

ВЫБОР ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ВЫБОИН В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

Канд. техн. наук **С.В. Полякова**
(ФАУ «РОСДОРНИИ»)

Контактная информация: PolyakovaSV@rosdornii.ru

В статье приведен анализ передового зарубежного и отечественного опыта в вопросах эффективного ремонта выбоин асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог, выполняемого в сфере дорожного хозяйства при неблагоприятных условиях. Даны критерии выбора основных технологий ямочного ремонта выбоин в асфальтобетонном покрытии. Приведен перечень лабораторных испытаний для инновационных холодных смесей.

Ключевые слова: ремонт асфальтобетонного покрытия, выбоины, неблагоприятные условия, инновационные холодные смеси, холодные патчи.

Наличие выбоин значительно снижает уровень эксплуатации, срок службы дорожного асфальтобетонного покрытия и существенно влияет на безопасность дорожного движения. Участки дорог с повреждениями (выбоинами), непосредственно влияющими на безопасность движения, требуют срочного вмешательства и устранения в установленные сроки, регламентированные требованиями ГОСТ Р 50597-2017 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля» [1].

Выбоины могут вызвать повреждения колеса автомобиля, значительные деформации транспортного средства, быть причиной столкновения транспортных средств и крупных аварий на автомобильных дорогах.

В открытых зарубежных источниках публикуются сведения о процессе взаимодействия автомобиля с крупными выбоинами асфальтобетонного покрытия. Так, в процессе удара о выбоину автомобиль, сталкиваясь с препятствием, замедляет движение. От удара шина теряет контакт с поверхностью покрытия, и по мере того как шина опускается в выбоину, центр тяжести автомобиля начинает перемещаться в область

над шиной¹. В случае, если шина ударяется о край выбоины на высокой скорости, сконцентрированная сила сопротивления воздействует непосредственно на шину, что приводит к дорожно-транспортному происшествию с серьезными последствиями². Под воздействием данной силы шина деформируется, при этом в некоторых случаях происходит разрыв арматуры ее каркаса или даже деформация колеса, что приносит реальный значительный материальный ущерб владельцам транспортного средства.

На **рис. 1** приведены ориентировочные затраты на ремонт поврежденных комплектующих частей автомобиля при наезде на выбоину³.

Так, например, в США ущерб от выбоин обходится водителям в 3 млрд долларов ежегодно⁴. В среднем американские водители ежегодно платят 300 долларов на ремонт транспортных средств, поврежденных при наезде на выбоины. В отечественной практике подобная статистика не приводится. Кроме того, в открытых источниках отсутствуют сравнительные данные о годовых затратах дорожных хозяйств на ямочный ремонт выбоин. Отсутствуют сведения о продолжительности жизни (сроке службы) места ремонта выбоин в зависимости от применяемых способов, в том числе при неблагоприятных условиях, что усложняет оценку уровня проблемы и поиск резервов, позволяющих повысить эффективность и долговечность работ по ликвидации выбоин. Можно предположить, что ущерб от образования выбоин будет весьма значительным как для участников дорожного движения, так и для дорожных организаций, осуществляющих ремонт и содержание автомобильных дорог.

Своевременное обнаружение такого рода повреждений покрытия как выбоины и их оперативный ремонт при любых погодных и эксплуатационных условиях является одной из важных задач для определения правильной стратегии при принятии решений в вопросах выбора оптимальной технологии их ремонта. В холодном и влажном климате,

¹ Billal M. Simulation of Vehicle Pothole Test and Techniques Used /M. Billal, G. Carneiro, R. Ozelo, M. Kulkarni, T. Oery // SAE Technical Paper. – 2015-01-0637. – 2015. – 9 p.

² Triche E. Shock Loading Experiments and Requirements for Electric Wheel Motors on Military Vehicles / E. Triche, J. Beno, H. Tims, M. Worthington // SAE Technical Paper. – 2005-01-0278. – 2005. – 7 p.

³ Pothole Damage. Common car repairs that can result from poor road quality [Электронный ресурс] // exchange.aaa.com. – Режим доступа: http://exchange.aaa.com/wp-content/uploads/2015/03/5-14-14_Potholes_OriginalImage.jpg (дата обращения: 20.10.2021).

