

УДК 629.113

*ДУГЕЛЬНЫЙ В.Н., к.т.н., доц.; ЛОГУНОВ А.Ю., аспирант,
Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «ДонНТУ»;
ВОЛОВНЕНКО Е.Г., аспирант,
Донецкая академия автомобильного транспорта*

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА И ОБЪЕМЫ ПРОДУКТОВ ЕГО ИЗНОСА

В статье проведен анализ основных внешних и внутренних факторов, от которых зависит износостойкость асфальтобетона а, следовательно, и объемы выбросов твердых продуктов износа дорожного покрытия.

Ключевые слова: асфальтобетон, дорожное покрытие, окружающая среда, продукты износа, износостойкость, факторы износа

Введение

Современный транспорт есть одной из главных движущих сил в общественном и экономическом развитии стран. Благодаря глобализации и интеграции мировой экономики, большинство современных инновационных решений на транспорте обусловлены формированием единой мировой транспортной системы, что приведет к созданию коммуникационной транспортной системы планеты, по которой будут двигаться интеллектуальные транспортные потоки.

Развитие автомобильного транспорта – важное условие функционирования общественного производства и жизни людей. В настоящее время автомобиль стал практически основным видом транспорта для общества. Но он же, к сожалению, и главный глобальный загрязнитель окружающей среды.

Одним из источников интенсивного загрязнения окружающей среды является движение по дорогам транспортных потоков автомобилей (ТПА). Загрязнение происходит за счет образования пыли в приземном слое воздуха вследствие износа шин, тормозных накладок и самого дорожного покрытия. Помимо этого, сама пыль абсорбирует большое количество токсичных компонентов отработавших газов двигателей.

Химический состав и количество пыли, которая образуется в результате изнашивания непосредственно дорожного покрытия, зависят от состава его материалов. На сегодняшний день основным покрытием для общей сети дорог Украины с капитальными типами покрытий является асфальтобетон. Поэтому пыль, которая образуется в результате изнашивания дорог с твердым покрытием, преимущественно состоит из диоксида кремния. Кроме того, в состав указанной пыли входят дополнительно продукты износа вяжущих битумосодержащих материалов, частицы краски или пластмассы от разметки дороги.

Анализ последних достижений и публикаций

Изучению механизма изнашивания и обеспечению износостойкости дорожных покрытий посвящены много научных трудов А.К. Бируля, В.М. Сиденко, Б.И. Ладыгина, Н.Н. Иванова, Н.В. Горельшева, М.В. Немчинова, и др. В работах этих авторов приводятся результаты всесторонних исследований изнашивания асфальтобетонного покрытия.

Некоторыми из перечисленных авторов подробно исследованы отдельные этапы изнашивания дорожных покрытий и установлены объемы износа конкретных материалов покрытий, а также получены обоснованные выводы, имеющие как теоретическое, так и практическое значение. Однако, для более точного прогнозирования интенсивности и особенностей изнашивания

дорожных покрытий, при проектировании и эксплуатации дорог, необходимо учитывать воздействие всех основных факторов износа и степень влияния каждого из них.

Цель и постановка задач исследования

Комплексное оценивание факторов, влияющих на интенсивность изнашивания асфальтобетонного покрытия дорог, при функционировании транспортных потоков автомобилей.

Основная часть

Образование пыли при эксплуатации асфальтобетонных дорог обуславливается их износом. Под изнашиванием дорожного покрытия понимают постепенное уменьшение его толщины, а также возможные разрушения, вызываемые механическим воздействием транспортной нагрузки [1]. Износ покрытия связан с истиранием его структурных элементов, отрывом и уносом с его поверхности зерен песка и раздробленных щебенки [2]. По результатам исследований разных авторов величина износа асфальтобетона колеблется от 0,18 до 2,5 мм в год [1–3]. Износостойкость – сопротивление асфальтобетона действию сил трения, вызываемых проскальзыванием колес автомобиля по поверхности покрытия, и вакуумных сил в пятне контакта колес с дорогой.

Износостойкость асфальтобетона обуславливается целым рядом внутренних и внешних факторов, основные из которых представлены на рис. 1.

