

**А.В. Леванчук**

(Петербургский государственный университет путей сообщения  
им. императора Александра I; e-mail: 5726164@mail.ru)

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОДУКТАМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН**

*Предложен и апробирован метод расчёта количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду при эксплуатации протекторов шин. Представлены результаты химического анализа продуктов истирания, которые содержат в своём составе соединения тяжёлых металлов. Доказана необходимость учёта данного вида загрязнений для обеспечения техносферной безопасности городских агломераций.*

*Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, автомобильный транспорт, продукты эксплуатационного износа, протекторы шин, тяжёлые металлы, мелкодисперсная пыль.*

**A.V. Levanchuk**

## **ENVIRONMENTAL POLLUTION BY PRODUCTS OF THE OPERATIONAL WEAR OF THE AUTOMOBILE TIRES**

*Proposed and tested method of calculating the amount of pollutants emitted into the environment during operation of the tread pattern. Presents the results of chemical analysis of products abrasion containing heavy metals. Must consider this kind of pollution to ensure the safety of technosphere urban agglomerations.*

*Key words: environmental, pollution, motor transport, products of wear, the tyre tread, heavy metals, aspiration dust.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 14 апреля 2014 г.

По состоянию на 1 января 2014 года, парк легковых автомобилей на территории России составил более 37 млн единиц. Доля автомобильного (автобусного) транспорта в общем объёме пассажирских перевозок транспортом общего пользования составляет 58 % [4]. С 1970 г. автопарк страны увеличился в 47 раз, в крупных городах России – Москве и Санкт-Петербурге – в 20 и 25 раз соответственно [4].

По мере дальнейшего развития страны, расширения её внутренних и внешних транспортно-экономических связей, роста объёмов производства и повышения уровня жизни населения значение транспорта и его роль будут только возрастать. В условиях усиления внимания общества к экологическим факторам, контроль вредного воздействия транспорта на окружающую среду имеет большое социальное значение и может оказать значительное влияние на развитие городских агломераций [3].

Ряд исследований загрязнений окружающей среды от автотранспорта в мегаполисах, крупных городских агломерациях и на автотрассах свидетельствует о существенном уровне этих загрязнений не только от выхлопов автомобильного транспорта, но и от химического и мелкодисперсного пылевого и аэрозольного воздействия вследствие износа дорожного покрытия, тормозных колодок, шин, утекания автомобильных масел и технологических жидкостей [2].

В данной статье представлены сведения о количестве и качественном составе выбросов, поступающих в окружающую среду в процессе *эксплуатационного износа протекторов шин автомобильного транспорта*.

Шины транспортного средства несут нагрузку от автомобиля и пассажиров, обеспечивают сцепление с дорогой и управление, обеспечивают плавность хода. Шины производятся из сложной комбинации каучуков, точный состав материала обычно не оглашается. В работе [6] приводится следующий состав материала шин: 7,5 частей – бутадиенстирольный каучук (БСК), 1,5 части – натуральный каучук, 1,0 часть – полибутадиен. В целях получения необходимых эксплуатационных характеристик добавляются металлические или органические присадки. Одной из присадок является вулканизирующая добавка – оксид цинка (ZnO). Концентрация ZnO в протекторе шины варьируется в диапазоне от 1,2 % (легковые автомобили) до 2,1 % (грузовики) [5, 8].

Интенсивность износа шин имеет многофакторный характер (свойства материала, состояние шин и дорожного покрытия, манера вождения, возраст шин и дорожного покрытия, погодные условия и др.).

Срок службы стандартной автомобильной шины составляет 50-60 *тыс. км*, на протяжении которого, по данным Агентства по охране окружающей среды Великобритании (1998 г.), её суммарный вес сокращается на 10 % [7]. Срок службы покрышек грузовиков обычно составляет около 100 *тыс. км*, в зависимости от интенсивности использования грузовика и нагрузки на покрышку. Суммарное количество материала, изношенного на протяжении срока службы шины, варьируется в зависимости от вида транспортного средства и может составлять от 1-1,5 *кг* на одну шину для легковых автомобилей до 10 *кг* на одну шину для грузовика или автобуса.

