

Чем опасна высокая концентрация CO₂ в воздухе для человека?

Концентрацию веществ в воздухе измеряют либо в процентах, либо в мг/м³, либо в ppm. ppm – наиболее распространенная единица измерения, особенно для бытовых условий. Она же указана в ГОСТ и СНИП – документах, которые определяют вредные и максимально допустимые концентрации различных веществ. Расшифровывается эта сокращение как «parts per million», или “частиц на миллион” – проще говоря, 1 ppm – это одна миллионная доля, при этом значению 1000 ppm соответствует 0,1%. То есть, если измеренное содержание углекислого газа в помещении составляет 1000 ppm, это значит, что объем чистого углекислого газа составляет 0,1% от объема помещения.

По принятым в нашей стране нормам предельно допустимое содержание углекислого газа CO₂ в помещениях должно быть не более 1400 ppm (или 0,14%). Однако в последние десятилетия проводилось достаточно много исследований, в основном зарубежными учеными, связанных именно с влиянием концентрации углекислого газа на самочувствие человека. В ходе этих исследований было обнаружено, что углекислый газ гораздо опаснее для нашего здоровья, чем считалось ранее. Впрочем, нужно учитывать и тот факт, что общее содержание CO₂ в атмосфере за последние 50 лет выросло более чем на 25% (издержки интенсивного промышленного развития, роста количества автотранспорта и т.д.), а значит, мы постоянно вдыхаем больше углекислого газа, чем вдыхали его наши родители. В мегаполисах качество воздуха заметно ниже (концентрация CO₂ на 200...300 ppm выше), чем в сельской местности, сто в общем-то логично, поскольку количество автомобилей на улицах городов, а также расположенных рядом загрязняющих предприятий выше в разы. В качестве примера можно взять хотя бы Челябинск, жители которого интересуются скорее содержанием воздуха в окружающем их смоге (шутка). Кроме того, концентрация CO₂ изменяется еще и в зависимости от времени года, наибольшая она в середине весны, а наименьшая – в середине осени.

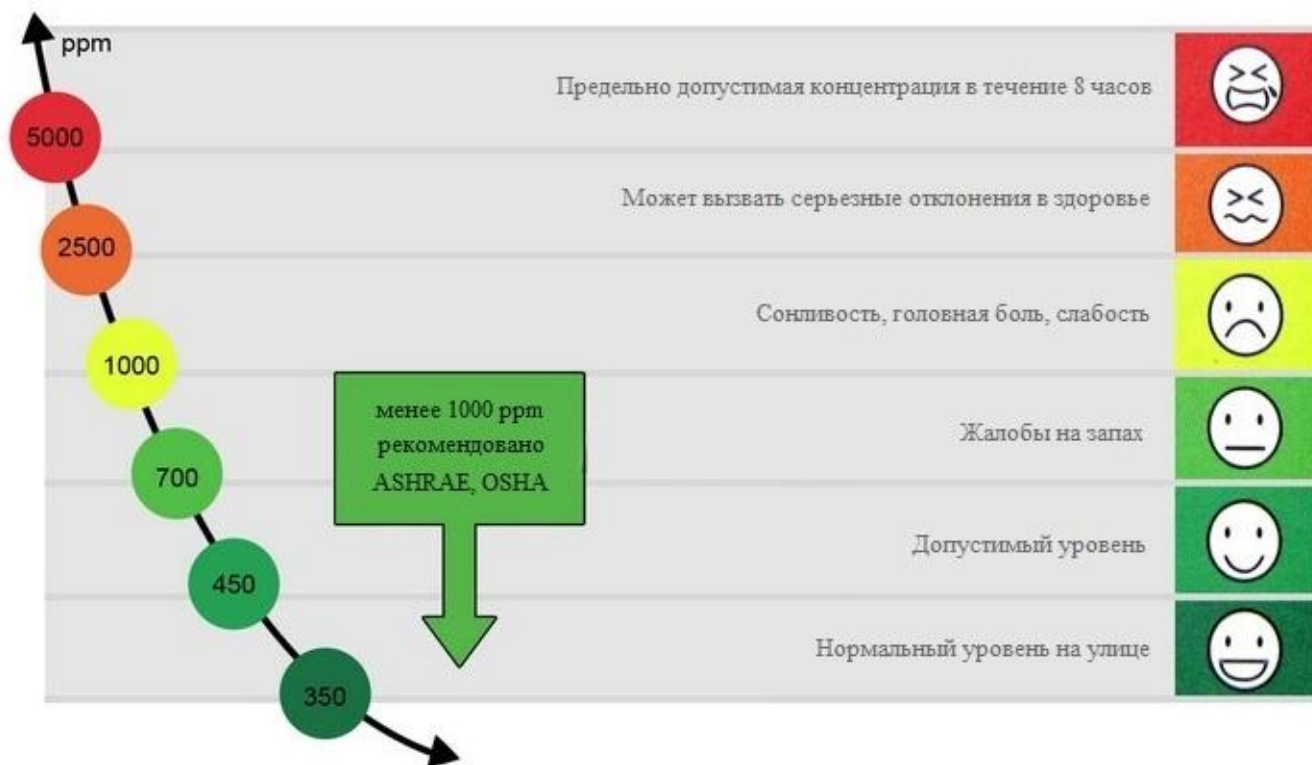
Влияние различных концентраций CO₂ на самочувствие людей

