

ЯДОВИТЫЙ ОЗОН

Новая экологическая угроза для России

В.А. Миляев

доктор физико-математических наук, зав. отделом медицинских и экологических проблем

С.Н. Котельников

научный сотрудник

Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН Москва

С экранов телевизоров и страниц СМИ исчезло слово «экология», ликвидировано ведомство, отвечающее за охрану окружающей среды, от закона об охране атмосферного воздуха осталось одно название. Однако такая политика не ведет к решению острейших экологических проблем. Из-за неблагоприятного состояния окружающей среды в России ежегодно погибают более 500 тыс. человек.

К традиционным, существовавшим в нашей стране много лет экологическим проблемам прибавилась еще одна — проблема тропосферного (приземного) озона.



Озон: полезный вверху, вредный внизу

Восприятие проблемы озоновых дыр со временем несколько приутилось, о ней перестали говорить, после того как в России уничтожили последний завод по производству фреонов. На этом фоне совсем невинной выглядит проблема «другого» озона, находящегося в приземном воздухе, которым мы дышим.

Поясним: озон (химически один и тот же — его формула O_3) существует в двух слоях атмосферы. Слой, ближайший к поверхности Земли, называется тропосферой. Находящийся в нем приземный («плохой») озон является опаснейшим загрязнителем и при высоких концентрациях уничтожает все живое и неживое (автомобильная резина, например, превращается в труху). Это один из главных и опасных компонентов фотосмога. Тропосфера в целом простирается до высоты около 10 км. Стратосферный («хороший») озон простирается от 10 до 50 км над поверхностью Земли и защищает жизнь на планете от губительного ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца.

В таблице классификации веществ по степени опасности озону присвоен высший класс опасности — первый (у известного всем хлора второй). В справочнике можно прочитать: «Токсичность озона (O_3) проявляется на практике прежде всего в результате контакта с ним в газовой среде, т. е. во вдыхаемом воздухе. Ввиду высокой химической активности для проявления токсического действия требуется минимум концентрации. В этом плане озон является почти идеальным боевым отравляющим веществом и, видимо, только по причине технических трудностей его получения не оказался первым в истории применения химического оружия в Первую мировую войну. К счастью, с точки

зрения военных, у озона есть крупный недостаток — резкий запах...»

Конечно, сразу нужно отметить, что повышенный уровень приземного озона отмечается лишь при определенных метеорологических условиях, а именно в солнечную жаркую погоду.

Эта опасная стихия — приземный озон — создана человеком и очень коварна. Существует международный термин «доиндустриальный озон», концентрация которого в приземной атмосфере в доиндустриальную эпоху составляла 10–20 мкг/м³. При таких концентрациях озона жили наши пращуры. Развитие промышленности, и особенно автотранспорта, привело к значительному увеличению концентрации озона в приземном воздухе. Индустриально развитые страны столкнулись с этой бедой несколько десятилетий назад, а Россия — в конце 1990-х.

Откуда появляется «плохой» озон?

В приземном слое атмосферы основным источником «плохого» озона являются химические реакции между оксидами азота (NO_x) и летучими органическими соединениями (ЛОС) в присутствии солнечного излучения. Выбросы промышленных предприятий и тепловых электростанций, выхлопы автотранспорта, бензиновые пары и химические растворители — основные источники NO_x и ЛОС. Эти компоненты называются предшественниками озона. Они могут под действием ветра распространяться на сотни километров и даже в мало урбанизированных курортных районах превращаться в облака смертоносного газа.

Когда уровень солнечной радиации у поверхности Земли мал (пасмурная погода, дождливая и холодная осень, зима), фотохимические реакции в приземной атмосфере отсутствуют или про-

текают очень вяло. В пасмурную и холодную погоду озона нет в воздухе, которым мы дышим, даже при достаточном количестве его предшественников, или же его содержание совсем незначительно. Но стоит увеличиться солнечной радиации, особенно при наступлении безветренной жаркой погоды, и воздух (как в городе, так и за городом) становится особенно ядовитым.

