

УДК.629.113

*ДУГЕЛЬНЫЙ В.Н., к.т.н., доцент, САВЕНКО Д.В., к.т.н., доцент,  
ЛОГУНОВ А.Ю., ассистент, РОВНЫЙ Е.К., магистрант,  
Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «ДонНТУ», г.Горловка*

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТОРМОЗНЫХ НАКЛАДОК

*В статье проведен анализ фрикционных составов тормозных накладок автомобилей. Рассмотрены преимущества и недостатки используемых в настоящее время фрикционных материалов. Показано негативное воздействие продуктов износа тормозных накладок на окружающую среду и здоровье человека.*

**Ключевые слова:** *тормозные накладки, фрикционные материалы, токсичность, продукты износа, окружающая среда*

### Введение

Требования к тормозным свойствам автомобилей непрерывно ужесточаются. Действующие стандарты и международные документы четко регламентируют пределы тормозного пути и максимальные замедления для различных транспортных средств [1, 2].

Активная безопасность автомобилей, влияющая на безопасность дорожного движения, в значительной мере, определяется конструкцией и эксплуатационными свойствами тормозного управления. Фрикционный материал тормозной накладки является важнейшим составным элементом механической части тормоза [3]. От его состава и процентного соотношения составляющих компонентов зависит эффективность торможения и эффективность тормозной системы в целом. В тоже время продукты износа тормозных накладок являются источником мелкодисперсных частиц (менее 10 мкм), которые оказывают негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека. При длительном вдыхании в легких и бронхах происходит оседание взвешенных частиц, что способствует развитию заболеваний органов дыхания. Отрицательное воздействие пыли на организм человека зависит от ее дисперсности, твердости и формы частиц, их электрического заряда, а также предельно допустимой концентрации (ПДК) в атмосфере.

### Анализ последних достижений и публикаций

Запыленность транспортного потока, его оценка и разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, на сегодняшний день, является приоритетным направлением в развитии разных отраслей промышленности. Анализ процентного соотношения запыленности транспортного потока и его составляющая доля от тормозных накладок отражена в работах [4, 5]. Исследования показали, что объем и интенсивность образования частиц износа тормозных накладок, зависит от их состава, конструкции механизмов и режимов движения транспортных средств. Показано, что при частых резких торможениях эффект усиливается из-за большего износа накладок и даже езда в спокойном темпе представляет опасность. По данным исследований [6], износ тормозных накладок является причиной приблизительно 20% выбросов веществ, загрязняющих атмосферу в дорожном трафике.

### Цель и постановка задач исследования

На интенсивность образования частиц износа, их уровень токсичности и загрязнения воздуха влияют многие факторы: конструкция тормозных механизмов, состав фрикционного материала, режим движения, плотность транспортного потока.

Целью исследования является анализ тенденций развития состава фрикционных материалов, направленных на снижение негативного воздействия продуктов износа тормозных накладок на окружающую среду и здоровье человека.

### **Основная часть**

Требования, выдвигаемые к фрикционным материалам условно можно разделить на требования безопасности – это наличие стабильного коэффициента трения, минимальный износ, стабильность фрикционных свойств, и требования экологичности – снижение вредных для человека и окружающей среды паров и продуктов износа.

Правилами ЕЭК ООН R90 [2] установлены стандарты, которым должны соответствовать тормозные накладки, что предполагает целый ряд испытаний для контроля их эффективности и механических свойств. Для выполнения требований стандартов, предъявляемых к тормозным накладкам, разрабатываются и применяются все более новые и совершенные фрикционные материалы. Примером этому стал запрет на использования асбеста. Современный состав фрикционная тормозных накладок – это сложная смесь, в которую входят около 20 компонентов, каждый из которых усиливает или ослабляет те или иные характеристики. На тормозные качества фрикциона значительное влияние оказывает состав и процентное соотношение используемых компонентов. Хотя составы накладок различны, а фирмы производители держат их в секрете, в то же время можно выделить основные составляющие, присущие каждому фрикциону [7]:

- абразив;
- модификатор трения;
- регулятор трения;
- наполнитель;
- связующий элемент.

Данное разделение условно, в виду того, что все компоненты выполняют неоднозначные функции, но типичное назначение составляющих следующее: абразивы очищают трущиеся поверхности, помогая формировать фрикционную пленку на границе трущихся поверхностей тормозного диска и накладки, а также увеличивают коэффициент трения, особенно в момент начала торможения. Модификаторы трения управляют фрикционной пленкой между трущимися элементами, накладкой и диском, а также дополнительно регулируют коэффициент трения накладки. Регуляторы трения передают большую износоустойчивость составу, как правило, это фибры (волокна) металлов их сплавов или синтетические фибры, например, кевлар. Наполнитель формирует структуру накладки и заполняет пространства между модификаторами трения, регуляторами трения и абразивами. Связующий элемент – это своего рода клей, связывающий компоненты воедино.

Современные типы тормозных накладок следующие: органические, полуметаллические и металлокерамические.

