

BOBK A.A.
КРАВЕЦ В.Г.
САМЕДОВ А.М.
РОГОЖНИКОВА В.И.
КПИ, Киев, Украина

ZAGADNIENIA OCHRONY ATMOSFERY PRZED ZANIECZYSZCZENIAMИ

Streszczenie. Zanieczyszczenie atmosfery może być pochodzenia naturalnego i spowodowane działalnością człowieka. W artykule autorzy przedstawili źródła zanieczyszczenia.

THE PROBLEMS ATMOSPHERE PROTECTION AGAINST POLLUTION

Summary. Pollution of atmosphere can be of natural and origin caused by human activity. Sources of this pollution have been presented by the authors.

В соответствии с Общеввропейской конвенцией по вопросам загрязнения атмосферы загрязнением ее считается прямое или косвенное попадание в воздушный бассейн любого вещества в таком количестве, которое воздействует на качество и состав воздуха, нанося вред людям, живой и неживой природе, экосистемам, природным ресурсам – всей окружающей среде. Согласно основным принципам конвенции, загрязнением атмосферы, помимо выбросов в воздух материальных частиц, считается также приводящие к ущербу выбросы энергии. Таким образом шум, вибрации, излучения, ударные воздушные волны, нагретая вода в охладителях являются разновидностями загрязнения воздушного бассейна. *Загрязнения воздушного бассейна* может иметь как природное, так и антропогенное происхождение. Природной пыли во всем мире за год выделяется порядка $(770-2200) \cdot 10^6$ т, источниками промышленной пыли, попадающей в атмосферу, являются: тепловые электростанции, металлургическая и химическая промышленность, горнодобывающие предприятия, и предприятия строительных материалов (цементная промышленность, кирпичное

производство, добыча щебня и т.п.), транспортные средства, сельскохозяйственные работы и т.п.

В целом все виды человеческой деятельности приводят к выделению в атмосферу от 960 до $2615 \cdot 10^6$ т промышленной пыли.

При этом на долю транспорта, например, в США приходится 8% выбрасываемой в атмосферу пыли, (в то время как доля тепловых станций достигает 25%, а других промышленных отраслей – 50%) в Германии выброс пыли тепловыми электростанциями и отопительными установками составляет 80%, а на долю транспорта приходится несколько процентов.

В среднем по Северному полушарию процентное соотношение по выбросу пыли основных промышленных отраслей составляет: ТЭС – 27%, металлургия – 31,8% (в том числе 10% литейное производство), предприятия строительных материалов (цементная промышленность, кирпичное производство, добыча щебня и т.п.) – 8,1%, на долю химических производств приходится 1,3%, по транспорту в целом данные отсутствуют, однако можно предполагать, что не превышает 3-5% и имеет тенденцию к уменьшению, как за счет улучшения качества дорог и транспортных средств, так и в результате опережающего роста энергетических, металлургических, химических и иных промышленных мощностей.

Однако, доля пыли в общем балансе загрязнений воздушного бассейна составляет всего 10%, в то время как в него поступает до миллиона различных загрязнителей органического происхождения. Основными примесями являются окись углерода(32%), двуокись серы(15%), углеводороды(12%), оксиды азота(5%).

В атмосфере Земли постоянно находится не менее 250 млн. взвешенных частиц (аэрозолей), не считая вредных газообразных примесей (их количество достигает 90% от общей массы загрязнителей). С учетом выброса в атмосферу морских солей (до 3 млрд. т в год) объем выброса всех видов аэрозолей может превышать 2,5 млрд.т, из них от 5 до 50% имеют антропогенное происхождение. В результате хозяйственной деятельности человека в атмосферу ежегодно выбрасывается 15 млрд. т углекислого газа, до 450 млн. т серы, до 5000 т бенз-(а)-пирена, в околосемной оболочке атмосферы поглощается до 10 млрд. т кислорода. Но уже к концу XX столетия годовой выброс углекислого газа превысит 43 млрд. т, двуокиси серы – 355 млн.т, азотных соединений – 180 млн.т. Содержание в атмосфере Земли кислорода находится в пределах $1,2 - 10^{15}$ т, и ежегодно запас его пополняется на $7 \cdot 10^{10}$ т за счет фотосинтеза, в том числе $5,5 \cdot 10^{10}$ т его продуцируют леса. В настоящее время техносфера поглощает его в 15 раз

больше чем все живое на Земле. Углекислого газа в атмосфере Земли содержится $2 \cdot 10^{12}$ т. Техногенные выбросы приведут к увеличению его содержания в атмосфере к 2025 г. на 40-42% по отношению к уровню 1958 г.

