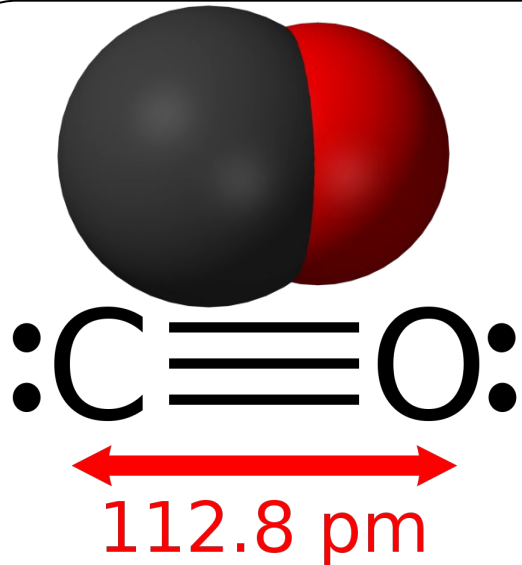


произвести расчет по допустимости  
концентрации СО в табачном дыме  
, помещении

Рзаева Севда 141 Д



**Монооксид углерода** (*угарный газ, окись углерода, оксид углерода(II)*) — бесцветный чрезвычайно токсичный газ без вкуса и запаха, легче воздуха (при нормальных условиях). Химическая формула — CO.

## Физиологическое действие

### Токсичность

TLV (предельная пороговая концентрация, США): 25 ppm; 29 мг/м<sup>3</sup> (как TWA — среднесменная концентрация, США) (ACGIH 1994—1995). MAC (максимальная допустимая концентрация, США): 30 ppm; 33 мг/м<sup>3</sup>;

Беременность: В (вредный эффект вероятен даже на уровне МАК) (1993). ПДК<sub>р.з.</sub> по Гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.1313—03 составляет 20 мг/м<sup>3</sup> (около 0,0017 %).

В выхлопе бензинового автомобиля допускается до 1,5-3 % (допустимая концентрация сильно различается в зависимости от страны/применяемых стандартов; а 3% - много даже для старого карбюраторного автомобиля без катализатора).

По классификации ООН оксид углерода(II) относится к классу опасности 2,3, вторичная опасность по классификации ООН: 2,1.

Угарный газ очень опасен, так как не имеет запаха и вызывает отравление и даже смерть. Признаки отравления: головная боль и головокружение; отмечается шум в ушах, одышка, учащённое сердцебиение, мерцание перед глазами, покраснение лица, общая слабость, тошнота, иногда рвота; в тяжёлых случаях судороги, потеря сознания, кома.

Токсическое действие оксида углерода(II) обусловлено образованием карбоксигемоглобина — значительно более прочного карбонильного комплекса с гемоглобином, по сравнению с комплексом гемоглобина с кислородом (оксигемоглобином). Таким образом, блокируются процессы транспортировки кислорода и клеточного дыхания. Концентрация в воздухе более 0,1 % приводит к смерти в течение одного часа.

Опыты на молодых крысах показали, что концентрация CO в воздухе 0,02 % замедляет их рост и снижает активность по сравнению с контрольной группой.

## **Помощь при отравлении оксидом углерода(II)**

Соединение окиси углерода с гемоглобином обратимо. При отравлении рекомендуются следующие действия:

Пострадавшего следует вынести на свежий воздух. При отравлении лёгкой степени достаточно гипервентиляции лёгких кислородом.

Искусственная вентиляция лёгких.

Лобелин или кофеин под кожу.

Карбоксилаза внутривенно.

Ацизол внутримышечно.

## **Защита от оксида углерода(II)**

СО очень слабо поглощается активированным углём обычных фильтрующих противогазов, поэтому для защиты от него применяется специальный фильтрующий элемент (он может также подключаться дополнительно к основному) — гопкалитовый патрон. Гопкалит представляет собой катализатор, способствующий окислению СО в СО<sub>2</sub> при нормальных температурах. Недостатком использования гопкалита является то, что при его применении приходится вдыхать нагретый в результате реакции воздух. Обычный способ защиты — использование изолирующего дыхательного аппарата.

