

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЗАДЕЛКИ ВЫБОИН ПРИ  
РЕМОНТЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ**Канд. техн. наук **С.В. Полякова,**инженер **А.С. Козин**

(ФАУ «РОСДОРНИИ»)

Контакт. информация: PolyakovaSV@rosdornii.ru;

KozinAS@rosdornii.ru

---

*В статье рассматриваются вопросы эффективности и долговечности ямочного ремонта покрытия при неблагоприятных условиях холодными асфальтобетонными смесями. Приведены основные виды дефектов асфальтобетонного покрытия, вызывающие образование выбоин, а также влияющие на восприятие пользователя, на безопасность дорожного движения и снижающие долговечность асфальтобетонного покрытия. Определены физико-механические показатели свойств холодной ремонтной водоотверждаемой смеси «Аквапатч» (AQUA PATCH). **Ключевые слова:** ремонт асфальтобетонного покрытия, выбоины, долговечность ремонта, инновационные материалы и технологии, холодные патчи.*

---

Многолетний опыт эксплуатации автомобильных дорог свидетельствует о том, что для соблюдения установленных сроков ремонта дорожных одежд необходимо обеспечить их своевременное и качественное содержание. Вопрос эффективности содержания асфальтобетонного покрытия в части заделки выбоин при неблагоприятных условиях максимально актуален.

Образование выбоин – это процесс разрушения покрытия, вызванный многочисленными факторами, включая воздействия влаги, повышенных транспортных нагрузок, погодных циклов замораживания и оттаивания и др. (**рис. 1**).

В **табл. 1** обобщены основные виды повреждений асфальтобетонного покрытия, вызывающие образование выбоин с привязкой к уровню состояния поверхности покрытия и исходя из условий безопасного движения автомобильного транспорта. Более подробная информация о причинах образования выбоин и разрушения мест ремонта приведена в [1].



*Рис. 1. Примеры выбоин*

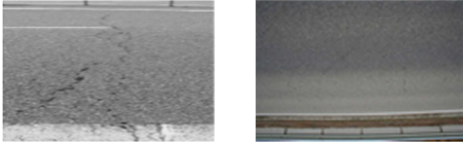


Что касается дефектов, непосредственно *влияющих на безопасность движения* (образование выбоин значительной глубины, проломов, просадок и других разрушений и деформаций, размеры которых препятствуют безопасному движению транспорта с разрешенной скоростью), требуется их устранение в кратчайшие сроки в рамках работ по содержанию автомобильной дороги. В зависимости от категории дороги срок устранения выбоин, просадок и проломов длиной более 15 см, глубиной более 5 см и площадью более 0,06 м<sup>2</sup> составляет от 1 до 12 суток [2].


ГОСТ Р 50597–2017 [2] не регламентирует сроки устранения выбоин, просадок и проломов площадью менее 0,1 м<sup>2</sup> с длиной менее 15 см и с глубиной менее 5 см, что, в свою очередь, при отсроченном реагировании приводит к увеличению указанных размеров дефектов в зависимости от условий эксплуатации автомобильной дороги.

Дефекты покрытия, *влияющие на восприятие пользователя* (трещинообразование с образованием углублений и с частичным удалением материала покрытия и др.), а также дефекты, *вызывающие нарушение водонепроницаемости покрытия* (выкрашивание, шелушение, отслоение фрагментов материала покрытия, начальная стадия образования выбоин и др.), существенно снижают долговечность покрытия и нуждаются в устранении в сжатые сроки.

Таблица 1

*Основные виды повреждений асфальтобетонного покрытия, вызывающие образование выбоин*

<i>Описание повреждений покрытия</i>	<i>Основные виды повреждений</i>	<i>Иллюстрация повреждений на покрытии</i>
<p>I. Дефекты, вызывающие нарушение водонепроницаемости покрытия, не влияющие на восприятие пользователя и на безопасность дорожного движения, но снижающие долговечность покрытия</p>	<p>Начальное образование отдельных трещин (поперечные и продольные трещины)</p>	
	<p>Усталостное растрескивание (образование сетки тонких (волосяных) трещин на полосах наката). В ряде случаев требует полного перекрытия новым слоем. Выкрашивание, шелушение, отслоение фрагментов материала покрытия, начальная стадия образования выбоин и др.</p>	
<p>II. Дефекты покрытия, влияющие на восприятие пользователя</p>	<p>Трещинообразование с углублением и с частичным удалением разрушенного материала покрытия</p>	

