**ЛЕКЦИЯ - 1 ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ АТМОСФЕРНОГО И КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА**

**1.1 НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА**

При внешнем дыхании воздух, вдыхаемый человеком, проходит через верхние дыхательные пути (нос, рот, гортань, и трахею), затем через бронхи и, разветвляясь по бронхиолам, попадает в легкие, состоящие из множества маленьких пузырьков   альвеол. Тонкие стенки альвеол обвиты густой сетью капиллярных кровеносных сосудов с настолько малым диаметром, что красные кровяные тельца—эритроциты — могут проходить через них только поодиночке. Через стенки альвеол по законам диффузии происходит обмен газов между легкими и кровью.

При внутреннем дыхании процесс газообмена в крови и тканях организма происходит следующим образом. Согласно схеме кровообращения, показанной на  1.3, насыщенная кислородом кровь в процессе работы сердца поступает в левое предсердие и оттуда — в левый желудочек сердца, а затем под действием сокращения сердечной мышцы желудочка артериальная кровь поступает в аорту и по сети артерий доходит до капилляров тканей организма, где кислород по законам диффузии переходит из крови к тканям.

В результате обмена веществ в клетках организма артериальная кровь преобразуется в венозную кровь, обогащенную углекислым газом. Венозная кровь из капилляров, соединяющихся в вены, поступает в правое предсердие. Рассмотренный путь крови называется большим кругом кровообращения.

Перешедшая из правого предсердия в правый желудочек сердца кровь переходит по легочным артериям в легкие и оттуда, обогатившись кислородом, по легочной вене поступает опять в левое предсердие. Такое движение крови происходит по малому кругу кровообращения.

Непосредственным переносчиком кислорода крови являются эритроциты, содержащие в себе гемоглобин Нв, обладающий способностью легко соединяться с кислородом, образуя неус- тойчив9е химическое вещество—оксигемоглобин НвС>2. Окси- гемоглобин в крови распадается и, отдавая тканям кислород, опять становится гемоглобином. Эритроциты составляют 41 — 46% объема крови и представляют собой плоские диски с диаметром 0,007 мм в количестве 2,5 . 1012 на общее количество крови в организме человека, которое составляет величину порядка 5 литров. Скорость тока в крови поддерживается на нужном уровне работой сердца, перекачивающего около 250 л/ч крови. Таким образом, вся циркулирующая в теле человека кровь проходит через легкие приблизительно за 72 с.

Рассмотренный процесс газообмена в организме человека .определяется величиной парциального давления кислорода в газовой среде.

Процесс усвоения организмом кислорода происходит по закону диффузии, т. е. лишь в том случае, если парциальное давление кислорода во вдыхаемом (или альвеолярном) воздухе больше парциального давления кислороду в венозной крови, протекающей по капиллярным кровеносным сосудам к альвеолярным стенкам легких. Для удаления углекислого газа из организма нео0ходимо иметь обратное соотношение парциального давления углекислого газа по сравнению с парциальным давлением кислорода.

Таким образом, первостепенным фактором, от которого зависит диффузия, является разность парциальных давлений газа по обе стороны легочной мембраны AP = PqA— Р0ав, где Ро\*а — парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе, Ро2в — парциальное давление кислорода в венозной крови.

Поступление воздуха в легкие и удаление его из них обусловливаются механическими движениями грудной клетки и межреберных мышц и грудобрюшной диафрагмы. В обычных условиях человек делает 15—20 вдохов в минуту.

При нормальном вдохе объем вдыхаемого воздуха приблизительно равен 0,5—0,6 литра. При усиленном вдохе, следующим после нормального вдоха, дополнительно вводится в легкие до 1,5 литров воздуха; кроме того, !в легких всегда .имеется резервный воздух. Общая сумма составляющих объемов определяет жизненную емкость легких: 0,5—0,6 л — нормальный вдох, 1,5—2,5 л — усиленный вдох, 1,0—2,9 л — резервный воздух, которая приблизительно равна УЛ =3-^6 литрам.

Отношение объема выделенного человеком углекислого газа к объему поглощенного им кислорода называется дыхательным коэффициентом человека.

Поступление воздуха в легкие и удаление его из них обусловливаются механическими движениями грудной клетки и межреберных мышц и грудобрюшной диафрагмы. В обычных условиях человек делает 15—20 вдохов в минуту.