Исследования Councell и др. (2004 г.) показывают широкий диапазон официально полученных коэффициентов износа для шин транспортных средств малой грузоподъемности [8].

Большая часть шин изнашивается во время ускорения, торможения и движения на повороте и, следовательно, количество изношенной резины будет максимальным при движении в пробках на территории мегаполисов [9]. Установлено, что коэффициент износа шин в 1,5 раза больше при средней скорости, равной 40 *км/ч* (характерной для передвижения в черте города), по сравнению с коэффициентом износа при движении со средней скоростью, равной 90 *км/ч* (характерной для передвижения по скоростным автомагистралям) [10].

В работе [7] указано на то, что износ для покрышек шин транспортных средств большой грузоподъемности превышает коэффициент износа для покрышек транспортных средств малой грузоподъемности, по-видимому, за счёт большей ширины беговой дорожки шины. В работе [10] приводятся коэффициенты износа для транспортных средств большой грузоподъемности и автобусов, составляющие 189 *мг/маш.-км*, и 192 *мг/маш.-км* соответственно. В рабо-

тах [7, 8] указано, что коэффициенты износа шин для транспортных средств большой грузоподъёмности в 5-14 раз превышают коэффициент для транспортных средств малой грузоподъёмности и легковых машин. Разброс значений определяется, вероятно, количеством колёс, различием климатических условий и условий эксплуатации автомобилей.

Необходимость получения данных не только для характеристики эксплуатационных свойств протекторов шин, но и для характеристики воздействия процесса эксплуатации автомобиля на окружающую среду послужила поводом для разработки метода расчёта количества взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду от автотранспортного средства в результате истирания протектора шин. Автор постарался учесть некоторые факторы, приводящие к неопределённости результатов. Формула для расчёта имеет вид:

$$m_{u.n.} = K_t \cdot K_w \cdot n_k \cdot k \cdot \rho_{n.u.} \cdot V_{u.n.}, \quad (1)$$

где  $K_t$  – температурный коэффициент износа;

$K_w$  – влажностный коэффициент износа;

$n_k$  – количество колёс транспортного средства, шт.;

$k$  – коэффициент, учитывающий ресурс шин;

$\rho_{n.u.}$  – плотность материала протектора шины,  $г/см^3$ ;

$V_{u.n.}$  – объём предельного износа рисунка протектора,  $см^3$  в год.

Температурный  $K_t$  и влажностный  $K_w$  коэффициенты износа определяются на основе анализа средних многолетних данных, характеризующих температурный и влажностный режимы территории. Температурный коэффициент учитывает износ в интервале отрицательных и положительных температур, а также период эксплуатации автомобиля в условиях температур выше и ниже  $0^\circ C$ . Влажностный коэффициент учитывает износ в условиях увлажнённого и сухого климата и число дней в году с интенсивностью осадков более и менее 1 мм (для климатических условий Санкт-Петербурга  $K_t$  составляет 1,07,  $K_w$  – 1,12).

Для определения коэффициента, учитывающего ресурс шин  $k$ , следует использовать сведения о среднегодовом пробеге автотранспортного средства и норме эксплуатационного пробега шины [1]. При расчёте на единицу длины (км) пробег следует принимать как 1. Количество веществ, поступающих в окружающую среду при эксплуатационном износе протекторов шин одного автомобиля, представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Количество веществ, поступающих в окружающую среду  
при эксплуатационном износе протекторов шин одного автомобиля**

Показатель	Тип автотранспортного средства		
	Легковой	Грузовой	Автобус
Масса, кг/год	4,88 ± 0,34	68,22 ± 4,09	67,79 ± 3,35

Расчёты, проведённые с использованием предложенной нами зависимости, позволили определить количество загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду г. Санкт-Петербурга, при эксплуатационном износе протектора шин автомобильного парка города и осуществить прогноз до 2020 года (табл. 2).