В настоящей работе мы вкратце остановимся на экологических проблемах угольной и рудной промышленности, а также более детально рассмотрим влияние транспортной инфраструктуры на региональную экологическую ситуацию.

Источником загрязнения воздушной среды в горнодобывающей промышленности являются буровзрывные работы, погрузка и транспортирование горной массы, а также отвалы пустой породы (террикоиники). Внутри последних в следствие самовозгорания длительное время идет горение угля и пирита, сопровождающееся выделением сернистого газа, оксидов углерода, продуктов возгонки смолистых веществ.

При производстве массовых взрывов на карьерах газо-пылевое облако поднимается на высоту в несколько сотен метров, т.к. температура облака гораздо выше температуры окружающего воздуха. Под воздействием воздушного потока облако переносится в сторону на значительное расстояние, которое зависит от скорости ветра. При переносе облако рассеивается и с увеличением расстояния от места взрыва повышается доля выпадаемой на Землю мелкодисперсной пыли. Так, на расстоянии 90 м от массового взрыва количество пыли размером больше 4 мкм может достигать 9,9 % общего количества, а размером меньше 1,4 мкм – 65,7%. На расстоянии 600 м количество пыли размером более 4 мкм уменьшается до 3,7%, а размером меньше 1,4 мкм может достигать 79,9 %. Объем газо-пылевого облака при массовых взрывах составляет 15-20 млн. м³, концентрация пыли в облаке колеблется в пределах от 680 до 4250 мг/м³, удельное пылеобразование составляет 0,043-0,254 кг на 1 кг взрываемого ВВ. При массовых взрывах высота газо-пылевого облака достигает 1600 м. Концентрация СО в верхней части облака достигает 0,04 % и двуоксида азота – 0,007%(в момент выхода из карьера через 1,5 – 2 мин. после взрыва). Время рассеивания облака за пределами карьера может длиться до получаса. Развитие горных работ с углублением карьеров до 150-200 м уже приводит к тому, что в безветренные дни и дни температурной инверсии(количество таких дней в году, в зависимости от климатических условий, насчитывается от 30 до 80) работы в карьерах из-за загрязнения воздуха приостанавливают на несколько смен.

Карьерная пыль качественно отличается тем, что в ней в больших количествах содержится свободная окись кремния в кристаллическом состоянии. Двуокись кремния вызывает профессиональную болезнь – пневмокониоз, пылевой туберкулез.

Единовременное образование вредных газов и пыли в процессе взрыва сопровождается адсорбцией этих газов поверхностью твердых частиц пыли. По данным некоторых зарубежных исследований [2] такая пыль содержит окиси углерода до 0,09 мг на 1 г пыли и двуокиси азота от 0,1093 до 0,1839 мг на 1 г пыли. Выделение в атмосферу сернистых и азотных соединений представляет чрезвычайную опасность. В процессе перемещения в атмосфере выбросы окиси серы и азота превращаются в серную и азотную кислоты, выпадая на Землю иногда за сотни и тысячи километров от места их выброса. Они наносят ущерб растительности, здоровью людей, способствуют загрязнению земель и водных ресурсов, разъедают постройки, металлические конструкции и транспортные средства в размерах, оцениваемых многими миллиардами долларов (только по 17 восточным штатам США этот ущерб исчисляется цифрой 10 млрд долларов в год, в том числе от коррозии металлов – 7 млрд. В Германии ущерб, причиняемый выбросами листьям деревьев, затронул более 50% их общей площади, в тысячах озер Европы и Северной Америки уровень кислотности повысился настолько, что естественная популяция рыб либо сократилась, либо полностью исчезла.

Таким образом снижение выбросов вредных газов в атмосферу превращается в одну из первоочередных проблем улучшения экологической ситуации в горнодобывающей промышленности и должно осуществляться в следующих направлениях:

Необходимо незамедлительно приступить к разработке технологий утилизации породы старых терриконов путем переработки их в дорожно-строительные материалы (щебень, связующие и т.п.). В тоже время следует исключить складирование пустой породы горных предприятий во внешние отвалы, используя для этого лишь выработанное пространство шахт и карьеров, либо овраги и другие пустоты в земной коре.