При нормальном вдохе объем вдыхаемого воздуха приблизительно равен 0,5—0,6 литра. При усиленном вдохе, следующим после нормального вдоха, дополнительно вводится в легкие до 1,5 литров воздуха; кроме того, !в легких 'всегда .имеется резервный воздух. Общая сумма составляющих объемов определяет жизненную емкость легких: 0,5—0,6 л — нормальный вдох, 1,5—2,5 л — усиленный вдох, 1,0—2,9 л — резервный воздух, которая приблизительно равна УЛ = 3-^6 литрам.

Отношение объема выделенного человеком углекислого газа к объему поглощенного им кислорода называется дыхательным коэффициентом человека.

Объемный расход воздуха в единицу времени WA принята называть легочной вентиляцией.

Величина легочной вентиляции Wn устанавливается такой, чтобы парциальные давления О2 и С02, а также водородный показатель рН+ артериальной крови всегда находились на необходимом уровне. Требуемая обеспечивается определенным сочетанием соответствующих параметров внешнего дыхания (глубиной и частотой дыхания). Частота ш и глубина V дыхания определяются в свою очередь величиной парциального давления кислорода и углекислого газа. Если в альвеолярном воздухе имеется недостаток кислорода или избыток углекислого газа, то парциальное давление кислорода в артериальной крови ЯО2А падает, что стимулирует легочную вентиляцию Wл, а это, iB свою очередь, обусловливает приведение к норме (к заданному значению) Ро2 и Рсо2-

Таким образом, в организме человека существует сложная система саморегулирования кислородного и углекислотного режимов, которая управляет поступлением кислорода в легкие, кровь и ткан.и в соответствии с энергетическими потребностями организма человека и удалением образующейся в результате обменных процессов углекислоты. Непрерывный газообмен организма с внешней средой обеспечивается системой дыхательной регуляции (или дыхательным хемостатом), работающей по принципу регулятора с обратной связью. Структурная схема системы дыхательной регуляции, показанная на  1.4, состоит из объекта регулирования (управляемой системы) ш регулятора (управляющей системы). Данная схема представляет, естественно, упрощенную модель систем/? дыхательной регуляции, но она позволяет лучше понять ^сложные процессы, происходящие в ней.

Объектом регулирования здесь является легочный резервуар и объем газа в кровеносной системе. Регулятор включает в себя хеморецепторы, нервные пути, дыхательный центр, дыха- ^ тельные мышцы, управляющие параметрами внешнего дыхания.

Хеморецепторы, расположенные в различных местах организма, чувствуют отклонение парциального давления 02 в ар- термальной крови от заданного значения (РО2А)О И ПО нервным путям передают сигналы в дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозгу. Дыхательный центр представляет собой группу нервных клеток, деятельность которых обусловливает сокращение дыхательных мышц и изменение параметров внешнего дыхания и, следовательно, легочной вентиляции. Последняя обеспечивает изменение притока воздуха (кислорода) к альвеолам легких и, в конечном итоге, к изменению наличия кислорода в артериальной крови и газообмена в тканях. Возмущающим воздействием на объект является изменение Роа во вдыхаемом воздухе.

Анализ переходных процессов [13, 34], полученных при воздействии ступенчатой функции возмущения в виде мгновенного изменения содержания кислорода во вдыхаемом воздухе, позволил получить следующие значения параметров системы регуляции дыхания:

т0= 1,41 мин, k0 — 0,01 мм рг. ст./мл. мин, тРрг ^ 0>31 мин, &рег = 59 мл мин/мм рт. ст.

Знание динамических свойств системы регуляции дыхания человека, ее реакции на возмущающие воздействия позволяет правильнее подойти к вопросу синтеза кислородно-дыхатель- ной аппаратуры для летного состава, оценить и понять взаимодействие контуров системы дыхательной регуляции человека и системы подачи кислорода в различных режимах ее работы.

**1.2 ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ПОЛЕТА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА**

При выполнении высотного полета необходимо принимать во внимание следующие факторы, оказывающие влияние на жизнедеятельность человека:

1.         Факторы, характеризующие атмосферное пространство как среду обитания для экипажей летательных аппаратов. На больших высотах атмосферное пространство представляет собой среду обитания, резко отличную по своим характеристикам от того, с чем встречаются живые организмы в пределах биосферу Земли. Малая плотность воздуха, наличие интенсивного и «биологически активного излучения, своеобразие температурного режима — все это является характерным для высотного полета.

2.         Факторы, связанные с пребыванием экипажей в герметической кабине, — искусственная газовая среда, ограниченное пространство и возможность появления декомпрессионных явлений.

3.         Факторы, связанные с динамикой полета, — шум, вибрации, перегрузки и невесомость.

Рассмотрим влияние указанных факторов высотного полета на физиологические показатели человека.

