

**А. В. Фаткулина, канд. техн. наук**

**Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «Донецкий национальный  
технический университет», г. Горловка**

## **К НЕКОТОРЫМ ВОПРОСАМ ЭКОЛОГИИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

*В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта существенно обострились проблемы воздействия его на окружающую среду. Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения атмосферного воздуха. Кроме того, транспорт является одним из основных источников шума в городах, загрязнения водных объектов и окружающей среды. Дорожные условия движения автомобиля определяют режим работы двигателя, от которого зависит расход топлива и количество выбросов загрязняющих веществ.*

### **Постановка проблемы**

Одной из актуальных проблем транспортно-дорожного комплекса являются выбросы отработавших газов. Из 35 млн т вредных выбросов 89 % приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. Автомобили сжигают огромное количество нефтепродуктов, нанося одновременно ощутимый вред окружающей среде, главным образом атмосфере. Поскольку основная масса автомобилей сконцентрирована в крупных городах, воздух этих городов не только обедняется кислородом, но и загрязняется вредными компонентами отработавших газов. Это уже сегодня приводит к нарушению состава атмосферы, является причиной возникновения устойчивого кислородного голодания. По данным исследований, на главных магистралях г. Горловка концентрация вредных веществ в отработанных газах автомобилей превышает нормативы в 1,7–4,9 раза.

Основная причина загрязнения воздуха заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Всего 15 % его расходуется на движение автомобиля, а 85 % тратится бесполезно. В отработавших газах двигателя внутреннего сгорания содержится свыше 170 вредных компонентов, из них около 160 – производные углеводородов, которые образуются из-за неполного сгорания топлива в двигателе [1, 2].

Отработавшие газы, продукты износа механических частей и покрышек автомобиля, а также дорожного покрытия составляют около половины атмосферных выбросов антропогенного происхождения. Основными выбросами двигателя и картера автомобиля являются: угарный газ, углекислый газ, углеводороды, оксиды азота, оксиды серы, сажа, свинец, альдегиды, твердые частицы и др.

Одним из источников загрязнения воздуха городов является пыль как продукт износа дорожных покрытий. Содержание пыли на дороге может превышать  $100 \text{ мг/м}^3$  при допустимом содержании  $5 \text{ мг/м}^3$ . Каждый автомобиль рассеивает в течение года в атмосферу 10 кг резины с вредными веществами [3].

Автомобильный транспорт и дороги являются также источником загрязнения природных водоемов. В общем случае сточные воды содержат нефтепродукты, поверхностно-активные вещества моющих средств, остатки краски и растворителей, а также песок, глину, другие твердые частицы. Естественно, что без соответствующей очистки сточные воды не могут направляться в водоемы или канализацию и использоваться в оборотном водоснабжении.

### *Цель*

Изучить основные факторы, влияющие на количество загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду от дорожно-транспортного комплекса, а также разработать рекомендации по уменьшению негативного влияния автотранспорта на природу и, в том числе, человека.

### *Изложение основного материала*

Дорожные условия определяют режим работы двигателей, от которого зависит расход топлива и выброс окиси углерода. Условия движения автомобилей на городских улицах и дорогах являются самыми сложными из-за различной скорости движения автомобилей на участках с разными продольными уклонами и с различной степенью неровности. С этой точки зрения улицы и дороги подработанных городов Донбасса представляют максимально сложные условия, способствующие увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу.

Движение автомобиля по неровным покрытиям автомобильных дорог сопровождается непрерывными колебаниями его поддресоренных и неподдресоренных частей, которые вызывают динамические нагрузки на автомобиль и дорожную конструкцию. При движении автомобиля по покрытиям с периодическими неровностями возможен отрыв колеса от поверхности покрытия и последующий удар колеса по покрытию. Скорости автомобиля, при которых происходит отрыв колеса от неровности, являются критическими, по определению проф. А. К. Бируля, и вычисляются по формуле [4]

$$V_{кр} = s_0 \cdot \sqrt{\frac{g}{8 \cdot h_0}}, \quad (1)$$

где  $s_0$  – длина уступа;

$h_0$  – максимальная высота уступа.

Критические скорости для уступов высотой 20 и 30 см находятся в пределах наиболее распространенных скоростей грузовых автомобилей в городах.

При наезде на неровность синусоидального профиля колесо вызывает образование поверхностных волн в покрытии. Скорость вертикального перемещения колеса при столкновении определяется по приближенной формуле

$$V_0 = \frac{2h_0 \cdot V}{s_0}, \quad (2)$$

где  $V$  – скорость движения транспорта.

При скорости движения транспорта 60–80 км/ч, высоте неровностей 5–20 мм и шаге неровностей 3–5 м скорость столкновения колеса с покрытием составляет 3,2–15 см/с. При коротких неровностях скорость столкновения может колебаться от 16 до 75 см/с.