<i>Описание повреждений покрытия</i>	<i>Основные виды повреждений</i>	<i>Иллюстрация повреждений на покрытии</i>
<p>III. Дефекты, непосредственно влияющие на безопасность дорожного движения (разрушения и деформации, размеры которых препятствуют безопасному движению транспорта с разрешенной скоростью)</p>	<p>Образование выбоин значительной глубины, проломов, просадок и др., требует аварийного ремонта в кратчайшие сроки. Для дорог категории IA срок устранения дефекта – не более 1 суток, для IB, IB – не более 3 суток, для II и III категории – не более 5 и 7 суток соответственно [2]</p>	 <p>The illustration section contains three photographs. The top photograph shows a large, irregular pothole in an asphalt road, partially filled with brown water. The bottom-left photograph shows a worker in a red jacket and white helmet kneeling on a road surface, working on a pothole. The bottom-right photograph shows a long, straight road with several dark, irregular patches of damaged asphalt along its length.</p>

Приведем данные по результатам исследований США относительно образования выбоин дорожного покрытия<sup>1</sup>:

- Удар от глубокой выбоины сопоставим с ударом в ходе аварии при движении транспортного средства со скоростью 35 миль/ч (около 56 км/ч).
- Ущерб транспортным средствам (ТС), вызванный выбоинами, обходится в среднем более чем в 300 долларов на ТС в год и более чем в 1000 долларов в течение всего срока службы ТС.

Наиболее эффективным подходом к решению указанной проблемы является своевременное устранение различных видов деформаций и повреждений на начальной стадии разрушения покрытия, так как каждый день имеет решающее значение в процессе образования выбоин.

В настоящее время в отечественной практике используют традиционные ремонтные материалы и технологии, которые в большинстве случаев недолговечны (применимы только для аварийного краткосрочного ремонта) и, следовательно, не являются рентабельными.

Значительные экономические потери из-за разрушений асфальтобетонного покрытия, краткосрочного аварийного ремонта выбоин материалами, непригодными для использования при неблагоприятных погодных условиях, и, что наиболее важно, растущее число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) со смертельными случаями и телесными повреждениями, из-за нарушения сплошности проезжей части автомобильных дорог, требуют нового подхода к решению вопроса долговременного ремонта выбоин.

В качестве ремонтного материала преимущественно используют асфальтобетонные смеси, требующие уплотнения, а из средств механизации – малогабаритные катки, вибротрамбовки или трамбовки. По типу применяемых ремонтных смесей различают две основные группы материала (горячие и холодные асфальтобетонные смеси) и, соответственно, существует два способа ямочного ремонта выбоин: холодный и горячий.

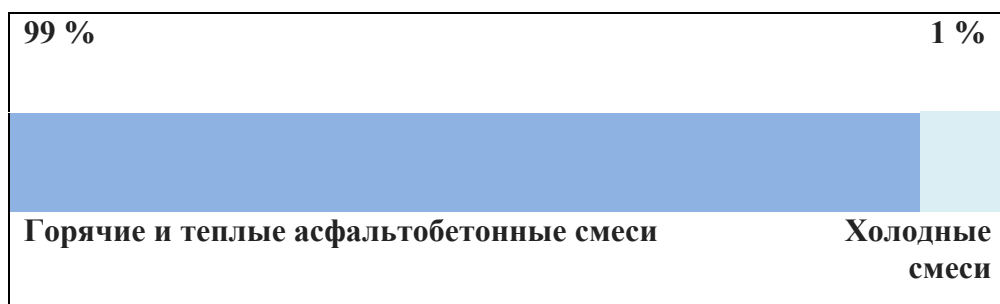
Наиболее распространенным способом ямочного ремонта дорожных асфальтобетонных покрытий в России является горячий способ заделки выбоин с применением горячей асфальтобетонной смеси ввиду доступности и наличия широкой сети АБЗ в дорожных хозяйствах. Но такая технология не лишена недостатков и вызывает сложности применения в условиях пониженных температур и повышенной влажности. При

---

<sup>1</sup>How Much Does it Cost to Fix a Pothole? [Электронный ресурс] // Sealmaster.net. – Режим доступа: <https://sealmaster.net/faq/much-cost-fix-pothole/> (дата обращения: 11.05.2021).

неблагоприятных условиях в рамках аварийного ремонта применяют холодные асфальтобетонные смеси (холодный способ ямочного ремонта).

По данным инвестиционно-аналитической группы «Профессиональные Комплексные Решения» (ПКР), в структуре производства асфальтобетонных смесей Российской Федерации около 1 % приходится на производство холодных асфальтобетонных смесей, что обусловлено их специфичностью и неразвитостью рынка (рис. 2)<sup>2</sup>.

