

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ОЧИСТКА ВОЗДУХА



- На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высоко-индустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества.
- Человеку приходится все больше вмешиваться в хозяйство биосферы - той части нашей планеты, в которой существует жизнь. Биосфера Земли в настоящее время подвергается нарастающему антропогенному воздействию.



- Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения.



- Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже  $1/5$  его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров может вызвать существенные нарушения газо- и водообмена между гидросферой и атмосферой.
- Не вызывает сомнений и значение химического загрязнения почвы пестицидами и ее повышенная кислотность, ведущая к распаду экосистемы.

# Химическое загрязнение атмосферы.

- Человек загрязняет атмосферу уже тысячелетиями, однако последствия употребления огня, которым он пользовался весь этот период, были незначительны. Приходилось мириться с тем, что дым мешал дыханию и что сажа ложилась черным покровом на потолке и стенах жилища. Получаемое тепло было для человека важнее, чем чистый воздух и незакопченные стены пещеры. Это начальное загрязнение воздуха не представляло проблемы, ибо люди обитали тогда небольшими группами, занимая неизмеримо обширную нетронутую природную среду.

- Так было вплоть до начала девятнадцатого века. Лишь за последние сто лет развитие промышленности “одарило” нас такими производственными процессами, последствия которых вначале человек еще не мог себе представить. Возникли города-миллионеры, рост которых остановить нельзя. Все это результат великих изобретений и завоеваний человека

# Основные загрязняющие вещества.

- существуют три основных источника загрязнения атмосферы: **промышленность, транспорт и бытовые котельные**. Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство.



- Атмосферные загрязнители разделяют на **первичные**, поступающие непосредственно в атмосферу, и **вторичные**, являющиеся результатом превращения последних.
- Так, поступающий в атмосферу **сернистый газ окисляется** до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и **образует капельки серной кислоты**.
- При взаимодействии **серного ангидрида с аммиаком** образуются кристаллы **сульфата аммония**.



- **Основным источником** пирогенного загрязнения на планете являются **тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки**, потребляющие более 70% ежегодно добываемого твердого и жидкого топлива.



# Вредные примеси пирогенного происхождения

- **Оксид углерода.** Получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий. Ежегодно этого газа поступает в атмосферу **не менее 1250 млн.т.** Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта.

- **Сернистый ангидрид.** Выделяется в процессе сгорания серусодержащего топлива или переработки сернистых руд (до 170 млн. т. в год). Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Только в США общее количество выброшенного в атмосферу сернистого ангидрида составило 65 % от общемирового выброса.

- **Серный ангидрид.** Образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека.
- Пирометаллургические предприятия цветной и черной металлургии, а также ТЭС **ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида.**

- **Сероводород и сероуглерод.** Поступают в атмосферу отдельно или вместе с другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимические, нефтеперерабатывающие, а также нефтепромыслы. В атмосфере при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида.



- **Углеводороды - насыщенные и ненасыщенные**, включающие от 1 до 13 атомов углерода. Они подвергаются различным превращениям, окислению, полимеризации, взаимодействуя с другими атмосферными загрязнителями после возбуждения солнечной радиацией. В результате этих реакций образуются перекисные соединения, свободные радикалы, соединения углеводородов с оксидами азота и серы часто в виде аэрозольных частиц.

- При некоторых погодных условиях могут образовываться **особо большие скопления** вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха.
- Обычно это происходит в тех случаях, когда в слое воздуха **непосредственно над источниками** газопылевой эмиссии существует **ИНВЕРСИЯ** - **расположения слоя более холодного воздуха под теплым**, что препятствует перемещению воздушным массам и задерживает перенос примесей вверх. В результате вредные выбросы **сосредотачиваются под слоем инверсии**, содержание их у земли резко возрастает, что становится одной из причин образования ранее неизвестного в природе **фотохимического тумана**.



- Тяжелые последствия в организме живых существ вызывает и ядовитая смесь дыма, тумана и пыли — **смог**. Различают два типа смога: **зимний смог** (лондонский тип) и **летний** (лос-анджелесский тип).
- **Лондонский тип** смога возникает зимой в крупных промышленных городах при неблагоприятных погодных условиях (отсутствие ветра и температурная инверсия).





- В результате циркуляция атмосферного воздуха резко нарушается, дым и загрязняющие вещества не могут подняться вверх и не рассеиваются. Нередко возникают туманы. Концентрации оксидов серы, взвешенной пыли, оксида углерода достигают опасных для здоровья человека уровней, приводят к расстройству кровообращения, дыхания, а нередко и к смерти. В 1952 г. в Лондоне от смога с 3 по 9 декабря погибло более 4 тыс. человек, до 10 тыс. человек тяжело заболели. В конце 1962 г. в Руре (ФРГ) смог убил за три дня 156 человек. Рассеять смог может только ветер, а сгладить смогоопасную ситуацию — сокращение выбросов загрязняющих веществ.

