УДК 625.765

ОПЫТ УСТРАНЕНИЯ КОЛЕИ ИЗНОСА НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Начальник Управления **В.В. Данилов**,
канд. техн. наук **А.А. Цариков**
(ГКУ Свердловской области
«Управление автомобильных дорог»)
Конт. информация: zarikof@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы образования колеи на автомобильных дорогах Свердловской области под воздействием шипованных шин. Приведены данные по износостойкости различных типов покрытий и рекомендации по устранению колеи износа на дорогах различных категорий с разной интенсивностью движения.

Ключевые слова: *автомобильные дороги, дорожное покрытие, асфальтобетон, колея износа, шипованные шины.*

Проблема образования колеи на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием является одной из серьезных проблем в области дорожного хозяйства. Механизм образования колеи на дорогах с асфальтобетонным покрытием можно классифицировать по следующим признакам **[1]**:

1. Образование колей из-за износа самого покрытия под воздействием шипованных шин.
2. Образование колей в результате вязкопластических деформаций самого слоя покрытия и нижележащих слоев основания.
3. Образование колей в результате накопления пластических сдвиговых деформаций в дополнительных слоях оснований и верхней части рабочего слоя земляного полотна.
4. Образование колей в результате доуплотнения конструктивных слоев дорожной одежды рабочего слоя земляного полотна.

Что касается абразивного износа на асфальтобетонных покрытиях, то его значения в 80–90-е годы XX века не превышали 1-2 мм в год. Влияние этого фактора на развитие колеи на дорогах России не было особенно заметно на фоне других факторов воздействия.

Вследствие увеличения применения шипованных шин («шипованной резины»), а также резкого роста уровня автомобилизации населения за последние 20 лет существенно изменилась ситуация на отечественных

автомобильных дорогах. Образование колеи износа после проведения очередного ремонта автомобильной дороги стало происходить в несколько раз интенсивнее, что отрицательным образом влияло на безопасность дорожного движения.

Особенно серьезные проблемы с образованием колеи на региональных дорогах Свердловской были отмечены на подходах к г. Екатеринбургу и на расстоянии 100 км от него, в пределах границ Екатеринбургской агломерации. В ряде случаев абразивный износ покрытия доходил до нижнего покрытия, оголяя каркас щебня крупнозернистого асфальтобетона.

Необходимо отметить, что нижний слой покрытия в большинстве случаев обладает меньшей устойчивостью к образованию колеи. Поэтому после достижения колеей глубины 45-50 мм скорость ее образования увеличивается. Это может привести к случаям, когда за короткий период колея достигнет 90-100 мм, и потребуется ремонт двух слоев дорожной одежды.

Многие отечественные и зарубежные специалисты в области дорожного строительства для снижения скорости образования колеи износа рекомендуют использование щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси. Вместе с этим на данный момент отсутствуют данные, в количественном выражении, на сколько щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) более устойчив к колее, чем асфальтобетоны типа А и типа Б. Литературный обзор материалов и статей по вопросу образования колеи показал наличие значительного количества материалов лабораторных исследований различными способами, согласно которым ЩМА более устойчив к образованию колеи – от 25 до 100 % по сравнению с асфальтобетоном типа А и в 2-3 раза по сравнению с асфальтобетонами типа Б.

Необходимо отметить, что результаты лабораторных испытаний могут значительно отличаться от практических результатов, полученных в ходе эксплуатации автомобильной дороги. Вместе с этим количественное понимание износостойкости различных типов асфальтобетонов необходимо с точки зрения экономической составляющей проекта. То есть четкое понимание износостойкости покрытий позволяет определить экономически целесообразные границы применения различных типов асфальтобетонов.

Вместе с тем измерения глубины колеи на одном и том же участке дороги могут отличаться в зависимости от применения различных методик **[2]**. Несмотря на то, что в ГКУ Свердловской области «Управление автомобильных дорог» имеется дорожная лаборатория для измерения глубины колеи, при мониторинге участков была принята так называемая упрощенная методика с использованием 3-х метровой рейки (**рис. 1**). Подобная методика измерения колеи позволила одновременно обследовать

соответствующие участки на предмет наличия дефектов, наряду с изучением их геометрических параметров. Результаты мониторинга колеи износа на основных автомобильных дорогах Свердловской области приведены в **табл. 1**.

Рис. 1. Измерение глубины колеи на автомобильной дороге Екатеринбург – Реж – Алапаевск с помощью 3-х метровой рейки

Как видно из **табл. 1**, щебеночно-мастичный асфальтобетон действительно обладает более высокими показателями устойчивости к образованию колеи по сравнению с асфальтобетонами типа А и БМО (битумоминеральные открытые смеси). Вместе с тем, на разных участках автомобильных дорог ЩМА-15 и асфальтобетон типа А, характеризовались различными значениями по износостойкости покрытия. Более того, на одном и том же участке дороги на левой и правой полосах движения отмечены различные показатели износостойкости покрытия.

Принимая во внимание подобную разницу в результатах мониторинга участков автомобильных дорог, с точки зрения износостойкости покрытия, авторы данной статьи пришли к выводу о необходимости анализа рецептуры инертных материалов, используемых на различных участках обследуемой дороги. Такой анализ показал, что существенное влияние на показатели износа покрытия оказывает щебень (или состав щебней), используемый в асфальтобетонном покрытии. На ряде аналогичных по условиям движения участках дорог и типах покрытия величина колеи могла отличаться в 1,5-2 раза (**рис. 2**).

