



ВНИМАНИЕ! КОЛЕЯ

Вместе с автомобильным бумом к многочисленным проблемам, возникающим на наших дорогах, прибавилась еще одна – интенсивный износ асфальтобетонных покрытий, приводящий к образованию колеи, что, в свою очередь, негативно сказывается на безопасности движения.

Проблему появления колеи на Кольцевой автомобильной дороге мы затронули в книге не случайно — кто знает, может быть настанет время, когда студенты профильных вузов, открыв эти страницы и прочитав название главы, удивятся и спросят: а что это такое — колея? Но не исключено и следующее: кому-то из будущих дорожников эта глава все-таки поможет решить не одну профессиональную задачу.

Известно, что основными объективными причинами плохого состояния дорожных покрытий в городе на Неве и его окрестностях всегда были слабые грунты, качество и долговечность верхних слоев покрытий из асфальтобетона, а также ряд других, в том числе недостаточно изученных, факторов.

Начнем с того, что для получения информации о строении и характеристиках подстилающих грунтов специалистами компании «Дорсервис» производились изыскания с применением переносных локаторов. Уточним: метод георадиолокации позволяет идентифицировать грунтовые слои, выявлять пустоты, промоины, переувлажнение, определять инженерные сети. (Результаты разведки обязательно должны подкрепляться определением несущей способности грунтов, чтобы исключить ошибки при выборе конструкции.) Для получения информации о механических характеристиках подстилающих слоев применялись методы зондирования и традиционные способы геобурения.

При строительстве Кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга реализованы следующие новые проектные решения:

- для земляного полотна на слабых грунтах была разработана конструкция безосадочной насыпи с применением свай, изготавливаемых по технологии струйной цементации;

- дорожная одежда предусмотрена с трехслойным асфальтобетоном, в котором покрытие выполняется с использованием высокопрочных каменных материалов основных пород на битуме, модифицированном полимером;
- для устройства основания использованы оптимальные щебеночно-песчаные смеси, снижающие вероятность колееобразования.

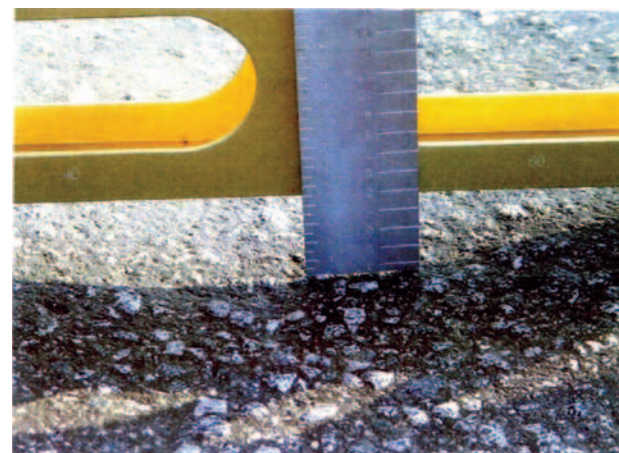
С самого начала эксплуатации Кольцевой автомобильной дороги задача борьбы с колеями стояла перед всеми участниками строительства и содержания КАД. Тем не менее, колея почему-то упорно появлялась, и в основном на левой полосе... Реакция профессионального дорожного сообщества Санкт-Петербурга на проблему, связанную с появлением на скоростной трассе колеи, была быстрой и в целом эффективной. Т.С. Широкова, заместитель генерального директора по качеству ОАО «АБЗ-1», говоря об интенсивности движения, привела следующие факты: на Кольцевой автодороге вокруг Санкт-Петербурга и на подходах к Санкт-Петербургу — дорогах «Россия», «Скандинавия», «Нарва», «Кола» — интенсивность к 2010 году достигла 10–16 тысяч автомобилей в сутки на полосу движения. «Как известно, колея может возникнуть по нескольким причинам: от недостаточной несущей способности дорожной конструкции (как в поселке Сертолово летом 2010 года), излишне пластичных асфальтобетонов (дорога «Скандинавия», км 66–68) и от естественного износа (КАД)», — объяснила Тамара Степановна. Последняя причина представляет собой сложное явление и зависит от многочисленных факторов: условий движения транспорта (состава, интенсивности и скорости движения), характеристик транспортных средств, размера отпечатка колеса, давления воздуха в шинах, рисунка протектора, наличия шипов, атмосферных условий, прочности материала покрытия на износ и крепости всей дорожной конструкции.