Известно, что при ведении взрывных работ один кг тротила оставляет только в горной массе более 50 л окиси углерода и окислов азота, 7 л и более даже на расстоянии 10-30 м от забоя. При ежегодной потребности Украины в промышленных ВВ 170-180 т при удельном образовании оксида углерода 70-110 л/кг и окислов азота 5-8 л/кг в атмосферу выбрасывается от 10 до 20 млрд л оксидов углерода и от 1 до 1,5 млрд л окислов азота. При удельном расходе ВВ 0,37-1,03 кг/м³ в воздух выбрасывается от 0,03 до 0,17 кг пыли на 1 куб.м горной массы. Основными направлениями улучшения экологической ситуации в горнодобывающей промышленности, помимо решения проблемы отвалообразования следует считать совершенствование технологии буровых и взрывных работ, способствующих более полной детонации ВВ, улучшению

качества забойки, снижению удельного расхода, а также замену существующего ассортимента ВВ более экологически благополучными рецептурами, в частности эмульсионными составами.

Фундаментальным решением задачи следует считать пересмотр структуры энергообеспечения промышленности за счет снижения добычи твердых и повышения удельного потребления жидких и газообразных энергоресурсов, а также возобновляемых энергетических источников (энергия солнца, ветра, термальных вод). На территории Украины разведаны около 50 месторождений нефти, более 200 газовых и газоконденсатных месторождений, в Акватории Черного моря сосредоточены огромные ресурсы природного газа в гидратном состоянии. К настоящему времени в глубоководной части впадин и континентального склона Черного моря выявлено 5 крупных газогидратных полей (из них 3 в пределах Украинского шельфа) с запасами газа от 20 до 50 Гт. Обычно под ними имеются скопления природного газа или нефти, что еще больше повышает ценность газогидратных месторождений. По данным российских ученых запасы газогидратов в сотни раз больше суммарных запасов угля, нефти и газа во всех разведанных месторождениях. Еще одним источником улучшения экологической обстановки является разработка технологий повторного извлечения полезных компонентов из так называемых техногенных месторождений, т.е. промышленных отходов (хвостохранилищ, отвалов, городских свалок и т.п.). В настоящее время на Украине накоплено более 33 млрд т твердых отходов, на ее территории имеется более 500 техногенных месторождений, комплексная переработка которых в 5-15 раз выгоднее чем традиционная добыча и обогащение соответствующих минералов. В результате могут быть получены полезные минералы с одновременной утилизацией промышленных отходов и меньшей удельной экологической нагрузкой на добычу единицы п.и. (плюс экономия на геолого-разведочных работах, также опасных экологически). Украина продолжает «вырабатывать» ежегодно отходов столько, сколько 12 Европейских стран, вместе взятых. При этом последние перерабатывают ежегодно свыше 400 млн. т этих отходов, получая более 40 млрд дол. дохода (т.е. 100 дол. за т). В качестве примера можно указать на предложение по переработке 5 млрд т железнорудных шлаков в Кривбассе, в результате чего обеспечение черной металлургии сырьем может быть достигнуто бес карьерной добычи в течении по меньшей мере 50 лет. При этом можно сэкономить более 1 млрд. Кв/часов электроэнергии и уменьшить вредные выбросы в атмосферу Криворожского региона на многие миллиарды литров ядовитых газов, т.к. переработка шламов в железнорудный

концентрат будет осуществляться без использования ВМ. Заметим, что производство последних также сопровождается интенсивным загрязнением воздушной среды. Можно также упомянуть о перспективе использования шламов марганцевых обогатительных фабрик в качестве с/х удобрений, уменьшив тем самым масштабы химических экологически опасных производств. Еще одним важным резервом следует считать снижение удельных энергозатрат на единицу добываемого минерального сырья, т.к. в настоящее время на Украине этот показатель превышает средневропейский более чем в три раза.

