

УДК 625.7

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ВИДОВ КОЛЕОБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Максимов В.А., магистрант гр. 2мСД, 2 курс

Научный руководитель: Ушаков В.В., д.т.н., профессор

Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ)

г. Москва

Под понятием «износ» подразумевают процесс уменьшения толщины слоя покрытия за счет потери материала под истирающим воздействием колес автомобильного транспорта, погодных факторов, проводимых эксплуатационных мероприятий по содержанию автомобильных дорог.

Еще чуть более 20 лет назад колея имела характер пластических деформаций и образовывалась в основном на правых полосах автомобильных дорог, где двигался тяжелый грузовой транспорт. Однако, на сегодняшний день подобного рода деформации на левых полосах, предназначенных для движения легковых автомобилей, не являются чем-то новым, наоборот, колея на левых полосах образуется значительно быстрее, чем на правых и проявляется уже на вторую зиму эксплуатации автомобильной дороги [3]. Такой вид повреждений получил название «колея износа» и вызван он, в первую очередь, массовым распространением шипованной автомобильной резины, в совокупности с постоянно растущей интенсивностью движения, а также более совершенными, по сравнению с началом 21-го века различными динамическими характеристиками транспортных средств.

На сегодняшний день износ покрытий под действием колес транспортных средств с шипованными шинами является одним из самых распространенных видов повреждений. В результате, значительно ухудшается транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог, снижается скорость движения, комфортность водителя, повышается расход топлива, большое количество средств требуется для ремонта дорожных покрытий, но самое главное, значительно снижается безопасность дорожного движения.

К сожалению, полностью исключить колею износа с автомобильных дорог нашей страны на данный момент не представляется возможным, ее можно лишь частично снизить, именно поэтому данный вопрос остается актуальным уже на протяжении нескольких десятков лет.

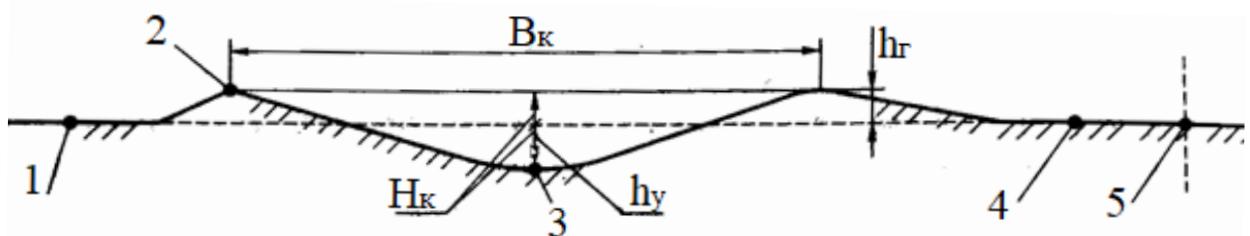
Для обеспечения безопасности движения в зимний период, который характеризуется отрицательными температурами, обильными осадками и наличием скользкости на дорожном покрытии, используются шипованные шины. Поскольку в зоне контакта шины с дорогой всегда имеется тонкий слой влаги, шипы противоскольжения необходимы, чтобы продавливать эту пленку и обеспечивать требуемый контакт колеса с покрытием. Однако, стоит

отметить, что коэффициент сцепления шипованной шины значительно снижается в случае движения по сухой дороге.

Собственно, к основным факторам, влияющим на износ покрытий, относят ряд внешних факторов: механическое воздействие от движения автомобилей, которое в основном зависит от параметров транспортного потока; параметры климатических воздействий и эксплуатационные условия, а также внутренние факторы: параметры и конструкция дорожной одежды в целом, свойства асфальтобетона, каменного заполнителя и песка, вяжущего вещества.

На сегодняшний день выделяют пластическую колею и колею износа, которая называется абразивной.

Пластическая колея связана с деформативными свойствами материала верхнего слоя покрытия и характерной ее особенностью является наличие боковых выпоров асфальтобетона (рис.1).



1 – точка середины полосы движения, 2 – гребень выпора, 3 – основание колеи (дно), 4 – проектная поверхность покрытия, 5 – граница полосы движения, B_k – ширина колеи, H_k – полная глубина колеи, h_y – глубина углубления, h_r – высота гребня выпора

Рис.1. Общий вид и основные параметры пластической колеи.

К основным причинам образования пластической колеи на автомобильных дорогах с нежестким покрытием можно отнести:

1. Деформативные свойства асфальтобетона и влияние температуры.