По мнению большинства специалистов, повышение качества и долговечности асфальтобетонных покрытий достигается комплексом мер, включающих применение в качестве исходных основных пород каменных материалов (диориты, кварциты, диабазы и др.), а также использование многощебеночных асфальтобетонов в верхних слоях покрытий. Сюда же следует отнести оснащение дорожных организаций новой техникой и современными АБЗ, в состав которых входят установки по дроблению каменных материалов, что обеспечивает требуемое качество асфальтобетонной смеси. Однако образование колеи даже в такой достаточно прочной конструкции, как современная дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием, является неизбежным и естественным процессом. Но это вовсе не означает, что его нельзя замедлить и тем самым продлить срок службы асфальтобетонных покрытий, а самое главное — повысить безопасность участников дорожного движения.

«С колеями можно бороться, — убеждены В.П. Петушенко, генеральный директор ФГУ ДСТО, и Н.Н. Беляев, главный специалист ЗАО «Институт «Стройпроект». — Существенно уменьшить колееобразование можно лишь в результате принятия комплекса мер, выбор которых зависит от природно-климатических условий, конструкции основания дорожной одежды, а также от интенсивности и состава дорожного движения. В качестве конструктивной меры по уменьшению накопления остаточных деформаций в основании дорожной одежды может быть эффективным применение жестких оснований из материалов на основе неорганических вяжущих (при условии решения проблемы несовместимости температурных деформаций таких материалов и асфальтобетонов). Определенный эффект может дать армирование основания дорожных одежд и земляного полотна геосинтетическими материалами. Необходимо также проводить лабораторную проверку износостойкости асфальтобетонов перед их применением. В любом случае, разработка конкретных мер должна основываться на результатах глубокого и всестороннего исследования и анализа условий, в которых эксплуатируется конкретная автомобильная дорога».

Известно: чтобы избавиться от проблемы, прежде всего необходимо выявить ее причины. Не случайно были разработаны и введены в действие «Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах» (утверждены распоряжением Росавтодора № ОС-556-р от 24.06.2004 г.). Документом определен целый ряд факторов, способствующих образованию колеи в асфальтобетонных покрытиях, а именно:

- накопление пластических деформаций в асфальтобетоне под действием тяжелых грузовиков в жаркий летний период («пластическая колея»);
- накопление остаточных деформаций в материалах основания дорожной одежды и земляном полотне под действием тяжелых грузовиков во влажные переходные периоды весной и осенью («скрытая колея»);





■ износ асфальтобетона резиновыми шинами автомобилей. Зимой, при отрицательных температурах, асфальтобетон приобретает высокую прочность. Поэтому износ дорожного покрытия резиновыми шинами наиболее интенсивно происходит в безморозный период года («колея износа»).

Специалистами ЗАО «ВАД», которые также всесторонне занимались изучением причин износа асфальтобетонных покрытий, в свою очередь, были названы следующие факторы:

- большая интенсивность движения автомобилей;
- высокая скорость движения автомобилей на автомагистралях, а также частые разгоны и торможения на городских улицах при движении в пробках;
- рост количества автомобилей на шипованных шинах в холодное время года;
- применение антигололедных реагентов при зимнем содержании дорог;
- переувлажнение и частые циклы замораживания-оттаивания асфальтобетона в покрытии.

Вот как описывает процесс образования колеи ведущий специалист ЗАО «ВАД» Дмитрий Пахаренко: «Процесс износа, переходящий в последующем в колеобразование, начинается с удаления (выноса) мелких фракций с поверхности асфальтобетона на глубину до 2–3 мм. Затем, оголившись на величину более двух третей своего размера, щебенка начинает вырываться с поверхности, оголяя для истирания следующий участок мелкого заполнителя и асфальтовяжущего. И так происходит до полного истирания на всю толщину слоя, делая колею все глубже и глубже...»

Понятно, что проблема, которая выросла из совокупности причин, не может быть решена в одночасье. Но вернемся к «Рекомендациям по выявлению и устранению колеи на жестких дорожных одеждах». В соответствии с выделенными факторами образования и развития колеи, в этом методическом документе приведены технологии прогноза глубины колеи в зависимости от свойств материалов дорожной конструкции, интенсивности и состава транспортного потока, срока службы покрытия. Особое внимание при этом уделено проблеме «пластической колеи», что является логическим продолжением ранее начатой борьбы с данным явлением. В частности, еще в 1997 году в ГОСТ 9128-97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия» были включены нормативные требования к сдвигоустойчивости асфальтобетонных смесей для устройства верхних слоев дорожных покрытий.

