Если в начале 70-х годов доля загрязнений, вносимых автомобильным транспортом в атмосферный воздух, составляла 10 - 13 %, то в настоящее время эта величина достигла 50 -60 % и продолжает расти.

По данным государственного доклада "О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1995 году" автомобильным транспортом выброшено в атмосферу 10955 тыс. тонн загрязняющих веществ. Автотранспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды в большинстве крупных городов, при этом на 90 % воздействие на атмосферу связано с работой автотранспортных средств на магистралях, остальной вклад вносят стационарные источники (цеха, участки, станции технического обслуживания, стоянки и т.д.)

В крупных городах России доля выбросов от автотранспорта соизмерима с выбросами от промышленных предприятий (Москва и Московская область, Санкт-Петербург, Краснодар, Екатеринбург, Уфа, Омск и др. В городах с менее развитой промышленностью вклад автотранспорта в суммарное загрязнение атмосферного воздуха возрастает и в отдельных случаях достигает 80 % 90 % (Нальчик, Якутск, Махачкала, Армавир, Элиста, Горно-Алтайск и др).

Основной вклад в загрязнение воздушной среды Москвы вносит автотранспорт, доля которого в суммарном выбросе загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников возросла с 83,2 % в 1994 году, до 89,8 % - в 1995 году.

Автопарк Московской области насчитывает примерно 750 тысяч автомобилей (из них 86% находятся в индивидуальном пользовании), выброс загрязняющих веществ от которых, составляет около 60% суммарных выбросов в атмосферный воздух.

Вклад автотранспорта в загрязнение воздушного бассейна Санкт-Петербурга превышает 200 тыс.т/год , а доля его в суммарных выбросах достигает 60 %.

Отработанные газы автомобильных двигателей содержит около 200 веществ, большинство из которых токсичны. В выбросах карбюраторных ;двигателей основная доля вредных продуктов приходится на оксид углерода, углеводороды и окислы азота, а в дизельных - на оксиды азота и сажу.

Главной причиной неблагоприятного воздействия автотранспорта на окружающую природную среду остается низкий технический уровень эксплуатируемого подвижного состава и отсутствия системы нейтрализации отработавших газов.

Показа тельной является структура источников первичных загрязнений США, представленная в таблице 1, из которой видно, что выбросы автомобильного транспорта по многим полютантам являются доминирующими.

Воздействие отработанных газов автомобилей на здоровье населения. Отходящие газы двигателей внутреннего сгорания (ОГ ДВС) содержат сложную смесь, насчитывающую более 200 соединений. В основном это газообразные вещества и небольшое количество твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии. Газовая смесь твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии. Газовая смесь состоит из инертных газов, проходящих через камеру сгорания без изменения, продуктов сгорания и несгоревшего окислителя. Твердые частицы это продукты дегидрирования топлива, металлы, а также другие вещества, которые содержатся в топливе и не могут сгореть. По химическим свойствам, характеру воздействия на организм человека вещества, составляющие ОГ, разделяют на нетоксичные (N2, О2, СО2, Н2O, H2) и токсичные (СО, CmHn, H2S, альдегиды и др).

Многообразие соединений выхлопа ДВС можно свести к нескольким группам, каждая из которых объединяет вещества, в той или иной мере сходные по характеру воздействия на организм человека или родственные по химической структуре и свойствам.

Нетоксичные вещества вошли в первую группу.

Ко второй ipyrare отнесен оксид углерода, присутствие которого в больших количествах до 12 % характерно для ОГ бензиновых двигателей (БД) при работе на богатых топливовоздушных смесях.

Третью группу образуют оксиды азота: оксид (NO) и диоксид (NO:). Из общего количества оксидов азота в ОГ БД содержится 98 - 99 % NO и только 12 % N02 , а дизельных двигателейсоответственно 90 и 100%.

Четвертая, самая многочисленная группа, включает углеводороды, среди которых обнаружены представители всех гомологических рядов: алканы, алкены, алкадиены, циклические и в том числе ароматические углеводороды, среди которых немало канцерогенов.

Пятую группу составляют альдегиды, причем на долю формальдегида приходится 60%, алифатических альдегидов 32 % , ароматических3 %.

К шестой группе отнесены частицы, основная часть которых сажатвердые углеродные частицы, образующиеся в пламени.

Из общего количества органических компонентов, содержащихся в ОГ ДВС в объеме более 1 %, на долю предельных углеводородов приходится 32 %, непредельных 27,2 %, ароматических 4 %, альдегидов, кетонов 2,2 %.Следует отметить, что в зависимости от качества топлива состав ОГ ДВС дополняется весьма токсичными соединениями, такими, как диоксид серы и соединения свинца (при использовании тетраэтилсвинца (ТЭС) в качестве антидетонатора).