1. Влияние на человеческий организм атмосферного пространства как среды обитания

При высотном полете атмосферное пространство как среда обитания оценивается следующими основными физическими параметрами: парциальным давлением кислорода Ро2 5 абсолютным давлением Рн, температурой Ти, относительной влажностью воздуха гн и проникающим излучением.

Влияние парциального давлен-и я кислорода. Несмотря на то, что процентное содержание кислорода в атмосфере остается практически неизменным, уже с высоты 1,5 км организм человека начинает ощущать недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе. Указанное явление обусловлено тем, что для дыхания важно не процентное содержание кислорода, а его парциальное давление.

При определенном минимальном значении парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе нарушается нормальный газообмен в легких человека и во всем организме. В результате на определенной высоте наступает в организме человека явление гипоксии (кислородного голодания — пониженного содержания кислорода в тканях и крови).

На основании физиологических исследований [18] установлено, что **парциальное давление кислорода** в альвеолярном воздухе порядка 60 мм рт. ст. является минимально допустимым, при котором кровь насыщается кислородом только на 85%. На графике ( 1.5) этому парциальному давлению кислорода соответствует высота порядка 3 км. При воздействии на организм различного рода неблагоприятных факторов полета (перегрузка, вибрация, напряженность полета и др.) на высотах более 3,0 км в организме человека, не подготовленного к высотным полетам, могут усугубляться функциональные расстройства, связанные с явлением гипоксии.

Явление гипоксии или кислородной недостаточности в организме человека проявляется самым различным образом. Человек вначале испытывает общее недомогание, затем наблюдается состояние моральной и физической апатии. Ухудшается деятельность органов зрения и слуха, начинает понижаться световая чувствительность глаз и ухудшается острота зрения, появляется шум в ушах. Учащаются пульс и частота дыхания. Длительное кислородное голодание приводит к потере сознания и может явиться причиной смерти.

Характерной особенностью гипоксии является то, что все отмеченные функциональные расстройства .протекают в организме чаще всего незаметно, человек не испытывает серьезных страданий, лишь ощущает полное безразличие к окружающей действительности. Человек обычно не осознает того тяжелого состояния, в котором он находится вплоть до потери сознания. В других случаях, при гипоксии ослабляются нормальные функции коры головного мозга и начинают преобладать процессы возбуждения, вследствие чего человек приходит в состояние беЪпричинной веселости — эйфории, за которой может последовать внезапный обморок.

Влияние пониженного барометрического давления. Сильное понижение барометрического давления также оказывает существенное влияние на жизнедеятельность человека. Необходимое количество кислорода в крови растворяется лишь при определенном барометрическом давлении. Если давление недостаточно, то даже дыхание чистым кислородом не обеспечивает полной потребности в нем организма.

При разгерметизации кабины летательного аппарата на высоте, превышающей 12 км, экипаж попадает в условия жесточайшего кислородного голодания. При условии питания чистым кислородом под давлением, соответствующим высоте разгерметизации, через несколько секунд после разгерметизации кабины человек теряет сознание. Время, в течение которого человек сохраняет сознание (при указанных условиях) и может принять меры к спасению, называется резервным временем.

Помимо указанного, пониженное барометрическое давление является причиной появления расстройств функций дыхания и сердечно-сосудистой системы организма человека.

Если барометрическое давление станет меньше 230 мм рт. ст., то возможно выделение из жидкости организма пузырьков (эмбол) свободного газа, состоящего из азота (75—80%), кислорода (15—18%) и углекислого газа (2—10%). Эти пузырьки оказывают раздражающее воздействие на нервные окончания, вызывая в тканях и суставах боль. Чем меньше атмосферное давление, тем больше будет выделяться эмбол. Действие эмбол вызывает зуд и боли. Данное явление принято называть аэроэмболизмом.      4

При барометрическом давлении порядка 90 мм рт. ст.

15 км) быстро наступает потеря сознания (см. табл. 1.5). При барометрическом давлении менее 47 мм рт. ст., что соответствует высоте полета 19000 м, наблюдается закипание меж- тка-невой жидкости (явление эмфиземы). Кипение жидкостей в тканях вызывает увеличение их объема. На высоте 20 км отдельные подкожные вздутия (эмфизема) появляются через 2—3 с. В скафандре, но без перчаток, через 10—Ш мин пальцы рук увеличиваются в объеме так, что работать кистью руки становится невозможным. После спуска ниже 17 км подкожные вздутия исчезают.