Все химические реакции «любят» тепло, а фотохимическое образование озона — это химическая реакция, и в теплой атмосфере она протекает более интенсивно. В жаркое лето 2002 г. в традиционном курортном месте дальнего Подмосковья в отдельные дни мы фиксировали уровни озона, превышающие 300 мкг/м³! В то время уровни озона в Московском регионе превышали все известные предельно допустимые концентрации (ПДК) и аналогичные показатели на сети измерительных станций Европы. В 2006 г. было зафиксировано наибольшее число эпизодов с высоким содержанием озона за все время наблюдений в Московском регионе. А 2007 г. принесли свои рекорды: аномально жаркая погода уже весной сопровождалась очень высокими концентрациями озона даже в дальнем курортном Подмосковье. Концентрации озона в воздухе более 160 мкг/м³ держались много часов подряд.

Чем грозен озон

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла озон к веществам беспорогового действия, т. е. любые концентрации этого газа в воздухе опасны для здоровья человека — он сильнейший канцероген. В России установлены следующие ПДК для озона: для жилых зон — 30 мкг/м³ (среднее за сутки), для промышленных — не более 100 мкг/м³; для кратковременного воздей-

ствия — 160 мкг/м³ (среднее за 30 мин. и не более 1% времени за год). В странах Европейского Союза ограничения еще жестче — не более 110 мкг/м³.

Озон пагубно влияет и на растения. По оценкам американских ученых, например, в США ущерб, причиненный действием озона, составляет 90% от общих потерь урожая, приходящихся на долю загрязняющих атмосферу веществ. При средней 7-часовой концентрации озона 120 мкг/м³ потери урожая только по трем основным сельскохозяйственным культурам составил бы 5,6%, что по данным 1978 г. соответствовало ущербу в 3 млрд долл.

В чем состоит главная опасность озона при поступлении его в организм человека через органы дыхания? Озон оказывает общетоксическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное, генотоксическое действие, вызывает усталость, головную боль, тошноту, рвоту, раздражение дыхательных путей, кашель, расстройство дыхания, хронический бронхит, эмфизему легких, приступы астмы, отек легких, гемолитическую анемию (разрушение эритроцитов).*

А вот информация с американского правительственного экологического сайта (www.epa.gov/airnow):

«Ученые изучили эффекты воздействия озона на здоровье людей и к настоящему времени установили, что озон:

- вызывает раздражение органов дыхания, кашель, тяжесть в груди; эти эффекты могут длиться несколько часов и переходить в болезненную фазу;
- снижает легочную функцию;
- способствует развитию астмы и увеличивает количество приступов этого заболевания;

* Подробнее см.: *Грушко Я. М.* Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. — Л.: Химия, 1987.

- вызывает аллергию к наиболее распространенным веществам — пыли, пыльце, шерсти домашних животных;

- повреждает ткань легкого, а если воздействие повторяется, ведет к ее необратимым изменениям;

- усугубляет бронхит и эмфизему легких;

- значительно понижает иммунитет к любой инфекции.

Очень опасно воздействие озона на детей; их легкие могут сильно пострадать от воздействия озона, и это отрицательно скажется на дальнейшем развитии.

Особенно чувствительны к озону 4 группы (группы риска) людей, ведущих активный образ жизни на открытом воздухе:

дети (при высокой двигательной активности и глубоком дыхании озон проникает в области детских легких, наиболее чувствительные к его действию);

взрослые с болезнями органов дыхания (могут пострадать даже от незначительных концентраций озона);

люди с необычной чувствительностью к озону (в США, например, это каждый третий, и ученые пока не могут объяснить, почему некоторые люди более чувствительны к озону, чем другие);

пожилые и люди с сердечными болезнями.

Ученые считают, что озон отрицательно влияет на здоровье даже тогда, когда человек не чувствует никаких признаков его воздействия».

Исследователи из Йельского университета опубликовали новые данные о негативном воздействии озона на здоровье человека. Они сопоставили данные о смертности людей с данными о выбросах озона в 95 городах за 1987–2000 гг. Оказалось, что повышение концентрации озона в воздухе всего на 20 мкг/м³ уже через неделю проявляется в повышении общей смертности бо-

лее чем на 0,5%. Повышенные концентрации озона приводят и к мужскому бесплодию.

Безопасней в городе или на даче?

Мы проводили эксперименты по одновременному измерению содержания озона двумя одинаковыми газоанализаторами в Крыму (на территории заповедника) и в Киеве, а также в Москве и курортном районе дальнего Подмосковья. Оказалось, что за период измерений в летнее время концентрации озона в городском воздухе были меньше, чем аналогичные показатели в курортных зонах. Столь парадоксальный факт удалось объяснить с помощью модели образования озона в пригородах мегаполисов. В соответствии с этой моделью, с подветренной стороны мегаполиса концентрации озона начинают расти с расстояния примерно 20 км от города и достигают максимума на удалении 50–60 км.