При отрицательных температурах асфальтобетон становится хрупким, а при высоких положительных – пластичным. Так, при температуре воздуха 40°C температура покрытия из асфальтобетона может достигать 70°C. Высокая интенсивность движения и наличие тяжелых транспортных средств в потоке при таких условиях может вызвать появление пластической колеи.

На рис.2 представлена пластическая колея с выпором асфальтобетона.



Рис.2. Пластическая колея с выпором асфальтобетона.

2. Повышенная влажность грунта земляного полотна.

При значительном повышении влажности грунта земляного полотна несущая способность дорожной одежды снижается, в результате чего движение большегрузных автомобилей может вызвать просадки и образовать колею.

3. Доуплотнение слоев дорожной одежды.

После строительства или капитального ремонта некачественное уплотнение отдельных слоев дорожной одежды может вызвать деформации в виде колеообразования за счет воздействия высоких нагрузок от проезда тяжелых транспортных средств.

Абразивную колею (рис.3), в первую очередь, связывают с интенсивным воздействием легковых транспортных средств, оснащенных шипованными шинами.

На образование колеи износа кроме применяемого типа каменного заполнителя также существенное влияние оказывают масса шипа и скорость движения автомобиля, о чем свидетельствуют множественные отечественные и зарубежные исследования.



Рис.3. Общий вид абразивной колеи на левой полосе автомобильной дороги.

Так, в середине – конце 90-х годов XX века, учеными и специалистами Шведского научно-исследовательского института автомобильных дорог (VTI) был введен расчетный индекс SPS (Specific Studded tire wear – Удельный износ шипованными шинами), который являлся показателем износа покрытий автомобильных дорог под действием шипованных шин. Данный индекс оценивал износ покрытия (в граммах) по выбросу пыли одним автомобилем с одного погонного километра покрытия. Затем по этому индексу финскими учеными были выявлены зависимости износа асфальтобетонных покрытий от массы шипа и от скорости движения (рис.4 и 5) [4].

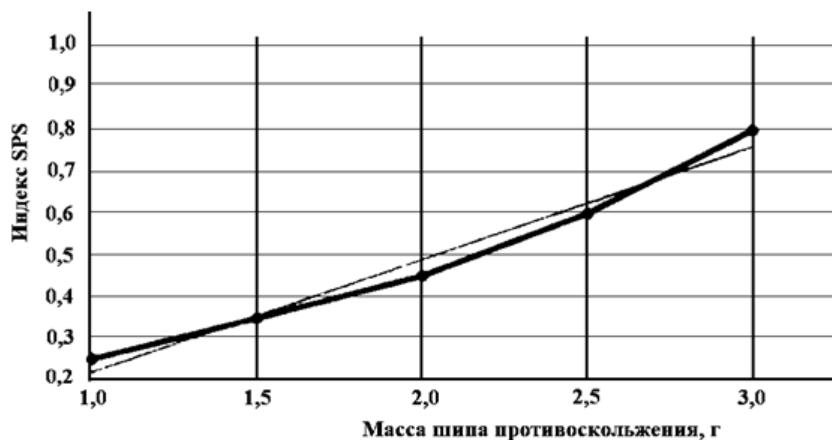


Рис.4. Зависимость износа покрытия от массы шипов, изготовленных по стандартам 90-х годов XX века.

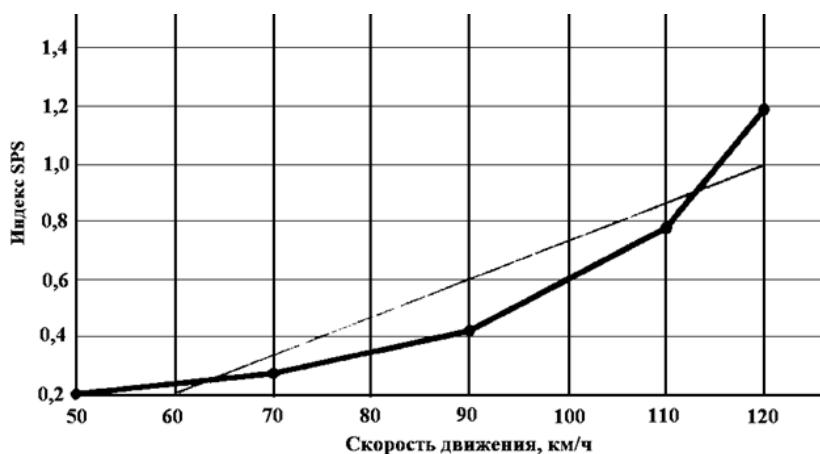


Рис.5. Зависимость износа покрытия от скорости движения автомобиля с шипованными шинами, изготовленными по стандартам 90-х годов XX века.