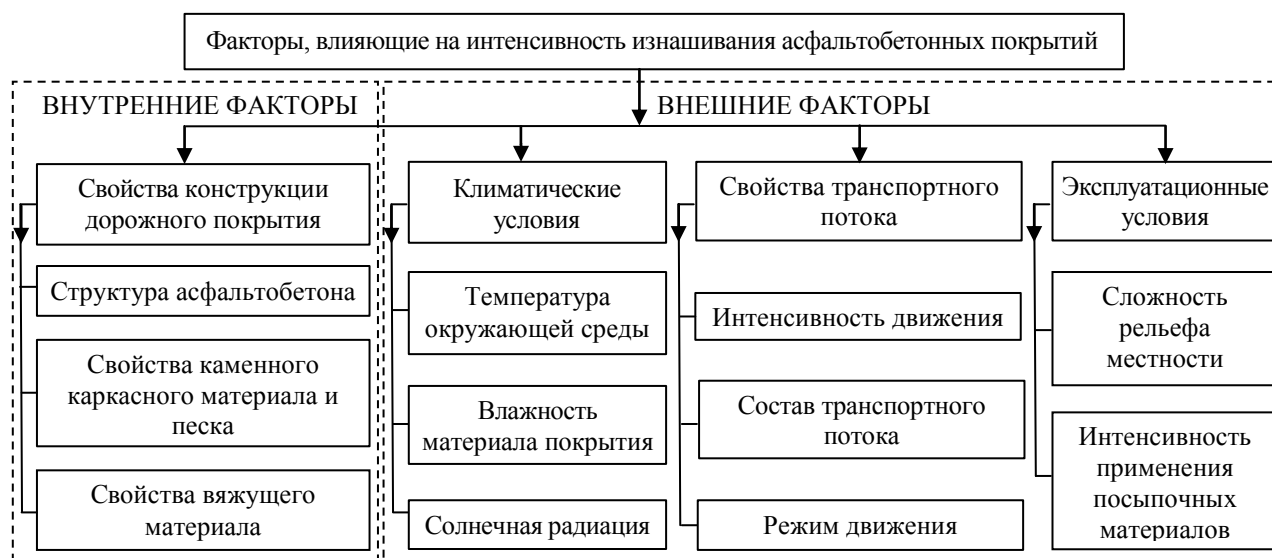


Рис. 1. Классификация основных факторов износа асфальтобетонных покрытий

К внутренним факторам относятся свойства конструкции дорожного покрытия [1, 4, 5]:

- структура асфальтобетона, характеризуемая количественным соотношением компонентов дорожного покрытия и их гранулометрическим составом (относительным содержанием различных размеров минеральных частиц независимо от их химического или минералогического состава), степени уплотнения и остаточной пористости материала покрытия;
- свойства каменного каркасного материала и песка, образующего остов асфальтобетона;
- свойства вяжущего материала (битума).

Влияние гранулометрического состава является довольно существенным в механизме изнашивания. Более стабильный гранулометрический состав способствует увеличению прочностных свойств асфальтобетона и, следовательно, повышает его износостойкость. Однородность асфальтобетона и оптимальное содержание минерального порошка в его составе также умень-

шает износ. Кроме того, износ асфальтобетонного покрытия, значительно зависит от степени его уплотнения (рис. 2) [1].

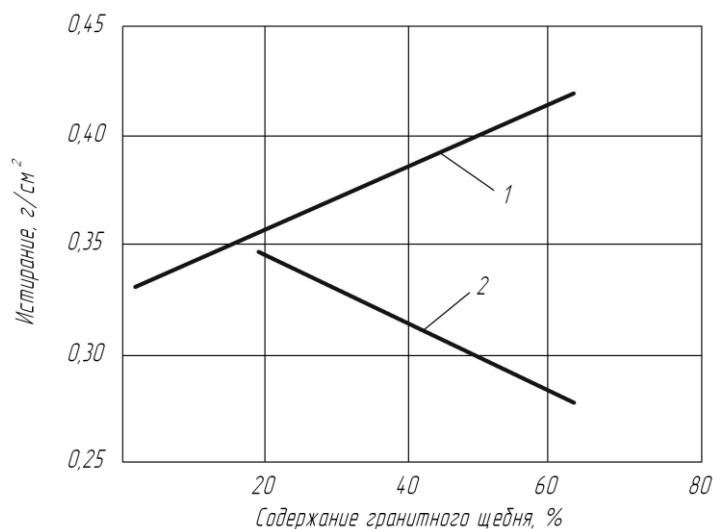


Рис. 2. Истираемость асфальтобетона на круге ЛКИ-2 в зависимости от количества щебня при уплотнении: 1 – прессованием; 2 – вибрированием