Таблица 1

Результаты мониторинга колеи износа на основных автомобильных дорогах Свердловской области

№ п/п	Местоположение участка автомобильной дороги	Тип материала покрытия	Величина колеи, мм	Срок службы покрытия на момент измерения, лет	Показатели устойчивости к колее, мм/ млн проходов колеса автомобиля
1	Обход города Екатеринбурга, 52 км	ЩМА-15	8	4	1,8
2	Обход города Екатеринбурга, 58 км	ЩМА-15	6	4	2,3
3	Обход города Екатеринбурга, 49 км	ЩМА-15	11	4	1,3
4	Екатеринбург – Полевской, 16 км	ЩМА-15 (на ПБВ-60)	4	2	1,9
5	Екатеринбург – Полевской, 24 км	ЩМА-15	6	3	1,4
6	Екатеринбург – Полевской, 14 км	Тип А	25	4	0,6
7	Екатеринбург – Полевской, 28 км	Тип А	10	4	1,0
8	Екатеринбург – Реж, 22 км	ЩМА-20	19	9	1,2

№ п/п	Местоположение участка автомобильной дороги	Тип материала покрытия	Величина колеи, мм	Срок службы покрытия на момент измерения, лет	Показатели устойчивости к колее, мм/ млн проходов колеса автомобиля
9	Екатеринбург – Реж, 40 км	ЩМА-15	2	3	2,7
10	Екатеринбург – Реж, 59 км	ЩМА-15	2	2	0,9
11	Екатеринбург – Реж, 39 км	БМО 55/65	8	2	0,5
12	Екатеринбург – Реж, 60 км	Тип А	6	2	0,6
13	Екатеринбург – Реж, 72 км	Тип А	6	5	0,6
14	Екатеринбург – Реж. 26 км	Тип А	35	7	0,3
15	Екатеринбург – Реж, 55 км	Тип А	25	5	0,3
16	Екатеринбург – Тюмень, 14 км (правая полоса)*	ЩМА-15	7	4	0,9
17	Екатеринбург – Тюмень, 14 км (левая полоса)*	ЩМА-15	10	4	0,7

№ п/п	Местоположение участка автомобильной дороги	Тип материала покрытия	Величина колеи, мм	Срок службы покрытия на момент измерения, лет	Показатели устойчивости к колее, мм/ млн проходов колеса автомобиля
18	Екатеринбург – Тюмень, 16 км (правая полоса)*	ЩМА-15	20	4	0,9
19	Екатеринбург – Тюмень, 16 км (левая полоса)*	ЩМА-15	30	4	0,7
20	Екатеринбург – Тюмень, 19 км (правая полоса)*	ЩМА-15	25	5	0,9
21	Екатеринбург – Тюмень, 19 км (левая полоса)*	ЩМА-15	35	5	0,7
22	Обход Белоярского, 16 км (прямое)	ЩМА-15	4	5	2,8
23	Обход Белоярского, 16 км (обратное)	ЩМА-15	9	5	1,3
24	Обход Белоярского, 21 км (прямое)	ЩМА-15	8	4	0,9
25	Обход Белоярского, 21 км (обратное)	ЩМА-15	8	4	0,9

№ п/п	Местоположение участка автомобильной дороги	Тип материала покрытия	Величина колеи, мм	Срок службы покрытия на момент измерения, лет	Показатели устойчивости к колее, мм/ млн проходов колеса автомобиля
26	Окунево – Рефтинский, 2 км	Тип А	8	3	0,3
27	Окунево – Рефтинский, 4,5 км	Тип А	9	3	0,2
28	Белоярский – Асбест**	БМО	2	1	0,7
29	Екатеринбург – Серов, 118 км	Новачип***	3	3	1,2
30	Н. Серги – Михайловск, 20 км	ЩМА-15	6	9	0,8
31	Н. Серги – Михайловск, 26 км	ЩМА-15	4	9	1,3
32	Н. Серги – Михайловск, 44 км	ЩМА-15	3	7	1,3
33	Н. Серги – Михайловск, 28 км	ЩМА-15	5	10	1,1
34	Н. Серги – Михайловск, 24 км	Тип А	22	9	0,2
35	Н. Серги – Михайловск, 54 км	Тип А	6	7	0,6

Примечание: ** – автомобильная дорога I технической категории.*
*** – слой износа толщиной 2 см*
**** – слой износа толщиной 2,5 см.*

На основе анализа отечественной литературы по данному вопросу следует отметить, что результаты исследований специалистов ЗАО «Стройпроект» также показали существенное влияние инертных материалов на износостойкость покрытия. Например, при переходе от использования гранита на габбро-диабаз износостойкость покрытия повышается в среднем на 30 %, а с гранита на порфирит (габбровый) – на 50 % **[4].**