Скорость удара на уступах может достигать значительных величин, особенно при малых длинах уступов. Для характерного уступа высотой 10 см и длиной 5 м скорость удара колеблется от 0,22 до 1,11 м/с, а для городских условий, где скорость движения автомобилей ограничена до 40–60 км/ч, составляет 0,22–0,67 м/с.

Состояние уличной сети городов Донбасса находится в особо неудовлетворительном состоянии на исходе цикла весеннего оттаивания. Этому в немалой степени способствует выпуск на улицы тяжелых автомобилей с большой статической нагрузкой на колесо.

Проблема влияния шахтных подработок на состояние дорожного покрытия детально исследовалась в свое время в Донецком ПромстройНИИпроекте на двух экспериментальных площадках. Для наших условий подходит первая площадка, размещенная над полем шахты «Углегорская» ПО «Ордженикидзеуголь». В зоне влияния на площадку в течение пяти лет велись горные работы на горизонтах 121, 202, 220 и 340 м, с общей мощностью пластов 5,49 м, и углом падения 68–75°. До подработки и после нее были отобраны образцы почвы с ненарушенной структурой из шурфов, где были заложены реперы, между которыми ежемесячно измерялись расстояния. Данные наблюдений были обработаны, когда горизонтальные деформации растяжения достигли 10 мм/м, а на поверхности земли

образовалась трещина раскрытием 100–110 мм. При этом оказалось, что весовая влажность грунта увеличилась на 6 %, коэффициент влажности – на 5 %, незначительно изменился объемный вес, увеличилась пористость, на 13 % увеличился угол внутреннего трения, на 45 % снизилось сцепление – с 0,079 до 0,043 МПа. Грунты были представлены делювиальными лессовидными суглинками мощностью 4–5 м, очень характерными для Донбасса [5].

Выполненные расчеты соотношения нормативных значений модулей упругости и сцепления суглинков показывают, что зависимость между ними близка к прямо пропорциональной. Это дает основание уменьшать расчетное значение модуля упругости на территориях, подработанных пластами крутого падения, на 45 % от нормативных значений.

Сдвиги земной поверхности вызывают нарушение геомеханической целостности нижележащих слоев грунта, изменение продольных и поперечных уклонов в хаотичных направлениях с нарушением условий работы дорожного водоотвода, ухудшение качественных характеристик, которые приводят к снижению прочности покрытия и земляного полотна.

Автомобильные дороги и их обочины загрязняются разными веществами, которые смываются ливневыми водами в водоемы, являющиеся источником распространения инфекционных заболеваний, которые могут поразить микробами людей и животных.

Поэтому проблема обеззараживания вод является особенно актуальной для всех регионов, особенно промышленных.

Всем известно, что во всех сточных и шахтных водах содержится большое количество патогенных бактерий. Даже в очищенных водах оказываются следующие патогенные энтеробактерии: возбудители брюшного тифа, холерные вибрионы, патогенные кишечные палочки, клебсиеллы; кампилобактерии, которые вызывают кишечные заболевания; легионеллы – возбудители легионеллеза.

В 1 л воды содержание патогенных бактерий может достигать десятков тысяч клеток. Все это может приводить к серьезным вспышкам заболеваний.

Кроме того, в водах могут встречаться более 110 патогенных, особенно для человека, вирусов. Чаще всего это вирусы гепатитов и энтеровирусы.

Особенную опасность составляет попадание загрязненных вод в подземные водоносные горизонты.

В связи с растущим дефицитом водных ресурсов и необходимостью использования для технических потребностей очищенных вод приобрела особое значение необходимость их обеззараживания.

Все эти причины указывают на необходимость решения проблемы улучшения микробиологического качества вод перед их выпуском в водоемы и использования для разнообразных потребностей.

В настоящее время обеззараживание вод осуществляется в основном хлором, что является высокотоксичным фактором по отношению к рыбному хозяйству и всему биоценозу водоемов. Это связано с наличием в обеззараженной хлором воде как остаточного хлора (нормативная остаточная величина его составляет 1,5 мг/л), так и большого количества хлорраминонов и хлорорганических веществ. Кроме того, хлорные хозяйства являются опасными в эксплуатации и для транспортировки хлора требуются большие расходы денежных средств.

Все эти недостатки, присущие хлорированию, стали причиной для массового внедрения за границей станций дехлорирования и метода обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением. Были разработаны программы защиты окружающей среды.

По результатам работы по этим программам на основе серьезных достижений в области электротехники было создано оборудование по обеззараживанию естественных и сточных вод ультрафиолетовым излучением, по своим технико-эксплуатационным показателям приемлемое для станций большой производительности.

