

Анализ факторов, влияющих на износостойкость асфальтобетона

А.В. Леднев

Донской государственной технической университет

Аннотация: В статье изложены результаты анализа основных факторов влияющих на механизм изнашивания асфальтобетонных покрытий уделено внимание свойствам каменного материала и вяжущего.

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

Транспорт является 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.

В настоящее время автомобиль стал практически основным видом транспорта для общества. Но он же и главный загрязнитель окружающей среды.

Одним из источников интенсивного загрязнения окружающей среды является движение по дорогам транспортных потоков. Загрязнение происходит за счет образования пыли в приземном слое воздуха вследствие износа шин, тормозных колодок 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 мировой сети автомобильных дорог является асфальтобетон. Поэтому пыль, которая образуется в результате изнашивания дорог 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.

Изучению механизма изнашивания и обеспечению износостойкости дорожных покрытий посвящено много научных трудов Б.И. Ладыгина, В.М. Сиденко, 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 объёмы 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.

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 колеса с дорогой.

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

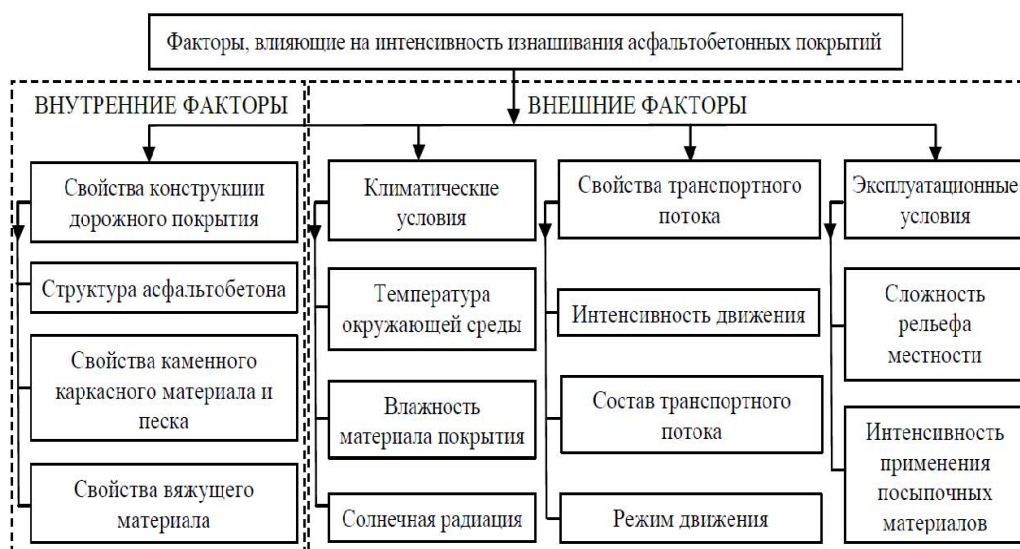


Рис. 1. - Классификация основных факторов износа асфальтобетонных покрытий

К внутренним факторам относятся свойства конструкции дорожного покрытия:

- структура асфальтобетона, характеризуемая количественным соотношением компонентов дорожного покрытия и их гранулометрическим, степенью уплотнения и остаточной пористостью материала покрытия;
- свойства каменного каркасного материала и песка, образующего остова асфальтобетона;
- свойства вяжущего материала (битума).

Влияние гранулометрического состава является довольно существенным в механизме изнашивания. Более стабильный гранулометрический состав способствует увеличению прочностных характеристик асфальтобетона и, следовательно, повышает его износостойкость. Однородность асфальтобетона и оптимальное содержание минерального порошка в его составе также уменьшает износ. Кроме того, износ асфальтобетонного покрытия, значительно зависит от степени его уплотнения [1].

Увеличение содержания щебня в смеси, до определенного предела, уменьшает износ материала. Кроме того, сам каменный материал (щебень) различных пород значительно отличается по своим свойствам: истираемости, прочности, поверхностной активности и морозостойкости.

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 удобоукладываемые 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 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 сцепления 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 погодных-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 асфальтобетона [1] было установлено, что истираемость асфальтовязущего вещества уменьшается по мере увеличения количества 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 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, 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 транспорта:

– вертикальную нагрузку, обуславливаемую весом и динамическим воздействием движущихся по дороге автомобилей и других транспортных средств;

– 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 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.

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 транспортного потока 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 количественной оценки влияния того или иного фактора на износ дорожного покрытия. Проведенный анализ позволяет рационально выбрать основные факторы для последующих исследований и выработать эффективный комплекс мероприятий по снижению износа дорожного покрытия.

Литература

1. Ладыгин Б.И., Яцевич И.К., Вдовиченко С.Л. и др. Прочность и долговечность асфальтобетона // Наука и техника. Минск, 1972. С. 288
2. Королев И.В., Финашин В.Н, Феднер Л.Н. Дорожно-строительные материалы. М.: Транспорт, 1988. 304 с.
3. Почапский Н.Ф. Полимеры в дорожном строительстве. К.: Высшая шк, 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. С.127.
6. Грушко И.М. Дорожно-строительные материалы: Учеб. пособ., 2-е изд. М.: Транспорт, 1991. 357 с.

7. Столяров К.А. Оценка уровня выбросов транспортных средств при различных схемах организации зимнего содержания дорог // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2009. №2. С. 86–90.

8. Grätz В. Langzeitwirkung von dünnen Schichten bezüglich der Erhaltung relevanter Oberflächenmerkmale // Bitumen. 1998. №2. ss. 67-70.

9. Arand W. Prognostizierung des Haftverhaltens von Asphalten mittels Spaltzugfestigkeitsabfall // Asphalt (BRD). 1998. №6. ss. 18-19.

10. Николенко М.А., Бессчетнов Б.В. Повышение длительной трещиностойкости асфальтобетона дорожных покрытий // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856.

11. Горелов С.В., Строев Д.А., Задорожний Д.В. и др. Оценка влияния количества асфальтогранулята и технологии его подачи на свойства приготавливаемых асфальтобетонных смесей // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2197.

References

1. Ladygin B.I., Yatsevich I.K., Vdovichenko S.L. i dr. Nauka i tekhnika. Minsk, 1972. P. 288

2. Korolev I.V., Finashin V.N, Fedner L.N. Dorozhno-stroitel'nye materialy [Road construction materials]. M.: Transport, 1988. 304 p.

3. Pochapskiy N.F. Polimery v dorozhnom stroitel'stve [Polymers in road building]. K.: Vysshaya shk, 1968. 85 p.

4. Korolev I.V. Dorozhnyy teplyy asfal'tobeton [Road warm asphalt concrete]. K.: Vysshaya shk., 1984. 200 p.

5. Ladygin B.I. Osnovy prochnosti i dolgovechnosti dorozhnykh betonov [Fundamentals of strength and durability of road concrete]. MVSS i PO BSSR. Minsk, 1963. P.127.

6. Grushko I.M. Dorozhno-stroitel'nye materialy [Road construction materials]: Ucheb. posob., 2 izd. M.: Transport, 1991. 357 p.



7. Stolyarov K.A. Visnik Donets'kogo institutu avtomobil'nogo transportu. 2009. №2. pp. 86–90.
8. Grätz B. Bitumen. 1998. №2. pp. 67-70.
9. Arand W. Asphalt (BRD). 1998. №6. pp. 18-19.
10. Nikolenko M.A., Besschetnov B.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856.
11. Gorelov S.V., Stroev D.A., Zadorozhniy D.V. i dr. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2197.