Влияние температуры и влажности воздуха. Человек может в течение неограниченно длительного времени переносить привычную для него Температуру воздуха. Физиологически нейтральная температура для азотно-кислородной среды находится на уровне 21°С. Понижение и повышение температуры относительно нейтральной приводят к неприятным ощущениям, приходящим к стойким нарушениям.

Способность человека переносить различные уровни теплового воздействия в зависимости от различной физической нагрузки иллюстрируется графиком на  1.6.

Продолжительность переносимости человеком, выполняющим легкую работу, теплового воздействия при скорости воздуха по- -рядка 1 м/с в различной одежде показана «а ( 1.7. Теплоощу- щение человека в значительной мере зависит от влажности и скорости движения окружающего воздуха. Примерные зоны переносимости высоких и низких температур с учетом относительной влажности воздуха приведены на  1.8.

Влажность воздуха оказывает определенное воздействие на организм человека. При пониженной относительной влажности воздуха менее 20% появляется сухость в носоглотке и слизистой оболочке глаз, кожа становится восприимчивой к инфекции. Кроме того, при повышенной влажности воздуха более 80% человеческий организм становится неспособным поддерживать нормальную температуру тела в условиях окружающей среды.

Влияние проникающего излучения на организм человека [24]. Поражающее действие проникающей радиации заключается в способности ее проникать в живую ткань, кроветворные органы и красный костный мозг, при этом происходит ионизация молекул и прямое разрушение живых клеток организма. В процессе воздействия ионизирующей радиации человек не испытывает ни боли, ни других каких-либо неприятных ощущений. Однако, спустя некоторое время, у человека появляются симптомы лучевой болезни. Основными факторами, определяющими степень поражающего действия ионизирующей радиации, являются мощность и доза поглощенного излучения.

Доза поглощенной радиации измеряется количеством энергии, поглощенной единицей массы вещества. В качестве единиц измерения дозы радиации используются: рентген, рад и биологический эквивалент рада (бэр).

Сравнение проникающих излучений по их биологическому действию осуществляют с помощью коэффициентов относительной биологической эффективности (ОБЭ). Последние равны отношению количества энергии данного излучения к количеству энергии у-излучения, которые вызывают одинаковый биологический эффект воздействия на живые ткани.

Дозу, поглощенную живой тканью, измеряют в бэрах. За один бэр принимается такая поглощенная доза любого вида ионизирующих излучений, которая вызывает такой же биологический эффект, что и один рад рентгеновских или f -лучей. Таким образом, дозы, создаваемые различными видами радиации и выраженные одинаковым числом бэр, вызывают одинаковые биологические эффекты.

В зависимости от принятой человеческим организмом дозы проникающего излучения может развиваться определенной степени лучевая болезнь.

Суммарная однократная поглощенная доза проникающего излучения для человеческого организма не должна превышать (3—5) бэр. При получении организмом дозы в 5 бэр обычно не возникает никакого заболевания, ввиду чего при необходимости допускается такая однократная доза для человека в течение одного квартала года [39].

Мощность дозы определяется как доза, полученная в единицу времени.

Например, для рентгеновского или т-излучения при ОБЭ = 1 предельная мощность дозы устанавливается равной 0,5 бэ]> в год; для потока а-частиц при ОБЭ = Ю предельная мощности дозы устанавливается равной 0,05 бэр в год.

2. Влияние на человеческий организм факторов, связанных с пребыванием экипажа в герметической кабине летательного аппарата

Длительное пребывание экипажа в герметической кабине (ГК) обеспечивается за счет создания в ней искусственной среды обитания, приближенной по своим физическим параметрам, к параметрам земной атмосферы в ее нижних слоях.

Резкое изменение давления воздуха может служить причиной возникновения у человека декомпрессионной болезни, сопровождаемой болевыми ощущениями в замкнутых и полузамкнутых полостях организма и расстройством сердечно-сосудистой системы.

Наиболее острое проявление декомпрессионной болезни возникает при резкой разгерметизации кабины, когда в кабине\* летательного аппарата до этого имелось избыточное давление. Декомпрессионная болезнь в этом случае проявляется в виде баротравм, внутреннего кровоизлияния, падения кровяного давления, замедления деятельности сердца.

Резкое снижение давления в кабине принято называть. взрывной декомпрессией. Физиологическое значение взрывной декомпрессии обусловлено воздействием избыточного давления возникающего в момент декомпрессии в некоторых органах,, содержащих свободные газы (желудочно-кишечный тракт, легкие и др.) и приводящего к баротравмам.

При быстром понижении давления в окружающей летчика среде из-за ограниченности выхода воздуха из легких возникает внутрилегочное избыточное давление. Величина его различна и зависит от фазы дыхания, от величины относительного расширения газов £от„, от времени выравнивания давления (времени декомпрессии tA) и коэффициента утечки дыхательных путей (§ 3.3).