До настоящего времени около 75 % выпускаемых в России бензинов являются этилированными и содержат от 0,17 до 0,37 г/л свинца. В выбросах дизельного транспорта отсутствует свинец, однако содержание в дизельном топливе некоторого количества серы обуславливает в ОГ наличие 0,0030,05 % сернистого ангидрида. Таким образом, автотранспорт источник эмиссии в атмосферу сложной смеси химических соединений, состав которых зависит не только от вида топлива, типа двигателя и условий его эксплуатации, но и от эффективности контроля выбросов. Последнее особенно стимулирует мероприятия по сокращению или обезвреживанию токсичных компонентов ОГ.

Попадая в атмосферу, компоненты ОГ ДВС, с одной стороны, смешиваются с имеющимися в воздухе загрязнителями, с другой претерпевают ряд сложных превращений, приводящих к образованию новых соединений. Одновременно идут процессы разбавления и удаления загрязнителей из атмосферного воздуха путем мокрого и сухого высаживания на землю. В связи с огромным многообразием химических превращений загрязнителей в атмосферном воздухе состав их чрезвычайно динамичен.

**Риск вреда, наносимого организму токсическим соединением, зависит от трех факторов: физических и химических свойств соединения, дозы, взаимодействующей с тканями органа-мишени (органа, которому токсикантом причинен вред), и времени воздействия, а также биологического отклика организма на воздействие токсиканта.**

Если физическое состояние загрязнителей воздуха определяет их распределение в атмосфере, а при ингалировании с воздухом - в респираторном тракте индивидуума, то химические свойства в конечном счете, мутагенный потенциал токсиканта. Так, растворимость токсиканта обуславливает различное размещение его в организме. Растворимые в биологических жидкостях соединения быстро переносятся из респираторного тракта по всему телу, а нерастворимые задерживаются в респираторном тракте, в легочной ткани, прилегающих лимфатических узлах, или, продвигаясь к глотке, проглатываются.

Внутри организма соединения подвергаются метаболизму, в процессе которого облегчается их экскреция, а также проявляется токсичность. Следует отметить, что токсичность образующихся метаболитов может иногда превышать токсичность исходного соединения, а в целом дополняет ее. Баланс между метаболическими процессами, усиливающими токсичность, уменьшающими ее или благоприятствующими элиминированию соединений важный фактор чувствительности индивидуума к токсичным соединениям.

Понятие "доза" в большей степени может быть отнесено к концентрации токсиканта в тканях органа-мишени. Ее аналитическое определение достаточно затруднено, т.к необходимо наряду с идентификацией органа-мишени понимание механизма взаимодействия токсиканта на клеточном и молекулярном уровне.

Биологический отклик на действие токсикантов ОГ включает многочисленные биохимические процессы, находящиеся в то же время под сложным генетическим контролем. Суммируя такие процессы, определяют индивидуальную восприимчивость и соответственно результат воздействия токсичных веществ.

Ниже представлены данные исследований воздействия отдельных компонентов ОГ ДВС на здоровье человека.

Угарный газ (СО) является одним из преобладающих компонентов в сложной композиции ОГ автомобилей. Оксид углерода бесцветный газ, не имеющий запаха. Токсическое действие СО на организм человека и теплокровных животных заключается в том, что он взаимодействует с гемоглобином (НЬ) крови и лишает его возможности выполнять физиологическую функцию переноса кислорода, т.е. протекающая в организме при воздействии на него избыточной концентрации СО альтернативная реакция приводит прежде всего к нарушению тканевого дыхания. Таким образом, происходит конкуренция О2и СО за одно и то же количество гемоглобина, но сродство гемоглобина к СО примерно в 300 раз больше чем к О2, поэтому СО способен вытеснять кислород из оксигемоглобина. Обратный процесс диссоциации карбоксигемоглобина протекает в 3600 раз медленнее, чем оксигемоглобина. В целом эти процессы приводят к нарушению обмена кислорода в организме, кислородному голоданию тканей, особенно клеток центральной нервной системы, т.е отравлению организма угарным газом.

Первые признаки отравления (головная боль в области лба, усталость, раздражительность, обморок) появляются при 20 30 % превращения НЬ в НЬСО. Когда превращение достигает 40 - 50 %, пострадавший падает в обморок, а при 80 % наступает смерть. Таким образом, длительное вдыхание СО в концентрации более 0,1 % опасно, а концентрация 1 % смертельна при воздействии в течение нескольких минут.