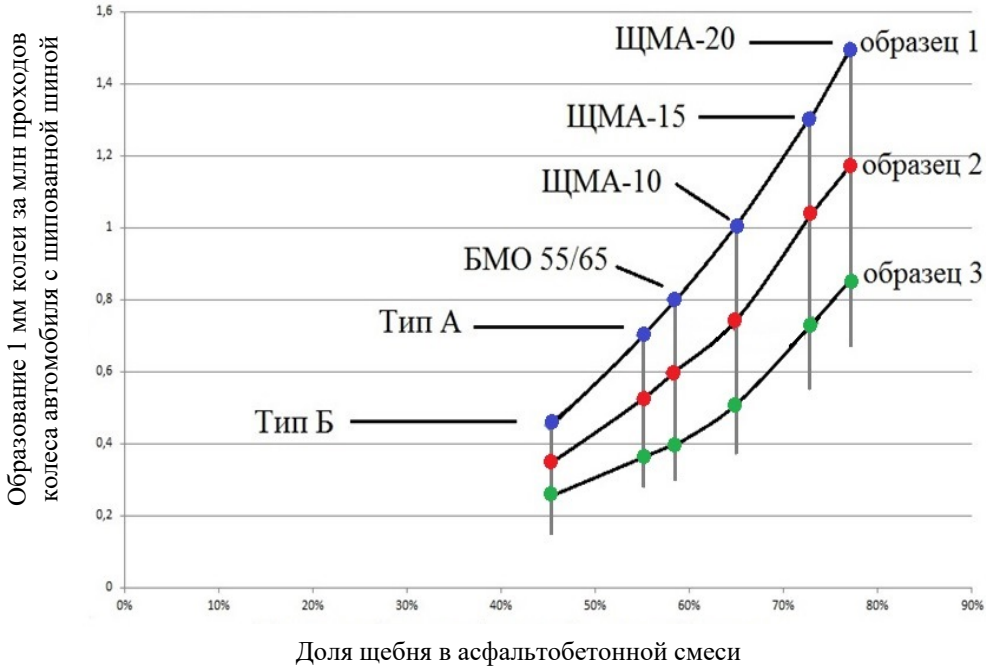


Рис. 2. Влияние доли инертного материала и его породы на износостойкость покрытия под действием шипованной шины колеса автомобиля

Полученные в результате экспериментальных исследований данные позволили построить корреляционные зависимости влияния износостойкости покрытия в зависимости от используемого инертного материала и его объема в асфальтобетонной смеси. Для построения данных зависимостей авторами были использованы более 80 значений, полученных в результате измерения колеи на автомобильных дорогах Свердловской области (**рис. 2**).

Как видно из графика (**рис. 2)**, щебеночно-мастичный асфальтобетон ЩМА-15 почти в 3 раза более устойчив к образованию колеи, чем асфальтобетон типа Б. Еще более важным является то, что для предупреждения образования колеи износа особое значение имеет выбор используемого инертного материала. Опыт Свердловской области показал, что асфальтобетон типа А из щебней образца № 1 по износостойкости совпадает с щебеночно-мастичным асфальтобетоном ЩМА-15 из щебней образца № 3.

Следует отметить, что в данной статье инертные материалы намеренно были обозначены как образцы № 1, № 2 и № 3 во избежание возникновения нежелательных ситуаций из-за конфликта интересов того или иного производителя инертных материалов.

Вместе с тем Скандинавские страны Северной Европы, схожие по климатическим условиям со Свердловской областью, гораздо раньше столкнулись с проблемой образования колеи на дорогах под действием шипованной шины колеса автомобиля.

Первые исследования процесса образования колеи под воздействием шипованной шины начались в Швеции в середине 70-х годов XX столетия. Особенно остро проблема образования колеи в Скандинавских странах проявилась в 80-е годы, а решить проблему окончательно получилось лишь в конце 90-х годов XX столетия. При этом Скандинавские специалисты уже в те годы для предупреждения колееобразования (борьбы с образованием колеи) предлагали использовать не только высокощебенистые смеси типа ЩМА, а также качественный подбор инертных материалов. В **табл. 2** указаны требования шведских нормативных документов по износостойкости асфальтобетонных смесей по показателям Пралля. Как видно из **табл. 2**, чем выше интенсивность движения автомобилей на автомобильной дороге, тем более высокие требования по износостойкости предъявляются к материалам дорожного покрытия **[5]**.

Аналогичные исследования процесса образования колеи под воздействием шипованной шины проводились и в нашей стране. Отдельно необходимо отметить работу, выполненную под руководством к.т.н. Лушникова Н.А. **[6]**, а также исследования, проведенные под руководством д.т.н., профессора Васильева Ю.Э. **[7]**.

В связи с этим введение ГОСТ Р 58406.1 – 2020 **[8]** и ГОСТ Р 58406.2 – 2020 **[9]** в Российской Федерации должно положительным образом повлиять на процесс устранения (предупреждения) образования колеи износа на дорожных покрытиях автомобильных дорог. В вышеуказанных ГОСТах приведены аналогичные требования по износостойкости асфальтобетонных смесей, которые используются в Скандинавских странах. Однако, как показала практика Свердловской области,

эти требования предполагают более дифференцированный подход, чем сейчас принято в практике ремонта верхних слоев дорожного покрытия.

Таблица 2

Требования Швеции к величине показателя Пралля в зависимости от интенсивности движения автомобилей [10]

Уточненная интенсивность(ССИД), авт. / сут.*	***Показатель Пралля, см³***
> 7000	< 25
3500 – 7000	25 – 32
1500 – 3500	33 – 39
500 – 1500	40 – 50
< 500	не нормируется
Примечание: *ССИД – среднегодовая суточная интенсивность движения на рассматриваемом участке.*	

При проведении мониторинга, авторы статьи обратили внимание на ряд закономерностей износа покрытий на разных полосах многополосных дорог. Например, на автомобильной дороге I технической категории *Екатеринбург – Тюмень* левая полоса движения всегда имела больший износ покрытия, чем правая полоса. Аналогичные закономерности были выявлены на 6-ти и 8-ми полосных дорогах. То есть крайне левые полосы всегда изнашивались быстрее, чем средние и правые полосы.

Исследование интенсивности движения на автомобильных дорогах I технической категории показало, что левые полосы оказывались менее загруженными, чем средние и крайне правые полосы. При этом средняя скорость движения по левым полосам движения всегда была значительно выше, чем на других полосах движения. В связи с этим авторы статьи сделали предположение, что причиной ускоренного износа покрытия крайних левых полос является более высокая скорость автомобилей, которые по ним двигаются.