Длительное пребывание экипажа в ограниченной по объему герметической кабине связано с развитием явления «напряженности пространственной», которая выражается в развитие общей скованности, усилении опорных и хватальных реакций,, в эмоциях страха перед падением.

Искусственная среда в кабине, изоляция, особое питание и необычный ритм жизни могут вызвать у экипажа падение общей и психической работоспособности, апатию, скуку, утрату интересов.

Для предупреждения указанных нарушений необходимо создать в кабине летательного аппарата различные источники «впечатлений», интерьер, найти рациональную организацию режима жизнедеятельности экипажа. Весьма эффективным методом устранения указанных нервно-психических напряжений является соответствующая подготовка экипажа в наземных условиях к атмосферным и космическим полетам.

3. Влияние на человеческий организм факторов, связанных с динамикой полета

Во время полета экипаж подвергается воздействию шума,, вибрации и перегрузок.

Влияние вибрации и ш у м а. Одной из неприятных особенностей полета для экипажа летательных аппаратов является шум и вибрация, которые могут достигать весьма значительных величин. Длительное пребывание человека в условиях шума может привести к возникновению болевых ощущений в ушах, к общему раздражению утомлению человека. При длительных и повторных воздействиях шума на человека у него может наступить временная или постоянная потеря слуха.

При воздействии вибраций могут возникнуть сердечно-сосудистые расстройства, нервные расстройства, снизиться умственная и физическая работоспособность, уменьшиться острота зрения и возможность различать показания приборов даже при нормальном освещении приборных досок.

Зрительное восприятие ухудшается под действием вибрации, особенно на частотах между 25 и 40 Гц и между 60 и "90 Гц. Когда частота колебаний приближается к собственной частоте колебаний человеческого тела, равного приблизительно 5 Гц, действие вибрации на человека становится особенно неприятным.

Влияние перегрузок на организм человека. При анализе влияния перегрузок необходимо учитывать их направление по отношению к туловищу, величину, продолжительность действия и скорость нарастания перегрузок.

Для оценки действия внешних сил на организм человека целесообразно разделить все внешние силы на две группы — массовые силы и поверхностные силы.

Массовые силы характеризуются одновременным и непосредственным приложением к каждой элементарной материальной частице рассматриваемого тела. Примером таких сил яв- .ляются гравитационные силы. Воздействие массовых сил на какую-либо систему материальных частиц (тело) не вызывает появления сил взаимодействия между материальными частицами, составляющими систему. В связи с этим организм может переносить массовые силы любой величины без появления вредных физиологических последствий.

Поверхностные силы прикладываются непосредственно лишь к части элементарных частиц системы, расположенных по некоторой поверхности. К другим же частицам системы эти силы передаются через связи между частицами при взаимодействии отдельных частиц и частей системы. Воздействие поверхностных сил на тело сопровождается деформацией и относительным смещением частиц тела. Поэтому человеческий организм может перенести действие поверхностных сил ограниченной величины. Примерами поверхностных сил являются сила тяги двигателя, аэродинамическая сила, действующая на летательный аппарат в полете, сила реакции Земли.

При оценке действия внешних сил на организм необходимо- учитывать лишь поверхностные силы. Поверхностные силы могут быть выражены в относительных единицах. Их относят к силе реакции Земли, с которой Земля действовала бы на широте 45° на рассматриваемое тело при неподвижном положении его относительно Земли. Отношение поверхностных сил Fn> действующих на рассматриваемое тело, к силе реакции Земли Gp, с которой Земля действует на рассматриваемое неподвижное тело на широте 45°, называется перегрузкой п = FJGp. Перегрузка направлена в сторону, противоположную .вектору ускорения.

Общее состояние человека при действии перегрузок характеризуется появлением чувства тяжести во всем теле, болевых, ощущений, нарушением координации движений, расстройством зрения. Характер и степень выраженности указанных симптомов определяются не только величиной перегрузки, но и направлением ее действия по отношению к туловищу. По отношению к. человеку перегрузки называют продольными, когда они действуют в направлении «голова—ноги» или «ноги—голова»,, поперечными, когда они действуют в направлении «грудь— спина» или «спина—грудь», и боковыми, когда они действуют справа налево или слева направо. Перегрузим в направлении «голова—ноги» и «грудь—спина» считаются положительными а в направлении «ноги—голова» и «спина—грудь» — отрицательными. При положительных продольных перегрузках происходит отлив крови от головы и сердца к ногам. Наоборот,, при отрицательных перегрузках кровь перемещается к голове..

