

## Анализ современных методов повышения устойчивости асфальтобетонных покрытий к колееобразованию

*О.В.Конорева, Ю.А.Муравьев*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация.** В статье приводится анализ современных методов борьбы с колеей на дорожных одеждах с асфальтобетонным покрытием. Повышение сопротивляемости асфальтобетонных покрытий колееобразованию можно осуществлять по двум направлениям: расчетным путем и совершенствованием состава асфальтобетонов. Разработка методики расчета дорожных конструкций на сопротивление колееобразованию позволит обоснованно принимать конструкции дорожных одежд, устойчивых к колееобразованию и разрабатывать стратегии ремонтных мероприятий. Материаловедческие решения по оптимизации свойств асфальтобетона заключаются в улучшении свойств вяжущих, использовании модификаторов, использовании видов асфальтобетонов, устойчивых к колееобразованию, таких как щебеночно-мастичный асфальтобетон и полимерно-дисперсно-армированный асфальтобетон.

**Ключевые слова:** дорожная конструкция, колееобразование, асфальтобетонное покрытие, полимерно-битумное вяжущее, состав асфальтобетона, щебеночно-мастичный асфальтобетон, полимерно-дисперсно-армированный асфальтобетон, методика прогнозирования колееобразования.

### Введение

Проблема образования колеи и её ликвидация уже длительное время считается одной из важнейших для дорожников многих стран мира. Анализ данных показывает, что образование колеи недопустимой глубины составляет от 20 до 35 % всех причин снижения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. В ряде стран установлены нормативные пределы допустимой глубины колеи, а также допустимой толщины воды в колее. Установлено, что при высоких скоростях движения и быстром выходе из колеи риск возникновения ДТП превышает нормативное значение при глубине колеи порядка 15–17 мм, что соответствует прогнозируемой колеейности для применяемых конструкций уже на 3–5-й год эксплуатации. Проектирование дорожных конструкций, устойчивых к колееобразованию, позволит существенно повысить потребительские свойства автомобильных дорог. [1,2]

### **Виды колеи и причины их возникновения**

Результаты оценки состояния дорог позволяют разделить колею на пластическую и колею износа (абразивную). Пластическая проявляется в виде поверхностной колеи, связанной с релаксационными свойствами асфальтобетона и сопровождается боковым выпором асфальтобетона(рис.1); а также в виде толщиной (глубинной), образующейся в результате возникновения деформаций в слоях основания дорожной конструкции и земляном полотне (рис.2).

Долгое время колея связывалась с одновременным воздействием высоких транспортных нагрузок и высоких летних температур, особенно характерных для южных регионов. В последние годы для автомобильных дорог характерно такое явление как колея износа (абразивная колея), которую связывают, в первую очередь, с интенсивным воздействием транспортных средств, оснащенных шипованной резиной (рис. 1). [3]



Рис. 1. – Поверхностная колея на покрытии, сопровождаемая выпором асфальтобетона

Основными причинами возникновения колеи на асфальтобетонных покрытиях являются:

- отсутствие нормативно закрепленной методики расчета дорожных конструкций на прогнозирование колееобразования; (ОДН 218.046-01)
- недоучет различных видов нагрузки при проектировании дорожной одежды; [4]
- несоответствие вида асфальтобетона и вяжущего транспортным нагрузкам и климатическим условиям; [9,10]
- износ покрытия вследствие интенсивного воздействия автомобилей с шипованными шинами. [3]



Рис. 2. – Поверхностная колея на покрытии, сопровождаемая просадкой асфальтобетона

### **Анализ существующих методов борьбы с колееностью**

В настоящее время дорожные конструкции назначаются с учетом материаловедческих данных и опыта их работы в тех или иных условиях транспортных нагрузок и зачастую превосходят требуемый запас прочности. Так запас прочности дорожных конструкций, назначаемых для дорог с высокой интенсивностью движения большегрузных транспортных средств, рассчитанных по критерию сопротивления монолитных слоев усталостному

---

разрушению от растяжения при изгибе по существующей методике (ОДН 218.046-01) может превышать требуемый в 2-2.5 раза. Критерий расчета слоев из асфальтобетона по сопротивлению сдвигу и вовсе не представлен в действующем ОДН (несмотря на его присутствие в ВСН 46-83).