В последние 15 лет происходит массовый рост внедрений метода УФ обеззараживание на очистительных сооружениях канализации разной производительности. В настоящее время в странах Европы и Северной Америки эксплуатируется более 2000 станций.

Анализ применения разных методов обеззараживания, проведенный «МосводоканалНИИпроект» на 162 зарубежных станциях, выявил следующие результаты [6]:

- хлорирование применяется на 103-х станциях (64 % от общего количества);
- в том числе, хлорирование с дехлорированием – на 27-ми станциях (17 %);
- УФ обеззараживание – на 53-х станциях (33 %);
- озонирование – на 6-ти станциях (4 %).

А если выделить только крупные станции (производительностью более 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут), то результаты следующие:

- хлорирование – 40 %;
- хлорирование с дехлорированием – 23 %;
- УФ обеззараживание – 50 %;
- озонирование – 10 %.

То есть, в странах Европы и Северной Америки метод обеззараживания УФ излучением для крупных станций становится самым используемым.

Известные и очень крупные станции УФ обеззараживания в таких городах, как Миннеаполис – 850 тыс. м<sup>3</sup>/сут, Калгари – 1 млн м<sup>3</sup>/сут.

Широкомасштабные работы по применению УФ излучения для обеззараживания сточных вод в странах СНГ были начаты в конце 80-х годов. В работах принимали участие ведущие научно-исследовательские, проектные и производственные организации: НПО «ЛИТ», НИИ Гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, НИИ ЕЧиГОС им. А. Н. Сысина, ГЦ РФ НИИ ВОДГЕО, АО «Ростовводоканалпроект», АО «Автоваз» и др.

На протяжении только последних 3-х лет больше чем на 50-ти действующих очистительных сооружениях проведены исследования по возможности применения метода УФ обеззараживания и определению его технических и эксплуатационных показателей. На ряду объектов коммунального хозяйства были созданы и прошли долговременные испытания крупные опытно-промышленные комплексы [7].

Результаты научных исследований и опытно-промышленных испытаний подтвердили техническую возможность и высокую эффективность УФ обеззараживания в промышленных условиях больших объемов производственно-бытовых сточных вод с показателями качества, которые характерны для традиционных в странах СНГ коммунальных очистительных сооружений канализации эксплуатирующихся по схеме полной биологической очистки. УФ установки также могут успешно применяться для обеззараживания производственных сточных вод, что подтверждено соответствующими исследованиями на предприятиях нефтяной, химической, энергетической, пищевой и других отраслей промышленности.

В СНГ эксплуатируется наибольшая в Европе станция УФ обеззараживания производительностью 290 тыс. м<sup>3</sup>/сут на очистительных сооружениях канализации в Автозаводском районе г. Тольятти Самарской обл. [7].

Наличие в обрабатываемой воде большого количества органических веществ, например, нефтепродуктов, оказывает влияние на длительность межпромывочного периода кварцевых чехлов, который может изменяться от одного до четырех месяцев.

Основной задачей при выборе УФ оборудования является определение эффективной дозы УФ излучения, достаточной для обеззараживания конкретных сточных вод, по микробиологическим показателям качества, которые требуются нормативам.

Для обеспечения наибольшей эффективности при внедрении технологии УФ обеззараживания процесс разработки и внедрения должен включать следующие этапы:

- оценка особенностей эксплуатации и показателей качества воды;
- измерение основных характеристик, которые определяют эффективность УФ обеззараживания;
- расчеты и выбор типа УФ оборудования.

### **Выводы**

1. Выполнение мероприятий, позволяющих устранить влияние горных работ на разрушение покрытий улиц и дорог городов Донбасса, позволит исключить избыточные

выбросы отработавших автомобильных газов в окружающую среду и повышенный износ резины колес автомобилей, что нормализует экологическое состояние улиц и дорог.

2. В отличие от хлорирования и озонирования, после действия УФ в воде не образуется вредных органических соединений даже в случае многократного превышения необходимой дозы. Это, в частности, позволяет значительно упростить контроль за процессом обеззараживания и не проводить анализы на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфектанта.

3. УФ облучение летально для большинства водных бактерий, вирусов, спор и простейших. Оно уничтожает возбудителей таких инфекционных болезней, как тиф, холера, дизентерия, вирусный гепатит, полиомиелит и др. УФ излучение инактивирует даже те вирусы, которые не поддаются действию хлора.

4. Метод УФ-излучения безопасный для людей, т. к. отсутствует необходимость применения токсичных хлоросодержащих реагентов, которые требуют соблюдения специальных мер технической и экологической безопасности. Это повышает надежность систем водоснабжения и канализации в целом.

