

УДК 351

Каврыков Антон Валерьевич
Московский Международный Университет
УКГ 211-1
E-mail: kavrykov@inbox.ru

**Реализация «зеленых» технологий в дорожном строительстве:
проблемы и перспективы**

***Аннотация.** В статье рассмотрены современные «зеленые» технологии в дорожном строительстве, их экологические и экономические преимущества. Особое внимание уделено битумным эмульсиям, теплым асфальтобетонным смесям и биоасфальту. Проведен анализ российского опыта внедрения данных технологий и выявлены основные барьеры их реализации.*

***Ключевые слова:** «зеленые» технологии, дорожное строительство, устойчивое развитие, битумные эмульсии, биоасфальт, экологическая устойчивость*

В условиях глобального изменения климата и роста экологической осведомленности «зеленые» технологии становятся ключевым инструментом для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Особое значение они приобретают в дорожном строительстве, где традиционные методы оказывают существенное влияние на экологию. Целью данной работы является анализ современных «зеленых» технологий в дорожном строительстве и оценка их перспектив.

«Зеленые» технологии направлены на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Их внедрение позволяет сократить экологические расходы за счет использования переработанных материалов, таких как RAP. Это снижает потребность в новом сырье и затраты на управление отходами. Экологические технологии также способствуют снижению потребления энергии и выбросов на этапах производства и применения. Кроме того, «зеленые» технологии способны приносить долгосрочные экономические выгоды [1].

Главной особенностью внедрения «зеленых» технологий является исследование и применение новых материалов, одним из которых является битумная эмульсия – раствор, получаемый путем смешивания нефтяного битума, воды и специальной присадки. Использование материалов на водной основе является одним из способов снижения выбросов растворителей в атмосферу. Однако существуют и другие аргументы в пользу выбора материалов на водной основе, данная информация представлена в таблице 1 [2,3].

Таблица 1

Аргументы в пользу выбора современных материалов на водной основе

Нормативные	Снижение выбросов органических компонентов, соответствие экологическим стандартам
Экологические	Снижение негативного влияние на среду
Коммерческие	Цены на материалы на водной основе ниже аналогов на органических растворителях, а качество идентичное
Противопожарные	Битумные мастики не воспламеняются
Технические	Высокое качество

Развитие устойчивого дорожного строительства привело к значительным инновациям в технологиях асфальта, привнеся теплую асфальтобетонную смесь (далее – ТАБ). ТАБ – это общий термин, охватывающий многие технологии, позволяющие производить, транспортировать, укладывать и уплотнять асфальтобетонные смеси при более низких температурах. По сравнению с традиционными аналогами ТАБ снижает энергопотребление, уменьшает выбросы, продлевает срок службы битума и улучшает условия труда. В настоящее время ТАБ приобретает популярность во многих странах, таких как США, Голландия и Франция. Считается, что через несколько лет он полностью вытеснит с рынка традиционную горячую асфальтобетонную смесь [4].

Другим нововведением является биоасфальт, который представляет собой асфальт, основной составляющей которого является природный биоматериал, такой как растительное масло. Основное преимущество биоасфальта – его возобновляемость и экологичность.

Растительные компоненты делают его устойчивым к колебаниям цен на нефть, но при этом биоасфальт превосходит традиционный по качеству и долговечности. Производство данного вида асфальта позволяет сэкономить до 30% энергии и снизить выбросы на 25%, создавая новые возможности для сельскохозяйственного сектора.

Несмотря на рост рынка биоасфальта, он сталкивается с рядом проблем, включая отсутствие единых стандартов качества и высокую стоимость производства.

Однако невзирая на проблемы, многие страны Европы, Северной Америки и Азии уже начинают активно внедрять биоасфальт в свои инфраструктурные проекты. По прогнозам, к 2040 году биоасфальт может заменить до 60% дорожных покрытий в развитых странах, несмотря на высокую стоимость [5].

Отдельную роль в области асфальтобетона занимает исследование китайских университетов, предложивших добавлять антиобледенитель прямо в асфальт. В качестве результата данная технология снижает потребность в использовании реагентов, что положительно влияет на окружающую среду и снижает эксплуатационные расходы [6].

Все большее внимание уделяется внедрению «зеленых» технологий в России. За последние годы инвестиции в них продолжают расти, в том числе и в секторе дорожного строительства, что отражено на рисунке 1.