Это связано, в первую очередь, с несовершенством методики расчета конструкций, с расчетом на основе метода предельных состояний. В последнее время с учетом передового отечественного и зарубежного опыта наметилась тенденция перехода от расчета дорожных конструкций по предельным состояниям к расчету накопления различных видов повреждений за весь срок службы. [5]

В Американском руководстве по механико-эмпирическому проектированию новых и реконструируемых дорожных одежд приводятся критерии работы дорожных конструкций, основанные на прогнозировании накопленных за весь период эксплуатации следующих видов деформаций и разрушений:

- остаточная деформация (колееобразование);
- усталостное трещинообразование;
- температурное трещинообразование;
- ровность (индекс IRI). [6]

При расчете по указанным критериям используют механико-математические модели напряженно-деформированного состояния слоистых многослойных структур, входными данными в которые являются: характеристики транспортного потока, получаемого на основе данных систем «вес в движении» Weigh-In-Motion(WIM); данные о грунтовом основании; свойства материалов конструктивных слоев; климатические характеристики района проектирования. Выходными данными в указанных моделях являются результаты определения всех компонентов напряжений и деформаций многослойной среды. [7]

---

Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями показывает, что обеспечение требуемых эксплуатационных качеств дорожного покрытия может быть достигнуто за счет функционального конструирования пакета асфальтобетонных слоев, при котором за каждым слоем асфальтобетона закреплены определенные свойства соответственно видам деформаций и напряжений в них возникающим (рис. 3). [8]

Этот принцип конструирования отражен в каталоге типовых конструкций нежестких дорожных одежд, разработанном для автомобильных дорог Государственной компании «Автодор» I-II категорий ООО «Доринжсервис». Так, в соответствии с каталогом, назначение вида асфальтобетона и вяжущего выполняется с учетом класса транспортной нагрузки, дорожно-климатической зоны и расположения слоя по глубине.

Верхний слой асфальтобетонных покрытий должен быть устойчивым к износу, колееобразованию и температурному трещинообразованию, для его устройства следует применять щебеночно-мастичный асфальтобетон на модифицированных битумах или полимерно-битумном вяжущем.

Нижний слой асфальтобетонных покрытий выполняет функцию несущего слоя покрытия дорожной одежды и должен быть устойчивыми к накоплению пластических деформаций при повышенных летних температурах при многократном приложении транспортных нагрузок. Для его устройства используют плотные мелкозернистые или крупнозернистые полимерно-дисперсно-армированные асфальтобетоны.

Верхний слой оснований (совместно со слоями покрытий) должен обеспечивать несущую способность дорожных одежд и быть устойчивым к усталостному трещинообразованию и накоплению пластических деформаций при многократном приложении транспортных нагрузок. Для его устройства

используют плотные и пористые крупнозернистые полимерно-дисперсно-армированные асфальтобетоны.

Разработаны составы многощепенистых асфальтобетонов с содержанием щебня более 65%, подобранные с использованием европейских сит с квадратной ячейкой по ISO 565, например АН АЕ<sub>31,5</sub> СВ и АО РЕ<sub>31,5</sub>СВ. Асфальтобетоны таких составов характеризуются повышенной устойчивостью к накоплению пластических деформаций и их рекомендуется использовать в нижних слоях покрытий и верхних слоях основании. (СТО Автодор 2.11, 2.25)



Рис. 3. – Функциональное конструирование пакета асфальтобетонных слоев [8]

Российский ГОСТ 52747-2007, допускающий установку на колеса легковых автомобилей шипов весом примерно 2 г, а грузовых – 4 г, а зарубежный аналог максимум 1,0 г. Абразивную колею износа покрытия вследствие интенсивного воздействия автомобилей с шипованными шинами возможно снизить за счет снижения веса каждого шипа, а также за счет подбора более износостойких составов асфальтобетонов. [3]

Для создания износостойких составов вяжущее должно обладать ярко выраженными реологическими и повышенными адгезионными и

---

когезионными свойствами, что характерно для резинобитумных и полимербитумных вяжущих. Для этих целей в верхних слоях покрытий используют многощебенистые асфальтобетоны – щебеночно-мастичные асфальтобетоны с крупностью зерен 15-20 мм.