- **Лос-анджелесский тип смога**, или **фотохимический смог**, не менее опасен, чем лондонский. Возникает он **летом** при интенсивном воздействии **солнечной радиации** на воздух, перенасыщенный выхлопными газами автомобилей. При очень слабом движении воздуха или безветрии в воздухе в этот период идут сложные реакции с образованием новых высокотоксичных загрязнителей — **фотооксидантов** (озон, органические перекиси, нитриты и др.), которые **раздражают слизистые оболочки** желудочно-кишечного тракта, легких и органов зрения.



- **Оксиды азота.** Основными источниками выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вискозный шелк, целлулоид. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет **20 млн.т. в год.**



- **Соединения фтора.** Источниками загрязнения являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Фторосодержащие вещества поступают в атмосферу в виде газообразных соединений – фтороводорода или пыли фторида натрия и кальция. Соединения характеризуются токсическим эффектом. Производные фтора являются сильными инсектицидами.




- **Соединения хлора.** Поступают в атмосферу от химических предприятий, производящих соляную кислоту, хлоросодержащие пестициды, органические красители, гидролизный спирт, хлорную известь, соду. В атмосфере встречаются как примесь молекулы хлора и паров соляной кислоты.



- В металлургической промышленности при выплавке чугуна и при переработке его на сталь происходит выброс в атмосферу различных **тяжелых металлов и ядовитых газов**. Так, в расчете на 1 т. чугуна выделяется кроме 12,7 кг. сернистого газа и 14,5 кг пылевых частиц, большое количество соединений **мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути и редких металлов, смоляных веществ и цианистого водорода**.

# Аэрозольное загрязнение атмосферы (физические загрязнители).

- В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 1-5 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 1 куб.км. пылевидных частиц искусственного происхождения.
- 

## ВЫБРОС ПЫЛИ, МЛН.Т/ГОД

- *Сжигание каменного угля* - 93,600
- *Производство цемента* - 53,370
- *Выплавка чугуна* - 20,210
- *Выплавка меди (без очистки)* - 6,230





- **Выделяют две границы** отделения респираторной фракции от общей массы аэрозоля. Условно эти границы носят названия **PM10 и PM 2,5**, а именно 10 мкм и 2,5 мкм.
- Оценка загрязнения воздуха в соответствии с требованиями **PM10** определяет массу частиц, **проникающих в дыхательную систему человека за гортань**.
- **PM 2,5** позволяет оценить массу частиц **попадающих в альвеолярные отделы** дыхательной системы. Т.о. по итогам измерения загрязнения воздуха аэрозольными частицами в соответствии с PM10 и PM 2,5 можно судить **о влиянии частиц на всю дыхательную систему человека**.

- В связи с этим для частиц, измеренных в соответствии с **PM 2,5** особенно важно знать **химический состав** вещества частиц и его свойства. Такие мелкие частицы способны растворяться в крови, повреждать легочную ткань, препятствовать насыщению крови кислородом воздуха.
- для частиц, измеренных в соответствии с **PM10** кроме химических свойств, необходимо **оценивать биологические** свойства. Более крупные частицы могут нести на себе микробы, быть аллергенами, содержать тяжелые металлы и т.п.



- Основными источниками **искусственных аэрозольных загрязнений** воздуха являются: тепловые электростанции (ТЭС), которые потребляют уголь высокой зольности, **обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы.**
- Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже - оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест.

# Биологические загрязнители воздуха.

- Это прежде всего различные микроорганизмы (бактерии, вирусы). Через воздух распространяются более 20% всех инфекционных заболеваний человека: грипп, корь, коклюш, оспа, дифтерия, скарлатина и др.
- В связи с развитием промышленности микробиологического синтеза – производством кормовых и пищевых добавок, дрожжей, аминокислот, антибиотиков- появились новые загрязнители воздуха в виде микроорганизмов-продуцентов и продукты их жизнедеятельности (ферменты, аминокислоты, белки и пр.). В районах размещения таких предприятий стали возникать аллергические заболевания, изменения иммунного статуса работающих.



# Контроль за выбросами в атмосферу загрязняющих веществ

- **ПДК** - такие концентрации, которые на человека и его потомство прямого или косвенного воздействия, не ухудшают их работоспособности, самочувствия, а также санитарно-бытовых условий жизни людей.
- При обнаружении загрязнения атмосферного воздуха недостаточно знать **какие это вещества и каковы их концентрации**, необходимо оценить, **насколько обнаруженные концентрации превышают допустимый предел**. Для этого и существуют ПДК – своего рода «масштаб» для концентраций.