Положительные продольные перегрузки действуют при выводе самолета из пикирования, приземлении человека на ноги. Отрицательные продольные перегрузки действуют при вводе- самолета в пикирование.

Наиболее сильное биологическое воздействие создают отрицательные продольные перегрузки. Лучше всего человек переносит боковые и поперечные перегрузки.

Считаются допустимыми продольные ударные перегрузки, -если они лежат в диапазоне ±20 при скорости их изменения ненее +500 1/с. Ударные боковые и поперечные перегрузки считаются допустимыми, если они лежат в диапазоне +30—35 э три скорости их изменения до ±1000 1/с.

Максимальная длительность выдерживания перегрузок, различных по величине и направлению, показана на  1.11; Дак видно, наибольшее влияние на организм оказывает перегрузка в направлении «ноги—голова» и наименьшее — в направлении «спина—грудь». Высокая устойчивость человека к поперечным перегрузкам обусловливается сохранением лучших

 Переносимость человеком ударной перегрузки для направления «голова—ноги», применительно к условиям катапультирования вверх, устанавливается равной порядка 20 [1]. Для противоположного направления «ноги—голова» наибольшая величина переносимости человеком ударной перегрузки составляет величину порядка 10.

Переносимость ударных перегрузок в поперечном направлении применительно к условиям катапультирования определяется величиной порядка 30—35 при скорости нарастания 1000 1/с. При катапультировании вверх оптимальной скоростью нарастания считается 200 1/с, а при катапультировании вниз —150 1/с.

Приведенная пороговая чувствительность человека к различным перегрузкам может быть изменена, если учитывать рефлекторно-сосудистую реакцию человека.

В нормализации кровообращения основную роль при действии перегрузок играют рефлекторные сосудистые нейро механизмы.

При падении артериального давления в сосудах головного мозга наступает рефлекторное учащение сосудистых сокращений, сужение сосудов брюшной полости. Экспериментально установлено, что ,у большинства летчиков, благодаря рефлекторным связям, компенсаторное повышение кровяного давления происходит заблаговременно до возникновения перегрузок. Вследствие этого у тренированных летчиков наблюдается повышение переносимости перегрузок. Устойчивость к перегрузкам повышается, когда последние нарастают до максимума за время, большее, чем скрытый период проявления сосудисто- рефлекторной реакции. Наоборот, устойчивость падает, если максимум перегрузки достигается за время, меньшее, чем скрытый период сосудисто-рефлекторной реакции. Это иллюстрируется графиками переносимости продольных перегрузок в функции скорости их нарастания. На  1.12 приведен график предельных продольных положительных перегрузок при скорости нарастания их до 0,2 1/с. По данным графика ( 1.12) испытуемый переносит вполне удовлетворительно перегрузку, равную 5, в течение —- 7 минут при сохранении необходимой работоспособности. На  1.13 приведен график переносимости продольных положительных перегрузок при скорости нарастания их, равной 2 1/с. По данным этого графика испытуемый переносит перегрузку, равную 5, лишь в течение 10 с.

Влияние невесомости. При невесомости из-за отсутствия раздражителя в виде силы земного притяжения ряд физиологических систем организма начинает бездействовать или получать значительно меньшую нагрузку, чем на Земле. Прежде всего это относится к опорно-двигательному аппарату. Бездействие может привести к ослаблению мышц и (костей. При отсутствии силы тяжести нарушается функция вестибулярного аппарата, вследствие чего затрудняется ориентировка человека в пространстве. Наконец, весьма существенное влияние невесомость оказывает на сердечно-сосудистую систему. С сердца снимается та часть основной работы, которую оно совершает на Земле, поднимая массу крови на высоту роста человека. Затем значительно уменьшается нагрузка на сердце в связи с тем, что человеку не приходится практически затрачивать усилий для производства каких-либо движений.

**ЛЕКЦИЯ – 2 Техническое обслуживание высотного и бытового оборудования.**

Системы жизнеобеспечения на современных пассажирских ЛА предназначены для обеспечения нормальных условий жизнедеятельности экипажа и создания максимального комфорта для пассажиров на всех этапах полета. Они обеспечивают:

- кондиционирование воздуха совместно с отоплением и вентиляцией герметической кабины; автоматическое регулирование давления воздуха в кабине;

- тепло- звукоизоляцию;

- подачу кислорода членам экипажа и пассажирам в случае необходимости.