## **Эндогенный монооксид углерода**

*Основная статья: **Биологическая роль эндогенного монооксида углерода***

Эндогенный монооксид углерода вырабатывается в норме клетками организма человека и животных и выполняет функцию сигнальной молекулы. Он играет известную физиологическую роль в организме, в частности, является нейротрансммиттером и вызывает вазодилатацию. Ввиду роли эндогенного угарного газа в организме, нарушения его метаболизма связывают с различными заболеваниями, такими, как нейродегенеративные заболевания, атеросклероз кровеносных сосудов, гипертоническая болезнь, сердечная недостаточность, различные воспалительные процессы.

Эндогенный угарный газ образуется в организме благодаря окисляющему действию фермента гемоксигеназы на гем, являющийся продуктом разрушения гемоглобина и миоглобина, а также других гемосодержащих белков. Этот процесс вызывает образование в крови человека небольшого количества карбоксигемоглобина, даже если человек не курит и дышит не атмосферным воздухом (всегда содержащим небольшие количества экзогенного угарного газа), а чистым кислородом или смесью азота с кислородом.

Вслед за появившимися в 1993 году первыми данными о том, что эндогенный угарный газ является нормальным нейротрансмиттером в организме человека, а также одним из трёх эндогенных газов, которые в норме модулируют течение воспалительных реакций в организме (два других — оксид азота (II) и сероводород), эндогенный угарный газ привлёк значительное внимание клиницистов и исследователей как важный биологический регулятор. Было показано, что во многих тканях все три вышеупомянутых газа являются противовоспалительными веществами, вазодилататорами, а также вызывают ангиогенез. Однако не всё так просто и однозначно. Ангиогенез — не всегда полезный эффект, поскольку он, в частности, играет роль в росте злокачественных опухолей, а также является одной из причин повреждения сетчатки при макулярной дегенерации. В частности, важно отметить, что курение (основной источник угарного газа в крови, дающий в несколько раз большую концентрацию его, чем естественная продукция) повышает риск макулярной дегенерации сетчатки в 4-6 раз.



Существует теория о том, что в некоторых синапсах нервных клеток, где происходит долговременное запоминание информации, принимающая клетка в ответ на принятый сигнал вырабатывает эндогенный угарный газ, который передаёт сигнал обратно передающей клетке, чем сообщает ей о своей готовности и в дальнейшем принимать сигналы от неё и повышая активность клетки-передатчика сигнала. Некоторые из этих нервных клеток содержат гуанилатциклазу, фермент, который активируется при воздействии эндогенного угарного газа.

Исследования, посвящённые роли эндогенного угарного газа как противовоспалительного вещества и цитопротектора, проводились во множестве лабораторий по всему миру. Эти свойства эндогенного угарного газа делают воздействие на его метаболизм интересной терапевтической мишенью для лечения таких разных патологических состояний, как повреждение тканей, вызванное ишемией и последующей реперфузией (а это, например, инфаркт миокарда, ишемический инсульт), отторжение трансплантата, атеросклероз сосудов, тяжёлый сепсис, тяжёлая малярия, аутоиммунные заболевания. Проводились в том числе и клинические испытания на человеке, однако результаты их пока ещё не опубликованы.

Суммируя, то, что известно на 2015 год о роли эндогенного угарного газа в организме, можно изложить следующим образом:

Эндогенный угарный газ — одна из важных эндогенных сигнальных молекул;

Эндогенный угарный газ модулирует функции ЦНС и сердечно-сосудистой системы;

Эндогенный угарный газ ингибирует агрегацию тромбоцитов и их адгезию к стенкам сосудов;

Влияние на обмен эндогенного угарного газа в будущем может быть одной из важных терапевтических стратегий при ряде заболеваний.