# Очистка газов от твердых и капельных примесей

- оборудование для улавливания пыли **сухим способом** – циклоны, пылесадительные камеры, вихревые циклоны, электрофильтры и фильтры;



- Принцип действия **ЦИКЛОНОВ** основан на воздействии на частицы пыли центробежных сил, вследствие чего частицы пыли оседают на стенках циклона, а очищенный газ выходит наружу.
- Для очистки больших масс газов применяют **батарейные циклоны** — это несколько параллельно установленных циклонных элементов.
- **Ротационные пылеулавители** — аппарат центробежного действия, более компактные, поскольку как вентилятор, так и пылеуловитель совмещены в одном корпусе.



- **Электрофилтры** – наиболее совершенный сухой способ очистки газов от взвешенных частиц пыли и тумана. Он основан на ударной ионизации газа, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждение последних на осадительных и коронирующих электродах.
- В промышленности используют конструкции сухих и мокрых электрофилтров.





- Для тонкой очистки газов используют **фильтры**, в которых процесс фильтрации состоит в задержании частиц примесей **на пористых перегородках** при движении через них дисперсных сред.
- Фильтрующие элементы изготавливаются из различных материалов – **перхлорвиниловых волокон, войлока из синтетических волокон, стеклоткани, различные нетканые материалы.**



- **Фильтры Петрянова**

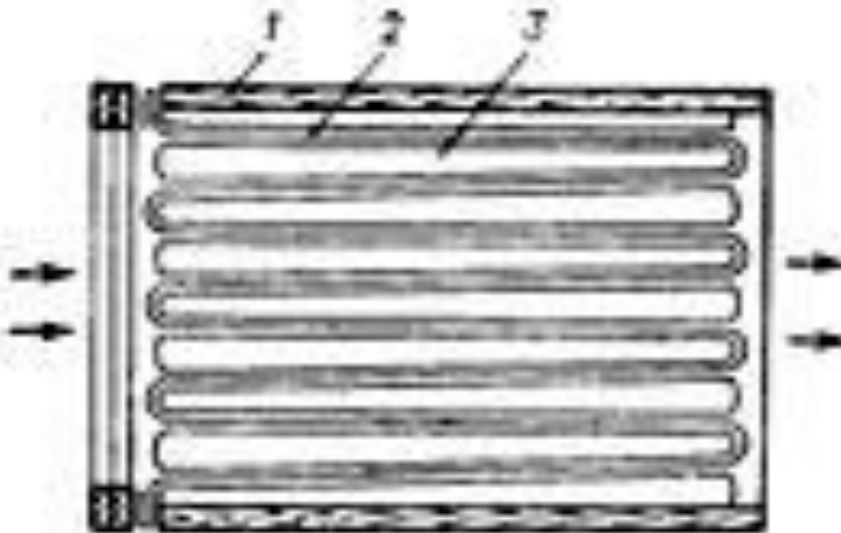


Рис. III.30. Конструкция фильтра с фильтрующим материалом ФП  
1 — корпус; 2 — выхлопная плита; 3 — материал ФП



Рис. III.31. Фильтр рамочный бумажный  
1 — фильтрующая бумага; 2 — сетка

# МОКРЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

- Аппараты мокрой очистки газов широко распространены, поскольку являются высокоэффективными при очистке от мелкодисперсных пылей (0,3-1,0 мкм) и пыли горячих и взрывоопасных газов.
- Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность либо капель жидкости, либо пленки жидкости под влиянием сил инерции и броуновского движения.



- Наиболее применимы на практике **скрубберы Вентури**, в которых основная часть аппарата – **сопло Вентури**, куда подводится запыленный воздух и жидкость на орошение. Аппараты выпускаются в различных вариантах: **форсуночные, центробежные скрубберы**.
- К мокрым пылеуловителям относят и **барботажно-пенные пылеуловители**, в которых загрязненный газ проходит через специальные **решетки, барботируя через слой жидкости и пены**, при этом частицы пыли осаждаются на внутренней поверхности пузырей.



# Промышленная очистка воздуха





- Благодаря фильтрам серии **Даламатик** с противоточной продувкой сжатым воздухом (пневматическая система регенерации), обеспечивается качественная промышленная очистка воздуха на предприятиях.











- Промышленные фильтры для очистки воздуха от мелко- среднедисперсной сухой пыли, сварочных и паячных дымов, хим. испарений и запахов предназначены для самых различных областей промышленности, включая пищевую, фармацевтическую и химическую... Очистка до 32 тыс. куб.м воздуха в час. Эффективность очистки воздуха до 99,99%.