Как известно, при увеличении высоты уменьшаются давление, температура и влажность атмосферного воздуха. Современные пассажирские самолеты летают на высотах до 7...12км, а боевые самолеты –более 20км. Параметры воздуха на этих высотах существенно отличаются от параметров, приемлемых для нормальной жизнедеятельности человека. Так, например, давление воздуха на высоте 12км равно 193 91Н/м2 , что составляет примерно пятую часть от давления у земли. Пониженное давление воздуха оказывает на организм человека неблагоприятное воздействие, последствия которого зависят от величины давления и времени его действия. Физиологическими исследованиями установлено, что безопасным для здоровья человека, не имеющего специальных средств защиты, является давление воздуха не ниже, чем в атмосфере на высоте 2,4км.

Оптимальной для человека является температура воздуха в диапазоне 20...25°С, в то время как температура воздуха за бортом значительно ниже. Так, при полетах на высотах более 11км температура атмосферного воздуха постоянна и равна –56,6° С (216,5 К).

Поэтому экипаж, пассажиры и часть оборудования размещаются в объеме, изолированном от окружающей среды, -в герметической кабине самолета.

Гермокабина (ГК) является одним из элементов конструкции планера, ее форма и размещение определяется типом и назначением самолета

Системы кондиционирования воздуха, используя ГК, обеспечивают выполнение следующих **функций**:

- наддув (превышение давления в кабине над атмосферным давлением) и вентиляцию;

- отопление и охлаждение герметичных кабин (кабины экипажа, кабины пассажиров и грузовых отсеков);

- очистку подаваемого в герметичные отсеки воздуха от аэрозольного (состоящего из газовой смеси, в которой взвешены твердые или жидкие частицы), химического и других загрязнений;

- дезодорацию (удаление запаха) и ионизацию воздуха в кабине при полете и на земле;

- защиту стекол фонаря пилотов от запотевания;

- обдув (охлаждение или обогрев) электронного (пилотажно-навигационного и радио-) и электрооборудования;

- подачу (на некоторых ЛА) горячего воздуха в систему воздушно-тепловых противообледенителей (антиобледенителей) передних кромок крыла и оперения.

**Особые ситуации**, создающие опасность для пассажиров и экипажа. К ним прежде всего относятся интенсивная разгерметизация гермоотсека фюзеляжа, перенаддув гермоотсека, чрезмерный обратный перепад давления воздуха, повышение предельной температуры свежего воздуха и др.

В соответствии с выполняемыми функциями СКВ структурно может быть разделена на следующие подсистемы:

- система отбора воздуха от двигателя (ВСУ, наземной установки);

- система охлаждения воздуха, которая позволяет обеспечить комфортные условия жизнедеятельности экипажа и пассажиров;

- система регулирования давления, которая предназначена для поддержания необходимого давления воздуха в гермокабине совместно с САРД;

- система регулирования расхода и скорости изменения расхода, которая обеспечивает заданную сменяемость воздуха в ГК, а также удаление продуктов жизнедеятельности экипажа и пассажиров из ГК;

- система регулирования температуры, которая обеспечивает регулирование температуры воздуха, поступающего в кабину экипажа и пассажирскую кабину в заданных пределах;

- система рециркуляции, позволяющая повторно использовать часть воздуха, поступившего в кабину, после его очистки (не на всех самолетах);

- система распределения воздуха, которая обеспечивает подачу подготовленного воздуха в гермокабину;

- система обогрева, обеспечивающая подогрев воздуха, подаваемого потребителям (например, на кухню);

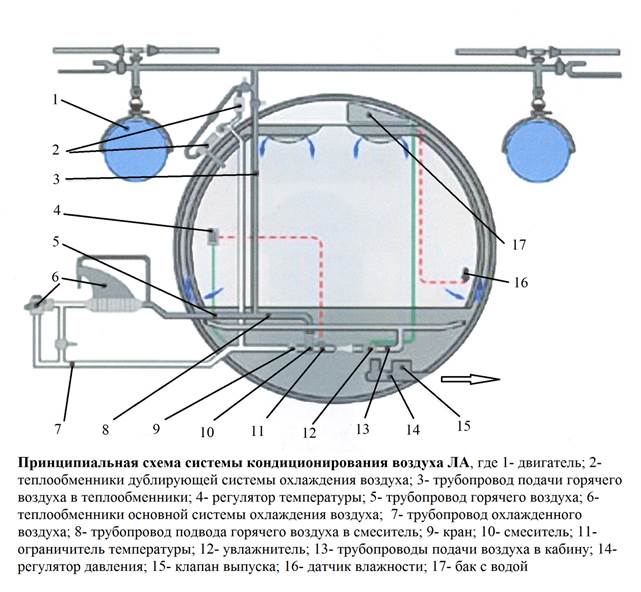
- система охлаждения оборудования;

- система контроля и управления и др.

