РАЗДЕЛ XXII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдулаев Э.К., Грудинин Н.Н.

Образование мелкодисперсных твердых частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ при эксплуатации автомобильных шин

Санкт-Петербургский горный университет
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-10-2018-179

idsp: 000001:lj-10-2018-179

Интенсивное развитие автомобильного транспорта во всем мире обусловлено увеличением численности автомобилей, их грузоподъемности и скорости передвижения, а также расширением сети автомобильных дорог. По данным Федеральной службы государственной статистики с 2005 г. автопарк России увеличился в 2 раза. В настоящее время по данным Госавтоинспекции в стране зарегистрировано более 56 миллионов единиц автотранспорта.

Доля выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух от автомобильного транспорта является преобладающей по сравнению с выбросами ЗВ промышленных предприятий. В мегаполисах и крупных городах может составлять до 95 % от всех выбросов. Таким образом формируется экстремально высокое загрязнение воздуха, веществами, выделяющимися с отработавшими газами автомобилей.

Загрязнение ОС в зоне интенсивного автомобильного движения происходит еще и взвешенными твердыми частицами из-за эксплуатационного износа протекторов шин, тормозных механизмов и дорожного покрытия.

В данной статье речь идет о выбросах твердых частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$, которые образуются в процессе износа покрышек.

Взвешенные в воздухе частицы образуются в результате взаимодействия между покрышками транспортных средств и дорожного покрытия, а также в момент применения тормозов для снижения скорости транспортного средства. В обоих случаях основным механизмом образования частиц служат срезающие усилия, возникающие во время относительного перемещения поверхностей. Вторичным механизмом является испарение материала с поверхности при высоких температурах, являющихся последствием контакта [1].

Механическое и молекулярное трение между структурными элементами покрышки преобразуется в тепловую энергию, а трение о дорожное покрытие – также в тепло и износ протектора. Температура в той или иной точке шины преимущественно определяется на основе баланса между количеством тепла, создаваемого в данной точке в каждую единицу времени, и возможностью отвода этого тепла. Повышение температуры приводит к уменьшению прочности резины и корда. При повышении температуры от нуля до $100^{\circ}C$ прочность капронового корда снижается примерно на 20%, а прочность резины и связь ее с кордом – примерно в 2 раза. Поэтому выбору оптимальной температуры, обеспечивающей малое сопротивление движению колеса и высокий срок службы шины, необходимо уделять серьезное внимание [2].

В мае 2012 года участники Конвенции ЕЭК ООН «О трансграничном загрязнении воздуха» приняли исторические поправки к Протоколу 1999 года «Гетеборгской Конвенции». Пересмотренный Протокол впервые будет включать в себя национальные предельные уровни для мелких твердых частиц - загрязнителя, концентрация которого в воздухе заведомо превышает стандарты качества воздуха по всей Европе [3,4].

По результатам исследований, проводимых Мосэкомониторингом основным загрязнителем городского воздуха в Москве: более 60% загрязняющих и опасных для здоровья веществ, является истертая в мелкую пыль резина автомобильных шин [5]. Кроме того, при движении автомобилей происходит и износ дорожного асфальтового полотна, в котором также содержится большое количество вредных веществ.

Федеральным центром Госсанэпиднадзора - предприятия резиновой и шинной промышленности включены в список канцерогенно опасных. Установлено, что в шинной пыли присутствуют более 140 химических соединений различной степени токсичности, но особенно опасны для здоровья человека поли ароматические углеводороды и летучие канцерогенные вещества N-нитрозамины [6,7].

Вредные вещества -N-нитрозамины, содержащиеся в мелкодисперсном аэрозоле, выделяемом автомобильными шинами, более опасны для здоровья человека потому, что они, при попадании в бронхи и легкие, в течение нескольких суток переносятся непосредственно в кровь и лимфу человека за счет своей хорошей растворимости в воде и биологических жидкостях. Последствия наличия канцерогенных веществ в тканевых жидкостях организма медицине хорошо известны и часто приводят к летальным исходам [7].

Выполненные в 1997-2001 г.г. исследования химического состава шинной пыли и мелкодисперсного аэрозоля, взятых от протекторов различных шин отечественного и импортного производства позволили определить, что в каждом килограмме шинной пыли и мелкодисперсного аэрозоля количество летучих N-нитрозаминов (канцерогенных веществ) может составлять от 20 до 70 мкг [6,7].