Полагают, что воздействие ОГ ДВС , основную долю которых составляет СО, является фактором риска в развитии атеросклероза и болезней сердца. Аналогия связана с повышенной заболеваемостью и смертностью курящих, подвергающих организм продолжительному воздействию дыма сигарет, содержащего, как и ОГ ДВС, значительное количество СО.

Оксиды азота. Из всех известных оксидов азота в воздухе автомагистралей и прилегающей к ним зоне в основном определяются оксид (NO) и диоксид (NO2). В процессе сгорания топлива в ДВС сначала образуется N0, концентрации NО2 значительно ниже. При сгорании топлива возможны три пути образования N0:

При высоких температурах, присущих пламени, атмосферный азот реагирует с кислородом, образуя термический N0, скорость образования термического N0 гораздо меньше скорости горения топлива и увеличивается она с обогащением топливовоздушной смеси;

Наличие в топливе соединений с химически связанным азотом (в асфалменовых фракциях очищенного топлива содержание азота 2,3% по массе, в тяжелых топливах 1,4 %, в сырой нефти среднее содержание азота по массе составляет 0,65 %) обуславливает образование при горении топливного N0. Окисление азотосодержащих соединений (в частности простых NH3, HCN) происходи! быстро, за время, сравнимое с временем реакции горения. Выход топливного N0 мало зависит от температуры;

Образующийся на фронтах пламени N0 (не из атмосферных N2 и Oi) называется быстрым. Считается, что режим протекает через промежуточные вещества, содержащие группы CN, быстрое исчезновение которых вблизи зоны реакции приводит к образованию N0.

Таким образом, N0 образуется в основном по первому пути, поэтому в общей массе содержащегося в ОГ N0 составляет термический оксид азота. Относительно высокие концентрации N02 могут возникать в зоне горения с последующим превращением N02 обратно в N0 в послепламенной зоне, хотя быстрое перемешивание горячих и холодных областей потока в турбулентном пламени может быть причиной появления в ОГ относительно высоких концентраций N02. Попадая в атмосферу воздуха с ОГ N0 достаточно легко окисляется до N02:

2 NO + O2 -» 2NO2; NO + Оз

В то же время в солнечный полдень происходит фотолиз N02 с образованием N0:

N02 + h -> N0 + О.

Таким образом, в атмосферном воздухе существует конверсия N0 и N02, которая вовлекает во взаимодействие с оксидами азота органические соединения загрязнители с образованием весьма токсичных соединений. например, нитросоединений, нитро-ПАУ (полициклические ароматические углеводороды) и др .

Воздействие окислов азота в основном связано с раздражением слизистых оболочек. Длительное воздействие приводит к возникновению острых заболеваний органов дыхания. При остром отравлении оксидами азота может возникнуть отек легких. Диоксид серы. Доля диоксида серы (SO2) в ОГ ДВС невелика по сравнению с оксидами углерода и азота и зависит от содержания серы в используемом топливе, при сгорании которого она образуется. Особенно следует отметить вклад автотранспорта с дизельными двигателями в загрязнение атмосферы соединениями серы, т.к. содержание сернистых соединений в топливе относительно велико, масштабы его потребления огромны и увеличиваются с каждым годом. Повышенное содержание диоксида серы чаще можно ожидать вблизи автотранспорта, работающего на холостом ходу, а именно на автостоянках, вблизи регулируемых перекрестков.

Диоксид серы -- бесцветный газ, с характерным удушливым запахом горящей серы, достаточно легко растворим в воде. В атмосфере диоксид серы вызывает конденсацию водяных паров в виде тумана даже в условиях, когда давление паров меньше требуемого для конденсации. Растворяясь в имеющейся на растениях влаге, диоксид серы образует кислый раствор, губительно действующий на растения. Особенно от этого страдают хвойные породы деревьев, расположенные вблизи городов. На высших животных и человека диоксид серы действует в первую очередь как местный раздражитель слизистой оболочки верхних дыхательных путей. Изучение процесса поглощения SO2 в респираторном тракте ингалированием воздуха, содержащего определенные дозы данного токсиканта, показало, что противоточный процесс адсорбции, десорбции и удаления из организма SO2 после десорбции при выдохе, уменьшает общую нагрузку его в верхних дыхательных путях. В процессе дальнейших исследований в этом направлении было установлено, что повышение специфического отклика (в виде бронхоспазма) на воздействие SO2 коррелирует с размером площади респираторного тракта (в облаете зева), адсорбировавшей двуоксид серы.