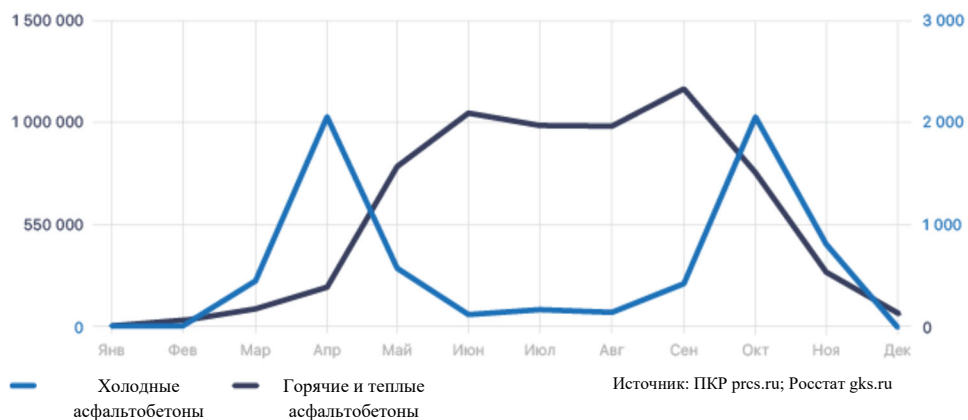


*Рис. 2. Структура производства асфальтобетонных смесей в РФ по видам*

Анализ помесечной динамики производства асфальтобетонных смесей показывает, что теплый и горячий асфальтобетон производят в основном в сезон строительства и ремонта дорог – с мая по октябрь, а производство холодной асфальтобетонной смеси имеет сезонные пики, приходящиеся на март-апрель и октябрь-ноябрь. Представленные данные (рис. 3) четко отражают сезонную специфику производства как теплых и горячих асфальтобетонных смесей, так и холодных смесей.

Опыт применения показывает, что в течение срока *от трех месяцев до трех лет* после планового ремонта с применением горячего асфальтобетона и в зависимости от погодных условий, в местах стыка будет происходить постепенный рост разрушений старого покрытия. Такое разрушение обусловлено разницей в тепловом коэффициенте расширения между разнородными материалами. Единственное решение этой неизбежной проблемы – замена разрушенного материала на новый.

<sup>2</sup> Рынок асфальтобетонных смесей. [Электронный ресурс] // Prcs.ru. – Режим доступа: <https://prcs.ru/analytics-article/gynok-asfaltobetonyh-smesej/> (дата обращения: 11.05.2021).



*Рис. 3. Объем производства асфальтобетонных смесей по месяцам, в тоннах*

В отечественных открытых источниках сложно найти исчерпывающую информацию об экономических затратах и сроках службы мест ремонта выбоин, выполненного с применением различных материалов и технологий.

Ниже приведены сведения по стоимости заделки выбоин в Великобритании, основанные на анализе ежегодных обследований дорог местными дорожными органами управления (ALARM)<sup>3</sup>.

Как показано на **рис. 4**, максимальная сумма, потраченная на заделку выбоин в 2015 г., составила 124,4 млн фунтов стерлингов.

<sup>3</sup> Written evidence submitted by the Asphalt Industry Alliance (AIA) (LRF0044). [Электронный ресурс] // Data.Parliament.uk. Режим доступа: [http://data.parliament.uk/WrittenEvidence/CommitteeEvidence.svc/EvidenceDocument/Transport/Local%20roads%20funding%20and%20governance/Written/90743.html#\\_ftn10](http://data.parliament.uk/WrittenEvidence/CommitteeEvidence.svc/EvidenceDocument/Transport/Local%20roads%20funding%20and%20governance/Written/90743.html#_ftn10) (дата обращения: 11.05.2021).



**Рис. 4. Количество выбоин (млн) и стоимость (млн фунтов стерлингов, £) отремонтированных выбоин в Великобритании**

К 2018 г. затраты снизились до 82,6 млн фунтов стерлингов, что свидетельствует о переходе к управлению активами на протяжении всего срока службы с использованием планового профилактического обслуживания, которое до 20 раз более эффективно с точки зрения затрат на квадратный метр по сравнению с такими работами, как ямочный ремонт и заделка выбоин. Используя практику управления активами, инженеры-дорожники действуют на основе анализа фактических условий, предполагая ухудшение состояния отдельных участков дорожной сети в течение ее жизненного цикла – взамен воплощения сценария, согласно которому вся сеть постоянно находится в идеальном состоянии.

Статистические данные США показывают, что выбоины обходятся американским водителям более чем в 6 млрд долларов в год<sup>4</sup>. Средняя стоимость ремонта выбоин составляет примерно от 35 до 50 долларов за выбоину в зависимости от ее размера, применяемого материала и технологии ремонта выбоины. Первоначальные затраты на мобилизацию единиц специализированной техники к месту ремонта могут составить от 100 до 150 долларов.

Стоимость холодных смесей колеблется в пределах 38-350 (долл. США/т)<sup>5</sup> и в первую очередь зависит от их качественных характеристик (табл. 2). На стоимость конечного продукта значительное

<sup>4</sup> How Much Does it Cost to Fix a Pothole? [Электронный ресурс] // Sealmaster.net. – Режим доступа: <https://sealmaster.net/faq/much-cost-fix-pothole/> (дата обращения: 11.05.2021).