При подборе составов асфальтобетонов, устойчивых к колееобразованию очень важно чтобы лабораторные методы их испытаний соответствовали эксплуатационным режимам нагружения в покрытии. Так стандартные методы испытаний асфальтобетонных образцов при однократном воздействии разрушающей нагрузки зачастую не показывают положительного эффекта от использования добавок, повышающих сдвигоустойчивость асфальтобетона. В последнее время для подтверждения эксплуатационных качеств асфальтобетонов все чаще стали обращаться к методам испытаний, моделирующих эксплуатационные режимы нагружения. В рамках оценки устойчивости к колееобразованию хорошо зарекомендовали себя установки, в которых к асфальтобетонной плите многократно прикладывается нагрузка через воздействие колеса, имитирующая проезды транспортных средств по покрытию. В качестве примера такой установки можно привести установку УК-1, на которой проводятся испытания на устойчивость асфальтобетонов к колееобразованию в ДортрансНИИ ДГТУ.



Рис. 4. – Установка для проведения испытаний на устойчивость к колееобразованию

---

## Заключение

Как показывает анализ методов борьбы с колеями, в настоящее время существуют и активно развиваются новые эффективные материаловедческие решения по разработке составов асфальтобетонов, устойчивых к колееобразованию. Но для разработки комплексных мероприятий по контролю колееобразования, своевременного планирования ремонтных мероприятий, разработки стратегий ремонта необходима разработка и ее реализация в нормативном документе методики прогнозирования колееобразования с использованием уже существующих на данный момент моделей прогнозирования напряженно-деформированного состояния дорожных конструкций.

## Литература

1. Карпов Б.Н., Клековкина М.П., Мещеряков К.Г. О совершенствовании технических решений устройства дорожных одежд // Журнал Дорожная Держава. 2010. № 26. с. 18–20.
  2. Пахаренко Д.В. Внимание – колея! // Журнал Дорожная Держава. 2010. №25. с. 28–30.
  3. Костельков М.П., Перевалов В. П., Пахаренко Д. В. Практика борьбы с колеиностью асфальтобетонных покрытий может быть успешной // Журнал Дорожная Техника. 2011, с. 54–70.
  4. Илиополов С.К., Селезнев М.Г. Уточненный метод расчета напряженно-деформированного состояния системы «дорожная одежда – грунт». Ростов-на-Дону: Новая книга, 1997. 142 с.
  5. Guide for Mechanistic-Empirical Design Of New And Rehabilitated Pavement Structures ARA / Inc., ERES Division 505 West University Avenue Champaign, Illinois 61820. 1999. pp. 20.
  6. Cundill M.A. The Merlin Low-Cost Road Roughness Measuring Machine. TRRL Research report 301. 1991. pp. 1-20.
-





7. ASTM Standard Specification for Highway Weigh-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods ASTM Standard E 1318, Jan 10 (2002). 35 p.

8. Углова Е.В., Конорева О.В. Разработка каталога нежестких дорожных одежд для автомобильных дорог I-II категорий // Журнал Дороги и мосты. 2016. №34. с.87-101.

9. 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.

10. Мелихов О.О., Шинтяпкин В.В., Сараев Д.С. О методах снижения энергозатрат и сохранения качества битума в процессе его подготовки на асфальтобетонном заводе // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1383.

### References

1. Karpov B.N., Klekovkina M.P., Meshherjakov K.G. Zhurnal Dorozhnaya Derzhava. 2010. № 26. pp. 18–20.

2. Pakharenko D.V. Zhurnal Dorozhnaya Derzhava. 2010. №25. pp.28–30.

3. Kostel'ov M.P., Perevalov V. P., Paharenko D. V. Zhurnal Dorozhnaya Tekhnika. 2011. pp. 54–70.

4. Iliopolov S.K., Seleznev M.G. Utochnennyy metod rascheta napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya sistemy «dorozhnaya odezhda – grunt» [Refined method for calculation of stress-strain state of the system "road pavement – soil"] Rostov-na-Donu: Novaya kniga, 1997. 142 p.

5. Guide for Mechanistic-Empirical Design of New And Rehabilitated Pavement Structures ARA. Inc., ERES Division 505 West University Avenue Champaign, Illinois 61820. 1999. 20 p.

6. Cundill M.A. The Merlin Low-Cost Road Roughness Measuring Machine. TRRL Research report 301. 1991. pp. 1-20.

---



7. ASTM Standard Specification for Highway Weigh-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods ASTM Standard E 1318, Jan 10 (2002). 35 p.
8. Uglova E.V., Konoreva O.V. Zhurnal Dorogi i mosty. 2016. №34. pp. 87-101.
9. Nikolenko M.A., Besschetnov B.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856).
10. Melihov O.O., Shintjapkin V.V., Saraev D.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1383](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1383).