Обзор отечественной и зарубежной литературы по данному вопросу показал, что с подобными проблемами сталкивались как российские, так и Скандинавские дорожники. Так, на кольцевой автомобильной дороге вокруг города Санкт-Петербурга с проблемой образования колеи столкнулись через 2 года после ввода ее в эксплуатацию. Колея образуется на четвертой полосе (крайней левой), по которой осуществляется высокоскоростное движение автомобилей с шипованными шинами. При

этом на крайней правой полосе, по которой едут тяжеловесные транспортные средства, колея вообще не образуется. Причина образования колеи на автомобильной дороге очевидна и понятна – при высокой скорости движения автомобилей с шипованными шинами зимой такие шины работают как фреза, а битум при низких температурах становится хрупким материалом.

Достаточно глубоко данный вопрос был изучен в Скандинавских странах, которые указывали, чем выше скорость автомобиля зимой, тем быстрее изнашивается покрытие. Как видно из **рис. 3**, на покрытиях автомобильных дорог, выполненных из гранита, колея износа при скорости движения автомобилей 110 км/ч, образуется практически в 2 раза быстрее, чем при скорости 90 км/ч.

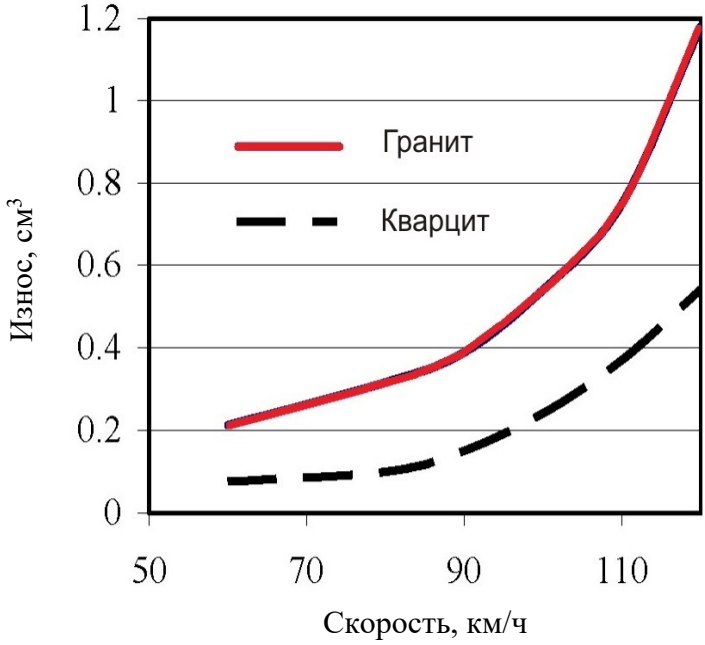


Рис. 3. Влияние скорости движения автомобилей и породы инертного материала на износостойкость покрытия под действием шипованной шины колеса автомобиля

Именно по этой причине на автомагистралях в Финляндии в зимний период времени максимальная скорость движения снижается со 120 до 100 км/ч. Опыт Скандинавских стран показывает, что вопрос увеличения максимальной разрешенной скорости на автомагистралях в

России со 110 до 130 км/ч требует дополнительной проработки, особенно на зимний период времени.

Выбор технологии работ по устранению (предупреждению) образования колеи износа

Опыт Свердловской области, полученный в результате выполнения работ, касающихся борьбы с образованием колеи износа, позволил разработать рекомендации по технологии содержания и ремонта автомобильных дорог.

Перед разработкой мероприятий по устранению колейности на рассматриваемом участке необходимо провести определенные обследования. Первое обследование направлено на изучение состава и интенсивности движения транспортного потока. Суточное значение интенсивности движения позволит оценить уровень загрузки автомобильной дороги и выбрать соответствующий тип асфальтобетонной смеси для устройства верхнего слоя дорожной одежды.

Второе обследование направлено на изучение конструкции существующих дорожных одежд. Если несущая способность автомобильной дороги не соответствует имеющемуся уровню загрузки, то укладка верхних слоев дорожной одежды с применением щебеночно-мастичного асфальтобетона может оказаться нецелесообразной.

В связи с этим, в зависимости от полученных данных, выбирается тип дорожных работ, позволяющий устранить возникшие недостатки на проблемном участке. Это могут быть работы по ремонту или капитальному ремонту, а также работы по замене верхнего слоя дорожной одежды.

Остановимся подробнее на данных об интенсивности дорожного движения. Именно высокая интенсивность движения транспорта способствует быстрому износу верхнего слоя покрытия под действием шипованной шины колеса автомобиля. Кроме того, как указывалось выше, на интенсивность износа покрытия большое влияние оказывает средняя скорость движения автомобилей. Авторы статьи рекомендуют определять тип асфальтобетонной смеси для верхнего слоя дорожного покрытия на основе данных об уровне загрузки движением.

Было предложено разделить все автомобильные дороги Свердловской области на группы, с учетом уровней загрузки движением транспорта (**табл. 3**). Автомобильные дороги II – IV категорий были разделены на пять групп, а дороги I категории на три группы в зависимости от интенсивности движения на одной полосе.