Органические – одни из самых распространенных типов накладок. Накладка содержит органический наполнитель. Обычно, это графит. В качестве наполнителя используется фенолальдегидный полимер, а усилителем структуры являются металлические или синтетические фибры (кевлар, бронза). Данный тип накладок характеризуется температурным диапазоном до 400°C и коэффициентом трения в пределах 0.30...0.50. Недостатком данного типа накладок является относительно низкий коэффициент трения, низкая износоустойчивость, а также интенсивное тепловыделение.

Для полуметаллических накладок характерна способность сохранять стабильный коэффициент трения под воздействием высоких температур. Недостатком является низкий (по сравнению с органическими накладками) начальный коэффициент трения.

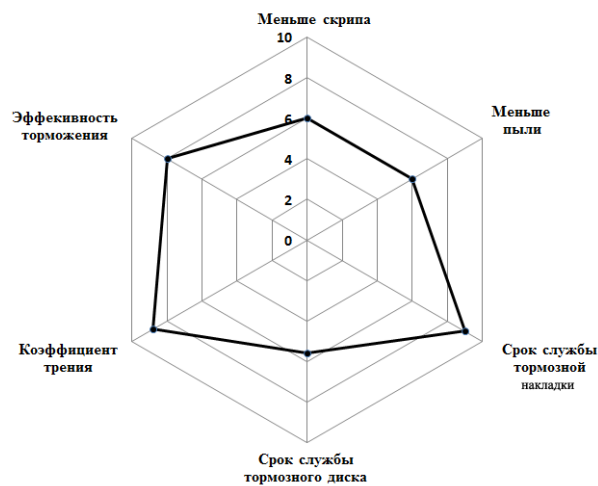
Фирмам производителям не удается совместить высокий коэффициент трения и широкий диапазон температур применения для органических и полуметаллических накладок.

Металлокерамические (спеченные) тормозные накладки – обеспечивают компромисс между широким диапазоном рабочей температуры и устойчивым коэффициентом трения и являются наиболее приоритетными в их использовании при эксплуатации транспортных средств [8]. Накладки выдерживают широкий диапазон температур (до 600°C), сохраняя при этом высокий коэффициент трения. Из-за малого процента железа в своем составе, керамические накладки не скрипят при торможении, а износ тормозных дисков колес менее интенсивен.

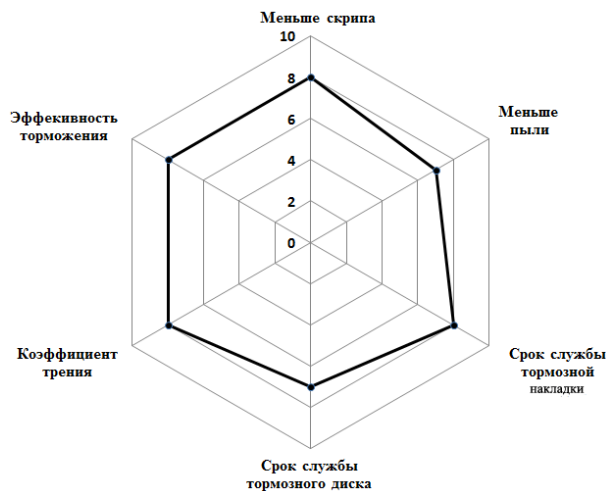
Специалистами фирмы ADVICS CO, LTD были проведены ряд эксплуатационных тестов тормозных колодок с различными составами фрикционных материалов накладок, результаты которых представлены серией диаграмм (рис.1 – 4) [9].

Как видно из серии диаграмм, для различного вида тормозных накладок коэффициент трения и эффективность торможения практически одинаковы, значительно сложнее обеспечить бесшумность работы тормозных механизмов, повысить срок службы тормозного диска и снизить объем продуктов износа.

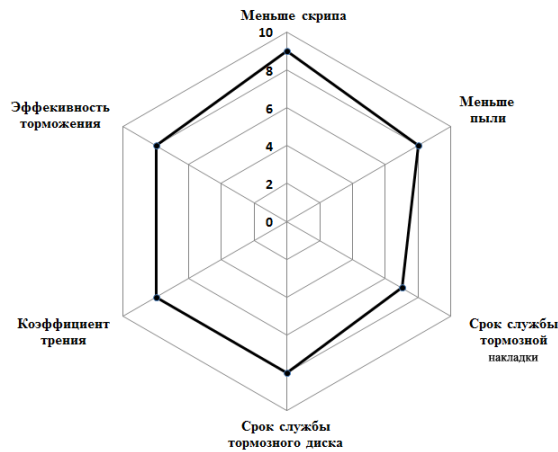
Разработка методики для определения объемов продуктов износа тормозных накладок является приоритетной задачей, а введение нормативной документации по ограничению выбросов будет способствовать снижению негативного воздействия мелкодисперсных частиц на окружающую среду и здоровье человека.