### *Список литературы*

1. Воробьев Е. А. Влияние на экологию автомобилей и дорог / Е. А. Воробьев, Д. В. Шустова // *Материалы Всеукраинской научной конференции. Донецк, 2011.* – С. 173–174.  
Vorobyov Ye. A. Vliyanie na ekologiyu avtomobiley i dorog (Effects of Automobiles and Roads on Environment) / Ye. A. Vorobyov, D. V. Shustova // *Materialy Vseukrainskoy nauchnoy konferentsii. Donetsk, 2011.* – S. 173–174.
2. Воробьев Е. А. Обеззараживание сточных вод, автомобильных дорог ультрафиолетовым облучением / Е. А. Воробьев, О. Л. Петрова // *Автомобильные дороги и дорожное строительство.* – К.: НТУ, 2012. – С. 30–34.  
Vorobyov Ye. A. Obezrazhivaniye stochnykh vod, avtomobilnykh dorog ultrafioletovym oblucheniyem (Ultraviolet Disinfection of Sewage Waters and Automobile Roads) / Ye. A. Vorobyov, O. L. Petrova // *Avtomobilnyye dorogi i dorozhnoye stroitelstvo.* – K.: NTU, 2012. – S. 30–34.
3. Шустова Д. В. Проблемы экологии на транспорте / Д. В. Шустова, Е. А. Воробьев // *Екологічна безпека держави. Тези доповідей Всеукраїнської практичної конференції.* – К., 2012. – С. 16–17.  
Shustova D. V. Problemy ekologii na transporte (Environmental Problems Caused by Transport) / D. V. Shustova, Ye. A. Vorobyov // *Ekologichna bezpeka derzhavy. Tezy dopovidey Vseukrainskoi praktychnoi konferentsii.* – K., 2012. – S. 16–17.
4. Методи вирішення знезараження шахтної води від бактерій / Є. О. Воробйов, М. О. Ніколенко, В. М. Друк, А. К. Чудовська // *Вісті автомобільно-дорожнього інституту.* – Горлівка, 2007. – № 2 (5). – С. 184–190.  
Metody vyrishennia znerazhennia shakhtnoi vody vid bakteriy (Mine Water Disinfection Methods and Techniques) / Ye. O. Vorobiov, M. O. Nikolenko, V. M. Druk, A. K. Chudovska // *Visti avtomobilno-dorozhnogo instytutu.* – Horlivka, 2007. – № 2 (5). – S. 184–190.
5. Воробйов Є. О. Вирішення екологічно-небезпечних проблем при застосуванні технологій знезараження стічних вод / Є. О. Воробйов, М. О. Ніколенко, А. К. Чудовська, Г. П. Василенко // *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету № 81.* – Луганськ, 2008. – С. 275–281.  
Vorobiov Ye. O. Vyrishchennia ekologichno-nebezpechnykh problem pry zastosuvanni tekhnolohiy znerazhennia stichnykh vod (Solutions of Dangerous Problems Caused to the Environment Using Sewage Waters Disinfection Technologies) / Ye. O. Vorobiov, M. O. Nikolenko, A. K. Chudovska, G. P. Vasylenko // *Zbirnyk naukovykh prats Luhanskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu № 81.* – Luhansk, 2008. – S. 275–281.
6. Воробйов Є. О. Знезараження шахтних та стічних вод ультрафіолетовим випромінюванням / Є. О. Воробйов, М. О. Ніколенко, О. І. Чеканова, А. К. Чудовська // *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету № 81.* – Луганськ, 2008. – С. 185–194.  
Vorobiov Ye. O. Znerazhennia shakhtnykh ta stichnykh vod ultrafioletovym vyprominiuvanniam (Ultraviolet Disinfection of Mine and Sewage Waters) / Ye. O. Vorobiov, M. O. Nikolenko, O. I. Chekanova, A. K. Chudovska // *Zbirnyk naukovykh prats Luhanskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu № 81.* – Luhansk, 2008. – S. 185–194.
7. Блецко Н. В. Вирішення питань знезараження шахтної води із застосуванням нових технологій / Н. В. Блецко, А. К. Чудовська // *Всеукраїнська молодіжна научна конференція.* – Алчевськ, 2007. – С. 5–9.  
Bletsko N. V. Vyrishchennia pytan znerazhennia shakhtnoi vody iz zastosuvanniam novykh tekhnolohiy (Solutions of the Questions Concerning Mine Water Disinfection Using New Technologies) / N. V. Bletsko, A. K. Chudovska // *Vseukrainskaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya.* – Alchevsk, 2007. – S. 5–9.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Є. О. Воробйов, АДІ ДонНТУ  
Стаття надійшла до редакції: 18.06.2013