Из графиков видно, что зависимость износа покрытий от массы шипа имеет практически линейный характер, что также подтверждается значительно более ранними исследованиями финских специалистов [5]. Также можно сказать, что после 70 км/ч имеется существенное резкое увеличение истираемости поверхности дорожного покрытия при каждом дополнительных 20 км/ч.

В конце 90-х годов в рамках программы борьбы за чистый воздух и повсеместное снижение выбросов мелкодисперсной пыли РМ-10 финскими специалистами были проведены исследования по определению зависимости износа асфальтобетонных покрытий от типа шин и скорости движения легкового транспорта (рис.6). По окончанию исследований было установлено, что шипованные шины значительно повышают выделение фракций мелкодисперсной пыли при скорости более 70 км/ч [4].

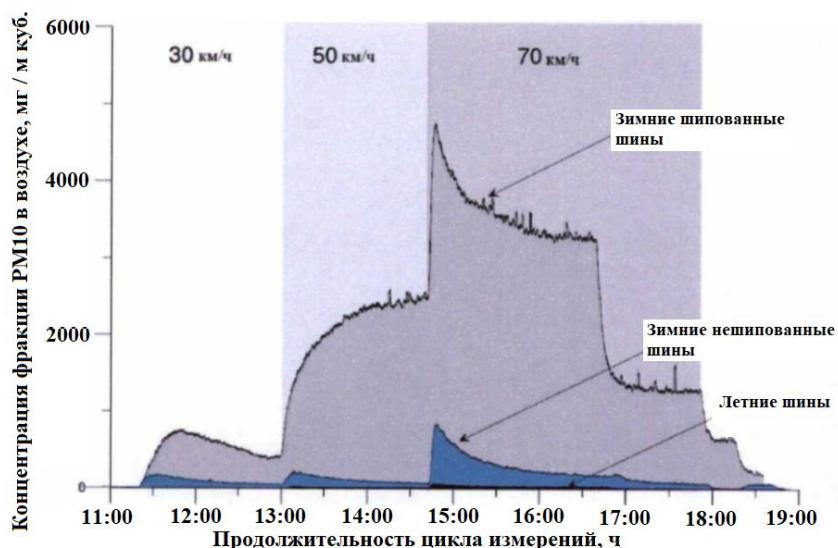


Рис.6. Результаты измерения концентрации фракции PM10 при износе покрытия различными шинами

Одним из способов определения вида колеи является применение дорожных лабораторий с лазерно-оптическими сканерами и программно-вычислительными комплексами. После анализа геометрических параметров дефектов покрытия [6], на основе полученных результатов можно сделать вывод о принадлежности колеи к тому или другому виду.

Так, например, в зимний период 2017 – 2018 года дорожной лабораторией был обследован участок дороги М-4 «Дон» на участке км 52 – км 71. Были построены соответствующие зависимости (рис. 7, 8).

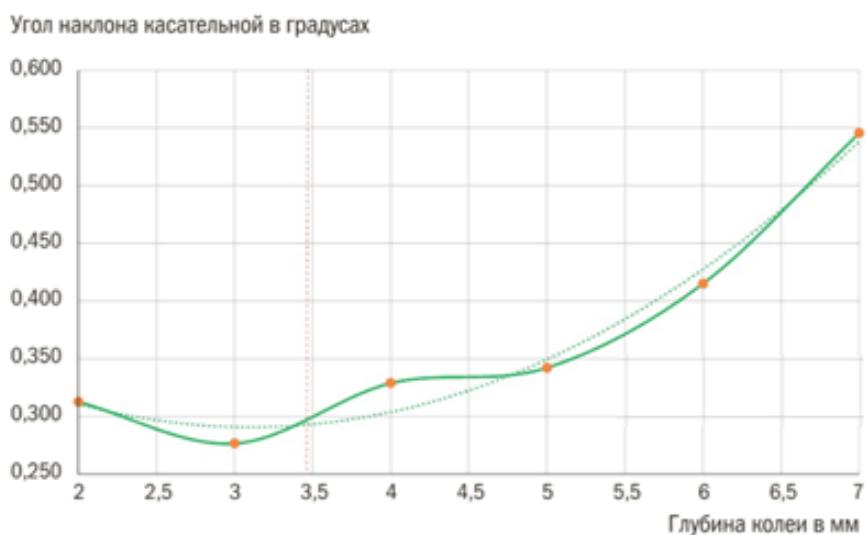


Рис.7. Зависимость изменения угла наклона касательной профиля колеи от глубины дефекта.

