

ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ

**О. А. Вовк, канд. техн. наук (НАУ), О. В. Вихор, инж. (Святошинская РДА),
В. Н. Кобасов, В. Н. Громов, инженеры (ННННТ)**

Розглянуто питання впливу транспортних засобів на забруднення атмосфери, приземного простору вулиць в містах, притрасових земельних площ та населених пунктів уздовж автодоріг. Виявлено причини виникнення акустичних коливань внаслідок руху автотранспорту, розроблено рекомендації по боротьбі з ними.

Атмосфера — это внешняя газовая оболочка Земли, механическая смесь различных газов, водяных паров и твердых частиц. Наряду с водой и светом атмосфера является важнейшим экологическим фактором воздействия на живую и неживую природу. Влияние деятельности человека на атмосферу, как, впрочем, и на водную среду и почвенный покров земли столь велико, что приводит к отрицательным последствиям. Положение, которое складывается в отношениях человека с природой, во многих случаях стало критическим.

В настоящее время выбросы вредных веществ в атмосферный воздух превышают 20 млн т/год. Загрязняющие вещества выбрасываются в виде смеси пыли, дыма, тумана, пара и газообразных компонентов. Наиболее распространенными загрязняющими веществами, поступающими в воздушную среду от техногенных источников, являются оксиды углерода (до 37% от общего объема выбросов загрязняющих веществ по Украине), сернистый ангидрид – 30%, окислы азота – 10%, углеродные соединения (пары бензина, метана, пентана, гексина и др.) – 8%, легкие органические соединения – 4%, другие соединения – 11%. Загрязнением атмосферы, помимо выброса в воздух материальных частиц, считаются также приводящие к ущербу выбросы энергии: шум, вибрация, излучения, ударные воздушные волны.

Воздушная среда может быть наружной, в которой большинство людей проводят меньшую часть времени (до 10...15%), внутренней производственной (в ней человек проводит до 25...30% времени) и внутренней жилой (до 60...70% времени). Наружный воздух у поверхности Земли содержит (по объему): 78,01% азота, 20,95% кислорода, 0,032% углекислого газа и некоторое количество инертных газов. Общая масса атмосферы равна $5,2 \cdot 10^{15}$ т, в том числе $3,3 \cdot 10^9$ т озона, защищающего нас от губительных солнечных излучений и подвергающегося разрушительным техногенным воздействиям, уже вызывающим тревогу мировой общественности [1]. Не менее важным фактором является все возрастающий выброс в атмосферу углекислого газа, создающего угрозу парникового эффекта в глобальном масштабе.

По уровню загрязнения на единицу территории Украина занимает первое место в Европе. Так, в Донецко-Приднепровской зоне удельный выброс загрязняющих веществ составляет 35 т/км² (в Донецке и Донецкой области – 110 т/км²), в Южной и Юго-Западной зонах – соответственно 7,1 и 7,8 т/км², в среднем по Украине – 26 т/км². Таким образом, более 15 % территории Украины приходится на зоны экологического бедствия [2, 4]: Донбасс, Кривбасс, Приднепровье (табл. 1).

Таблица 1. Количество загрязняющих веществ по областям в 2000 г.

Область	Количество загрязняющих веществ, млн т	%
Донецкая	1,6	40,2
Днепропетровская	0,78	19,8
Луганская	0,43	10,8
Запорожская	0,23	5,8
Харьковская	0,144	3,6
Ивано-Франковская	0,14	3,5
Киев и Киевская область	0,113	2,9
Львовская	0,11	2,8
Другие	0,42	10,6

По статистике [3] 90% газообразных, жидких и твердых выбросов образуется в городах, 10% – в сельской местности. В настоящее время в 80 городах Украины загрязнение воздушной среды во много раз превышает допустимые нормы. Наихудшая экологическая ситуация в Кривом Роге, являющемся центром горнодобывающей, металлургической, строительной промышленности. На его долю приходится 8% от общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Это представляет колоссальную угрозу для жителей города.

Одним из основных источников загрязнения атмосферы является транспорт. В США вредные выбросы в атмосферу превышают 200 млн т/год (почти 1 т/год на человека), из них на мобильные источники загрязнения (транспорт) приходится 60,6%. В некоторых городах (Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Токио) эта цифра достигает 90% [3, 4].

Главным источником вредных веществ являются отработанные газы [5]. В 1994 году выброс в атмосферу газов всеми видами транспортных средств в Украине составил 2,146 млн т, то есть более 10% от общей массы выбросов. Отработанные газы автомобиля содержат до 200 компонентов, многие из которых токсичны (СО, NO_x, углеводы C_mH_n, в том числе бензопирен C₂₀H₁₂, двуокись серы). Один автомобиль при годовом пробеге 150 тыс. км в среднем сжигает 4350 кг кислорода и выделяет 3250 кг СО₂, 530 кг СО, 93 кг углеводородов и до 1 кг свинца. В табл. 2 приведены данные по объемам выброса токсичных веществ двигателями внутреннего сгорания [6].