Следует отметить, что люди с респираторными заболеваниями очень чувствительны к эффектам воздействия воздуха, загрязненного SO2. Особенно чувствительны к ингаляции даже самых низших доз SO2 астматики, у которых развивается острый, порой симптоматический бронхоспазм в процессе даже краткого воздействия низких доз диоксида серы.

Изучение синергического эффекта воздействия оксидантов, в частности, озона и диоксида серы выявило значительно большую токсичность смеси по сравнению с отдельными компонентами.

Свинец. Использование свинецсодержащих антидетонациониых добавок к топливу привело к тому, что автотранспорт является основным источником выброса в атмосферу свинца в виде аэрозоля неорганических солей и оксидов. Доля свинцовых соединений в ОГ ДВС составляет от 20 до 80% массы выбрасываемых частиц и меняется она в зависимости от размера частиц и режима работы двигателя.

Использование этилированного бензина при интенсивном транспортном потоке приводит к значительному загрязнению свинцом атмосферного воздуха, а также почвы и растительности на площадях, прилегающих к автострадам.

Замена ТЭС (тетраэтилсвинца) на другие более безвредные соединения антидетонаторы и последующий постепенный переход на неэтилированный бензин способствуют уменьшению содержания свинца в атмосферном воздухе.

В нашей стране, к сожалению, продолжается выпуск этилированного бензина, хотя и предусмотрен в ближайшее время переход на использование автотранспортом неэтилированного бензина.

Свинец поступает в организм либо с продуктами питания, либо с воздухом. Симптомы свинцовой интоксикации известны давно. Так в условиях длительного производственного контакта со свинцом основные жалобы были на головную боль, головокружение, повышенную раздражительность, быструю утомляемость, нарушение сна. В легкие могут поступать частицы соединений свинца, имеющие величину, менее 0,001 мм. Более крупные задерживаются в носоглотке и бронхах.

По данным от 20 до 60 % ингалированного свинца размещается в респираторном тракте. Большая часть его затем выводится из респираторного тракта потоком биологических жидкостей. Из всего количества абсорбированного организмом свинца на долю атмосферного приходится 7-40 %.

О механизме действия свинца на организм пока нет единого представления. Полагают, что соединения свинца действуют как протоплазм атический яд. В раннем возрасте воздействие свинца наносит необратимый вред центральной нервной системе.

Органические соединения. Среди многих органических соединений, идентифицированных в ОГ ДВС, в токсикологическом отношении выделяются 4 класса:

алифатические углеводороды и продукты их окисления (спирты, альдегиды, кислоты);

ароматические соединения, включая гетероциклы и их окисленные продукты (фенолы, хиноны);

алкилзамещенные ароматические соединения и их окисленные

продукты (алкилфенолы, алкилхиноны, ароматические карбоксиальдегиды, карбоновые кислоты);

-нитроароматические соединения (нитро-ПАУ). Из названных классов соединений, характерных для бензиновых и дизельных двигателей, незамещенные ПАУ, а также нитро-ПАУ в последнее десятилетие особенно привлекают внимание исследователей, т.к. многие из них известны как мутагены или канцерогены. Высокий уровень онкологических заболеваний среди населения, проживающего в промышленно развитых районах с интенсивным транспортным движением, связывают в первую очередь с ПАУ.

Следует отметить, что токсикологические исследования большинства ингалируемых соединений, входящих в перечень атмосферных загрязнителей, проводились в основном в чистом виде, хотя большинство выбрасываемых в атмосферу, органических соединений адсорбируется на твердых относительно инертных и нерастворимых частицах. Твердые частицы это сажа продукт неполного сгорания топлива, частицы металлов, их оксидов или солей, а также частицы пыли, всегда присутствующие в атмосфере. Известно, что 20 30 % твердых взвешенных частиц в городском воздухе составляют микрочастицы (размером менее 10 мкм), выбрасываемые с ОГ ДД грузовых автомобилей и автобусов.

Выброс твердых частиц с ОГ зависит от многих факторов, среди которых особо следует выделить конструктивные особенности двигателя, режим его работы, техническое состояние, и состав используемого топлива. Адсорбция органических соединений, содержащихся в ОГ ДВС, на твердых частицах зависит от химических свойств взаимодействующих компонентов. В дальнейшем степень токсикологического воздействия на организм будет зависеть от скорости разделения ассоциированных органических соединений и твердых частиц, скорости мегаболизма и нейтрализации органических токсикантов. Твердые частицы также могут воздействовать на организм, и токсический эффект может быть не менее опасным, чем рак.