Таблица 3

Классификация используемых типов покрытия в зависимости от уровня загрузки автомобильной дороги*

№ п/п	Интенсивность движения на 1 полосу, един. сут.	Уровень загрузки	Периодичность замены верхнего слоя покрытия	Предлагаемый тип асфальтобетонной смеси
Автомобильные дороги II – IV технической категории				
1	>20000	крайне высокий	4 года	ЩМА-11, 16 (использовать наиболее износостойкие щебни)
2	7000 – 20000	очень высокий	6 лет	
3	3000 – 7000	высокий	12 лет	ЩМА-8, 11
4	1000 – 3000	средний	12 лет и более	Тип А16, слои износа ЩМА-8, Новачип, БМО
5	< 1000	низкий	12 лет и более	Тип А11
Автомобильные дороги I технической категории				
1	> 7000	очень высокий	4-6 лет**/ 12 лет	ЩМА-11, 16 (использовать наиболее износостойкие щебни)
2	3000 – 7000	высокий	6 лет **/ 12 лет	
3	< 3000	средний	12 лет и более	ЩМА-8, 11

Примечание: **– в таблице приведены данные по асфальтобетонным смесям в соответствии с ГОСТ Р 58406.1 – 2020* ***[8]*** *и ГОСТ Р 58406.2 – 2020* ***[9]****.*

*** – замена верхнего слоя покрытия на крайне левых полосах движения.*

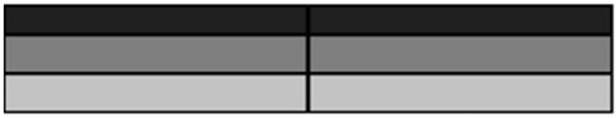
На дорогах с интенсивностью движения более 20000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу (такое значение показывает значительную перегрузку) рекомендуется использовать асфальтобетоны ЩМА-11 и ЩМА-16 с высокой долей содержания щебня, с наиболее высокими показателями устойчивости к истиранию шипами. Кроме того, на дорогах с подобной загрузкой рекомендуется производить замену верхнего слоя покрытия с периодичностью 1 раз в 4 года.

Несмотря на то, что интенсивность движения в 20000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу можно считать исключительной, а точнее сверхнормативной, на территории Свердловской области имеются автомобильные дороги с подобной загрузкой. К ним необходимо отнести некоторые участки кольцевой автомобильной дороги вокруг г. Екатеринбурга, на которых колонное движение транспорта наблюдается в течение 20 ч/сут. Такие автомобильные дороги работают в режиме значительной перегрузки до момента, пока не будет проведена их реконструкция. Для автомобильных дорог с подобной сверхнормативной нагрузкой необходима другая стратегия ремонта дорожного покрытия.

Необходимо отметить, что замена верхнего слоя покрытия 1 раз в 4 года требует определенных финансовых затрат, которые не всегда имеются у владельца автомобильной дороги. Поэтому авторы рекомендуют использовать схему ремонтов, указанную на **рис. 4**. По истечении 4 лет, после проведения ремонта или капитального ремонта, в случае если на покрытии проявилась колея износа, рекомендуется произвести фрезерование на ширину 2-2,5 м. После фрезерования покрытия требуется уложить новый слой асфальтобетонной смеси аналогичной ширины.

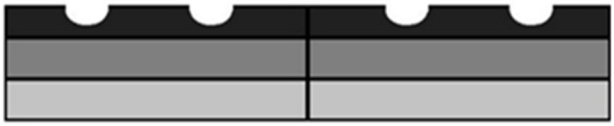
По истечении еще 4 лет (8 лет после ремонта) рекомендуется произвести фрезерование покрытия на всю ширину с укладкой нового слоя асфальтобетона. Полная замена верхнего слоя асфальтобетона позволит продлить срок службы автомобильной дороги еще на 4 года, по истечении которых (12 лет после ремонта) рекомендуется выполнить очередной ремонт или капитальный ремонт (**рис. 4**).

КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПОСЛЕ ОЧЕРЕДНОГО РЕМОНТА



Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

1. **Образование колеи износа после 4-х лет эксплуатации**

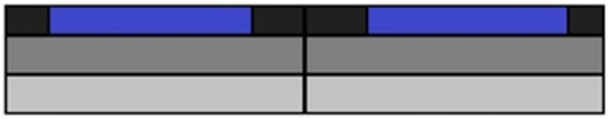


Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

2. **Фрезерование верхнего слоя покрытия на ширину 2-2,5 м**

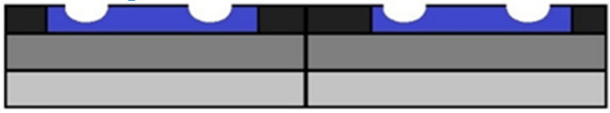
Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

3. **Укладка асфальтобетонной смеси укладчиком на ширину 2-2,5 м**



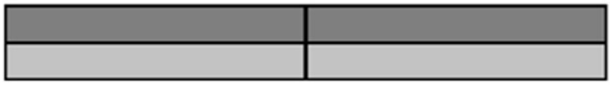
Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

4. **Образование колеи износа после 8-ми лет эксплуатации**



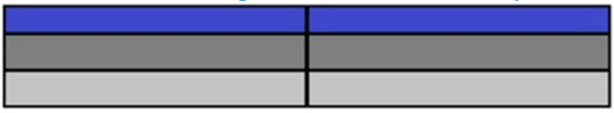
Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

5. **Фрезерование верхнего слоя покрытия на ширину покрытия**



Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

6. **Укладка асфальтобетонной смеси укладчиком на ширину покрытия**



Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

Рис. 4. Рекомендуемая схема замены верхнего слоя покрытия на автомобильных дорогах с загрузкой более 20000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу движения

На дорогах с интенсивностью движения от 7000 до 20000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу рекомендуется использовать асфальтобетоны ЩМА-11 и ЩМА-16 на щебнях с наиболее высокими показателями к истиранию шипами. Автомобильные дороги с подобной загрузкой также подвержены быстрому износу покрытия. Поэтому рекомендуется производить замену верхнего слоя покрытия на них с периодичностью 1 раз в 6 лет. Как видно из **рис. 5**, авторы рекомендуют чередовать замену верхнего слоя покрытия с работами по ремонту.