Правда, эти нормативные требования подверглись критике как недостаточно полно учитывающие развитие процесса колеобразования. Тем не менее, следует

признать, что предпринятая в ГОСТ 9128-97 попытка технического нормирования сдвигоустойчивости асфальтобетонов сыграла положительную роль и способствовала значительному уменьшению пластической колеи на асфальтобетонных покрытиях. Наряду с разработкой требований к сдвигоустойчивости асфальтобетонов, специалисты-дорожники разрабатывали и конкретные технические решения данной проблемы. В частности, речь идет о начале широкого применения таких разновидностей асфальтобетона, как асфальтобетон типа А по ГОСТ 9128-97 и щебеночно-мастичный асфальтобетон по ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия». Эти асфальтобетонные смеси содержат много щебня и потому обладают высокой устойчивостью к пластическому колееобразованию и износу. Значительных успехов дорожники достигли в применении полимерно-битумных вяжущих для приготовления асфальтобетонных смесей, что также, при определенных условиях, может являться эффективным способом повышения устойчивости асфальтобетонов к образованию пластической колеи и к износу. Таким образом, действующие «Рекомендации...» и другие нормативные и технические документы являются достаточно эффективным инструментом в руках инженера и позволяют решать многие задачи по проблеме колеи.

Согласно действующим нормам на автомобильных дорогах с расчетной скоростью движения автомобиля 120 км/ч (дороги I технической категории) допустимой является колея глубиной до 7 мм. При большей глубине колеи следует ограничить скорость движения. А предельно допустимая глубина колеи, при которой уже требуется ремонт дорожного покрытия, составляет для таких дорог 20 мм.

Однако в ряде случаев имеющаяся нормативно-техническая база не учитывает ряд изменившихся в последнее время условий эксплуатации. Особенно наглядно это проявилось в период с 2006 по 2008 год на вновь построенных эстакадных участках Кольцевой автомобильной дороги, где за период немногим больше 2,5 лет максимальная глубина колеи на значительном протяжении достигла 40 мм и более. Как ни странно, наибольшая глубина была именно на левых полосах движения, где преобладали легковые автомобили. При этом все уложенные в покрытие КАД асфальтобетоны полностью соответствовали действующим российским нормативным требованиям.

Исследования, проведенные по инициативе руководства ФГУ ДСТО специалистами ЗАО «ВАД», ЗАО «Институт «Стройпроект», ОАО «АБЗ-1» и др., выявили следующее:

1. Фактическая интенсивность движения на одну полосу достигала в период эксплуатации исследованного участка дороги 18 350 авт./сут., в том числе грузовых автомобилей — более 25% и легковых автомобилей с шипованными шинами — до 55%. Таким образом, дорожные покрытия КАД эксплуатировались в условиях очень большой интенсивности и грузонапряженности движения, а также подвергались интенсивному воздействию шипованных шин.

2. В период 2006–2008 годов летние температуры воздуха в районе Санкт-Петербурга были в среднем на 2°C выше среднесезонных. Это усилило образование пластической колеи. Однако данный фактор составил только 10–15% от общей глубины образовавшейся колеи.

3. Вклад износа асфальтобетона в летний период также составил 10–15% от общей глубины колеи.

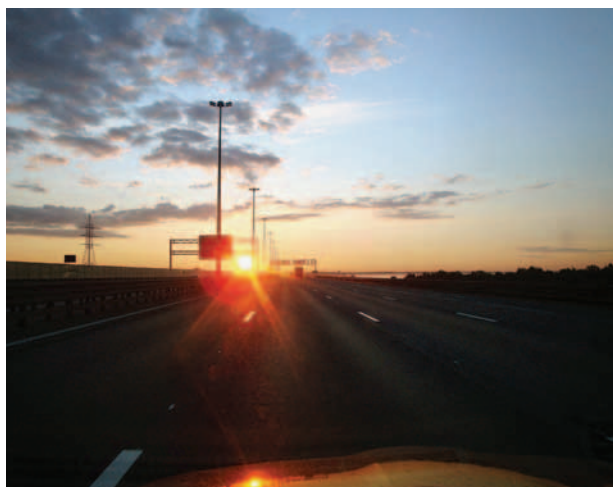
4. Скрытая колея в основании асфальтобетонного покрытия, вследствие высокой прочности материала мостовой плиты эстакады, отсутствовала. На участках земляного полотна глубина колеи в асфальтобетоне также была очень велика. Но исследовательские работы целенаправленно проводились на эстакадах с тем, чтобы максимально исключить влияние фактора «скрытой колеи» и повысить точность результатов исследований вклада других факторов.