Уровень CO ₂ (ppm)	Качество воздуха и его влияние на человека
Атмосферный воздух 300- 400 ppm	Идеальный для здоровья человека
400-600 ppm	Нормальное качество воздуха
До 600 ppm	Уровень. рекомендованный для спален, детских садов и школ
600-800 ppm	Появляются единичные жалобы на качество воздуха
800-1000 ppm	Более частые жалобы на качество воздуха.
Выше 1000 ppm	Общий дискомфорт, слабость, головная боль, проблемы с концентрацией внимания. Растет число ошибок в работе. Начинаются негативные изменения в ДНК.
Выше 2000 ppm	Может вызвать серьезные отклонения в здоровье людей. Количество ошибок в работе сильно возрастает. 70% сотрудников не могут сосредоточиться на работе

Как видно из вышеприведенной таблицы, если при концентрации углекислого газа в диапазоне 600-800 ppm еще существовать можно, то уровень концентрации CO₂ выше 1000 ppm уже становится просто опасным для здоровья! Исследования показали, что при таких концентрациях углекислого газа начинают происходить биохимические изменения в клеточных мембранах и биохимических процессах нашего с вами организма, в крови увеличивается концентрация различных ионов, в том числе бикарбонатов, появляются

симптомы различных заболеваний, в том числе ацидоза, гипертензии, беспричинного беспокойства или возбуждения. Также ученые фиксировали рост числа негативных маркеров в ДНК, причем их количество значительно увеличивалось в зависимости от времени нахождения в помещении с высоким уровнем CO₂.

Еще было отмечено, что длительное нахождение в помещении с высокой концентрацией углекислого газа вызывает сонливость, у человека постепенно пропадает желание что-либо делать, начинается апатия.



Дальнейший рост концентрации CO₂ приводит уже к печальным, и даже летальным последствиям — к счастью, обычно настолько высоких концентраций углекислого газа в наших с вами домах и офисах пока еще не достигается.

Уровень CO ₂ (ppm)	Последствия отравления CO ₂
30 000 ppm	Легкое отравление Учащение пульса и частота дыхания Тошнота, рвота
50 000 ppm	Головная боль Легкие нарушения сознания
100 000 ppm	Потеря сознания и смерть

Последствия высокого содержания CO₂ в школах и классах



В американских школах рекомендованный уровень концентрации углекислого газа — не более 600 ppm. У нас требование к свежести воздуха в классах и аудиториях менее строгие — 800 ppm считается нормой. Впрочем, даже они зачастую не выполняются, (как впрочем и многие другие экологические нормы) — проведенные рейды и замеры концентрации CO₂ показали, что часто она может быть и 1500 ppm, и даже 2500 (!!!) ppm! Если учесть, что

школьники и студенты вынуждены проводить в такой атмосфере по 25-36 часов каждую неделю в течение 11-16 лет (в среднем в году 52 недели – т.е. суммарно это 14 300...29 952 часа). Результат – сниженная способность восприятия информации, невозможность сосредоточиться, потливость, воспаления, одышка и в некоторых случаях даже астма. В связи с этим из российских учебных заведений зачастую выходят люди с ослабленным здоровьем.