Это не значит, что в городе атмосфера безопасней. За последние годы атмосфера Москвы превратилась в химический реактор, производящий очень ядовитые соединения. В присутствии диоксида азота, а этого газа в городской атмосфере всегда много, озон становится в 20 раз более токсичным. Москвичи, спасаясь на дачах от летней жары, не представляют себе, какой опасности они подвергают свое здоровье. И самая дорогая земля Подмосковья может оказаться в жаркий летний день самой опасной для жизни. Для москвичей спасение от «плохого» озона — холодное, пасмурное и дождливое лето. А теплая «золотая осень» может оказаться опасной для здоровья: при теплой солнечной погоде в атмосфере Москвы и Подмосковья происходит интенсивное образование озона.

И еще об одном мифе. В средствах массовой «дезинформации»

часто упоминается, что после грозы пахнет озоном. Многие считают, что чем больше озона в воздухе — тем полезней для здоровья, и дышать нужно при этом глубже. Между тем многолетние измерения озона в курортных зонах и городах всегда показывают одну картину — после грозы и ливня в приземной атмосфере озон исчезает.

В 2007 г. мы проводили научные исследования состояния атмосферы на юге Кировской области. Это примерно в тысяче километров на восток от Москвы. В этом (и не только в этом) мало урбанизированном районе в последние годы наблюдается массовая гибель овощных растений в огородах. Так вот, в жаркие июньские дни на окраине маленького городка, в парковом районе лечебного пансионата, концентрация озона оказалась выше ПДК не только для жилой, но и для промышленной зоны.

Следующие измерения мы провели в крохотной деревушке среди бескрайних лесов Кировской области. К сожалению, и здесь картина оказалась очень печальной. В это лето в деревушке помидоры погибли у всех жителей. В жаркий день концентрации озона в лесу превышали и ПДК для растительности, и ПДК для жилой зоны, и даже ПДК для промышленной зоны... На окраине деревни мы увидели погибшие кусты можжевельника (еще прошлым летом они были зелеными).

Проведенный нами эксперимент показал, что проблема приземного озона не региональная, а гораздо больших масштабов. И с каждым годом она только обостряется. Стремительно растут выбросы предшественников озона и температура воздуха, что способствует росту концентрации озона в приземных слоях атмосферы. Теряют здоровье и умирают люди, гибнет урожай, гибнут леса...

Озон является парниковым газом, и возрастание его концентраций в тропосфере усиливает парниковый эффект. А отрицательное воздействие озона на растения ведет к снижению поглощения ими углерода, что еще больше усугубляет парниковый эффект и нарушает природное равновесие.

Как решают проблему в развитых странах

В США и Западной Европе, где общество внимательно относится к экологическим проблемам, разработаны детальные нормы на содержание озона в воздухе, которым дышат люди. Природоохранные организации, правительства и местные власти имеют ряд многосторонних программ, чтобы добиваться выполнения этих нормативов. Меры в основном направлены на сокращение выбросов NO_x и ЛОС автомобилями, промышленными предприятиями и электростанциями. Программы также нацелены на снижение загрязнений путем изменения состава горючего и запрета применения при производстве потребительских товаров красок и химических растворителей, содержащих ЛОС. Общественные программы также поощряют рациональное использование автотранспорта (совместные поездки на работу сотрудников в одном автомобиле, чтобы уменьшить вредные выбросы и т. п.).

В Европейском Союзе насчитывается более 10 тыс. станций контроля за предшественниками озона и самим озоном (в США их еще больше). Информация, получаемая сетью этих станций, используется для информирования населения об уровнях озона в атмосфере (самый посещаемый интернет-сайт в Германии — тот, где рассказывается о содержании озона в атмосфере). Также на основании информации, получа-

емой от сети этих станций, формируется политика управления в области охраны окружающей среды. И политика эта весьма успешна.