5. Специальные натурные измерения глубины колеи в начале зимнего периода и в начале весны показали, что до 75% общей глубины колеи на данном участке КАД было обусловлено износом асфальтобетона шипованными шинами легковых автомобилей в зимний период.

Наибольшее количество исследований, связанных с использованием шипов, проведено в Финляндии. Неплохо изучена проблема износа и в США. Расчеты и эксперименты показали, что при массе шипа не более 1,1 грамма потенциальный срок службы покрытий уменьшается на 36% по сравнению с использованием традиционно применяемого обычного шипа.

Вообще, за рубежом уже достаточно давно обратили внимание на действие шипованных шин. Так, с 2004 года в странах Северной Европы действует стандарт





EN 12697-16 (2004) «Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – part 16: Abrasion by studded tyres», регламентирующий испытания лабораторных образцов асфальтобетона на устойчивость к износу шипованными шинами. Стандарт содержит методику А (шведский метод) и методику В (финский метод), которые по-разному моделируют процесс износа асфальтобетона шипами. Поэтому для дорожного хозяйства России также важно проведение испытаний образцов асфальтобетона на устойчивость к износу.

Какие же еще могут быть пути решения проблемы? По мнению специалистов ЗАО «ВАД», исключить погодные факторы невозможно. Запретить применение антигололедных реагентов и шипованных автошин тоже не представляется возможным. Снизить интенсивность движения на дорогах можно за счет строительства достаточного количества новых альтернативных дорог и увеличения плотности дорожной сети, реконструкции существующих автомагистралей... Но это весьма отдаленная перспектива, к тому же, зарубежный опыт показывает, что увеличение количества автомобилей всегда опережает темпы развития дорожной инфраструктуры.

Выход остается один: работать над устойчивостью асфальтобетона к реальным условиям эксплуатации. При этом необходимо учесть ряд обстоятельств. Из практики эксплуатации дорог следует, что чем больше щебня и вяжущего в составе асфальтобетона, тем он более устойчив к истиранию. Медленнее всего данному явлению подвержены щебеночно-мастичные и литые асфальтобетоны. Прочность щебня и его устойчивость к истиранию (шлифованию) также оказывает существенное влияние на процесс износа. Хорошая адгезия битума к каменному материалу и оптимальное количество асфальто вяжущего в смеси способствуют лучшему удерживанию мелких фракций асфальтобетона на поверхности слоя. Но даже многощебенистые асфальтобетоны из высокопрочного щебня основного химико-минералогического состава на модифицированном битуме не способны устоять перед истирающим воздействием шипованных автомобильных колес.

Если же по объективным причинам невозможно остановить процесс образования дефекта, то следует научиться его прогнозировать и вовремя проводить мероприятия по устранению предпосылок. А именно:

- изучив зарубежный опыт, разработать и утвердить методику прогнозирования износа асфальтобетонных покрытий в зависимости от интенсивности движения и климатических условий;
- определить верхний слой покрытия как слой износа, то есть «расходный материал» дорожной одежды, и на основании расчетных данных нормировать срок его службы. При составлении гарантийного паспорта на вновь построенную или отремонтированную дорогу учитывать расчетный срок службы покрытия для конкретной дороги;
- при проектировании конструкции дорожной одежды не учитывать в расчетах верхний слой покрытия, так как его толщина в процессе эксплуатации уменьшается и конструкция соответственно ослабляется;
- в качестве материала верхнего слоя покрытия принимать только многощебенистые асфальтобетоны (высокоплотные, плотные тип А марки I и ЦМА), а там, где это экономически обосновано — литые асфальтобетоны;
- при выборе каменного материала для асфальтобетона следует особое внимание уделять прочности и устойчивости к истиранию (потеря массы после испытания щебня в полочном барабане должна быть не более 10%);
- если в составе асфальтобетона используется каменный материал из горных пород кислого состава, в обязательном порядке должны быть применены поверхностно-активные вещества, обеспечивающие хорошую адгезию с битумом;
- для верхнего слоя покрытия применять только улучшенные или модифицированные вяжущие, обладающие хорошей адгезией и когезией, а также устойчивые к старению.