Увеличение содержания щебня в смеси, до определенного предела, уменьшает износ материала. Кроме того, сам каменный каркасный материал (щебень) различных пород значительно отличается по своим свойствам: твердости (истираемости), прочности, поверхностной активности, морозостойкости и др. Характеристики истираемости некоторых каменных материалов приведены на рис. 3.

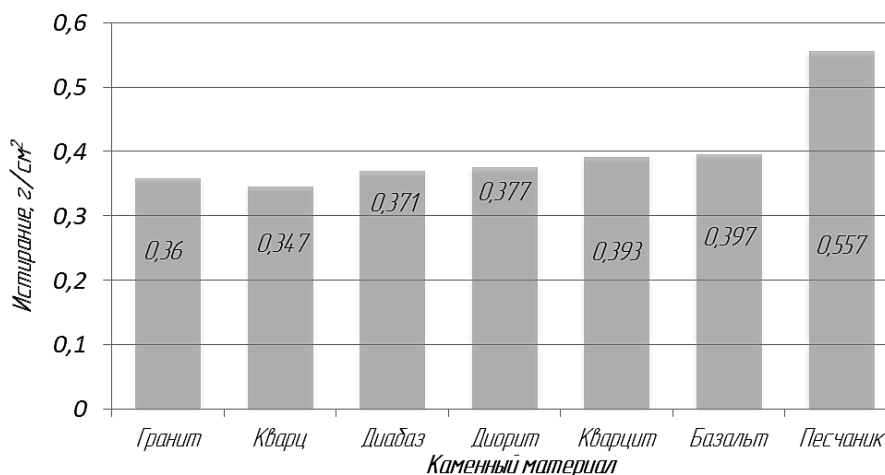


Рис. 3. Характеристики истираемости каменных материалов

Истираемость щебня зависит от свойств каменной породы, из которой он изготовлен. Полиминеральные породы обычно состоят из минералов различной твердости. Истираемость будет определяться твердостью преобладающего минерала в данной породе, его количественным соотношением к другим составляющим и прочностью межзерновых связей данной каменной породы.

Применение щебня загрязненного глинистыми частицами приводит к резкому снижению износоустойчивости за счет вырывания щебенки из поверхности покрытия [6].

Лучшая форма зерен щебня – кубовидная или тетраэдная. Содержание в щебне зерен этой формы зависит не только от свойств горной породы, но и от режима дробления. Данная форма

щебня имеет наиболее высокую сопротивляемость раздавливанию, позволяет получать удобообрабатываемые смеси, характеризующиеся высокой сопротивляемостью сдвигу асфальтобетона. Шероховатая поверхность зерен щебня обеспечивает более прочное сцепление с битумом, что улучшает сопротивляемость щебня отрыву.

Наиболее высокой износостойкостью характеризуется асфальтобетон, который содержит щебень с наименьшей дробимостью в процессе укатки смеси и в период эксплуатации покрытия, имеющий среднюю твердость (очень твердый, как правило, отличается слабым сцеплением с битумом вследствие жесткой и гладкой поверхности зерен) и хорошее сцепление с битумом [3].

Песок в составе растворной части асфальтобетона играет роль твердых зерен минерала в каменной породе, но только с эластичными податливыми связями между собой. Так, истираемость песчаных зерен (кварца) весьма незначительна, но при этом сцепление его с битумом не относится к разряду высоких [1, 3]. Большую величину сцеплением с битумом имеют пески, полученные дроблением основных горных пород (диабазов, базальтов), плотных кристаллических известняков, доломитов. Поэтому минералогический состав играет важную роль, он определяет прочность зерен песка и характер взаимодействия их с битумом.

