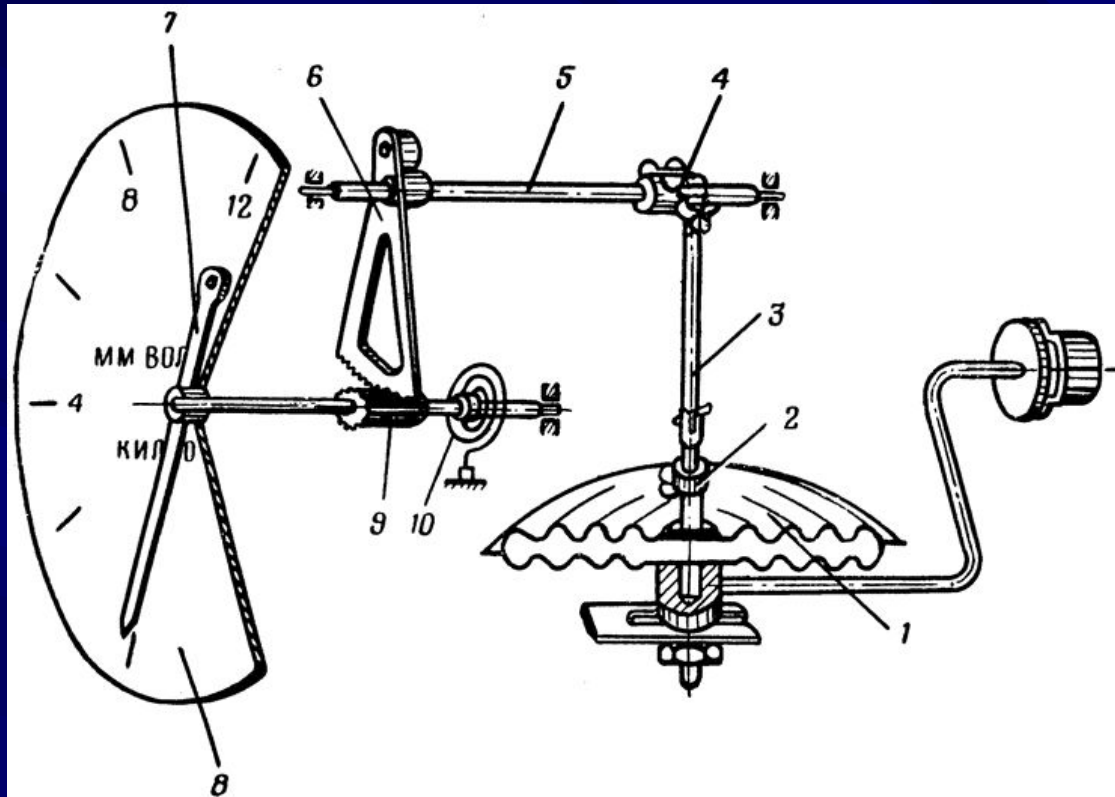
Применяются манометры кислорода следующих типов: МК-12М, МК-13М, МК-18, МК-6 и др.

Манометр МК-12М предназначен для контроля за запасом кислорода в бортовых кислородных баллонах с рабочим давлением до *150 ат.*

Манометр МК-13М предназначен для контроля за запасом кислорода в бортовых самолетных баллонах с рабочим давлением до *30 ат.*

**Манометр избыточного давления кислорода М-1000.** Он служит для измерения давления кислорода в кислородной маске при полетах на высотах более *12 км* с кислородным прибором КП-24М. Принцип действия манометра основан на использовании упругих свойств мембранных коробок