Таблица 2

**Количество загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду г. Санкт-Петербурга, при эксплуатационном износе протекторов шин и прогноз до 2020 г.**

Показатель	Период		
	2011 г.	2015 г.	2020 г.
Количество, тыс. т/год	18,25 ± 0,07	20,9 ± 0,12	24,2 ± 0,18

Предложенная автором методика позволила установить, что в окружающую среду Санкт-Петербурга ежегодно при истирании протекторов шин поступает  $18,25 \pm 0,07$  тыс. т загрязняющих веществ и в перспективе это количество увеличится к 2020 году до  $24,2 \pm 0,18$  тыс. т.

Изношенный материал покрышек выбрасывается в виде взвешенных в воздухе частиц самого различного размера – от 0,01 до 100 мкм [7, 8, 10].

Естественно, частицы износа шин в основном состоят из соединений, которые используются во время их производства. Согласно результатам оценки, приведенной в работе [6], частицы покрышек состоят на 29 % из элементарного углерода и на 58 % из органического вещества. Известно, что при эксплуатационном износе шин в окружающую среду поступают соединения тяжёлых металлов [5, 9, 10].

При разложении материала покрышек шин в их составе автором выявлены соединения металлов, таких как: цинк, натрий, кальций, калий, алюминий, железо, медь, свинец, магний, барий, марганец, никель, хром, кобальт, кадмий, молибден. Полученные результаты согласуются с результатами исследований [5, 9, 10].

Мелкодисперсные фракции шин очень долгое время могут сохраняться на поверхности дорожного покрытия и в верхних слоях почвы, изменяя её характеристики, поднимаясь в сухую погоду в воздух и попадая в органы дыхания, где она накапливается. Воздействие на организм человека мелкодисперсной пыли, имеющей в своём составе соединения тяжёлых металлов, увеличивает риск эндокринной и онкологической патологии.

По данным [4], к 2025 году Россия по уровню автомобилизации достигнет 400 единиц на тысячу человек, интенсивность неблагоприятного воздействия автомобильного транспорта будет возрастать. Следовательно, при определении экологической нагрузки на окружающую среду для обеспечения техносферной безопасности городских агломераций и при оценке риска здоровью населения необходимо учитывать физико-химические свойства продуктов эксплуатационного износа протекторов шин.

### Литература

1. *РД* 3112199-1085-02. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств (утв. Минтранс РФ 4 апреля 2002 г.).
2. *Решение* Пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации "Приоритеты профилактического здравоохранения в устойчивом развитии общества: состояние и пути решения проблем". 13.12.2013 г.
3. *Транспортная* стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. (утв. 22 ноября 2008 г., № 1734-р).
4. *Маркетинговые* отчёты. Структура и прогноз парка легковых автомобилей в России до 2017 года. <http://www.autostat.ru/all/download/425>.
5. *Brewer P.* Vehicles as a source of heavy metal contamination in the environment: M. Sc. Thesis // University of Reading, Berkshire, UK, 1997.
6. *Cadle S.H., Williams R.L.* Environmental degradation of tire-wear particles // Rubber Chemistry and Technology. 1980. Vol. 53 (7). Pp. 903-914.
7. *Kolioussis M., Pouftis Ch.* Calculation of tyre mass loss and total waste material from road transport // Diploma Thesis, Laboratory of Applied Thermodynamics, Report No 0010, Thessaloniki, Greece, 2000.
8. *Councell T.B., Duckenfield K. U., Landa E. R., Callender E.* Tire wear particles as a source of zinc to the environment // Environmental Science and Technology. 2004. Vol. 38. Pp. 4206-4214.
9. *Camatini M., Crosta G.F., Dolukhanyan T., Sung Ch., Giuliani G., Corbetta G.M., Cencetti S., Regazzoni C.* Microcharacterization and identification of tyre debris in heterogeneous laboratory and environmental specimens // Materials Characterization. 2001. Vol. 46. Pp. 271-283.
10. *Stalnakar D., Turner J., Parekh D., Whittle B., Norton R.* Indoor simulation of tyre wear: some case studies // Tyre Science and Technology. 1996. Vol. 24. Pp. 94-118.