Сопротивляемость зерен щебня и песка отрыву возрастает с увеличением их прочности и сцепления с битумом [3]. То есть, износостойкость асфальтобетона в значительной мере определяется прочностью межзерновых связей и устойчивостью этих связей под воздействием погодно-климатических факторов. Эти связи обеспечиваются свойствами битума: вязкостью и внутренним сцеплением (когезией), сцеплением с поверхностью минерального материала (адгезией), устойчивостью сцепления в зависимости от климатических условий (влаги, воздуха, температуры, солнечной радиации), а также структурой асфальтовязущего вещества и асфальтобетона в целом.

При исследовании образцов асфальтобетона [1] было установлено, что истираемость асфальтовязущего вещества уменьшается по мере увеличения количества битума рис. 4.

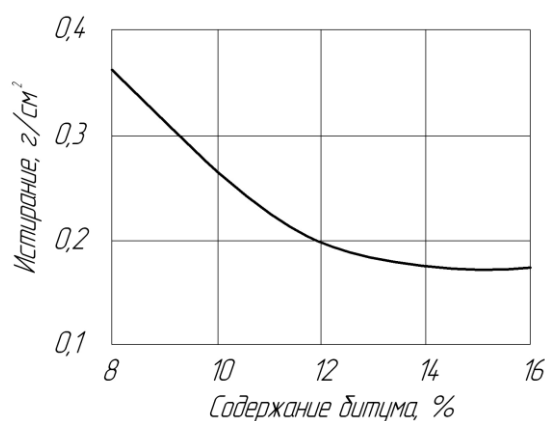


Рис. 4. Истираемость асфальтовязущего вещества на круге ЛКИ-2 в зависимости от содержания битума

К числу внешних факторов, которые влияют на износ асфальтобетона, можно отнести [5]:

- климатические условия;
- свойства транспортного потока;
- эксплуатационные условия.

Неблагоприятные воздействия атмосферных и климатических условий способствуют увеличению износа дорожного покрытия.

Особую роль в механизме износа играет температура воздуха. При ее понижении износ асфальтобетона, как правило, уменьшается, однако значение динамического эффекта воздействия колеса в механизме износа увеличивается. При повышении температуры до 20–30 С износ ас-

асфальтобетона увеличивается, а при дальнейшем росте температуры, характерные для износа и разрушения структуры частично переходят в пластическое деформирование, поэтому дальнейшее увеличение износа практически не наблюдается. Наиболее опасным с точки зрения износа асфальтобетонных покрытий являются небольшие значения положительных температур (до +10 С) в сочетании с избыточным водонасыщением.

Наличие воды на поверхности дорожного покрытия способствует интенсификации процесса изнашивания. Вода ослабляет внутренние силы сцепления, вымывает битум и усиливает эрозию. Находящиеся на поверхности покрытия, загрязняющие пылеватые и глинистые частицы в сухом состоянии создают защитную корку, а во влажном состоянии способствуют диспергированию и вымыванию битума и асфальтовяжущего вещества. Однако, пленка воды на гладкой поверхности покрытия является как бы смазочной прослойкой, уменьшающей силы трения за счет эффекта аквапланирования, при этом значительно уменьшается износ.

Под воздействием кислорода воздуха и солнечной радиации постепенно увеличивается вязкость битума и происходит его старение, приводящее к изменению состава и структуры материала. Покрытие становится более хрупким и ослабевает сцепление битума с минеральными компонентами. Вследствие этого облегчается отрыв частиц песка или щебня от монолита и увеличивается износ.

Износ дорожных покрытий значительно возрастает на участках дорог со значительной интенсивностью движения ТПА, а также в местах торможения и разгона автомобилей. Так, свойства транспортного потока, а именно интенсивность движения, состав и режим движения транспортного потока формируют основные параметры физико-механического воздействия ТПА:

- вертикальную нагрузку, обусловливаемую весом и динамическим воздействием движущихся по дороге автомобилей и других транспортных средств (нормальные напряжения);
- горизонтальную нагрузку, передаваемую на покрытие, которая создается за счет реализации сил тяги и торможения транспортных средств, а также боковых сил в контактах шин с опорной поверхностью;
- всасывающее действие поверхности протектора пневматических шин, которое проявляется в отрыве частиц, зерен песка и щебня от дорожного покрытия под действием вакуумных сил при большой скорости движения автомобиля, и зависит от материала и конструкции шины, а также давления воздуха в ней.