⁴ Pothole Damage Costs U.S. Drivers \$3 Billion Annually [Электронный ресурс] // ace.aaa.com. – Режим доступа: <http://newsne-aaa.iprsoftware.com/news/pothole-damage-costs-u-s-drivers-3-billion-annually> (дата обращения: 20.10.2021).

например, в осенний период, отсроченное реагирование на фиксацию проявившихся повреждений покрытия в начальной стадии разрушения, может привести к необходимости замены всего участка покрытия уже весной, но с более высокими эксплуатационными затратами на производство ремонтных работ.

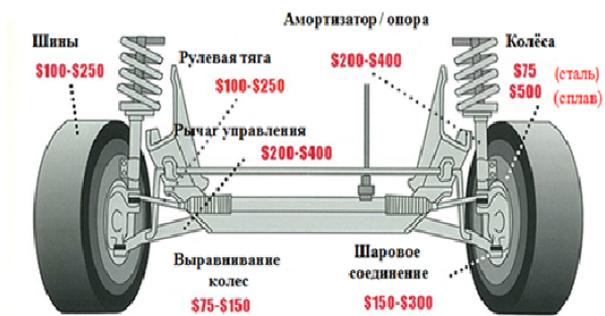


Рис. 1. Ущерб от выбоин. Типичные затраты на ремонт поврежденных комплектующих частей автомобиля при наезде на выбоину

На **рис. 2** приведен рейтинг основных факторов, полученный в ходе исследования основных причин образования выбоин в холодном климате⁵.

На первом месте рассматривают существенное влияние именно циклов замораживания – оттаивания. По экспертной оценке и в рамках анкетного опроса (две трети всех ответов) подтверждается, что именно они являются одной из основных причин повреждений на покрытии.

Более глубокие исследования поведения асфальтобетонного покрытия в зависимости от температурных перепадов воздуха были проведены канадскими учеными.

На **рис. 3** на основе полевых измерений представлен сравнительный мониторинг сезонных деформаций асфальтобетонного покрытия в зависимости от температур воздуха и покрытия в осенне-зимний период. По результатам амплитуды колебаний деформации покрытия за период исследований при положительных температурах воздуха (август-октябрь) преобладают упругие деформации покрытия.

⁵ Biswas S. Pothole Condition in Canada and Evaluation of Maintenance Material. – Canada: University of Alberta, 2016. – 120 p.

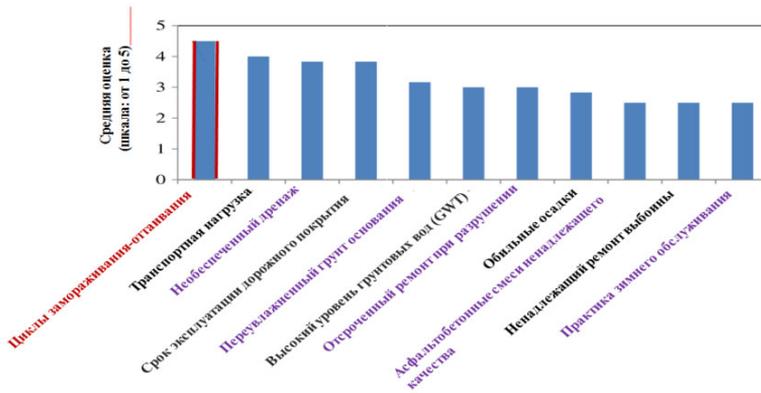


Рис. 2. Рейтинг основных причины образования выбоин. Средняя оценка основных причин образования выбоин в различных регионах (шкала: от 1 до 5, где 5 – наиболее значимая причина)

При отрицательных температурах воздуха (ноябрь – январь) можно отметить наличие разрушающих деформаций в асфальтобетонном покрытии, являющихся причиной образования таких повреждений, как шелушение, трещины, мелкие сколы и выбоины.

Таким образом, условия работы асфальтобетонных покрытий в первую очередь предопределяются типом климата, характеризуются расчетными летними, зимними температурами покрытия, в том числе и количеством сезонных циклов замораживания – оттаивания покрытия.