<sup>5</sup> Pothole Prevention and Innovative Repair, April 2018. Research Project. Final Report 2018-14. [Электронный ресурс] // Dot.state.mn.us. – Режим доступа: <https://www.dot.state.mn.us/research/reports/2018/201814.pdf> (дата обращения: 11.05.2021).



влияние оказывает качество применяемого вяжущего материала. Для холодных смесей повышенной долговечности зачастую применяется битум, модифицированный различными полимерами и специальными добавками, что существенно повышает стоимость смеси. Однако их технологические преимущества (холодная технология, длительный срок хранения, выполнение работ при неблагоприятных условиях) и высокие прочностные характеристики позволяют эффективно использовать холодные смеси при аварийном ремонте.

Образование выбоин в верхних слоях покрытия и способы их ремонта *при неблагоприятных* условиях – сложная задача, требующая пристального внимания.

Дорожные агентства многих стран заинтересованы в разработке надежных методов аварийного ремонта и содержания покрытий дорог с оперативным реагированием и устранением различных видов дефектов, возникающих в условиях повышенной влажности, пониженных температурах окружающего воздуха и при повторяющихся циклах замораживания-оттаивания покрытия в осенне-зимне-весенний период [1].

**Таблица 2**

<i>Наименование ремонтной смеси</i>	<i>Производитель</i>	<i>Стоимость 1 т смеси, долл. США</i>	<i>Стоимость 1 т вяжущего, долл. США</i>
Bond-X	Seaboard Asphalt Products	55	370
Elasti-Patch	Koch Materials	–	550
HFMS-2SP/HFE-300S (control)	Albina Asphalt	55-68	325
Instant Road Repair	Saftey Lights Company	350	–
Optimix Cold Patch	Optimix	55	–
Perma Patch	National Paving & Contracting	75	–
QPR 2000	Quality Pavement Repair	38	–
Tag 8000	Infratech Polymer	152-186	–
UPM High-Performance	United Paving Materials	55-68	–

Проведение работ по ликвидации выбоин в неблагоприятные периоды года значительно затруднено погодными факторами. Традиционный аварийный ремонт выбоин холодными асфальтобетонными смесями может проводиться в любое время года, в том числе в сложных неблагоприятных условиях поздней осени, зимы и ранней весны, что существенно снижает срок службы места заделки выбоин.

При необходимости срочной заделки мест выбоин, аварийно опасных для движения транспорта, используют любые простые и доступные методы, материалы и средства, способные обеспечить временную безаварийную эксплуатацию дороги (не менее 2-3 месяцев)<sup>6</sup>. Такие экстренно отремонтированные выбоины с наступлением теплой и сухой погоды подлежат повторному ремонту, но уже с соблюдением всех требований и правил выполнения качественной заделки выбоин.

При аварийном ремонте, как правило, не требуется специальная подготовка выбоин, за исключением их очистки от грязи, влаги, снега и льда. Основное условие, которое следует учитывать – это возможность надежного закрепления ремонтного материала в выбоине, без утери заплаточного материала под воздействием внешних факторов. В условиях пониженных температур воздуха, высокой влажности затруднена «приживаемость» ремонтного материала к покрытию, в связи с чем применение традиционных материалов не позволяет качественно и долговечно отремонтировать покрытие.

Традиционные ремонтные смеси наиболее эффективны для применения при положительных температурах окружающего воздуха от +5 °С и выше. Однако в настоящее время на рынке все чаще появляются специальные виды холодных ремонтных смесей, позволяющие осуществлять ремонт выбоин при отрицательных температурах воздуха и в условиях повышенной влажности с сохранением высокого уровня качества выполненных работ. Ряд проведенных опытных исследований по оценке результативности выполнения различных видов работ по устройству «холодных заплаток» типа патч подтвердили, что инновационные и более затратные материалы и технологии обеспечивают более длительный срок службы ремонта покрытия и являются экономически эффективными<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup>Современные методы и средства ямочного ремонта дорожных покрытий. [Электронный ресурс] // Library.stroit.ru. – Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/jamremont> (дата обращения: 11.05.2021).

<sup>7</sup>Thomas H.R. Pothole repair: you can't afford not to do it right / H.R. Thomas, D.A. Anderson / Transportation Research Record. – 1986. – 1102. – PP. 32-40.

Применение новых инновационных материалов и технологий, обладающих значительным преимуществом по сравнению с традиционными материалами, позволит решить указанную проблему.

В европейской практике для решения вышеуказанных проблем был создан исследовательский проект POTHOLE<sup>8</sup>. Проект являлся частью Совместной исследовательской программы «ERA-Net Road», финансируемой Бельгией, Германией, Данией, Финляндией, Францией, Нидерландами, Норвегией, Швецией, Словенией и Соединенным Королевством в лице Австрийского агентства содействия исследованиям (FFG).