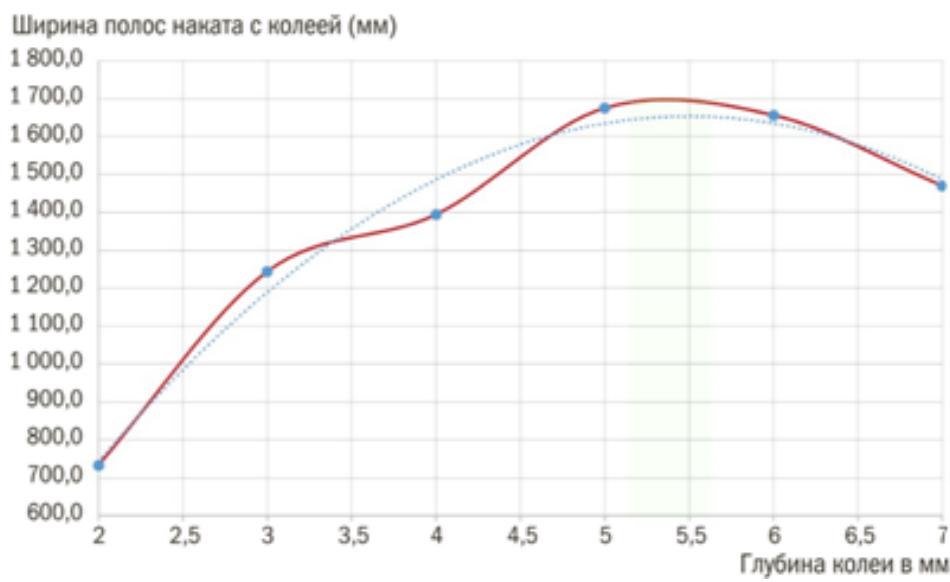


Рис.8. Зависимость ширины полосы наката от глубины колеи левой полосы движения.

Из приведенных графиков видно, что рост колейности до глубины 3 мм на полосе наката затрагивает больше половины ширины полосы движения [6], при этом при глубине колеи до 3 мм угол наклона касательной колеи (угол

наклона прямой линии, связывающей минимальную и максимальную отметку профиля колеи в пределах полосы наката) наименьший. Это свидетельствует о том, что в данном случае проявляется пластическая колея, которая связана с доуплотнением слоев асфальтобетона. Далее, при увеличении глубины дефекта, сокращается ширина полосы движения, что связано с проявлением абразивной колеи.

Таким образом, на износ покрытия влияют внешние механические факторы, эксплуатационные условия, конструкция дорожной одежды. Пластическая колея в основном связана с деформативными свойствами асфальтобетона, влажностью земляного полотна и качеством уплотнения. Абразивная колея вызвана истиранием покрытия шипами зимних шин, причем износ зависит не только от скорости движения, но и от массы шипа.

Список литературы

1. СП 34.13330.2021 «Свод правил. Автомобильные дороги». / Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 9 февраля 2021 г. N 53/пр. – 2021 г.
2. ГОСТ 34342-2017. Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зимние, оборудованные шипами противоскольжения. Методы испытаний по определению величины износа тестового дорожного покрытия. – Введ. 2018 – 01 – 07. – М.: ФГУП «НАМИ», 2017. – 29 с.
3. Ю.Э.Васильев. Колея износа. Миры и реальность / Ю. Э. Васильев, Н. Н. Беляев // Автомобильные дороги. – 2014. – №6.
4. Р.К. Бородин. Обзор мирового и отечественного опыта оценки влияния шипованных шин на дорожное покрытие / Р.К. Бородин // Дороги и мосты. – 2018. – №39 – С. 1-8.
5. Leppanen A. The Socioeconomic Effects of Winter Maintenance and Studded Tires / Leppanen A. // Finnish Road Administration. – 1995.
6. Р.К. Бородин. Оценка влияния шипованных шин на дорожное покрытие участка автомобильной дороги М-4 «Дон» / Р.К. Бородин // Дороги России. – 2019. – №4 – С. 103-109.