Таблица 2. Объем выбросов токсичных веществ при сгорании 1 т дизельного топлива и бензина

Наименование загрязняющего компонента	Удельный выброс, т/т	
	дизельное топливо	бензин
Оксид углерода CO	0,1	0,6
Диоксид азота	0,04	0,04
Углеводороды C _m H _n	0,03	0,1
Диоксид серы SO	0,02	0,002
Сажа	0,0155	0,00058
Соединения свинца (при использовании этилированного бензина)	–	0,0003
Бензопирен C ₂₀ H ₁₂	0,31·10 ⁻⁶	0,231·10 ⁻⁶

Внегородские автомобильные дороги оказывают свое специфическое влияние на природные комплексы посредством дорожной пыли, тяжелых составляющих отработанных газов автомобиля и продуктов износа самих транспортных средств. Эти вредные компоненты постоянно находятся во взвешенном состоянии над проезжей частью и за счет ветра и диффузии оседают на различных расстояниях от дороги. Каждый автомобиль ежегодно рассеивает в атмосферу около 10 кг резины, в которой имеются канцерогенные вещества и тяжелые металлы.

Большое количество пыли образуется при движении по грунтовым дорогам. Источником пыли на автодорогах является пыль, принесенная с прилегающих полей, грязь, затаскиваемая колесами с грунтовых дорог и обочин, осевшая пыль от выброса промышленных предприятий. Пыль оказывает вредное влияние на сельскохозяйственные культуры в придорожной полосе: урожайность снижается, а качество ухудшается. Так, например, в некоторых сельскохозяйственных районах урожайность зерновых на полосе до 20 м снижается на 30%, картофеля – на 15%.

Существует несколько методик расчета оксида углерода в притрассовом пространстве. На бордюре проезжей части концентрацию CO, мг/м³, определяют по формуле

$$C_p = 7,38 + 0,226N + \Delta A, \quad (1)$$

где N – интенсивность движения автомобилей в двух направлениях, автомобилей/ч; ΔA – поправки, учитывающие отклонение заданных условий от принятых,

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

где 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 транспортного потока от принятой 40 км/ч, на каждые 10 км/ч поправка 12%; до скорости 70 км/ч происходит уменьшение концентрации, выше этой скорости – ее

увеличение; A_3 – изменение продольного уклона дороги, на каждые 2% принимается поправка 1,5%.

Концентрацию СО на расстоянии L , м, от дороги (в интервале 1,5...30 м) в зависимости от интенсивности движения N определяют по формуле [7]

$$C_p = aL^{-b} e^{dx}, \quad (3)$$

где $a = 0,035N + 3,225$; $b = e(-44,4 + 7,463 \ln N + 0,0094N)$; $d = e(0,945 - 0,775 \ln N + 0,00074N)$.

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

$$C_p = -0,1L + 0,0127N + 3,55. \quad (4)$$

Если вдоль магистрали имеются посадки кустарника, деревьев в один или несколько рядов, концентрация СО за ними рассчитывается следующим образом:

а) за кустарником:

$$C_k = a_1N + b_1; \quad (5)$$

б) за рядом деревьев

$$C_d = a_2N + b_2; \quad (6)$$

в) при наличии и деревьев и кустарника

$$C_{dk} = a_3N + b_3, \quad (7)$$

где $a_1 = H + 2,29$; $b_1 = 0,4H + 0,48$; H – высота кустарника, м; $a_2 = (-0,5n_i^2 + 5,1n_i - 3)10^{-3}$; $b_2 = (-0,55n_i^2 + 10,45n_i - 4,1)10^{-1}$; $n_i = 1, 2, 3$ – число рядов деревьев; $a_3 = (-2,52n_{i,j}^2 + 16,52n_{i,j} - 7,47)10^{-3}$; $b_3 = (-0,872n_{i,j}^2 + 5,37n_{i,j} - 2,654)10^{-1}$; i – число рядов деревьев; j – число рядов кустарника, $i = j$.

Концентрация СО на перекрестке определяется путем умножения значения концентрации на наиболее загазованной магистрали на коэффициент a :

$$C_{п} = C_{м} a; \quad (8)$$

$$a = 1 + \frac{N_2}{N_1}, \quad (9)$$

где $C_{м}$ – концентрация СО на наиболее загазованной магистрали (главная магистраль); N_1 и N_2 – интенсивность транспортного потока по главной и второстепенной магистрали.

Концентрация СО на участках с установившейся скоростью движения потока рассчитывается по формуле

$$C_{пер} = \frac{(N_{пер} \cdot F)^{1/2}}{e \frac{U_0 + 1}{3}} \left[1 + 1,17 \left(\frac{H}{B} \right)^{3/2} \right], \quad (10)$$

где $F = 10^{-4} \cdot 1,75(10^{-2} \cdot 1,43P + 1)V^2 - 10^{-2} \cdot 2,67(10^{-3} \cdot 5,14P)(V+1)$; $N_{пер}$ – интенсивность движения автомобилей на перегоне в двух направлениях, автомобилей/ч (≤ 200); V – скорость транспортного потока, км/ч (≥ 15); P – доля грузового

транспорта ($0 \leq P \leq 100\%$); U_0 – скорость ветра, м/с; H и B – высота застройки и ширина улицы, м $\left(0 \leq \frac{H}{B} \leq \Delta 1\right)$.