Одним из существенных источников загрязнения атмосферы является эксплуатируемый автотранспорт, автомобильные дороги, улицы. Последние в экологическом плане следует рассматривать не только как инженерные сооружения, но и как вытянутые в линию предприятия, которые выполняют транспортную работу и при этом генерируют пыль и газы. Кроме того для строительства автомобильных дорог и улиц требуются каменные материалы, добыча которых также сопряжена с выбросами пыли, газов, отрицательным действием ударных воздушных волн и возбуждением сейсмических волн. Влияние автомобильных дорог и движущегося по ним автотранспорта на окружающую среду проявляется в сложном взаимодействии ряда факторов, которые можно разделить на две группы: «дорожные» и «транспортные». К дорожным факторам относятся: занятие под строительство автомобильной дороги и ее сооружений земельных угодий; нарушение единства и целостности природного комплекса; изменение природных комплексов и рельефа местности в период строительства. К транспортным факторам относят шум и загазованность воздушного бассейна, возникающие в результате движения автомобильного транспорта, загрязнение прилегающей к дороге полосы вредными веществами, находящимися в отработанных газах автомобиля, а также в дорожной пыли. Один автомобиль в среднем поглощает ежегодно 4 т кислорода и выбрасывает с выхлопными газами примерно один кг свинца, 800 кг оксида углерода, около 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов [3]. В условиях эксплуатации автомобильный дизель при сгорании одной т топлива выбрасывает 15-18 кг сажи. При этом главной опасностью сажи является перенос канцерогенных веществ, в частности бенз(а)пирена, адсорбирующихся на поверхности ее частиц. В этом случае относительная токсичность сажи становится в 500 раз выше чем окиси углерода. Автомобильные выхлопные газы – это смесь примерно 200 веществ. В них содержатся углеводороды – не сгоревшие или не полностью сгоревшие компоненты топлива, доля которых резко возрастает, если

двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости при старте во время заторов и у красного сигнала светофора, т.е. в городских условиях. Именно в это время выделяется больше всего несгоревших частиц: примерно в 10 раз больше, чем при работе двигателя в нормальном режиме. Помимо окиси углерода и оксида углерода (содержание его при работе двигателя в нормальном режиме 2,7%) в выхлопных газах содержатся альдегиды, обладающие резким запахом и раздражающим действием. К ним относятся акролены и формальдегид, обладающий особенно сильным действием на человека. Из числа неразложившихся углеводородов топлива следует назвать непредельные их разновидности (гексан и пентен). Из-за неполного сгорания топлива в двигателе часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества, в частности полициклические углеводороды, главным из которых является упоминавшийся ранее бенз(а)пирен.

Удельный вес транспорта в загрязнении атмосферы весьма большой: в США процент выбросов окиси углерода достигает 92%, в Германии почти 100%, углеводородов соответственно 49 и 50%. Для расчета концентрации оксида углерода в придорожном пространстве может быть использована следующая методика. Концентрация на бордюре проезжей части (c_p) в мг/м^3 может быть определена из соотношения:

$$c_p = 7,38 + 0,026N + \sum A \quad (1)$$

здесь

N – интенсивность движения автомобилей в двух направлениях: авт/час

$\sum A$ – сумма поправок, учитывающих отклонение заданных условий от принятых, наиболее типичных.

$$\sum A = A_1 + A_2 + A_3 \quad (2)$$

A_1 – отклонение количества общественного и грузового транспорта в общем потоке движения от принятого в расчете 70%; на каждые 10% отклонения принимается поправка 4,6%;

A_2 – изменение средней скорости потока от принятой 40 км/час на каждые 10 км/час дается поправка 12%; до скорости 70 км/час происходит уменьшение концентрации, свыше – увеличение;

A_3 – изменение продольного уклона дороги от нулевого (на каждые 2% принимается поправка 1,5%).

Концентрация СО на расстоянии x от дороги (в интервале 1,5-30 м) в зависимости от интенсивности движения (N) может определяться по следующим формулам [4]

$$c_0 = ax^{-b} e^{-dx}, \quad (3)$$

где:

$$\begin{aligned} a &= 0,035 N + 3,25; \\ b &= e(-44,4 + 7,463 \ln N + 0,0094N); \\ d &= e(0,945 - 0,775 \ln N + 0,00074N); \end{aligned} \quad (4)$$

При $x \geq 30$ м и интенсивности движения $300 \leq N \leq 1100$

$$c_0 = 0,1x + 0,0127N + 3,55 \quad (5)$$

Если вдоль магистрали имеются посадки кустарника, деревьев в один или несколько рядов, снижение концентрации СО за ними может быть рассчитано следующим образом:

а) снижение концентрации за кустарником $c_k = a_1 N + b_1$

б) снижение концентрации за рядами деревьев $c_p = a_2 N + b_2$

в) снижение концентрации при наличии и деревьев и кустарника $c_{кр} = a_3 N + b_3$