По итогам работ по Проекту был представлен заключительный отчет, а результаты были обобщены в «Руководстве по ремонту выбоин»<sup>9</sup>.

Документ содержит обзор материалов, технологий ремонта выбоин и помогает выбрать комбинации с учетом предполагаемого жизненного цикла установки заплаточного материала.

Наряду с использованием соответствующих ремонтных материалов и технологий, важно также выбрать подходящую стратегию восстановления участков дорог, когда речь идет об экономической эффективности. Поэтому различные стратегии ремонта также разъясняются на примере проведенного анализа экономической эффективности затрат в течение всего жизненного цикла. В приложении Руководства приведены примеры применения различных ремонтных материалов.

Учитывая направленность данного проекта, а именно *осуществление долговременного ремонта выбоин*, из перечня эффективных был исключен один из способов ремонта выбоин – заделка выбоины традиционной холодной смесью без предварительной подготовки места дефекта и без уплотнения смеси.

Предлагается учитывать в комплексе две основные составляющие качественного ремонта выбоин – оптимальный выбор материала и технологии ремонта. В противном случае долговременный ремонт выбоин не может быть гарантирован. Большинство разрушений мест ремонта после короткого периода времени, в том числе при аварийном ремонте, происходит либо в связи с использованием некачественного материала, либо в результате применения ненадлежащей технологии ремонта.

Наиболее перспективной считается возможность проведения надежного аварийного ремонта с применением эффективных инновационных материалов и технологий, позволяющих в сложных

---

<sup>8</sup>Durable Pothole Repairs. [Электронный ресурс] // Researchgate.net. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/304479892\\_Durable\\_Pothole\\_Repairs](https://www.researchgate.net/publication/304479892_Durable_Pothole_Repairs) (дата обращения: 11.05.2021).

<sup>9</sup>Kubanek K. Guidelines for pothole repairs (Annex of final report of the project «POTHOLE»). Brussels: FEHRL. [Электронный ресурс] // FEHRL.org. – Режим доступа: [http://www.fehrl.org/?m=32&id\\_directory=7022](http://www.fehrl.org/?m=32&id_directory=7022) (дата обращения: 11.05.2021).

неблагоприятных погодных условиях и при высокой интенсивности движения продлить срок службы покрытия при минимальных затратах до трех лет. Например, *увеличить срок ремонта выбоин от 2-3 месяцев до 1-3 лет.*

В **табл. 3** приведен перечень ремонтных материалов и их прогнозируемая долговечность в зависимости от соответствующих ремонтных технологий. В зависимости от срока службы материала для ремонта выбоин предлагается рассматривать три категории долговечности:

- **Категория I. Долговечность менее 1 года:**
  - материал предназначен для аварийного ремонта выбоин, который может проводиться до тех пор, пока погодные условия не позволят применить более долговечный ремонтный материал.
- **Категория II. Долговечность в течение 1-3 лет:**
  - материал предназначен для ремонта выбоин на покрытии с планируемой заменой в ближайшие годы.
- **Категория III. Долговечность более 3 лет:**
  - материал предназначен для ремонта выбоин на относительно новых покрытиях.

В зарубежной практике широко применяется аварийная заделка выбоин и других дефектных мест запатентованными и готовыми к применению холодными ремонтными смесями. Срок хранения таких смесей в герметичных полиэтиленовых пакетах (по 20-25 кг) или в пластиковых емкостях составляет в среднем 6 месяцев. К таким смесям относятся: Ul-tipatch Pothole 6 мм, Ultracrete Instant Road Repair® (6 мм и 10 мм), Per-manent Pothole Repair Wet, EZ Street Asphalt<sup>10</sup>, Ultracrete PPR, Perma-Patch, Summer Mix\_UPM, Winter Mix\_UPM, Winter Mix\_St Paul, AQUA PATCH и др.

---

<sup>10</sup> EZ Street Asphalt. [Электронный ресурс] // Ezstreetasphalt.com. – Режим доступа: [www.ezstreetasphalt.com](http://www.ezstreetasphalt.com) (дата обращения: 11.05.2021).