Окислители. Композицию соединений ОГ, попавших в атмосферу, нельзя рассматривать изолированно из-за происходящих физических и химических превращений и взаимодействий, которые приводят, с одной стороны, к трансформации химических соединений, с другой стороны к их удалению из атмосферы. Комплекс процессов, происходящих с первичными выбросами ДВС включает:

- сухое и мокрое высаживание газов и частиц;

- химические реакции газообразных эмиссий ОГ ДВС с ОН, 1ЧОз, радикалами, Оз, N2O5 и газообразной HNO3; фотолиз;

реакции органических соединений, адсорбированных на частицах с соединениями в газовой фазе или в адсорбированном виде; - реакции различных реакционноспособных соединений в водной фазе, приводящие к образованию кислотных осадков.

Процесс сухого и мокрого высаживания химических соединений выбросов ДВС зависит от размера частиц, адсорбционной способностью соединений (константы адсорбции и десорбции), их растворимости. Последнее особенно важно для хорошо растворимых в воде соединений, концентрация которых в атмосферном воздухе во время дождя может быть доведена до нуля.

Физические и химические процессы, происходящие в атмосфере с исходными соединениями ОГ ДВС, а также их воздействие на людей и животных тесно связаны с их временем жизни в атмосферном воздухе.

Таким образом, при гигиенической оценке воздействия ОГ ДВС на здоровье населения следует учитывать то, что соединения первичного состава ОГ в атмосферном воздухе претерпевают различные трансформации. При фотолизе ОГ ДВС происходит диссоциация многих соединений (N02, Ог, Оз, НСНО и др.) с образованием высо-кореакционноспособных радикалов и ионов, взаимодействующих как между собой, так и с более сложными молекулами, в частности, с соединениями ароматического ряда, которых достаточно много в ОГ.

В итоге, среди вновь образующихся в атмосфере соединений появляются такие опасные загрязнители воздуха, как озон, различные неорганические и органические перекисные соединения, амино-, нитро- и нитрозосоединения, альдегиды, кислоты и др. Многие из них сильные канцерогены.

Несмотря на обширную информацию об атмосферных трансформациях химических соединений, входящих в состав ОГ, к настоящему времени эти процессы в полной мере не изучены, а следовательно, не идентифицированы многие продукты этих реакций. Однако даже то, что известно, в частности, о воздействии фотооксидантов на здоровье населения, особенно на астматиков и ослабленных хроническими легочными заболеваниями людей подтверждает токсичность ОГ ДВС.

Нормативы выбросов вредных веществ с отработанными газами автомобилей - одно из основных мероприятий снижение токсичности автомобильных выбросов, постоянно возрастающее количество которых оказывает угрожающее влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха крупных городов и соответственно на здоровье человека. Впервые внимание к автомобильным выбросам было привлечено при исследовании химии атмосферных процессов (1960-е г.г., США, Лос-Анжелес), когда было показано, что фотохимические реакции углеводородов и окиси азота способны образовывать многие вторичные загрязнители, раздражающие слизистые оболочки глаз, дыхательных путей и ухудшающие видимость.

В связи с тем, что основной вклад в общее загрязнение атмосферного воздуха углеводородами и оксидами азота вносят ОГ ДВС, последние были признаны причиной фотохимического смога, а перед обществом появилась проблема законодательного ограничения вредных автомобильных выбросов.

В связи с этим в конце 50-х годов в Калифорнии была начата разработка стандартов на выброс загрязнителей, содержащихся в ГО автомобилей, как часть законодательства штата, касающаяся качества атмосферного воздуха.

Целью стандарта было "установление максимально допустимых норм содержания загрязнителей в автомобильных выбросах, увязанных с охраной здоровья населения, предотвращением раздражения органов чувств, ухудшения видимости и ущерба растительности".

В 1959 г. в Калифорнии были установлены первые в мире стандарты -предельные значения в ОГ СО и СmНn, в 1965 г. - принят в США закон о контроле за загрязнением воздуха автотранспортом, а в 1966 г. - утвержден государственный стандарт США.

Государственный стандарт был в сущности техническим заданием для автомобильной промышленности, стимулируя разработку и внедрение многих мероприятий, направленных на совершенствование автомобилестроения.

Одновременно это позволяло Агентству по охране окружающей среды США регулярно ужесточать стандарты, снижающие количественное содержание токсичных компонентов в ОГ.

В нашей стране первый государственный стандарт по ограничению вредных веществ в ОГ автомобилей с бензиновыми двигателями был принят в 1970 г.

В последующие годы были разработаны и действуют различные нормативные и технические документы, в том числе отраслевые и государственные стандарты, в которых отражено поэтапное снижение норм выброса вредных компонентов ОГ.