Износ дорожных покрытий значительно возрастает также на участках дорог со значительными продольными, поперечными уклонами и (или) большим количеством поворотов малых радиусов. В этом случае, в зонах контактов колес автомобилей с дорожным покрытием возникают значительные касательные напряжения [7].

Процедуры содержания дорог на протяжении зимнего периода, как, например, посыпка дороги песком в целях улучшения сцепления с дорожным покрытием, были признаны источниками высоких концентраций взвешенных в воздухе частиц, которые образуются в результате процесса, известного как «эффект наждачной бумаги». Еще более пагубны результаты посыпки дорог солью. Установлено, что растворы солей оказывают разрушающее действие на асфальтобетон и каменные материалы, изменяют его физико-химические свойства и структуру. Химическая стойкость асфальтобетонного покрытия, главным образом, определяется устойчивостью битума и минерального материала к агрессивному воздействию растворов солей [8].

Выводы

Неоднородность и сложность строения материала покрытия обуславливают образование сложного механизма изнашивания. В зависимости от вида структурного строения материала покрытия, а также величины и равномерности износа его поверхности, тот или иной фактор в

процессе изнашивания приобретает первостепенное значение. Если при интенсивном движении ТПА основным фактором износа покрытия является физико-механическое воздействие, то при малой интенсивности износ покрытия обусловлен в большей степени влиянием физико-химического воздействия климатических условий и условий эксплуатации. В результате анализа рассмотренных факторов была выявлена проблема сложности количественного оценивания влияния того или иного фактора на износ дорожного покрытия. Приведенный анализ позволяет рационально выбрать основные факторы для последующих исследований и выработать эффективный комплекс мероприятий по снижению объемов выбросов твердых продуктов износа дорожного покрытия при движении ТПА.

Список литературы

1. Прочность и долговечность асфальтобетона / Б.И. Ладыгин, И.К. Яцевич, С.Л. Вдовиченко и др. – Минск.: «Наука и техника», 1972. – 288 с.
2. Королев И.В. Дорожно-строительные материалы / И.В. Королев, В.Н. Финашин, Л.Н. Феднер. – М.: «Транспорт», 1988. – 304 с.
3. Почапский Н.Ф. Полимеры в дорожном строительстве / Н.Ф. Почапский, В.П. Сачко. – К.: 1968. – 85 с.
4. Королев И.В. Дорожный теплый асфальтобетон. – К.: Высшая шк., 1984. – 200 с.
5. Ладыгин Б.И. Основы прочности и долговечности дорожных бетонов / МВСС и ПО БССР. – Минск.: 1963 г. – 127 с.
6. Грушко И.М. Дорожно-строительные материалы: Учеб. пособ., -2-е изд. / И.М. Грушко, И.М. Королев. – М.: «Транспорт», 1991. – 357 с.
7. Столяров К.А. Оценка уровня выбросов транспортных средств при различных схемах организации зимнего содержания дорог / Столяров К.А., Столярова Н.О., Лихошерст Р.В // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2009. №2. – С. 86–90.
8. Седов А.В. Профилактика разрушения асфальтобетонных покрытий в агрессивных средах хлористых противогололедных материалов: Дисс. канд. техн. наук: 05.22.11 / А.В. Седов. – Харьков: ХГАДИ, 1999. – 138 с.

Дугельний В.М., Логунов А.Ю., Воловненко О.Г. До питання аналізу основних факторів, що впливають на зносостійкість асфальтобетону та обсяги продуктів його зносу

Анотація. У статті проведено аналіз основних зовнішніх і внутрішніх факторів, від яких залежить зносостійкість асфальтобетону, а, отже, і обсяги викидів твердих продуктів зносу дорожнього покриття.

Ключові слова: асфальтобетон, дорожнє покриття, навколишнє середовище, продукти зношування, зносостійкість, фактори зношування.

Dugelnyj V.M., Logunov A.Yu., Volovnenko O.G. The issues of crucial factors investigation, regarding asphaltic concrete wearability and its wear debris products volume

Abstract. The article presents investigation of external and internal crucial factors which determine wear resistance of asphalt concrete and, accordingly, volume of wear debris products discharged road surface.

Keywords: asphalt concrete, road surfacing, environment, wear debris products, wear resistance, wear factors

Стаття надійшла до редакції 25.11.2013 р.