В 2005 г. ряд европейских государств подписали протокол об ограничении выбросов загрязняющих веществ. Европейские эксперты подсчитали, что при сокращении выбросов предшественников озона на 40% число дней в году с чрезмерным содержанием озона (выше ПДК) уменьшится вдвое. Предполагается, что в результате мер, предусмотренных протоколом, приблизительно на 47 500 случаев уменьшатся показатели смертности среди детей и подростков, вызванной присутствием в атмосфере приземного озона и микрочастиц. Предполагается также, что вредное воздействие излишней концентрации озона на рост растений уменьшится по сравнению с 1990 г. на 44%. Эксперты подсчитали, что «доход» от реализации протокола (улучшение состояния здоровья населения, повышение урожайности в сельском хозяйстве, снижение ущерба для строений и памятников и т. д.) более чем в 3 раза превысит по своей стоимости прогнозируемые расходы по претворению в жизнь этого соглашения (обеспечение контроля за уровнем выбросов, меры по повышению уровня энергоэффективности и т. п.).

В США и Западной Европе удалось добиться ежегодного снижения концентраций озона в атмосфере. Регулярное оповещение населения значительно снижает риск отрицательного воздействия озона на здоровье людей. В России же нет ни одной станции контроля озона и его предшественников, подобной европейским. Правда, у нас разработана и выпускается хорошая аналитическая техника, способная решать все проблемы с контролем озона, есть специалисты,

знающие, как решить эту проблему, но... Грядущее потепление может привести к катастрофической ситуации с приземным озоном, однако наши власти продолжают игнорировать эту проблему.

За одной бедой — другая

В последние годы в связи с ростом загрязнения атмосферы на российском рынке появились в огромном количестве всевозможные «очистители» воздуха.

...Несколько лет назад отравилась озоном сотрудница профсоюзной газеты «Солидарность». Эта женщина купила и использовала строго по инструкции са-

мый маломощный «очиститель-ионизатор» воздуха. А через несколько дней у нее почернел язык и появились другие симптомы острого отравления организма. Редактор газеты обратился за помощью в наш институт, и мы помогли провести эксперимент, результаты которого газета опубликовала.* После этой публикации к нам стали поступать просьбы проверить купленные гражданами «очистители» воздуха. И что же? «Очистители» всех марок, которые москвичи принесли на проверку к нам в инсти-

* Яд вместо чистого воздуха// Солидарность, № 45 (435), декабрь 2003 г.

тут, оказались мощными *генераторами* озона.

Стоит особо обратить внимание на продающиеся «очистители-ионизаторы» воздуха для автомобилей. Такие приборы подключаются к бортовой сети и вырабатывают опасные для здоровья водителя концентрации озона, а при отравлении этим газом у человека может значительно снизиться способность концентрации внимания!

Вырабатывают озон и копировальные аппараты, лазерные принтеры. Поэтому при работе в помещениях с такими приборами необходимо соблюдать технику безопасности.

Где гарантии защиты?

Правовой анализ законодательства об охране атмосферного воздуха

22 августа 2004 г. был принят печально известный Федеральный закон № 122-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты РФ и признании утратившими силу некоторых законодательных актов РФ в связи с принятием федеральных законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Само название закона указывало на то, что изменения должны касаться организации органов государственной власти и органов местного самоуправления. Однако предложенные изменения в области природоохранного законодательства не могли порадовать — на деле оговаривалось самоустранение органов государственной власти от выполнения своих обязательств перед обществом по обеспечению экологической безопасности, ликвидация правовых гарантий и практических механизмов охраны окружающей среды. Важнейшим негативным последствием принятых изменений теперь, четыре года спустя, является лишение реальной государственной финансовой поддержки природоохранной деятельности, а также антиконституционные изменения в части разграничения полномочий между

федеральными органами власти и органами власти субъектов РФ.

Обратимся теперь к Федеральному закону «Об охране атмосферного воздуха». В этот Федеральный закон внесены изменения, свидетельствующие о полной *ликвидации системы защиты* воздушной среды.

Действительно, Законом 122-ФЗ от 22 августа 2004 г. признаны утратившими силу статьи 8, 9, 10 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха»:

Статья 8 (утратила силу). Специально уполномоченный федеральный орган исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха.

«Специально уполномоченный федеральный орган исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха в установленном порядке осуществляет деятельность в области охраны атмосферного воздуха совместно с другими федеральными органами исполнительной власти в пределах их компетенции и взаимодействует с органами исполнительной власти субъектов РФ».

Статья 9 (утратила силу). Программы охраны атмосферного воздуха и мероприятия по его охране.

1. **Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ** в атмосферный воздух, а также вредного физического воздействия на атмосферный воздух, разрабатывают и **осущест-**