Например, в г. Эдмонтон (Канада) в среднем ежегодно происходит около 122 циклов замораживания – оттаивания покрытия. В течение пяти лет (к 2015 г.) это число возросло до 165 циклов в год, что по данным исследователей существенно ускорило процесс образования новых выбоин и других повреждений покрытия. В среднем в Эдмонтоне ежегодно ремонтируется около 400 000 выбоин, а средний годовой бюджет работ по их ямочному ремонту составляет около 3,0 млн долларов⁶. Однако, в 2015 г. годовой бюджет на ремонт выбоин составил около 5,9 млн долларов, что почти вдвое превысило средний годовой бюджет⁷.

⁶ Potholes in Edmonton [Электронный ресурс] // PDF. – Режим доступа: <http://mastermaq.s3.amazonaws.com/public/Potholes%20in%20Edmonton.pdf> (дата обращения: 20.10.2021).

⁷ Pothole battle goes indoors to engineering lab [Электронный ресурс] // cbc.ca. – Режим доступа: <http://www.cbc.ca/news/canada/edmonton/pothole-battle-goes-indoors-to-engineering-lab-1.3000755> (дата обращения: 20.10.2021).

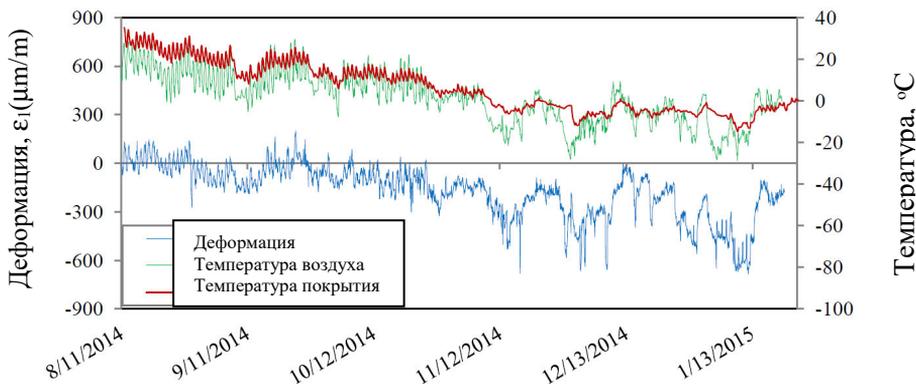


Рис. 3. Мониторинг сезонных деформаций асфальтобетонного покрытия и температуры в осенне-зимний период

Для сравнения, количество приведенных циклов замораживания – оттаивания асфальтобетона в покрытии для различных дорожно-климатических зон РФ по расчетным данным значительно превышает 100 [2]. Вопрос годового бюджета на ремонт выбоин, по аналогии с зарубежной практикой, в настоящее время не рассматривается.

Другой причиной образования аварийных повреждений покрытия в виде крупных выбоин, влияющих на безопасность движения, является сложность проведения ремонтных работ разрушенных мест покрытия при неблагоприятных погодных условиях.

К неблагоприятным условиям, усложняющим проведение круглогодичного надежного ремонта выбоин в асфальтобетонном покрытии, относятся:

- повышенная влажность покрытия;
- наличие дождя или снега в ходе проведения ремонтных работ;
- пониженная температура воздуха (ниже + 5 °С) или покрытия;
- повышенная вибрация в покрытии, например, мостовых сооружений;
- интенсивное движение тяжеловесных транспортных средств, в том числе, в местах торможения и др.

Зачастую на автодорогах места ремонта выбоин, выполненные традиционной горячей асфальтобетонной смесью (наиболее предпочтительное решение) даже при благоприятных погодных условиях (при положительных температурах и в сухую погоду), могут выходить из строя в течение года и требуют замены заплаточного материала.

В зарубежной практике для решения данных задач нашли применение *холодные асфальтобетонные смеси* нового поколения. В отличие

от традиционных холодных смесей, такого рода смеси производятся по горячей технологии, а их уровень качества имеет более высокие показатели. Использование инновационных холодных ремонтных материалов при неблагоприятных условиях и правильный выбор технологических решений при ремонте выбоин может увеличить срок службы ремонта поврежденных мест самого покрытия до 2 – 3 лет, тем самым позволит уменьшить количество ДТП, снизить размеры ущерба владельцам транспортных средств и расходы на содержание автомобильной дороги [3-5]. Такие смеси предназначены для долгосрочного ремонта.