Почему так происходит? В некотором роде в этом виновен прогресс – современные пластиковые окна достаточно герметичные и не пропускают свежего воздуха с улицы. Поэтому помещения с такими пластиковыми окнами требуют либо регулярного и частого проветривания (а в классе по понятным причинам открывать окон никто не станет – не хватало еще чтоб в открытое окно кто-то вывалился, отвечать же придется!), либо хорошей и при этом еще и работающей (последнее особенно важно!) системы приточной вентиляции. Для примера, в обычной аудитории площадью около 50 кв.м и с высотой потолка 3,5 м 25 находящихся в ней людей при герметично закрытых окнах и неработающей вентиляции способны за 1 час надышать более 1500 ppm углекислого газа! Если учесть, что начальный уровень CO₂ (в пустой и проветренной комнате) находится на уровне качества уличного воздуха – а в современном городе это может быть и 400, и 500 ppm – суммарно в нашем классе к концу занятия будет минимум 2000 ppm CO₂! И не факт, что класс проветривается после каждого урока!

Последствия высокого содержания CO₂ в офисах



Что же происходит с жертвой постоянного отравления высокими концентрациями CO₂, сумевшей живой выбраться из дома науки? Да обычно то же самое – ведь по нашим нормативам допустимая концентрация CO₂ в офисе может достигать 1 400 ppm. Если бывшему студенту очень повезет, то он будет хотя бы несколько часов из 8-9 в день дышать воздухом с концентрацией CO₂ “всего лишь” 800 ppm.

Вентиляция (которая еще и работает) есть не в каждом офисе, наличие кондиционера проблему не решает (кондиционер ведь не переносит наружу или внутрь помещения воздух, он переносит только тепло, причем в герметично запаянных и закольцованных трубах). Открывать же окна в офисе и проветривать помещение зачастую тоже нельзя – по закону подлости обязательно найдется кто-то нетрадиционно одаренный, для которого всегда “дует”. Впрочем, эта же проблема может возникнуть и при попытке включить кондиционер.

Последствия те же, что были в школе – снижение концентрации внимания, сонливость, ошибки в работе, физиологические изменения в организме, переходящие в хронические болезни и т.д.

Но допустим, рабочий день закончился и наш несчастный страдалец наконец выбрался из “газовой камеры” офиса, ухитрился не потерять сознание в метро (а ведь в современных вагонах с кондиционером и закрытыми окнами концентрация CO₂ в час пик может превышать и 2 500 ppm...) и даже в битком набитом автобусе. Дом, милый дом... Сможет ли он провести в комфорте и свежем воздухе хотя бы 10 часов? Если он не женат, то вполне вероятно. Придя домой, откроет форточки, все проветрит, снизит концентрацию углекислого газа до 400 ppm. Сидит перед телевизором с баночкой пива или стаканом чего покрепче, смотрит в новостях как наши космические корабли бороздят

глубины Тихого океана. Жить ему в данный момент хорошо (а хорошо жить, как известно, еще лучше). Но завтра опять в душный офис и пора ложиться спать. Спать с открытыми форточками в российском климате, особенно зимой, на большей части нашей необъятной Родины малость некомфортно (жители Якутска и Норильска в этот момент согласно кивают). Форточка естественно закрывается, а окна в доме стоят современные, пластиковые, т.е. герметичные. Приточной вентиляции в квартире естественно нет. Так вот, к утру уровень CO_2 в закупоренной комнате вполне может подняться до 850...900 ppm (а следует учесть, что современные физиологи рекомендуют для спален уровень CO_2 не выше 600...650 ppm, иначе по их мнению хорошо выспаться не получится).

Данные цифры были получены лично в конце января на востоке Москвы (днем при открытой форточке было 370 ppm, дом расположен примерно в 300 метрах от леса, машин мало). Утром концентрация CO_2 была 870 ppm – т.е. повысилась на 500 ppm. Это от одного человека. Если бы наш герой был женат, то вдвоем с женой надышал бы уже на 1000 ppm. А если бы он еще жил где-нибудь в районе Третьего транспортного кольца с ежедневной загазованностью и постоянным ppm на улице где-то в районе 600-700 – в спальне к утру набежало бы все 1600...1700 ppm. И встал бы он утром со сна опухший, да с больной головой. Может еще из женой бы поругался из-за пустяка...