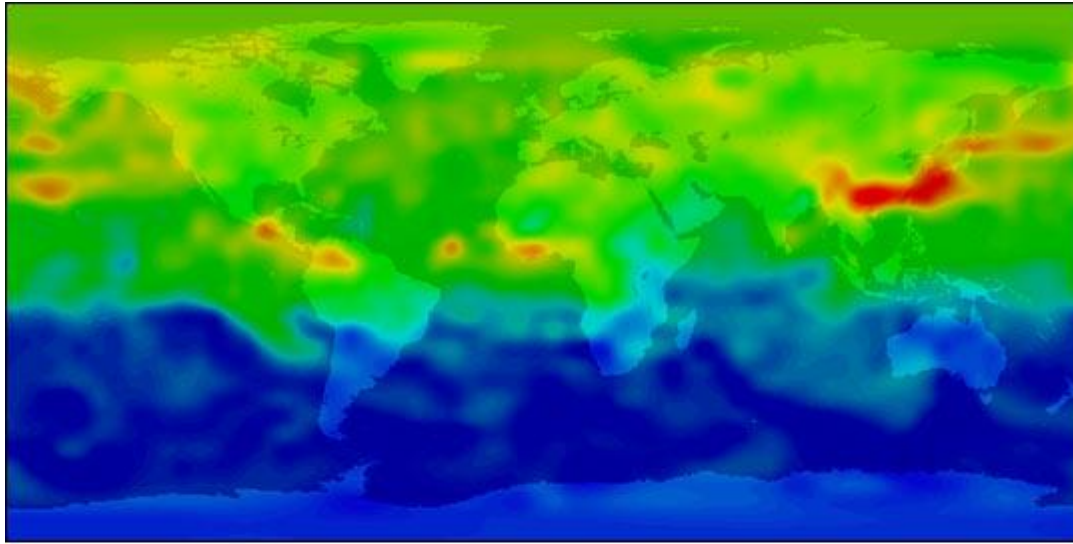
## **Оксид углерода(II) в атмосфере Земли**

Содержание CO в атмосфере Земли по данным МОРПТТ

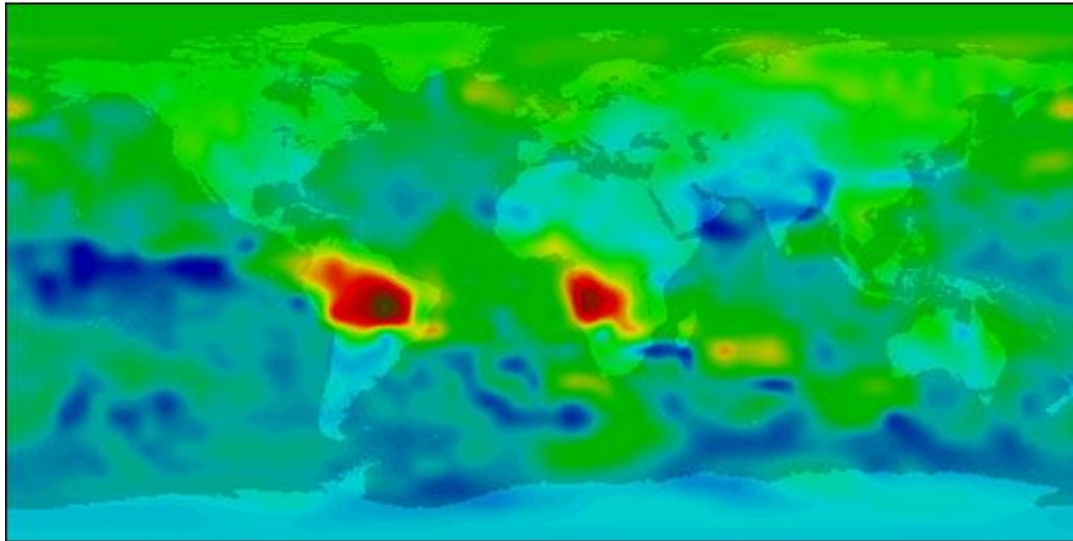
Различают природные и антропогенные источники поступления в атмосферу Земли. В естественных условиях, на поверхности Земли, CO образуется при неполном анаэробном разложении органических соединений и при сгорании биомассы, в основном в ходе лесных и степных пожаров. Оксид углерода(II) образуется в почве как биологическим путём (выделение живыми организмами), так и небиологическим.

Экспериментально доказано выделение оксида углерода(II) за счёт обычных в почвах фенольных соединений, содержащих группы  $\text{OCH}_3$  или OH в орто- или пара-положениях по отношению к первой гидроксильной группе.

Общий баланс продуцирования небиологического CO и его окисления микроорганизмами зависит от конкретных экологических условий, в первую очередь от влажности и значения pH. Например, из аридных почв оксид углерода(II) выделяется непосредственно в атмосферу, создавая таким образом локальные максимумы концентрации этого газа.



April 30, 2000



October 30, 2000

Carbon Monoxide Concentration (parts per billion)



50

220

390

В атмосфере CO является продуктом цепочек реакций с участием метана и других углеводородов (в первую очередь, изопрена).