На дорогах с интенсивностью движения от 3000 до 7000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу рекомендуется использовать асфальтобетоны ЩМА-8 и ЩМА-11. Автомобильные дороги с подобной нагрузкой, в случае использования щебеночно-мастичного асфальтобетона, могут эксплуатироваться в течение 12 лет без замены верхнего слоя покрытия.

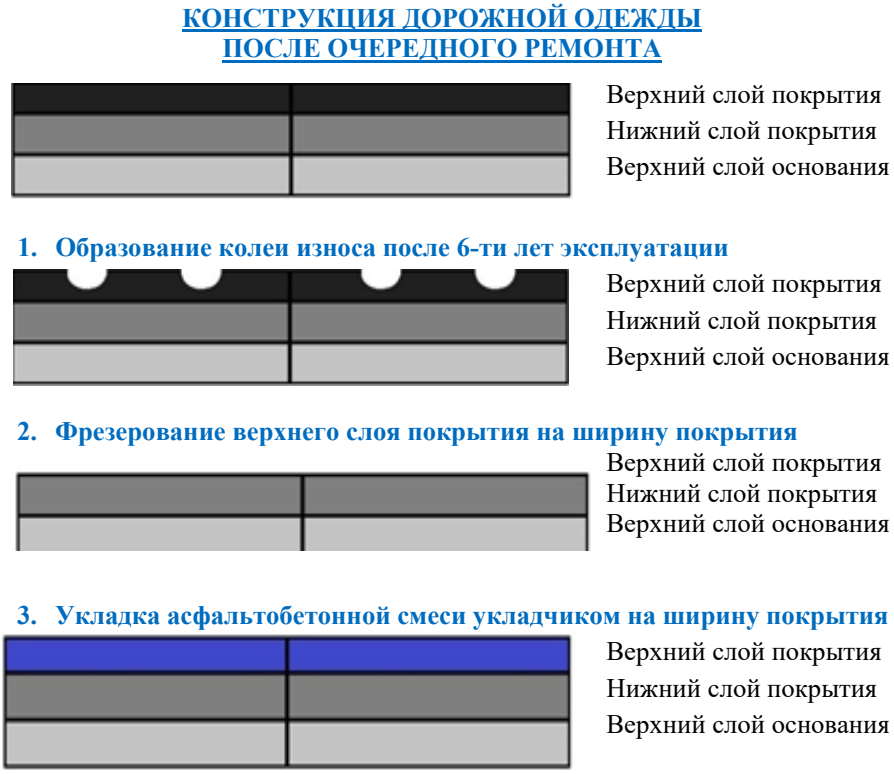


Рис. 5. Рекомендуемая схема замены верхнего слоя покрытия на автомобильных дорогах с загрузкой 7000 – 20000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу движения

По мере снижения интенсивности движения на автомобильных дорогах рекомендуется использовать асфальтобетоны более низких типов или устраивать слои износа. Так, на автомобильных дорогах с интенсивностью от 1000 до 3000 приведенных автомобилей в сутки (авт./сут.) влияние фактора колеи износа становится менее существенным. В связи с этим рекомендуется использовать в верхних слоях покрытия асфальтобетоны типа А16, а также устраивать слои износа из щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-8, БМО, а также применять технологию «Новачип».

Как видно из **табл. 3**, автомобильные дороги I технической категории были выделены отдельно от дорог более низких категорий. В первую очередь это связано с более жесткими требованиями по допустимой колее износа на покрытии автомобильной дороги. Кроме того, как указывалось выше, вследствие более высокой скорости движения транспортного потока по левым полосам, износ покрытия здесь происходит гораздо быстрее. При этом левая и правая полосы зачастую имеют разную глубину колеи износа, которая может отличаться в 1,5 раза.

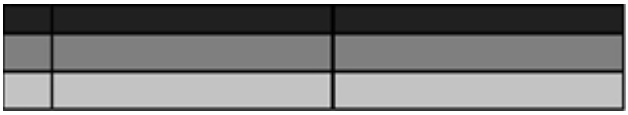
Это означает, что на левой полосе движения через 4 года эксплуатации под действием шипованной шины образовалась колея, размеры которой не допускают эксплуатацию дороги по условиям безопасности. При этом износ дорожного покрытия на правой полосе за этот период времени был в 1,5-2 раза меньше, что укладывается в пределах допустимых значений. В таком случае рекомендуется применять технологию раздельной замены верхнего слоя покрытия: отдельно для левой полосы – через 4 года и отдельно для правой полосы – через 6 лет. Рекомендуемая схема замены верхнего слоя представлена на **рис. 6**.

Следует отметить, что интенсивность движения на сети региональных автомобильных дорог Свердловской области варьируется в значительных пределах. Например, автомобильные дороги II технической категории отличаются по фактической интенсивности движения в 40-50 раз. Это означает, что некоторые автомобильные дороги характеризуются очень невысокой интенсивностью движения, а использование на них щебеночно-мастичного асфальтобетона экономически нецелесообразно. Кроме того, на отдельных участках одних и тех же автомобильных дорог может наблюдаться различная, отличающаяся в несколько раз интенсивность движения. Особенно это касается подходов к крупным городам.