В федеральном законе «Об охране атмосферного воздуха» (с изменениями на 13 июля 2015 года) введено понятие «технический норматив выброса». Технический норматив выброса учитывает массу химических веществ, либо их смеси в расчете на единицу пробега транспортного средства за счет работы его двигателя, без учёта эксплуатационного износа протектора шин, тормозных механизмов автомобиля и многократного истирания дорожного покрытия.

Имеются частные методики расчета концентраций ЗВ в воздушной среде городской улично-дорожной сети на основе стационарной Гауссовской модели дисперсии распространения ЗВ, как отечественные разработанные НИИ Атмосфера г. Санкт-Петербург (программа Эколог), так и зарубежные – CALINE3, CAL3QHC для определения концентраций загрязнения воздуха в относительно несложной местности. Универсальной методики оценки концентрации ЗВ, и в первую очередь, для наиболее приоритетных веществ – взвешенных твердых частиц PM10 и PM2,5 для городских условий функционирования автомобильного транспорта отсутствуют, что не позволяет разрабатывать эффективные мероприятия обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта [8].

Из выше сказанного следует, что создание метода оценки концентраций взвешенных твердых частиц PM10 и PM2,5 на основе экологического мониторинга автотранспортных потоков является актуальной научной задачей.

1. Леонидас Нцахристос, Пол Боутлер «Износ покрышек и тормозов дорожных транспортных средств. Износ дорожного покрытия» 2009 г.
2. Гудков В.А., Рябов И.М., Гудков Д.В., Малинин Н.Н. «Особенности нагрева шин при эксплуатации автомобиля», журнал «Шина плюс»
3. Финансирование деятельности по смягчению глобального изменения климата. /Серия публикаций по энергетике ЕЭК ООН. Нью-Йорк и Женева. ООН, №37, 2010 г.
4. Вестник ЕЭК ООН. Женева, выпуск №9, май 2012 г.
5. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москва в 2011 году. Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 128 с.

6. Хесина А.Я., Кривошеева Л.В., Третьяков О.Б., Корнеев В.А., Реутов С.Л., Ободовская Н.И. «Исследование содержания химических канцерогенных веществ в шинных резинах. Тезисы докладов Российской научно-практической конференции резинщиков», М., 1998 г., с. 441-443.
7. А.И.Хесин, М.Е. Скудатин, В.Н.Ушмодин «Канцерогенная опасность автомобильных шин» Журнал «Национальная безопасность и геополитика России» (Федеральное издание), №10-11(51-52), 2003 г.
8. Перечень методик, используемых в 2016 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб.: АО «НИИ Атмосфера», 2015. – 43 с. Режим доступа: http://www.nii-atmosphere.ru/PUBL/perechen_2016.pdf

Белов А.А.

Аналитическое обоснование параметров тороидального резонатора

*ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-10-2018-180

idsp: 000001:lj-10-2018-180

Аннотация

Актуальность материала заключается в возможном практическом применении для моделирования технологических процессов аналитических зависимостей. Цель работы – обосновать через теоретические зависимости основные параметры тороидального резонатора. Методы, которые применяются в статье – основные уравнения теории электромагнитного поля. Результат – аналитические зависимости электрических параметров тороидального резонатора. Выводы: 1) структурирован тороидальный резонатор; 2) определены параметры колебательного контура.

Ключевые слова: тороид, резонатор, волновод, добротность, частота, колебательный контур.

Тороидальный резонатор имеет особенности структуры по отношению в прямоугольному. Это проявляется различными показателями. Резонатор в форме тороида имеет сравнительно высокую величину добротности. Тороидальный резонатор, наряду с этим, характеризуется положительными свойствами, если его рассматривать в качестве волновода с плоскопараллельными обкладками.

Проведено структурирование тороидального резонатора. Структура тороидального резонатора показана в соответствии с рис. 1. В резонаторах в форме тороида энергия электромагнитного поля концентрируется в среднем уровне центрального отрезка, если рассматривать поперечное сечение. Эту часть наполняет диэлектрик, у которого диэлектрическая проницаемость обозначается ε . В цилиндрической системе координат (ρ, φ, z) волновое уравнение для z -компоненты магнитного поля имеет следующий вид [1]:

$$\frac{\partial^2 H_z}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \cdot \frac{\partial^2 H_z}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 H_z}{\partial z^2} + \varepsilon \frac{\omega^2}{c^2} H_z = 0, \quad (1)$$

где ω – частота волны, c – скорость света в вакууме.

Рис. 1. Структура тороидального резонатора

Задача решается в адиабатическом приближении. Составлено уравнение для магнитной составляющей электромагнитного поля. Поперечное сечение тороидального