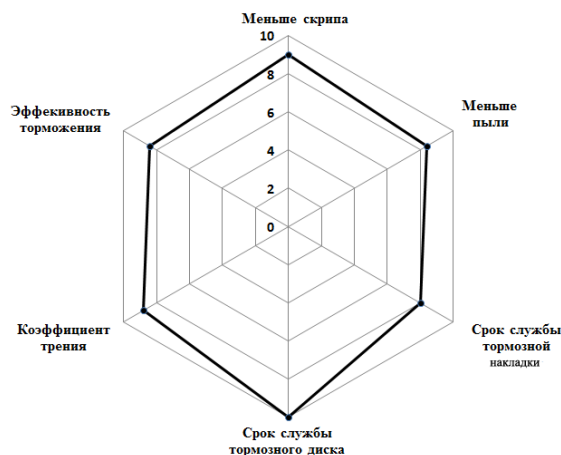
**Рис.1. Результат тестов дисковых колесных механизмов автотранспортных средств с полуметаллическими тормозными накладками**



**Рис.2. Результат тестов дисковых колесных механизмов автотранспортных средств с тормозными накладками с низким содержанием стали**



**Рис.3. Результат тестов дисковых колесных механизмов автотранспортных средств с неметаллическими тормозными накладками**



**Рис.4. Результат тестов дисковых колесных механизмов автотранспортных средств с тормозными накладками ADVICS Premium**

## Выводы

Многочисленные составы фрикционных материалов призваны обеспечить жесткие и противоречивые требования безопасности и эффективности тормозных систем. Оптимальных фрикционных составов на сегодняшний день не существует. Приоритетными должны стать составы тормозных накладок, которые позволяют снизить объемы продуктов износа, а, следовательно, и снизить вред здоровью человека и окружающей среде. Для этого, в первую очередь, необходимо разработать методику оценки объемов и состава продуктов износа тормозных накладок.

## Список литературы

1. Фрумкин А.К. Рабочие процессы и расчеты автомобиля [Текст] / А.К. Фрумкин – М.: МАДИ, 1979. – 74 с.
2. ГОСТ Р 41.90-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения сменных тормозных накладок в сборе и накладок барабанных тормозов для механических транспортных средств и их прицепов. Государственный стандарт России [Текст] . – Введ. 2000-07-01. — М. : Изд-во стандартов, 1999. – 118 с.
3. Томский К.О. Повышение эффективности работы и износостойкости тормозных устройств путем применения биметаллических материалов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.04 / К.О. Томский ; [ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина»]. – М., 2013. – 24 с.
4. Сахно В.П., Аналіз складу основних продуктів зносу автомобільного транспорту / В.П. Сахно, В.М. Дугельний, Д.В. Савенок // Вісник Севастопольського національного технічного університету. – 2013. №143 – С. 142–146.

5. Ревин А. Сравнительная оценка экологичности барабанных и дисковых колесных тормозных механизмов автотранспортных средств / А. Ревин, С. Тюрин, В. Федотов, А. Дроздов // Science – future of Lithuania. Transport Engineering. – Vilnius, 2009. – Vol. 1. – №6 (Vehicle – Environment Interaction).

6. Комаров Ю.Я. Технология очистки воздуха от вредных выбросов движущихся автотранспортных средств / Ю.Я. Комаров, А.А. Рысаков, В.Н. Федотов // Известия ВолгГТУ. – Волгоград, 2004. – Т.1.– С.113 – 118 (Серия «Транспортные наземные системы»).

7. Крылов, В.И. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст] : учеб. / В.И. Крылов, В.В. Крылов. – М. : Транспорт, 1983. – 215 с.

8. Тормозные колодки из США. [Электронный ресурс] / Friction Master. Режим доступа: \www/ URL: <http://www.zamenikolodki.ru/sostav-phrikciona-tormoznoj-kolodki.html/>. – Заглавие с экрана.

9. Hondavodam.ru [Электронный ресурс] : Типы тормозных колодок. Семинар Advics в Новосибирске. Часть 2. / М.Д. Абушаев. Режим доступа: \www/ URL: <http://hondavodam.ru/statji/advics-seminar2.html>. – Заглавие с экрана.

**Дугельний В.М., Савенок Д.В., Логунов А.Ю., Ровний Є.К. Основні тенденції розвитку фрикційних матеріалів гальмівних накладок**

*Анотація.* У статті проведений аналіз фрикційних складів гальмових накладок автомобілів. Розглянуті переваги й недоліки використовуваних у цей час фрикційних матеріалів. Показано негативний вплив продуктів зношування гальмових накладок на довкілля та здоров'я людини.

**Ключові слова:** гальмівні накладки, фрикційні матеріали, токсичність, продукти зносу, навколишнє середовище

**Dugelnyj V.M., Savenok D.V., Logunov A.Yu., Rovnyj E.K. The main trends in the development of friction materials of brake linings**

*Abstract.* The article analyzes the friction brake lining compositions cars. The advantages and disadvantages of currently used in friction materials. Shown adverse effects of wear of brake linings on the environment and human health.

**Keywords:** brake linings, friction materials, toxicity, wear products, environment

Стаття надійшла до редакції 01.06.2013 р.