Опираясь на эти данные, авторы статьи провели комплексный анализ интенсивности движения транспортных средств на всей сети автомобильных дорог Свердловской области. На основе этого анализа была составлена схема дорог с указанием типов асфальтобетонной смеси, рекомендуемых к устройству в верхних слоях дорожной одежды (**рис. 7**).

КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПОСЛЕ ОЧЕРЕДНОГО РЕМОНТА

ЛЕВАЯ ПОЛОСА ПРАВАЯ ПОЛОСА



Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

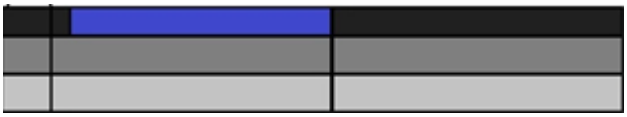
1. Образование колеи износа на левой полосе после 4-х лет эксплуатации

Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

2. Фрезерование левой полосы движения на всю ширину

Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

3. Укладка асфальтобетонной смеси укладчиком на ширину полосы



Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

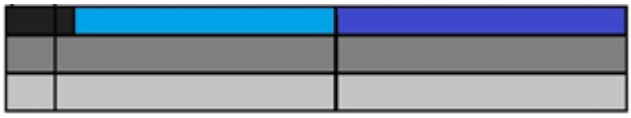
4. Образование колеи износа на правой полосе после 6-ти лет эксплуатации

Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

5. Фрезерование правой полосы движения на всю ширину

Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

6. Укладка асфальтобетонной смеси укладчиком на ширину полосы



Верхний слой покрытия
Нижний слой покрытия
Верхний слой основания

Рис. 6. Рекомендуемая схема замены верхнего слоя покрытия на автомобильных дорогах I технической категории с загрузкой более 7000 приведенных автомобилей в сутки на одну полосу

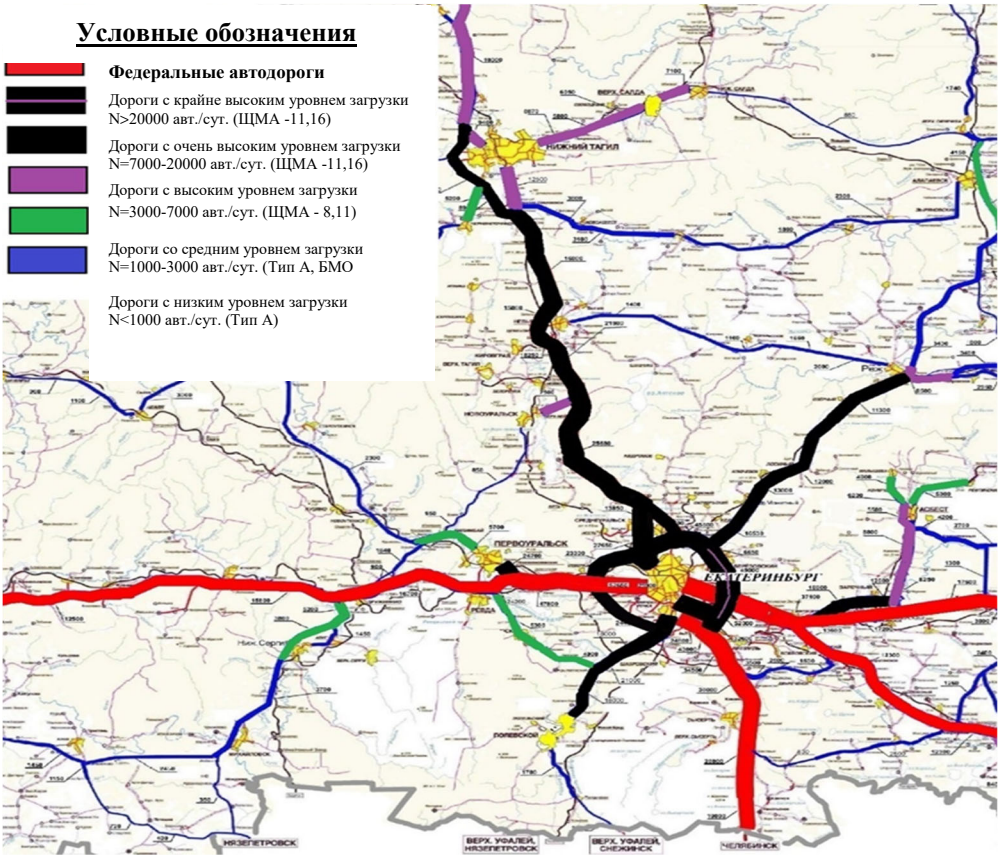


Рис. 7. Схема региональной сети автомобильных дорог Свердловской области, с указанием типов асфальтобетонов, применяемых в верхних слоях покрытия при ремонте (фрагмент)

На основе анализа схемы, представленной на **рис. 7**, можно заключить, что использование щебеночно-мастичных асфальтобетонов на автомобильных дорогах Свердловской области регионального значения целесообразно на участках протяженностью 700-800 км, что составляет всего 7,5 % от общей протяженности региональной сети автомобильных дорог.

Данная схема получила широкое применение в Управлении автомобильных дорог Свердловской области при планировании ремонтов. При составлении технического задания на ремонт автомобильной дороги достаточно сопоставить планируемые к работе участки для выбора экономически целесообразного типа покрытия.

Кроме того, на участках ремонта с крайне высокой и очень высокой интенсивностью движения необходим рациональный выбор

инертных материалов, предназначенных для использования в асфальтобетонной смеси. В практике Управления автомобильных дорог Свердловской области, на стадии согласования составов асфальтобетонных смесей, лабораторией контроля качества устанавливается, какой тип щебней какого производства позволяет максимально снизить процесс образования колеи износа.