Очевидно, что все подсистемы СКВ связаны между собой и используют общие агрегаты, приборы и трубопроводы. Разделение на подсистемы условно и обычно при изучении конструкции и работы СКВ рассматривают ряд блоков, объединяющих отдельные подсистемы.

При проектировании СКВ закладывается большая степень резервирования систем. Все это обеспечивает высокую надежность систем и допускает их эксплуатацию до безопасного отказа агрегатов, входящих в систему. Кроме того, предусматривается возможность контроля экипажем работы системы в полете с помощью средств встроенного контроля.

Компоновка агрегатов в системе выполняется такой, чтобы обеспечивать хороший доступ для их замены в случае отказа. Часть параметров регистрируется на МСРП, что позволяет оценить работу системы в полете и при техническом обслуживании



Одна из возможных принципиальных схем системы кондиционирования гермокабины пассажирского самолета представлена на рис.1.3. Воздух отбирается от компрессоров двигателей 1 с температурой до 500°С и давлением до 1,6 МПа (16 кгс/см2), объединяется в общий поток и, проходя по трубопроводу 3, разделяется на два потока. Поток горячего воздуха по трубопроводу 5 проходит через основную 6 (а в случае отказа - через дублирующую 2) систему охлаждения воздуха. Для охлаждения воздуха используют воздушно-воздушные, топливно-воздушные теплообменники и турбохолодильники. Система охлаждения может быть многоступенчатой.

Второй поток горячего воздуха 8 поступает прямо в смеситель 10, где смешивается с охлажденным потоком, поступающим по трубопроводу 7. Поступлением холодного воздуха в смеситель управляет кран 9, а подачей воздуха в гермокабину - ограничитель температуры 11 по сигналу регулятора температуры 4, установленного в гермокабине. Пройдя через увлажнитель 12, в котором по сигналу датчика влажности воздуха в кабине 16 распыляется вода из бака 17 (поступает по зеленому трубопроводу). Воздух с необходимыми параметрами температуры и влажности подается по системе трубопроводов 13 в гермокабину. СКВ работает совместно с САРД, поэтому в схему включен автоматический регулятор давления 14, который управляет клапаном 15 выпуска кабинного воздуха в атмосферу. Системы кондиционирования поддерживают определенную влажность воздуха в гермокабинах. Влага, содержащаяся в воздухе в парообразном состоянии, может конденсироваться и оседать в виде капель на стенках кабины, трубопроводах и, особенно, в теплозвукоизоляции. Скапливаясь, эта влага может существенно увеличить массу пассажирского самолета и даже нарушить его центровку. Удаление влаги из теплозвукоизоляции может потребовать специальных мер при наземном обслуживании самолета.

На работоспособность системы жизнеобеспечения и в частности системы кондиционирования воздуха (СКВ) и системы автоматического регулирования давления (САРД) в процессе эксплуатации оказывают постоянное воздействие различные эксплуатационные факторы.(см.рис.)

В процессе эксплуатации парметры режимов регулирования давления в кабинах могут находиться в пределах допусков или превышать их. В последнем случае отклонения параметров от нормального режима обуславливаются неисправностью САРД или её отдельных агрегатов.

К основным отклонениям САРД относятся пониженное или повышенное давление воздуха в кабине; падение кабинного давления; повышенная или недостаточная скорость изменения давления в кабине.

При рассмотрении причин возможных отклонений следует обратить внимание на особенности работы САРД с учетом влияния внешних эксплуатационных факторов. Как известно рабочим телом в системах является кабинный воздух, который практически всегда загрязнен пылью, смолистыми веществами, волокнами теплозвукоизоляции, ворсинками тканей ковров. При движении загрязненного воздуха через агрегаты САРД засоряются дозы, различные калиброванные отверстия агрегатов, трубопроводы. С течением времени происходит постепенная закупорка воздушных трактовЮ образование наслоений пыли и грязи в местах прилегания тарелок клапанов к посадочным местам, что в конечном итоге приводит к возникновению отказов и повреждений в работе системы.

Перечисленные причины могут вызывать стабильные (устойчивые) отказы и повреждения, действующие в течении длительного периода времени, и нестабилные отказы, носящие временной характер. В первом случае для устранения отказов применяют инженерные методы, во втором повреждение может самоустраняться, особенно при резких колебаниях давления кабины. Этот вид повреждений требует особенно тщательного анализа возможных причин их возникновения и принятия решения по их устранению и предупреждению повторных проявлений.