В.А. Борисенко, главный инженер ЗАО «ВАД», и В.В. Баталов, начальник отдела технического надзора УС КАД, также считают, что, рассматривая колеобразование с точки зрения неспособности дорог с асфальтобетонным покрытием противостоять амплитудно-частотному воздействию движущегося высокоскоростного транспорта, необходимо понимать внутренние процессы, происходящие в асфальтобетонном покрытии и в дорожной одежде в целом. Специалисты убеждены, что пристальное изучение этих процессов позволит выработать мероприятия по колее-стойкости как асфальтобетонных смесей, так и в целом



конструктивных слоев дорожных одежд. Необходимо осознавать, что невозможно с достаточной долей вероятности разобраться в процессах колееобразования, не вникая во внутренние процессы, происходящие в асфальтобетонном покрытии, которые, как показали исследования, и являются причиной остаточной деформации.

При изучении вопроса колееобразования, возникающего при динамических нагрузках, было установлено, что величина прогиба асфальтобетонного покрытия зависит не только от показателей амплитудно-частотного колебания, но и от поведения минерального скелета в совокупности с вяжущим.

При анализе внутренних процессов, происходящих в асфальтобетонном покрытии, необходимо учитывать все внешние воздействующие факторы, а также тип и качество асфальтобетонных смесей. Процесс динамического воздействия движущегося транспорта на дорожную конструкцию нужно рассматривать как энергию колебаний, а процесс сопротивления качению — как энергию нагрева асфальтобетонного покрытия в зоне колееобразования. Проведенные измерения показали, что температура асфальтобетона в зоне контакта с колесами автомобилей на 3...4°C выше, чем температура всего остального покрытия. Учитывая разницу в линейном расширении отдельных участков покрытия, можно с полной определенностью сказать, что под воздействием дополнительной внутренней напряженности асфальтобетона следует ожидать увеличения прогиба в зоне образования колеи. Количественный показатель увеличения стрелы прогиба за счет температурной разницы в асфальтобетонном покрытии требует дополнительных расчетов.

Согласно современным представлениям структура асфальтобетона определяется пространственным расположением зерен минеральной составляющей и степенью их взаимодействия с вяжущим — битумом. Необходимость полноты и прочности взаимодействия органического вяжущего с минеральными компонентами не вызывает сомнения. Однако, с учетом рассматриваемых факторов, на первый план выходят требования к когезионным свойствам вяжущего, имеющего наибольшую площадь контакта с мелкодисперсионной минеральной составляющей. Вызвано это, прежде всего, тем, что деструктивная текучесть у асфальтобетона, имеющего худшие показатели по когезии вяжущего, наступает раньше, чем у материалов с хорошими когезионными свойствами.

Кроме того, проведенные исследования образцов асфальтобетона, взятых из колеи, показали, что крупные фракции минерального скелета приняли округлую форму и стали по размеру меньше, чем аналогичный щебень из асфальтобетонного покрытия, находящегося вне зоны динамического воздействия.

Причина явления кроется в постоянном хаотичном (под воздействием динамической нагрузки) смещении крупных фракций щебня относительно друг друга; при этом соприкасающиеся края щебня обламываются. При отсутствии нагрузки (например, в ночное время) и — как следствие — отсутствии разницы температур в колее и остального покрытия асфальтобетон как упругий материал «пытается» вернуться в исходное состояние. Крупные фракции минерального скелета, упираясь друг в друга, при недостаточных когезионных свойствах вяжущего в совокупности с мелкодисперсионной минеральной составляющей, снова хаотично поворачиваются. При последующих нагрузках обламываются другие острые углы, находящиеся в зацеплении. Процесс продолжается до тех пор, пока «ворочающийся» щебень не примет округлую форму, а асфальтобетон не потеряет возможность сопротивляться воздействию факторам.

В условиях эксплуатации Кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга процесс существенных изменений в минеральном скелете верхнего слоя покрытия (асфальтобетон тип А марка 1 по ГОСТ 9128-97*) занимает 2–2,5 года.

Известно, что при использовании щебня кубовидной или тетраэдральной формы стойкость асфальтобетонной смеси к колееобразованию значительно улучшается.

В этом случае при уплотнении асфальтобетонной смеси щебень, расположенный упорядоченно один относительно другого, при прогибе дорожной конструкции и возврате ее в исходное положение не имеет хаотичного перемещения. Процесс разрушения минерального скелета существенно замедляется. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности применения при изготовлении асфальтобетонных смесей модифицированного битумного вяжущего (с оценкой его когезионных свойств) и кубовидного щебня. Это позволит продлить срок службы асфальтобетонного покрытия и, снизив аварийность, повысить потребительские качества автомобильных дорог.