В заключение необходимо отметить, что применение выше рассмотренных рекомендаций в Свердловской области позволило в значительной мере снизить протяженность участков автомобильных дорог с колеей износа.

Решение проблемы уменьшения влияния шипованной шины колеса автомобиля на процесс образования колеи износа требует изменения нормативных документов.

При этом следует принять во внимание опыт Скандинавских стран, в которых на 30 лет раньше России столкнулись с проблемой образования колеи износа, и на данный момент регламентируется количество устанавливаемых на одной шине шипов, выступ шипа и его вес. По мнению авторов данной статьи, в РФ на законодательном уровне необходимо ограничение массы используемых шипов, а также введение строгих ограничений на сезонное использование шипованных шин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Казарновский В.Д. Проблема колееобразования на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием / В.Д. Казарновский // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2000. – №2. – С. 3-4.*
2. *Беляев Н.Н. Нормирование допустимой глубины колеи / Н.Н. Беляев // Автомобильные дороги. – 2014. – № 12. – С. 71-73.*
3. *Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий: учеб. пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. – 65 с.*
4. *Асфальтобетон повышенной износостойкости с применением в качестве каменного материала пироксенового порфирита. – Электрон. данные. – URL: http://www.dor.spb.ru/index/technology/porfirit/ (дата обращения: 19.08.2020).*
5. *Опыт Скандинавских стран. Износ асфальтобетонных покрытий шипованной резиной. – Электрон. данные. – URL: http://www.dor.spb.ru/index/technology/iznos-pokrytiy/ (дата обращения: 19.08.2020).*
6. *Лушников Н.А. Некоторые методы измерения параметров колеи на дорожных покрытиях / Н.А. Лушников, Д.И. Ковалев.,*

П.А. Лушников, В.А. Кретов // Дороги и мосты. – 2020. – № 42 – С. 104 – 110.

7. *Васильев Ю.Э. Исследование устойчивости дорожно-строительных материалов к износному колееобразованию в условиях, приближенных к эксплуатационным / Ю.Э. Васильев, А.В. Ивачев, И.С. Братищев // Интернет – журнал «Науковедение». – 2014. – №5(24). – С. 1-14.*
8. *ГОСТ Р 58406.1-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. – – М.: Стандартинформ, 2020. – 30 с.*
9. *ГОСТ Р 58406.2-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2020. – 45 с.*
10. *Safwat, S. and Sterjnberg, H. (2003). Swedish Pavement Performance Specification, the 22nd World Road Conference in Durban, South Africa, October 19-25, 2003.*

L I T E R A T U R A

1. *Kazarnovskij V.D. Problema koleeobrazovaniya na avtomobil'nyh dorogah s asfal'tobetonnym pokrytiem / V.D. Kazarnovskij // Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli. – 2000. – №2. – S. 3-4.*
2. *Belyaev N.N. Normirovanie dopustimoj glubiny kolei / N.N. Belyaev / Avtomobil'nye dorogi. – 2014. – № 12. – S. 71-73.*
3. *Kostin V.I. Shchebenochno-mastichnyj asfal'tobeton dlya dorozhnyh pokrytij: ucheb. posobie. – N. Novgorod: NNGASU, 2009. – 65 s.*
4. *Asfal'tobeton povyshennoj iznosostojkosti s primeneniem v kachestve kamennogo materiala piroksenovogo porfirita. – Elektron. dannye. – URL: http://www.dor.spb.ru/index/technology/porfirit/ (data obrashcheniya: 19.08.2020).*
5. *Opyt skandinavskih stran. Iznos asfal'tobetonnyh pokrytij shipovannoj rezinoj. – Elektron. dannye. – URL: http://www.dor.spb.ru/index/technology/iznos-pokrytiy/ (data obrashcheniya: 19.08.2020).*
6. *Lushnikov N.A. Some methods of measuring the parameters of the rut on road surfaces / N.A. Lushnikov, D.I. Kovalev., P.A. Lushnikov, V. A. Kretov // Roads and bridges. – 2020. – No. 42. – PP. 104-110.*
7. *Vasiliev Y.E. Study of the stability of road-building materials to wear-out track formation in conditions close to operational / Y.E. Vasiliev, A.V. Ivachev, I. S. Bratishchev // Internet – zhurnal «Naukovedenie». – 2014. – №5(24) – PP. 1-14.*

8. *GOST R 58406.1-2020. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Smesi shchebenochno-mastichnye asfal'tobetonnye i asfal'tobeton. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2020. – 30 s.*
9. *GOST R 58406.2-2020. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Smesi goryachie asfal'tobetonnye i asfal'tobeton. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2020. – 45 s.*
10. *Safwat, S. and Sterjnberg, H. (2003). Swedish Pavement Performance Specification, the 22nd World Road Conference in Durban, South Africa, October 19-25, 2003.*

……

EXPERIENCE IN ELIMINATING WEAR RUT ON THE EXAMPLE OF ROADS IN THE SVERDLOVSK REGION

Head of Department ***V.V. Danilov,***
Ph. D (Tech.) ***A.A. Tsarikov***
(State Treasury Institution
for the Sverdlovsk Region «Department of Roads»)
Contact information: zarikof@mail.ru

The article deals with the formation of a rut on the roads of the Sverdlovsk region under the influence of studded tires. Data on the wear resistance of various types of pavements are considered. Recommendations for eliminating wear rut on roads of different categories with various traffic volumes are given.
Key words: *roads, road pavement, asphalt concrete, wear rut, studded tires.*

Рецензент: д-р. техн. наук, профессор О.А. Красиков
(ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 19.08.2020 г.