Кроме того, не следует забывать, что в современном доме, помимо углекислого газа присутствует целый комплекс и других вредных веществ – пол сейчас обычно покрыт искусственными материалами, обои тоже могут быть совсем не бумажными, современная мебель состоит большей частью не из дерева а из не пойми чего... И все это потихоньку выделяет в воздух формальдегиды, ядовитую органику (любой пластик – это детище работы органической химии), РМ 2.5 и т.д. Это еще больше усугубляет ситуацию. Но к счастью, совсем уж ядовитые предметы все-таки скорее исключение из правил, и концентрации всякой химии в доме обычно накапливаются более медленно, чем концентрация CO_2 . Поэтому для контроля качества атмосферы в помещении достаточно иметь только датчик углекислого газа – если количество ppm CO_2 выросло, значит помещение плохо проветривается (вентилируется), и концентрация остальной химической гадости в нем тоже растет (но все-таки с меньшей скоростью, чем CO_2).

Какой из всего этого можно сделать вывод (вывод о том, что женитьба - зло есть неправильный вывод)? Прогресс дошел до той стадии, когда в современном доме (а также и во всех других зданиях, в том числе общественных) с современными пластиковыми окнами, наличие системы приточной вентиляции – не блажь, а жизненная необходимость и единственная возможность пережить новый виток научно-технического прогресса.

Большинство обычных систем приточной вентиляции имеют два режима работы “работает” – “не работает”. Более продвинутые имеют возможность регулировать скорость вращения приточного вентилятора (и соответственно интенсивность проветривания). Но включаются они все вручную, что снижает экономичность – вентиляция зачастую работает даже тогда, когда воздух в доме уже вполне себе свежий. Требуется постоянное внимание – нужно лично принимать решение, когда включать, когда выключать вентиляцию, что не очень удобно.

Давайте вспомним, как работает теплый пол, котел отопления, кондиционер? Зачастую все эти приборы управляются отдельным недорогим устройством – термостатом. Вы выставите на нем желаемую температуру, а он уже сам решает, когда и насколько включать обогреватель или кондиционер – так, чтобы температура в комнате соответствовала желаемой. А нет ли такого же устройства, чтоб включало вентиляцию только тогда, когда это нужно, и чтобы воздух в квартире был всегда свежий и чтобы такая система была недорогой, спросите вы? Ан есть!



Такие устройства называются контроллерами CO₂. Они могут измерять концентрацию CO₂ (в ppm), и в зависимости от заданных настроек включать или выключать вентиляцию, и даже изменять скорость вращения вентилятора. Обычно подобные бытовые контроллеры имеют различные дополнительные функции – в зависимости от модели они могут также измерять температуру или влажность в комнате (но включать нагреватель или увлажнитель уже не способны к сожалению), или даже позволяют задать различные уровни концентрации CO₂ в зависимости от времени суток – например не обязательно проветривать квартиру пока все на работе, а вот ко времени возвращения с работы стоит проветрить.

Именно на основе таких контроллеров построена адаптивная система вентиляции «Антарес Комфорт Вент», предназначенная для поддержания в воздухе помещений комфортного для людей уровня углекислого газа CO₂ путем автоматического изменения количества приточного наружного воздуха в зависимости от текущего содержания CO₂ в воздухе помещений. Система предназначена для установки как в жилых помещениях (квартирах, коттеджах), так и в общественных зданиях (офисах, учебных классах, кафе и т.п.).

Система «Антарес Комфорт Вент» включается автоматически тогда, когда это в самом деле необходимо, и после включения функционирует в оптимальных режимах с автоматическим отключением в момент, когда содержание CO₂ в воздухе будет уменьшено до безопасного для здоровья людей уровня. При этом нет необходимости в принудительном отключении системы в случае проветривания помещений традиционным открытием окон или форточек. Например, в летнее время при хороших погодных условиях и отсутствии запыленности наружного воздуха можно на достаточно продолжительное время открыть окна, при этом содержание CO₂ в комнатном воздухе снизится, после чего система вентиляции автоматически отключится. Если же при открытых окнах возникнет дискомфорт, связанный с повышенным уровнем уличного шума, то после закрытия окон функцию поддержания требуемого качества воздуха в доме снова возьмет на себя автоматически включившаяся система вентиляции «Антарес Комфорт Вент».

Статью подготовил Заварзин М.А. — ведущий инженер ЗАО «Антарес Комфорт» (г.Москва).