**Физические опасности декомпрессии**

* Ударные эффекты взрывной декомпрессии.
* Расширение газа внутри тела.
* Гипоксия.

С декомпрессиями связано три вида осложнений. Во-первых, имеются ударные эффекты декомпрессии, при которых пассажир может быть травмирован движением воздушной струи, истекающей из кабины. Во-вторых, имеются осложнения, вызванные фактическим падением давления, происходящим из-за внезапного расширения воздуха внутри кабины и внутри самого тела человека. В-третьих, возникают осложнения, вызванные низким давлением воздуха, самым важным из которых является гипоксия.

**Ударные эффекты взрывной декомпрессии.** При достаточно большой пробоине в стенке наддутой кабины находящийся поблизости человек может быть травмирован или даже выброшен через пробоину за борт. Термин "выброшен", а не термин "вытянут" используется в силу того, что вакуум не может создать силу, а следовательно, не может вытащить человека из самолета. Первый термин передает характер движения воздушного потока, который выталкивает различные объекты или человека через пробоину. Действительное же выбрасывание человека из самолета - очень редкое происшествие.

При аварии самолета DC-10 человек сидел рядом с окном, когда оно было разрушено взрывом двигательной установки. Хотя пассажир был пристегнут ремнем к креслу, но ремень был слабо закреплен, и пассажира выбросило через образовавшуюся пробоину в окне. В аварии самолета L-1011 двоих детей выбросило через пробоину в проходе между креслами, которая образовалась при взрыве колеса.

Ударный эффект, резко проявляющийся в окрестностях пробоины, носит весьма локализованный характер. Люди, сидевшие примерно в метре от пробоины, по всей вероятности, не испытывали отрицательного воздействия размеров разбитого окна, сквозь пробоину которого шло истечение воздушного потока.

**Расширение газа внутри тела.** На уровне моря слой воздуха, под которым мы живем, оказывает давление 100 кПа. Это также та сила, которая заставляет подниматься столбик житкой ртути в вакууме внутри трубки на высоту 760 мм.

Каждый знаком с явлением образования пузырей в бутылке с содовой водой при ее откупоривании. В этих прохладительных напитках газ (углекислый газ) растворен под давлением и под ним же удерживается в плотно закрытой бутылке. Когда пробка снимается, давление внутри бутылки уменьшается, растворенный газ превращается в пузыри и выходит из бутылки.

В повседневной жизни азот и кислород адсорбируются кровью и тканями. Если давление внезапно уменьшится, в различных частях нашего тела могут образоваться газовые пузыри. Если они образуются в полостях, откуда нет выхода, в таких как живот, пазухи, гездо зуба, пространство во внутреннем ухе, то могут причинить значительную боль. Газовые пузыри могут также образовываться внутри тканей, вокруг соединений и суставов, вызывая болевые ощущения, называемые высотными болями в конечностях и суставах.

Во время быстрой декомпрессии воздух внутри легких расширяется и с силой выходит через рот и нос. Люди могут перенести внезапную декомпрессию при отсутствии отрицательного последствия до тех пор, пока трахея (путь, по которому проходит воздух из легких ко рту) будет открыта. В спокойном состоянии легкое может без труда выдержать внезапное удвоение своего объема. Но если легкие расширяются слишком быстро, может произойти разрыв оболочки легкого, что позволит воздушным пузырям проникнуть в кровь через поврежденные стенки кровеносных сосудов. Это вызывает явление, получившее название разрыв легкого или воздушная эмболия сосудов. Разрыв легкого является исключительно редким состоянием. Сообщения о еденичных случаях такого состояния относятся к тем ситуациям, когда люди пытались во время декомпрессии задержать дыхание.

Легкие при открытой трахее фактически обладают значительной переносимостью к быстрой или врывной декомпрессии. Добровольцы, подвергшиеся декомпрессии, соответствующей преходу высоты с 2500 до 15000 метров в течении 0,2 с, перенесли ее без травм. Существует весьма незначительная вероятность того, что более жесткая ситуация может сложиться на борту гражданского самолета, которая чревата повреждением легких.

**Гипоксия.** В принципе воздух состоит из двух газов: азота (79,02%) и кислорода (20,95%). Остальная часть (0,03%) приходится на другие газы, главным образом на углекислый. В общем объеме воздуха водяные пары могут составлять до 4 - 5%. Таким образом, при повышении влажности количество азота и кислорода уменьшается на 1 - 2%. Количество кислорода в воздухе определяется парциальным давлением кислорода ( ***p* o2** ).

В сухом воздухе на уровне моря ***p* o2** = 20,95% от нормального давления 760 мм ртутного столба или 159,2 мм ртутного столба. Уменьшение ***p* o2** в атмосфере может привести к гипоксии. Даже при малых высотах порядка 1500 метров над уровнем моря, где ***p* o2** падает со 159,2 мм ртутного столба до 120 мм, человек испытывает небольшое снижение чувствительности к свету - глаза являются одним из самых чувствительных к уменьшению уровня кислорода органов. Обычно, когда вы переходите из ярко освещенной комнаты в темную, вам бывает трудно рассмотреть тускло освещенный предмет. На высоте 1500 метров или выше вам было бы еще труднее распознать предмет, если только вам ранее не приходилось приспосабливаться к пребыванию на этой высоте.