здесь :

$$a_1 = N + 2,29; \quad b_1 = 0,44 N + 0,48 \quad (6)$$

N – высота кустарника, м;

$$a_2 = (-0,5 n_i^2 + 5,1 n_i - 3) \cdot 10^{-3}; \quad b_2 = (-0,55 n_i^2 + 10,45 n_i - 4,1) \cdot 10^{-1} \quad (7)$$

$n_i = 1, 2, 3$ – число рядов деревьев;

$$a_3 = (-2,52 n_{ij}^2 + 16,52 n_{ij} - 7,47) \cdot 10^{-3}; \quad (8)$$

$$b_3 = (-0,872 n_{ij}^2 + 5,37 n_{ij} - 2,654), \quad (9)$$

где:

i – число рядов деревьев

j – число рядов кустарника, $i = j$

Концентрация СО на перекрестках определяется путем умножения значения концентрации на наиболее загазованной магистрали на коэффициент α , который равен:

$$\alpha = (1 + N_2 / N_1); \quad (10)$$

где :

N_1 – интенсивность движения транспортного потока по главной магистрали, авт/час;

N_2 – то же во второстепенной магистрали.

Концентрация СО на участках с установившейся скоростью движения потока ($q_{пер}$) рассчитывается по формуле

$$q_{пер} = \frac{(N_{пер} F)^{1/2} [1 + 1,17(H/B)^{3/2}]}{e^{(U_0+1)/3}} \quad (11)$$

где :

$$F = 10^{-4} \cdot 1,75 (10^{-2} \cdot 1,43P + 1)V^2 - 10^{-2} \cdot 2,67(10^{-3} \cdot 5,14P + 1)V + 1 \quad (12)$$

$N_{\text{пер}}$ – интенсивность движения автомобилей на перегоне в двух направлениях, авт/час (≥ 200);

V – скорость потока, км/час (≥ 15);

P – процент грузового движения ($0 \leq P \leq 100\%$);

U_0 – скорость ветра на улице, м/с;

H, B – высота застройки и ширина улицы ($0 \leq H/B \leq 1$).

Таким образом зная интенсивность движения транспорта можно определить уровень загазованности притрассового воздушного пространства и оценить степень опасности для среды обитания.

Из числа мероприятий, снижающих экологическую нагрузку транспортно-дорожных объектов, можно назвать несколько с нашей точки зрения наиболее существенных. К ним можно отнести следующие:

- совершенствование транспортных средств в направлении снижения удельного расхода горюче-смазочных материалов, повсеместное применение фильтров для очистки выхлопных газов, внедрение двигателей внутреннего сгорания на водородном топливе и электродвигателей.
- внедрение менее токсичных дорожно-строительных материалов, особенно покрытий.
- обязательное устройство пылепоглощающих лесополос вдоль дорожных магистралей.
- максимальное уменьшение интенсивности автомобильного движения в городах и населенных пунктах.
- при проектировании и строительстве автодорожных магистралей стремиться к достижению уклонов полотна, приближающихся к уклонам ж/д магистралей.

Указанные мероприятия будут способствовать снижению загрязненности атмосферы в несколько раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВОВК А.А., ВОЕВОДКА А., КУЖЕЯ Е.: Некоторые проблемы экологии в горнодобывающей промышленности. НТУУ «КПИ», ИГМ НАН Украины., Киев:1996-157с.
2. ВОВК А.А., КРАВЕЦ В.Г.: Некоторые проблемы горной и геоэкологии Украины. /В сб. Przemysł wydobywczy – terażniejszość i przyszłość. Kraków 1999 г. s.377-387
3. НИКИТИН Д.П., НОВИКОВ Ю.В.: Окружающая среда и человек. Москва. Высшая школа, 1986.-425с.
4. СКОРЧЕНКО В.Ф.: Разработка технических средств и мероприятий, предотвращающих загрязнение воздушного бассейна автомобильно-дорожной инфраструктуры. Диссертация на соискание ученой ст. д.т.н. Киев.-1995, 520 с.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Zych

Abstract

In accordance with European convention relating to pollution of atmosphere means direct or indirect penetration to atmosphere a lots of different substances which have influence the standard and composition of atmosphere. It is in degree causing to damage people and nature. Pollution of atmosphere can be of natural and origin caused by human activity. Sources of this pollution which are among others have been presented by the authors:

- pollution with dust origin caused by natural and human activity,
- ecological problems of mining (ore and coal mines),
- incinerating mine waste heap, large mining waste heap,
- mining exploitation and explosive works in quarry (unwholesome gases, dust),
- transportation.