Таблица 3

*Перечень ремонтных материалов и их прогнозируемая долговечность*

	<i>Горячий асфальтобетон</i>	<i>Холодный асфальтобетон</i>	<i>Материал, содержащий цемент<sup>11</sup></i>	<i>Смеси на основе синтетического вяжущего<sup>12</sup></i>
<i>Прогнозируемая долговечность (зависит от применяемой технологии)</i>	<i>I, II, III категории</i>	<i>I, II категории</i>	<i>I, II категории</i>	<i>I, II, III категории</i>
<i>Рабочее оборудование</i>	Полный перечень	Минимальный	Минимальный	Минимальный
<i>Ограничения по применению</i>	нет	нет	Выбоина < 0,5 м	Температура > +10 °С
<i>Готов к открытию движения</i>	Сразу после ремонта	Сразу после ремонта	< 3 ч после ремонта	< 3 ч после ремонта
<i>Производственная деятельность</i>	Специальная подготовка	нет	нет	Специальная подготовка
<i>Возможность последующей переработки</i>	да	да	нет	нет
<i>Характерный вид поврежденной ремонтимой выбоины</i>	Трещины в месте ремонта, недостаточная адгезия, отслоение частиц	Потеря материала, износ	Трещины в месте ремонта, отсутствие адгезии	Трещины в месте ремонта, отсутствие адгезии, разрушение кромок, утрата материала покрытия

<sup>11</sup> Материал для ремонта асфальтобетонного дорожного покрытия не рекомендуется.

<sup>12</sup> Материалы на основе синтетического связующего представляют собой многокомпонентные продукты, большинство из которых состоят из двух или трех компонентов.

За рубежом для оценки качества подобных продуктов действует система сертификации, в рамках которой проводится техническая экспертиза продукта, при этом:

- определяется область применения;
- устанавливается соответствие продукта техническому руководству;
- осуществляется регулярный надзор за производством продукта (до 5 лет);
- проводятся независимые исследования эффективности в соответствии с технической спецификацией продукта;
- оцениваются характеристики поверхности покрытия, механическая прочность, степень сцепления, долговечность и др.

Наиболее часто для качественной оценки проводятся исследования на стабильность по Маршаллу при различных режимах, текучесть, прочность при косвенном растяжении (IDT), восприимчивость к влаге, работоспособность, испытание прокатыванием нагруженного колеса по Гамбургскому методу, исследования на адгезионную способность и когезию.

Приведем пример технической экспертизы одного из продуктов, применяемых при неблагоприятных погодных условиях<sup>13,14</sup>. Ремонтная смесь AQUA PATCH – это активируемая водой холодная асфальтобетонная смесь, используемая для постоянного ремонта выбоин в асфальтобетонных покрытиях дорог. AQUA PATCH может применяться в условиях холодной и влажной окружающей среды.

Продукт AQUA PATCH разработан с использованием запатентованной смеси органических добавок, активируемый водой, является экологически чистым, нетоксичным материалом и не приводит к испарению углеводородов в окружающую среду. Использование данной холодной технологии не требует применения крупногабаритного ремонтного оборудования и поддержания высоких температурных режимов при осуществлении ремонтных работ.

Одним из технологических преимуществ применения продукта является то, что перед укладкой материала AQUA PATCH *не требуется дополнительная подгрунтовка связующим слоем места дефекта*

---

<sup>13</sup> APEL AASHTO Product Evaluation List. [Электронный ресурс] // [Apel. transportation.org](https://apel.transportation.org/)– Режим доступа: <https://apel.transportation.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1> (дата обращения: 11.05.2021).

<sup>14</sup> Independent Laboratory Evaluation: Aqua Patch Cold Patch Product. Report for: AASHTO-APEL 444 North Capitol Street NW, Suite 249. PRI Asphalt Technologies, Inc. 6408 Badger Drive Tampa, FL 33610, Washington, DC 20001. August 9, 2016.

(поверхности выбоины), что *минимизирует количество этапов и компонентов*, необходимых для проведения ремонта.

Было установлено, что холодная ремонтная смесь AQUA PATCH обладает высоким уровнем качественных показателей, сравнимым с уровнем показателей горячих асфальтобетонных смесей. Такая смесь в уплотненном виде отличается непроницаемостью поверхностной структуры<sup>15</sup>. Средний предел прочности при растяжении, определенный для серии сухих образцов, составил 77,2 фунтов на кв. дюйм (0,53 МПа), в то время как средний предел прочности при растяжении водонасыщенных образцов составил 49,2 фунтов на кв. дюйм (0,34 МПа). Расчетная величина коэффициента водостойкости (TSR) составила 64 % при повышенной степени вакуумирования водонасыщенных образцов (при более жестких условиях испытаний).

Способность продукта для холодного ремонта выбоин противостоять деформации и отслаиванию под нагрузкой имеет решающее значение для его долговечности. Для оценки этих характеристик материал AQUA PATCH был подвергнут испытанию прокатыванием нагруженного колеса по Гамбургскому методу (AASHTO T 324). Образец загружался под стальное колесо в водяной бане при температуре 50 °С. Результаты Гамбургского теста показали деформацию в 12,07 мм после 20 000 проходов по одному следу (10 000 циклов) и точку перегиба при 5535 проходах (**рис. 5**).