## Манометры кислорода

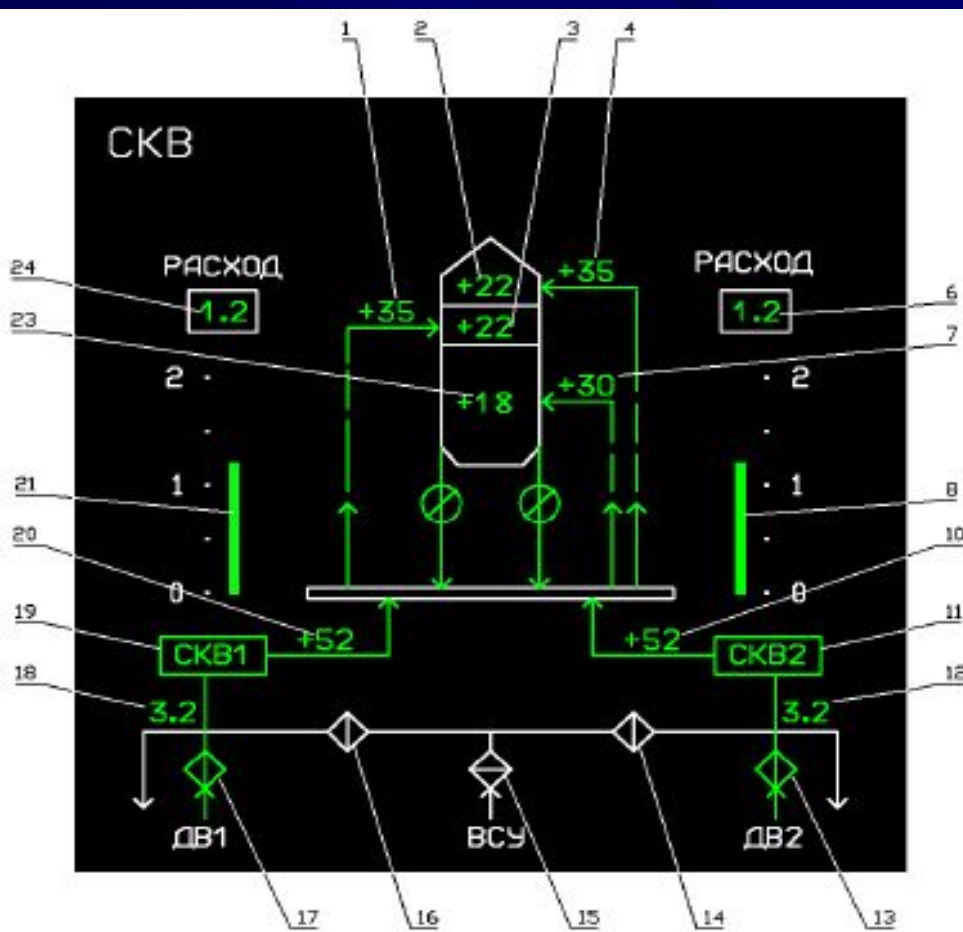


Чувствительным элементом прибора является мембранная коробка 1, нижний центр которой крепится к основанию. Линейное перемещение подвижного центра мембранной коробки через тягу 3 и поводок 4 преобразуется во вращательное движение оси 5.

На оси закреплен сектор 6, передающий вращательное движение трибке 9, на оси которой закреплена стрелка 7. Для устранения люфтов в механизме на оси стрелки смонтирован упругий волосок. Для предохранения механизма прибора от предельного давления на манометрическую коробку поставлен упор 2. Прибор имеет оцифровку от 0 до 1000 мм вод. ст. с ценой деления 50 мм вод. ст. Для отсчета по прибору необходимо деления 0; 2; 4; 6; 8; 10 умножить на 100 (на шкале имеется надпись «×100»).



# Отображение информации на ИМ (кадр СКВ)



- 1 Счетчик температуры воздуха на входе в кабину экипажа в °C.
- 2 Счетчик температуры воздуха в кабине экипажа в °C.
- 3 Счетчик температуры воздуха в переднем салоне в °C.
- 4 Счетчик температуры воздуха на входе в передний салон в °C.
- 6 Счетчик расхода воздуха в подсистеме СКВ2 в (в условных единицах).
- 7 Счетчик температуры воздуха на входе в задний салон в °C.
- 8 Индекс отсчета расхода воздуха в подсистеме СКВ 2 в (в условных единицах).
- 10 Счетчик температуры воздуха на выходе из СКВ2 в °C.
- 11 Символ подсистемы СКВ 2.
- 12 Счетчик давления воздуха перед стартером двигателя №2.
- 13 Кран отбора воздуха от двигателя №2.
- 14 Кран кольцевания правый.
- 15 Кран отбора воздуха от ВСУ.
- 16 Кран кольцевания левый.
- 17 Кран отбора воздуха от двигателя №1
- 18 Счетчик давления воздуха перед стартером двигателя №1.
- 19 Символ подсистемы СКВ 1
- 20 Счетчик температуры воздуха на выходе из СКВ1 в °C.
- 21 Индекс отсчета расхода воздуха в подсистеме СКВ 1 в (в условных единицах).
- 23 Счетчик температуры воздуха в заднем салоне в °C.
- 24 Счетчик расхода воздуха в подсистеме СКВ 1 в (в условных единицах).

Наименование элемента	Вид элемента	Цвет	Состояние элемента
Кран		Бел	Закрыт
		Зел	Открыт
		Желт	Отказ



# Отображение информации на ИМ (кадр САРД)



- 1 Сигнализация "САРД на дублере"
- 2 Счетчик высоты в кабине
- 3 Счетчик перепада давления в кабине
- 4 Символ открытого положения клапанов давления КД1, КД2 и предохранительного клапана КП
- 5 Индекс отсчета положения клапана КД1
- 6 Индекс отсчета положения клапана КД2
- 7 Индекс отсчета положения клапана КП
- 8 Символ закрытого положения клапанов давления КД1, КД2 и предохранительного клапана КП
- 9 Зона опасных значений высоты в кабине
- 10 Зона предельных значений перепада давления в кабине
- 11 Зона опасных значений перепада давления в кабине
- 12 Зона предельных значений высоты в кабине
- 13 Сигнализация скорости нарастания (падения) давления в кабине
- 14 Стрелка отсчета перепада давления в кабине по шкале
- 15 Стрелка отсчета высоты в кабине по шкале
- 16 Индекс отсчета скорости изменения давления в кабине
- 17 Счетчик расхода воздуха в подсистеме СКВ2
- 18 Счетчик расхода воздуха в подсистеме СКВ1