В зарубежной практике при принятии решений, касающихся выполнения ремонтных работ, рекомендуется отдавать предпочтение долгосрочному ремонту выбоин⁸. По различным данным^{9, 10}, срок службы материала для ремонта выбоин в пределах от 1 до 3 лет относят к среднесрочному ремонту, при сроке службы более 3 лет – к долгосрочному ремонту. При сроке службы материала менее 1 года ремонт выбоин считается временным.

Выбор материала и технологии ремонта выбоин, прежде всего, зависит от категории автомобильной дороги, размеров повреждения, климатических и погодных условий, ожидаемого результата в ходе проведения ремонта и др.

В табл. 1 представлены критерии выбора основных технологий ямочного ремонта выбоин, которые традиционно делят на два вида в зависимости от температуры применения ремонтной смеси:

1. горячую технологию ремонта выбоин;
2. холодную технологию ремонта выбоин.

Так, наибольшее предпочтение отдается горячим традиционным смесям, которые подходят для большинства видов покрытий, но вызывают сложность выполнения ремонта при неблагоприятных условиях, особенно при повышенной влажности и при отрицательных температурах.

Традиционная холодная асфальтобетонная смесь, произведенная по холодной технологии, подходит для большинства объектов и покрытий, применяется круглогодично, но ремонт с ее использованием будет временным, особенно в холодном и влажном климате. При этом способе

⁸ Potholes - a repair guide [Электронный ресурс] // adeptnet.org.uk. – Режим доступа: <https://www.adeptnet.org.uk/documents/potholes-repair-guide> (дата обращения: 20.10.2021).

⁹ Nicholls C. Durable Pothole Repairs / C. Nicholls, K. Kubanek, C.Karcher, A. Hartmann // Transport Research Arena. – Paris, 2016. – 10 p.

¹⁰ Guidelines for pothole repairs (Annex of final report of the project «POTHOLE») [Электронный ресурс] // fehrl.org. – Режим доступа: http://www.fehrl.org/?m=32&id_directory=7022 (дата обращения: 20.10.2021).

зачастую отмечается прогрессирующее разрушение кромки существующего покрытия в местах стыка с заплаточным материалом уже при первых циклах замораживания – оттаивания покрытия в зимний период под воздействием интенсивной транспортной нагрузки.

К инновационным холодным асфальтобетонным смесям относят смеси, производимые по горячей технологии с применением различных полимерных добавок, но укладываемые и уплотняемые в холодном состоянии (без дополнительного нагрева). Смеси подобного уровня подходят для большинства объектов и покрытий, могут применяться круглогодично, в том числе при неблагоприятных погодных условиях, обладают высокими прочностными характеристиками и являются более долговечными.

В зарубежной практике в зависимости от области применения и значимости объекта используется три разновидности холодных смесей (табл. 2).

Первый тип смеси – холодная смесь (без спецификаций на холодную смесь), произведенная на близлежащем асфальтобетонном заводе с использованием имеющихся местных материалов (заполнителя и вяжущего), зачастую без предварительной возможности рассмотрения их совместимости и прогнозируемых характеристик. Для такого рода ремонта выбоин подходит термин «заделка выбоин».

Второй тип смеси – холодная смесь, произведенная в соответствии со спецификациями, установленными дорожными агентствами. Спецификации обычно включают определенные требования к качеству заполнителя и битумного вяжущего, а также критерии приемлемости для агентства при производстве материала. Перед применением заполнитель и битумное вяжущее обычно проверяются на их совместимость.

Третий тип смеси – в основном запатентованные (фирменные) холодные смеси типа патч. Как правило, производство данных материалов осуществляется местным асфальтобетонным заводом с использованием специально разработанных вяжущих материалов с полимерными добавками. Вяжущее третьего типа смеси производится компаниями, которые сами предварительно разрабатывают специальные составы смесей, контролируют их производство и тестируют их составляющие для обеспечения качества конечного продукта. Такого рода материалы (как и другие холодные смеси) могут быть произведены заранее и складируются, или упакованы в ведра, пакеты и другую тару для упрощения работы в производственных условиях.