При превышении в городах допустимой концентрации окиси углерода и других токсичных выбросов необходимо предпринимать организационные меры по регулированию транспортных потоков в городах и населенных пунктах, через которые проходят автомагистрали, осуществлять полив дорожного полотна и т.п.

Как уже упоминалось ранее, воздушное пространство подвергается также загрязнению шумом, измеряемым в децибелах (дБ). Так, например, уровень шума на расстоянии 1 км при взлете самолета АН-24 достигает 107...110 дБ [3]. Источники шума в городах различны, но основным его источником (до 80%) является транспорт.

На крупных транспортных магистралях уровень шума составляет 85...92 дБ с максимумом звукового давления в диапазоне частот 400...800 Гц. А уже при уровне шума 90 дБ у человека начинаются серьезные нарушения слуха, при 95 дБ вероятность потери слуха равна 50%, при 105 дБ происходит полная потеря слуха у всех людей, подвергаемых шумовому воздействию [4].

Очень опасны также источники инфразвуковых колебаний и связанных с ними вибраций. Инфразвук представляет собой волновое колебание упругой среды с частотой менее 20 Гц и характеризуется инфразвуковым давлением (Па), интенсивностью (Вт/м^2), частотой колебаний (Гц).

Основными источниками инфразвука являются двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели, вентиляторы, компрессоры, дизельные установки, машины и механизмы, совершающие возвратно-поступательное или вращательное движение с повторением цикла менее 20 раз в секунду. Мчащийся со скоростью более 100 км/ч автомобиль является источником инфразвука, образуящегося за счет срыва встречного потока воздуха позади автомобиля [8].

Такие колебания человек не слышит, но чувствует. Инфразвук характеризуется высокой проникающей и биологической способностью. Он может оказать сильное воздействие как на состояние, так и на поведение людей (легкая тошнота, ощущение вращения, непроизвольное вращение глазных яблок и чувство дискомфорта) и является потенциально опасным для здоровья человека. При воздействии инфразвука на человека стенка брюшного пресса входит в резонанс на частоте 3...5 Гц. Инфразвук вызывает усиленные колебания внутренних органов человека, затрудненное дыхание, изменение ритма сердечных сокращений, общее недомогание, сдвиг порога сжимаемости на высоких частотах, утомление, головную боль и т.д. Высокий уровень инфразвука может вызвать нарушения функции вестибулярного аппарата и привести к головокружению, головным болям, снижению внимания, уменьшению работоспособности, появлению чувства страха. Предполагают, что инфразвук оказывает сильное влияние на психику людей.

В соответствии с нормативным документом [9] уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц не должны превышать 105 дБ, а в полосах с частотой 32 Гц – 102 дБ. Большая длина волны позволяет инфразвуку распространяться в атмосфере на значительные расстояния, достигающие десятков тысяч километров. Поэтому инфразвук на пути его распространения невозможно остановить с помощью строительных сооружений или средств индивидуальной защиты. Меры борьбы с инфразвуком необходимо применять непосредственно к источнику его возникновения.

К таким мерам можно отнести:

- увеличение частот вращения валов до 20 об/с и более;
- увеличение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров;
- устранение низкочастотных вибраций;
- конструктивные изменения источников инфразвука, позволяющие перейти из области инфразвуковых колебаний в область звуковых колебаний;
- увеличение быстроходности технологического оборудования;
- снижение интенсивности аэродинамических процессов, скорости истечения рабочих тел в атмосферу;
- звуковую изоляцию;
- поглощение звуковой энергии при помощи глушителей шума.

Что касается одного из главных направлений по защите от вредного воздействия излучений – защиты растениями, то в данном случае этот принцип практически неприменим вследствие малой степени затухания инфразвука при его распространении в воздушной среде.

1. Браундтланд Г. Х. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. – ЕКСОР, 1987. – Ч. 1–3.
2. Куркуленко С. Охрана окружающей среды как неотъемлемая часть программы научно-технического развития Донецкой области на период до 2000 г. // Рідна природа. – 2002. – № 1. – С. 26–30.
3. Экология города (под ред. проф. Ф. В. Стальберга). – К.: Либра, 2000. – 462 с.
4. Кучерявий В. П. Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 499 с.
5. Безугла Э. Ю., Зайцев А. С. Чем дышит город // Экологическая альтернатива. – Прогресс, 1990. – С. 174–193.
6. Пирский А. А., Вовк О. А., Сидоренко Н. А. Некоторые вопросы улучшения экологической ситуации в Украине // Энергетика, экономика, технология, экология. – 2001. – № 2. – С. 17–21.
7. Скорчено В. Ф., Вовк О. А. Экологические проблемы при производстве взрывных работ // Некоторые проблемы экологии в горнодобывающей промышленности. – К.: НТУУ «КПИ», ИГМ НАН Украины. – 1996. – С. 133–145.
8. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под ред. О. Н. Русько. – Л.: Машиностроение, 1989. – 227 с.

9. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – К.: 1999. – 29 с.