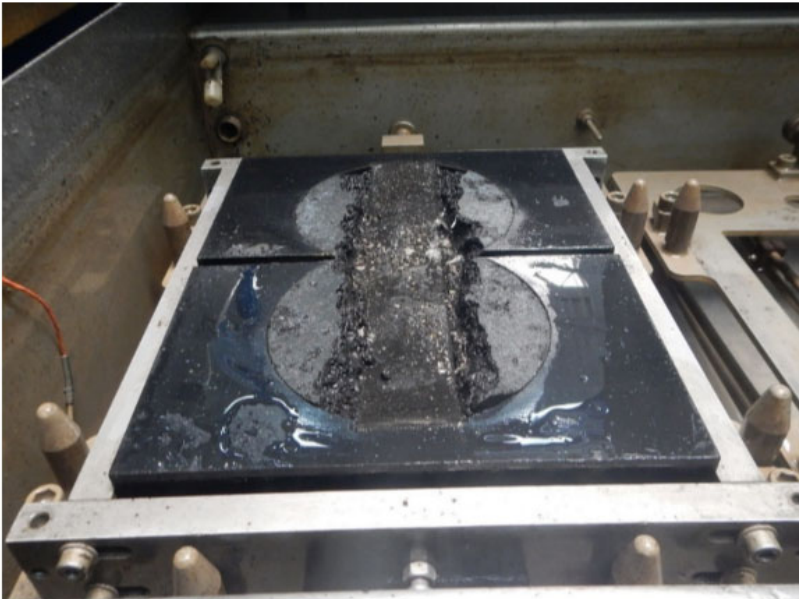
В результате проведенных испытаний было установлено, что холодная ремонтная смесь AQUA PATCH обладает высоким уровнем качественных показателей, сравнимым с уровнем показателей горячих асфальтобетонных смесей, и имеет значительные технологические преимущества.

В отечественной практике качество материалов в большей степени оценивается в ходе проведения приемочного, операционного, входного контроля потребителя или в ходе технической экспертизы на соответствие действующим на территории Российской Федерации нормативно-техническим документам.

В ФАУ «РОСДОРНИИ» в 2019-2020 гг. были проведены лабораторные и опытно-экспериментальные исследования холодной водоотверждаемой ремонтной смеси AQUA PATCH [3]. Результаты лабораторных испытаний представлены в **табл. 4**.

---

<sup>15</sup> Независимая оценка продукта AQUA PATCH была проведена компанией *PRI Asphalt Technologies, Inc.*



*Рис. 5. Профиль образования колеи и состояние образцов смеси AQUA PATCH при испытании на Гамбургском колесе при 50 °С*



Таблица 4

*Результаты испытаний холодной водоотверждаемой  
ремонтной смеси AQUA PATCH*

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование показателя</i>	<i>Рекомен- дуемые значения</i>	<i>Метод испытаний</i>	<i>Фактиче- ские ре- зультаты</i>
<b>1</b>	<i>Содержание битумного вяжущего, %</i>	5,0–8,0	ГОСТ Р 58401.15-2019 или ГОСТ 12801-98 (подраздел 23.3)	5,83
<b>2</b>	<i>Максимальный размер зерен минерального материала в смеси, мм, не более</i>	16	Определяют на сите с ячейкой 16,0 мм по ГОСТ 33029-2014 после определения содержания битумного вяжущего	11,2
<b>3</b>	<i>Однородность</i>	Удовлетво- ряет	Отсутствие посторонних включений, равномер- ное покрытие минераль- ного материала органи- ческим вяжущим материалом	Одно- родно
<b>4</b>	<i>Водонасыще- ние, % по объему</i>	4,0–6,0	ГОСТ 12801-98 (пункт 13.2.2)	4,55
<b>5</b>	<i>Средняя плот- ность, г/см<sup>3</sup></i>	Не норми- руется	ГОСТ 12801-98 (пункт 7.2)	2,38
<b>6</b>	<i>Слеживае- мость, число ударов, не более</i>	5	ГОСТ 12801-98 (п. 6.1.5, раздел 25)	3

7	<i>Метод А. Определение качества сцепления битумного вяжущего с поверхностью щебня</i>	4–5 баллов	ГОСТ 12801-98 (раздел 28, табл. 6)	5
	<i>Метод Б. Сцепление (адгезия) битумного вяжущего с минеральной частью смеси</i>	Выдерживает	ГОСТ 12801-98 (раздел 24)	Выдерживает
8	<i>Коэффициент водостойкости (TSR)</i>	Для набора статистических данных	ГОСТ Р 58401.18-2019	0,78
9	<i>Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С, МПа для холодных и горячих смесей</i>	Требования ГОСТ 9128-2009: <i>не менее 1,5 не менее 2,5</i>	ГОСТ 12801-98	5,46

Результаты испытаний готовой к применению холодной водоотверждаемой ремонтной смеси AQUA PATCH позволяют сделать вывод о повышенных прочностных характеристиках материала. Смесь AQUA PATCH технологична, однородна по составу и обладает высокими адгезионными показателями.