Критерии выбора основных технологий ямочного ремонта выбоин в асфальтобетонном покрытии

| Технология ремонта выбоин ¹¹ | | Объекты ремонта (сельские, городские, региональные, федеральные автодороги) | Результат ремонта (временный/ постоянный) | Риски, недостатки | Преимущества |
|---|--|---|--|--|--|
| Горячая | Ремонт выбоин горячей асфальтобетонной смесью (в том числе, литой) | Подходит для большинства объектов и покрытий | Круглогодично. <i>Постоянный ремонт</i> | Нет особых рисков в теплый период времени. Сложность выполнения ремонта при неблагоприятных условиях (при повышенной влажности, отрицательных температурах). | Предпочтительное решение Принято пользователями |
| | Тепловой ремонт дорог | Применяется на покрытии с горячим асфальтобетоном | Круглогодично <i>Постоянный ремонт</i> | Может не устранять основную причину разрушения | Восстанавливает от растрескивания и истирания на ранней стадии |
| | Переработка на месте / инфракрасная переработка | Подходит для большинства объектов и покрытий | Круглогодично <i>Постоянный ремонт</i> | Требуется большой объем работ, чтобы быть экономически эффективным решением. | Избавляет от излишних затрат на материал |

¹¹ См. сноску 10.

| <i>Технология ремонта выбоин¹¹</i> | | <i>Объекты ремонта (сельские, городские, региональные, федеральные автодороги)</i> | <i>Результат ремонта (временный/ постоянный)</i> | <i>Риски, недостатки</i> | <i>Преимущества</i> |
|---|--|--|---|---|--|
| Холодная | Ремонт холодной асфальтобетонной смесью¹². <u>Холодная технология приготовления.</u> | Подходит для большинства объектов и покрытий | Круглогодично <i>Временный ремонт</i> Разрушение существующего покрытия в области стыка | Для различных объектов и / или погодных условий рекомендуется подбирать наиболее оптимальные смеси. Недостаточное качество и краткосрочность ремонта, затраты на повторный ремонт. | Быстрое устранение повреждений. Делает дорогу безопасной на непродолжительный период времени. Применяется при неблагоприятных условиях. |
| | Ремонт холодной асфальтобетонной смесью. <u>Горячая технология приготовления¹³.</u> | Подходит для большинства объектов и покрытий | Круглогодично <i>Постоянный ремонт</i> | Высокая стоимость. | Быстрое устранение повреждений. Высокие прочностные характеристики. Материал более долговечный. Применяется при неблагоприятных условиях. |
| | Струйно-инъекционный способ | Способ наиболее эффективен на дорогах низкой категории | Неоднозначные выводы о сроке службы и долговечности в осенне-зимне-весенний период | Может не устранять основную причину разрушения и создавать излишки щебеночного материала. | Может использоваться для широкого применения при оптимальной корректировке состава смеси. |

¹² Традиционные холодные асфальтобетонные смеси

¹³ Применяются полимерные добавки.

Разновидности холодных смесей, применяемых на практике

| <i>№ п/п</i> | <i>Разновидности холодной смеси</i> | <i>Отличительные особенности</i> |
|------------------|---|--|
| 1 | Холодные смеси, применяемые без подтверждения их качественных характеристик | Применяются для аварийного (временного) ремонта |
| 2 | Традиционные холодные смеси, выпускаемые в соответствии с техническими требованиями | Приготовлены по холодной технологии смешения |
| 3 | Инновационные холодные смеси (обладают повышенным уровнем свойств и не уступают горячим асфальтобетонным смесям), подлежат приемочному контролю | Приготовлены по горячей технологии смешения с применением полимерных добавок. Упакованы в специальную упаковку. |

По сравнению с традиционными холодными смесями (технология холодного смешения исходных материалов) к основным преимуществам смесей типа патч (технология горячего смешения исходных материалов) относят более долговечный срок ремонта выбоин, произведенный, в том числе, при неблагоприятных погодных условиях. Такие смеси обладают комплексом более высоких качественных преимуществ, просты в применении, расфасованы в специальную упаковку, используются круглогодично без предварительной подготовки и дополнительного разогрева [3]. К основным недостаткам смесей такого типа можно отнести высокую стоимость продукта.

В отличие от зарубежной практики в России регламентируются сроки устранения повреждений, влияющих на безопасность движения, однако отсутствуют рекомендации к применению различных категорий материалов и технологий в зависимости от их прогнозируемого срока службы. Кроме того, в нормативно-технической документации отмечаются разночтения в части терминологии, например, «ремонт» выбоин или их «заделка», «ликвидация» или их «устранение»; нет четкого термина, что следует считать выбоиной – это «повреждение» покрытия или это его «дефект» и др.