Основным антропогенным источником CO в настоящее время служат выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания. Оксид углерода образуется при сгорании углеводородного топлива в двигателях внутреннего сгорания при недостаточных температурах или плохой настройке системы подачи воздуха (подается недостаточное количество кислорода для окисления CO в CO<sub>2</sub>). В прошлом значительную долю антропогенного поступления CO в атмосферу обеспечивал светильный газ, использовавшийся для освещения помещений в XIX веке. По составу он примерно соответствовал водяному газу, то есть содержал до 45 % оксида углерода(II). В коммунальной сфере не применяется в виду наличия значительно более дешёвого и энергоэффективного аналога — природного газа.

Поступление CO от природных и антропогенных источников примерно одинаково.

Оксид углерода(II) в атмосфере находится в быстром круговороте: среднее время его пребывания составляет около 0,1 года. Основной канал потери CO — окисление гидроксилом до диоксида углерода.

## Оксид углерода(II) в космическом пространстве

Оксид углерода(II) — вторая по распространённости (после  $H_2$ ) молекула в межзвёздной среде. Этот газ играет важную роль в эволюции молекулярных газовых облаков, в которых происходит активное звездообразование. Как и другие молекулы, CO излучает ряд инфракрасных линий, возникающих при переходах между вращательными уровнями молекулы; эти уровни возбуждаются уже при температурах в несколько десятков кельвин. Концентрация CO в межзвёздной среде достаточно мала, чтобы (в отличие от гораздо более распространённой молекулы  $H_2$ ) излучение в молекулярных вращательных линиях не испытывало сильного самопоглощения в облаке. В результате энергия почти беспрепятственно уходит из облака, которое остывает и сжимается, запуская механизм звездообразования. В наиболее плотных облаках, где самопоглощение в линиях CO оказывается значительным, становится заметной потеря энергии в линиях редкого изотопного аналога  $^{13}CO$  (относительная изотопная распространённость  $^{13}C$  — около 1 %). В связи с его более сильным излучением, по сравнению с атомарным водородом, оксид углерода(II) используется для поиска подобных газовых скоплений. В феврале 2012 года астрономы с использованием европейского космического телескопа «Планк» составили наиболее полную карту его распределения по небесной сфере.

## **Каков химический состав и значение газообразной фазы табачного дыма?**

Газообразной (парообразной) фазой считается та *составляющая табачного дыма*, которая остается от «цельного» дыма после его фильтрации кембриджским методом. В данном методе применяются фильтры с набивкой из стеклянных волокон, задерживающие 99,7% всех частиц с диаметром больше 0,1 мкм.

Кроме азота, кислорода, двуокиси углерода и окиси углерода (угарный газ), в парообразной фазе содержатся водород, метан и другие углеводороды, летучие альдегиды и кетоны, окиси азота, цианистый водород, летучие нитраты и еще, по меньшей мере, 400-450 различных веществ в небольших концентрациях.

В таблице приведены основные токсические и опухолеродные вещества, содержащиеся в газообразной (парообразной) фазе *свежесгенерированного табачного дыма от сигареты без фильтра*.



## Состав и токсичность табачного дыма

Вещество	Концентрация в табачном дыме	Показатель токсичности*	Доля в общей токсичности, %
Никотин	2,15 г/м <sup>3</sup>	115 000	28,7
Оксид углерода	35,4 г/м <sup>3</sup>	35 400	9,2
Сажа	1,5 г/м <sup>3</sup>	30 000	7,8
Бензопирен	17,4 мкг/м <sup>3</sup>	17 400	4,6
Муравьиная кислота	350 мг/м <sup>3</sup>	11 680	3,1
Оксиды азота	785 мг/м <sup>3</sup>	9250	2,4
Уксусная кислота	280 мг/м <sup>3</sup>	4670	1,2
Аммиак	706 мг/м <sup>3</sup>	3530	0,92
Триоксид мышьяка	9,82 мг/м <sup>3</sup>	3265	0,85
Синильная кислота	18,8 мг/м <sup>3</sup>	1880	0,49
Формальдегид	5,17 мг/м <sup>3</sup>	1725	0,45
Сероводород	13,2 мг/м <sup>3</sup>	1615	0,42
Фенол	13,4 мг/м <sup>3</sup>	1343	0,35
Акролеин	39,2 мг/м <sup>3</sup>	1305	0,34
Стирол	3,11 мг/м <sup>3</sup>	1037	0,28
Дициан	4,60 мг/м <sup>3</sup>	460	0,13
Ацетилен	690 мг/м <sup>3</sup>	345	0,09
Этиленоксид	6,93 мг/м <sup>3</sup>	230	0,06
Диоксид углерода	9,6%	96	0,03