Несмотря на возможные трудности распознавания слабо освещенных объектов на относительно малой высоте 1500 метров, было бы ошибочно делать из этого вывод, что полет на такой высоте является непременно опасным. Он наверняка не более опасен, чем езда на автомобиле на тех же высотах по горной дороге в Денвере, штат Колорадо, городе, расположенном на высоте 1500 метров над уровнем моря. Но даже при столь слабой реакции зрения она все же есть, а значит при больших "высотах" в кабине реакция может оказаться более серьезной по своим последствиям. Вот почему давление воздуха в салоне и кабине пилота авиалайнера поддерживается на безопасном уровне, даже если самолет может совершить полет на значительных высотах. Курение и распитие алкогольных напитков являются двумя другими факторами, которые могут привести к увеличению симптомов гипоксии на данной высоте. Вдыхание лишь незначительного количества CO (составной части дыма сигареты) может деактивировать большую часть гемоглобина - компонента крови, который является носителем кислорода. Физиологическое воздействие внешних условий на заядлого курильщика на уровне моря может оказаться сопоставимым с воздействием на некурящего человека внешних условий на высоте 3700 метров над уровнем моря. Если "высота" в кабине достигнет 1800 - 2400 метров над уровнем моря, заядлый курильщик будет испытывать симптомы, связанные с высотами большими 3700 метров над уровнем моря. Иными словами, отрицательное влияние увеличения высоты усугубляется вредным влиянием CO. Аналогичное утверждение можно отнести и к сочетанию пагубного воздействия алкогольных напитков с увеличением высоты. Алкоголь замедляет способность клеток усваивать кислород. На большой высоте меньше кислорода и, если вы выпили спиртное, у вашего организма меньше возможности усвоить имеющийся в воздухе кислород. Такое состояние может иметь в случае декомпрессии фатальные последствия.

"Высота" в кабине является термином, который используется для представления условий высоты, соответствующей определенному давлению. Самолет может лететь на высоте 9000 метров, а "высота" в кабине будет всего 1500 метров, так как давление воздуха внутри удерживается на том же самом уровне, какой был, скажем, в Денвере, штат Колорадо. Пилот регулирует "высоту" в кабине с тем, чтобы она не поднялась выше 2500 метров, даже когда самолет летит на высоте 12000 метров и выше. В аварийной ситуации увеличение "высоты" в кабине до 4500 метров по всей вероятности не представляет опасности, и пассажиры не нуждаются в получении дополнительного кислорода. Но если вы не получаете дополнительный кислород после примерно 10 минут, вы можете начать испытывать некоторые симптомы гипоксии: временное ухудшение памяти, головокружение и головную боль.

На больших высотах тяжесть этих симптомов возрастает так же, как и вероятность потери сознания. При всяком полете реактивного самолета на растоянии, превышающем 300 - 500 километров, летчику, вероятно, придется вести самолет на высоте 9000 метров и выше. Для трансконтинентальных полетов высота 11000 - 13000 метров является обычной. Как правило, на этих высотах "высота" в кабине составляет 1800 - 2400 метров. Если в самолете происходит взрывная декомпрессия на высоте 9000 метров, в этом случае "высота" в кабине поднимется до 9000 метров и по всей вероятности у вас сохранится сознание в течении одной минуты. Если самолет летит выше, и "высота" в кабине поднимается до 12000 метров, у вас сохранится сознание примерно лишь в течении 18 секунд.

Продолжительность эффективного сознания (ПЭС) - период времени от начала декомпрессии до момента времени, когда выполнение разумного действия становится невозможным. При высоте полета около 12000 метров ПЭС составляет примерно 15 секунд. Причина быстрой потери сознания на больших высотах связана с механизмом проникания кислорода в кровь. Проходя через ткань небольших мешочков, называемых альвеолами, атмосферный кислород попадает в легкие и кровь благодаря тому, что парциальное давление кислорода в воздухе выше его значения в крови, поступающей в легкие. Кровь, поступающая в легкие, не обеднена кислородом, но обычно нормальное парциальное давление крови, поступающей в легкие, ниже, чем ***p* o2** в воздухе. Такая ситуация имеет место до тех пор, пока будет достигнута высота примерно 10000 метров. Выше этой высоты парциальное давление ниже, чем в крови. Таким образом кровь, которая поступает в легкие, вместо того, чтобы обогатиться кислородом, на самом деле теряет его и поступает в мозг при меньшем содержании кислорода, чем было при поступлении в легкие. Такая обедненная кислородом кровь поступает в мозг сидящего или находящегося в покое человека в течении 5 - 6 секунд. Для работающего человека это время еще меньше. Мозг является мощным потребителем кислорода, но обладает весьма низкой накопительной способностью. Вот почему, когда такая обедненная кислородом кровь достигает мозга, сознание сохраняется всего лишь несколько секунд.