В любом случае временный аварийный ремонт следует проводить, когда необходимо обеспечить безопасность дорожного движения в кратчайшие сроки и при чрезвычайных обстоятельствах. С целью

обеспечения безопасности дорожного движения, при наличии повреждений асфальтобетонного дорожного покрытия в местах с высоким уровнем интенсивности движения при неблагоприятных условиях, вынуждены выполнять временный (аварийный) ремонт с использованием традиционной холодной асфальтобетонной смеси. Однако такое решение будет кратковременным до тех пор, пока не станет возможным постоянный ремонт.

Выполнение качественного и надежного ремонта выбоин – это непростая задача. Недостаточно «заделать» место повреждения, необходимо не допустить дальнейшего разрушения покрытия на данном дефектном участке в осенне-зимне-весенний период при наиболее интенсивном воздействии негативных факторов и в условиях, неблагоприятных для проведения какого-либо ремонта.

Кроме того, в ряде случаев на практике отмечается следующая проблема. Заплаточный материал длительный срок находится в выбоине в надлежащем состоянии, в то время как покрытие, прилегающее к месту ремонта выбоины, зачастую разрушено. Наблюдаются различные виды разрушения асфальтобетона существующего покрытия в области стыка. Это можно объяснить тем, например, что материал для ремонта выбоин и материал существующего покрытия имеют различную жёсткость. При этом разрушение на стыке по периметру места ремонта подвергается воздействию растягивающих усилий и таких внешних факторов, как влага, многократные циклы замораживания – оттаивания покрытия, транспортная нагрузка, воздействие противогололедных реагентов и др. Результатом такого воздействия является прогрессирующее образование мелких трещин, затем сколов кромок в местах трещин и выкрашивание зерен минерального материала, что в конечном итоге ведет к разрушению самого покрытия.

В рамках отечественного опыта в условиях влажного и холодного климата проводятся дополнительные мероприятия, позволяющие повысить эффективность ремонта выбоин. Например, на заключительном этапе ремонта крупных выбоин после укладки и уплотнения ремонтной смеси в места стыка наносится водонепроницаемый слой гидроизоляции. Для предотвращения такого рода повреждений используются ленты из битумных герметиков, битумосодержащие материалы, наносимые поверх стыковочной зоны. На **рис. 4** приведен пример использования битумной ленты сразу после установки заплаточного материала (патча).



Рис. 4. Применение битумной ленты или битумного герметика в местах стыка ремонта выбоины

На **рис. 5** показаны положительные результаты мониторинга холодного патча с дополнительной обработкой периметра места ремонта лентой из битумного герметика через 1 год и через 2,5 года.

а)



б)



в)



*Рис. 5. Результаты мониторинга холодного патча:
а) место повреждения (выбоина); б) состояние патча через 1 год;
в) состояние патча через 2,5 года эксплуатации*

Таким образом, для получения долгосрочного результата при ремонте выбоин следует комплексно учитывать не только качество ремонтной асфальтобетонной смеси, но и предотвращать после ремонтных работ разрушение существующего покрытия в местах стыка, наиболее подверженных разрушению.

В настоящее время на отечественном рынке все чаще появляется информация о холодных смесях, предназначенных для ремонта, в том числе и при неблагоприятных погодных условиях. Для готовых к применению ремонтных материалов следует оценивать эффективность их применения в условиях эксплуатации. Однако при рассмотрении возможности применения такого рода смесей необходимо проводить сравнительные лабораторные испытания. Хотя процедура оценки качества не гарантирует долгосрочность укладки заплаточных материалов, это позволяет выявить материалы ненадлежащего качества.

В основе процесса проведения сравнительных испытаний холодных смесей заложены критерии их допуска к применению:

- первым шагом при производстве качественной холодной смеси является проверка *совместимости вяжущего и заполнителя*. Вяжущий материал должен хорошо покрывать заполнитель (минеральный материал) и равномерно обволакивать его после складирования, при хранении и воздействии различных климатических факторов;
- дополнительно к оценке совместимости следует определить *содержание вяжущего материала в смеси*;
- складированный материал должен оставаться *удобообрабатываемым*;
- материал должен обладать прочной *клеящей способностью* к поверхности выбоины существующего покрытия.