К технологическим особенностям применения холодной смеси AQUA PATCH относится способность набора прочностных показателей смеси при взаимодействии с водой в течение 30 мин. В указанный период рекомендовано завершить процесс уплотнения. Процесс уплотнения смеси происходит только при достаточном насыщении водой всего объема смеси и протекает равномерно с образованием однородной структуры. Количество воды должно быть достаточным для равномерного ее распределения по всему объему уложенной смеси. Недостаточное количество воды приведет к ухудшению качества конечного продукта (патча). Установлено, что избыток воды не ухудшает качества ремонта.

В результате проведенных испытаний установлено, что холодная смесь AQUA PATCH предназначена для проведения долгосрочного

ямочного ремонта мест дефектов различной конфигурации и геометрических размеров с толщиной слоя не менее 20 мм, в том числе при неблагоприятных погодных условиях (в дождливую погоду, при повышенной влажности и в условиях избытка воды). Зарубежный производитель подтверждает эффективность ямочного ремонта выбоин и срок службы ремонта места дефекта (выбоины) с использованием ремонтной смеси AQUA PATCH до 3 лет при условии соблюдения правил транспортировки, хранения и технологии укладки ремонтной смеси.

## ВЫВОДЫ

1. Основной причиной ускоренного развития выбоин является главным образом отсроченное реагирование на возникновение выбоин. В зарубежной практике используется новый подход к проблеме образования выбоин, основной девиз которого: «Каждый день имеет решающее значение».
2. Процесс принятия решения о ремонте выбоин зависит от ряда факторов, включая: интенсивность движения; срок до плановой реконструкции или перекрытия верхнего слоя покрытия; наличие подготовленного персонала, оборудования и ремонтных материалов; вопросы безопасности и др. Материалы и технологический способ ремонта являются двумя основными значимыми факторами, от которых зависит его качество и долговечность.
3. Существует острая необходимость разработки новых отечественных материалов и технологий, позволяющих производить надёжную заделку выбоин в короткие сроки, при любых погодных условиях, в том числе с использованием холодных смесей типа патч.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Отечественный и зарубежный опыт. Материалы и технологии для ремонта выбоин дорожного асфальтобетонного покрытия: информационный сборник / [С.В. Полякова, А.В. Чванов, А.С. Козин, Ю.В. Тактарова]; М-во трансп. Рос. Федерации, Рос. дорожный науч.-исследовательский ин-т. – Казань: Бук, 2020. – 134 с.*
2. *ГОСТ Р 50597–2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2017. – 28 с.*

3. Полякова С.В. Патчи – материалы нового поколения для долговременного ремонта покрытий / С.В. Полякова, А.С. Козин // Мир дорог. – 2020. – № 132. – С. 47-52.

## L I T E R A T U R A

1. Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt. Materialy i tekhnologii dlya remonta vyboin dorozhnogo asfal'tobetonnoogo pokrytiya: informacionnyj sbornik / [S.V. Polyakova, A.V. Chvanov, A.S. Kozin, Yu.V. Taktarova]; M-vo transp. Ros. Federacii, Ros. dorozhnyj nauch.-issledovatel'skij in-t. – Kazan': Buk, 2020. – 134 s.
2. GOST R 50597–2017. Dorogi avtomobil'nye i ulicy. Trebovaniya k ekspluatacionnomu sostoyaniyu, dopustimomu po usloviyam obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. Metody kontrolya. – M.: Standartinform, 2017. – 28 s.
3. Polyakova S.V. Patchi – materialy novogo pokoleniya dlya dolgovremennogo remonta pokrytij / S.V. Polyakova, A.S. Kozin // Mir dorog. – 2020. – № 132. – S. 47-52.

---

### MODERN METHODS OF PATCHING WHEN REPAIRING ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS

Ph.D. (Tech.) **S.V. Polyakova**,  
Engineer **A.S. Kozin**  
(FAI «ROSDORNII»)

Contact information: PolyakovaSV@rosdornii.ru;  
KozinAS@rosdornii.ru

*The article discusses the effectiveness and durability of patching the pavement using cold asphalt concrete mixtures under adverse weather conditions. The main types of asphalt pavement defects that cause the formation of potholes, affect the user's perception, road traffic safety and reduce the durability of the asphalt concrete pavement are given. The physical and mechanical properties of the cold repair water-activated mix AQUA PATCH are determined.*

**Key words:** asphalt concrete pavement repair, potholes, longevity of repair, innovative materials and technologies, cold patches.

---

Рецензент: д-р техн. наук А.В. Руденский (ФАУ «РОСДОРНИИ»).  
Статья поступила в редакцию: 04.06.2021 г.