К наиболее важным лабораторным испытаниям холодных смесей в данном случае относят количественное определение *работоспособности и когезии*.

Что касается оценки уровня качества инновационных холодных смесей, не уступающих по уровню свойств горячим асфальтобетонным смесям, можно предположить, что подобные материалы должны обладать следующими основными физико-механическими показателями:

- повышенной коррозионной стойкостью смеси (повышенной водостойкостью);
- высоким уровнем сцепления заплаточного материала с поверхностью повреждения (выбоины) существующего покрытия;
- повышенной адгезией минерального материала с битумным вяжущим;
- высокими когезионными свойствами. Именно от уровня когезионных и адгезионных свойств смеси и вяжущего, прежде всего, зависит степень выкрашивания и отслоения частиц материала;
- удобообрабатываемостью и удобоукладываемостью;
- отсутствием слеживаемости в процессе хранения;
- устойчивостью к колеброванию (в случае ремонта выбоин крупных размеров на дорогах с высокой интенсивностью движения).

Ниже рассмотрен простой метод оценки когезионных свойств смеси при плюс 4 °С, являющийся одним из показателей ремонтных смесей в зарубежной практике^{14,15}.

Испытание холодной смеси на когезионную прочность (связность) методом прокатывания сита включает следующие этапы. Вначале выполняется термостатирование нескольких образцов холодной смеси весом 1200 г до температуры плюс 4°С. Далее производят уплотнение образцов холодной смеси, помещенных в стандартную форму Маршалла высотой 63,5 мм и диаметром 102 мм, с помощью стандартного уплотнителя Маршалла (4,5 кг), нанося по пять ударов с каждой стороны, при высоте падения груза, равной 457 мм. Затем уплотненный образец помещают вдоль нижнего края сита диаметром 305 мм, как показано на **рис. 6**.

Закрывают сито крышкой и прокатывают его с образцом внутри назад и вперед 20 раз, примерно по 1 с за каждый из 20 проходов. Устанавливают сито с образцом внутри к краю стола на 10 с, оставив место для свободного падения частиц образца через отверстия сита. Поворачивают сито и крышку так, чтобы проба в сите упала на крышку, и взвешивают оставшийся материал.

¹⁴ Construction Specification for Stockpiling of Patching Materials and Patching of Asphalt Pavements. OPSS 307. Ontario Provincial Standard Specification (OPSS) // Ontario: Ontario Ministry of Transportation. – April, 2012.

¹⁵ Cohesiveness Test (AASHTO TP-44-94).

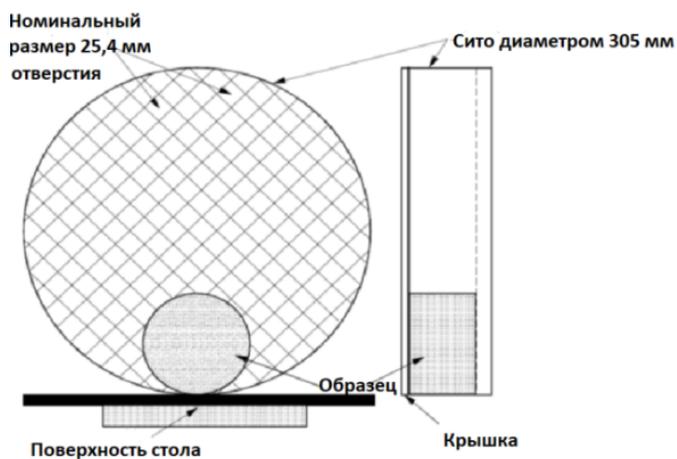


Рис. 6. Испытание холодной смеси на когезионную прочность (связность) методом прокатывания сита

На рис. 7 приведена последовательность операций при испытаниях на когезионную прочность материала.



Подготовка образцов

Прокатывание сита

Материал, прошедший через сито

Рис. 7. Последовательность операций при испытаниях на когезионную прочность материала

Средний процент сохранения целостности образца, условно характеризующий степень когезии, определяют путем деления остаточного веса образца на его первоначальный вес. Для данного испытания рекомендуется минимальное значение сохранения целостности образца 60 %.

Приведенный выше метод по оценке когезионной прочности холодных смесей несложен в выполнении и может найти применение в отечественной практике в качестве экспресс-метода.

ВЫВОДЫ

1. С целью защиты существующего покрытия и предотвращения интенсивного развития уже образовавшихся повреждений предпочтительным решением при выборе технологии ремонта выбоин в холодных погодных условиях, особенно при наличии застойной воды, является использование «постоянных» (долгосрочных) холодных заплаточных материалов.
2. Одним из способов, позволяющих повысить долговечность ремонта выбоин, является использование на заключительном этапе ремонта крупных выбоин в местах стыка водонепроницаемого слоя гидроизоляции (например, лент из битумных герметиков, битумосодержащих материалов, наносимых поверх стыковочной зоны).
3. В зарубежной практике используются специальные холодные асфальтобетонные смеси (патчи) и технологии для проведения «постоянного ремонта» выбоин, позволяющие производить укладку в условиях повышенной влажности, пониженных температурах воздуха (ниже плюс 5 °С), при интенсивном дорожном движении и других неблагоприятных условиях. Опыт применения показывает, что срок службы места ремонта повреждения (выбоины) с использованием таких смесей может достигать до 3 лет.
4. Целесообразно разработать простые экспресс-методы испытаний, позволяющие подтвердить преимущества применения холодных патчей при неблагоприятных условиях по сравнению с традиционными холодными асфальтобетонными смесями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ Р 50597–2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям*

- обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2017. – 28 с.
2. *Методические рекомендации по повышению деформативности и морозостойкости асфальтобетонных покрытий при низких температурах (до минус 50° С) / Гос. всесоюз. дор. НИИ; [Сост. Г. Н. Кирюхин и др.].* – М.: Союздорнии, 1990. – 35 с.
 3. *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.
 4. *Полякова С.В. Патчи – материалы нового поколения для долговременного ремонта покрытий / С.В. Полякова, А.С. Козин // Мир дорог.* – 2020. – № 132. – С. 47-52.
 5. *Полякова С.В. Современные способы заделки выбоин при ремонте асфальтобетонных покрытий / С.В. Полякова, А.С. Козин // ДОРОГИ И МОСТЫ.* – 2021. – Вып. 45 /1. – С. 81-100.

L I T E R A T U R A

1. *GOST R 50597–2017. Dorigi avtomobil'nye i ulicy. Trebovaniya k ekspluacionnomu sostoyaniyu, dopustimomu po usloviyam obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. Metody kontrolya.* – М.: Standartinform, 2017. – 28 с.
2. *Metodicheskie rekomendacii po povysheniyu deformativnosti i morozostojkosti asfal'tobetonnyh pokrytij pri nizkih temperaturah (do minus 50° S) / Gos. vsesoyuz. dor. NII; [Sost. G. N. Kiryuhin i dr.].* – М.: Soyuzdornii, 1990. – 35 s.
3. *Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt. Materialy i tekhnologii dlya remonta vyboin dorozhnogo asfal'tobetonного 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.
4. *Polyakova S.V. Patchi – materialy novogo pokoleniya dlya dolgovremennogo remonta pokrytij / S.V. Polyakova, A.S. Kozin // Mir dorog.* – 2020. – № 132. – S. 47-52.
5. *Polyakova S.V. Sovremennye sposoby zadelki vyboin pri remonte asfal'tobetonnyh pokrytij / S.V. Polyakova, A.S. Kozin // DOROGI I MOSTY.* – 2021. – Вып. 45 /1. – S. 81-100.

.....
**SELECTION OF THE MAIN REPAIR TECHNOLOGIES OF
POTHoles IN ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS
UNDER ADVERSE CONDITIONS**

*Ph. D. (Tech.) S.V. Polyakova
(FAI «ROSDORNII»)*

Contact information: PolyakovaSV@rosdornii.ru

The article provides an analysis of the best foreign and domestic experience in the issues of effective and long-term repair of potholes in the asphalt concrete pavement of roads, carried out in the field of road sector under adverse conditions. The criteria for choosing the main technologies for patching potholes in asphalt concrete pavement are given. The list of laboratory tests for innovative cold mixes is provided.

Key words: *repair of asphalt concrete pavement, potholes, adverse conditions, innovative cold mixes, cold patches.*

Рецензент: канд. техн. наук Б.П. Кутько (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 12.10.2021 г.