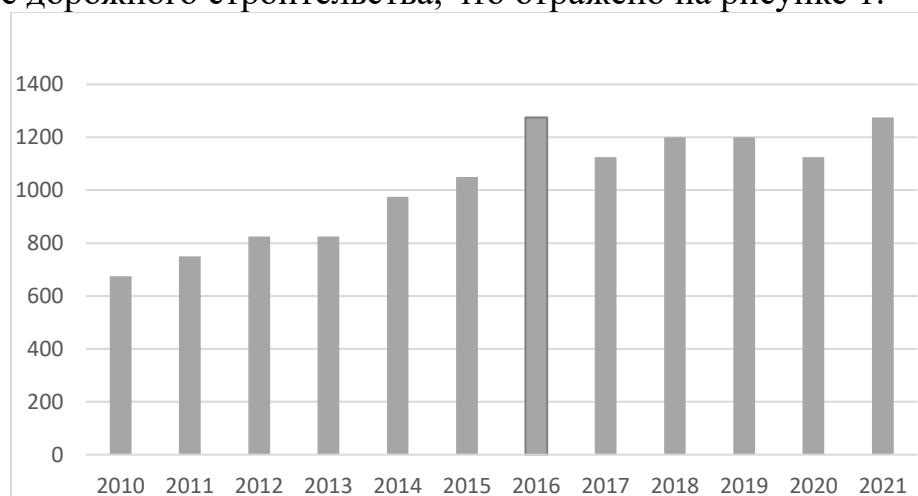


Рис 1. Объем «зеленых» инвестиций в миллиардах рублей

В последнее время в РФ активно идет внедрение метода холодного ресайклинга – технологии, использующий старый асфальт для нового покрытия. Холодный ресайклинг выгоден с точки зрения стоимости и эффективности, а также обладает следующими преимуществами:

1. Экономичность и экологичность – старый асфальт используется для новой дороги с минимальными новыми материалами;
2. Сохранение целостности дорожных слоев благодаря образованию прочных толстых слоев;
3. Холодный ресайклинг уменьшает риск повреждения грунта [7]

Кроме холодного ресайклинга в России активно внедряются вторичные материальные ресурсы, которые, например, использовались проведении работ на перегоне Михнево-Жилево в Московской области в 2016 году, а также при реализации незавершенного проекта «Северный обход города Омска».

Также в РФ применяются ТАБ, которые были произведены в 2016 году АО «Труд». Компанией было устроено три опытно-экспериментальных участка с применением ТАБ, включая реконструкцию дороги М-56 от Невера до Якутска.

Вторым участком послужила дорога общего пользования Р-21 «Кола» в Республике Карелия и Мурманской области в 2014-2016 годах. Мониторинг, проводившийся в 2021 году, показал, что участок до сих пор находится в удовлетворительном состоянии.

Заключительным участком выступил участок «Дамба КЗС от Горской в сторону Кронштадта, внешнее кольцо 140 км», находящийся в Санкт-Петербурге. Работы по производству ТАБ выполняла организация ОАО «АБЗ-1», а укладку проводила организация ООО «ДСК АБЗ-Дорстрой».

Проведенные экспериментальные работы оказали положительное влияние на окружающую среду за счет снижения объемов отходов и

уменьшения использования природных ресурсов. Более того, примеры из различных регионов демонстрируют успехи применения «зеленых» технологий в разных климатических зонах [8].

Особую роль в проведении экологической политики и внедрении «зеленых» технологий в России занимают государственное и муниципальное управление (далее – ГМУ), а также государственно-частное партнерство (далее – ГЧП).

Благодаря государственным программам органы ГМУ способствуют внедрению «зеленых» технологий. Одним из крупнейших является национальный проект «Экология», охватывающий различные экологические цели, представленные на рисунке 2.



Рис 2. Национальные цели развития в рамках национального проекта «Экология»

Для успешной реализации проектов с использованием экологичных технологий важную роль играет ГЧП, претерпевшее эволюцию в РФ за последние 25 лет: от частичного участия до полной реализации проектов. ГЧП – гибкая форма взаимодействия государства и бизнеса, обеспечивающая распределение рисков и долгосрочное сотрудничество. В РФ правовой базой для ГЧП служат следующие законодательные акты: №224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве» и №115-ФЗ «О концессионных соглашениях» [9,10].

Успешным примером проектов, реализованного в рамках ГЧП является строительство трассы М-11 Москва – Санкт-Петербург, а также ЦКАД. На ЦКАД применялись ТАБ и интеллектуальные транспортные системы, участвовали такие компании, как Автодор и турецкая компания Maquol [11].

Несмотря на то, что многие страны уже активно внедряют «зеленые» технологии, многие все еще не намерены отходить от использования традиционных аналогов. Это обуславливается тем, что «зеленые»

технологии хоть и поддерживают экологическую устойчивость и являются более выгодными по сравнению с традиционными аналогами в долгосрочной перспективе. Кроме того, существуют технические и логистические препятствия. Внедрение инновационных технологий требует специализированного оборудования и знаний, что может затруднить их применение в местах с ограниченным бюджетом. Такие трудности, в свою очередь, увеличивают стоимость реализуемых проектов. Для решения вышеперечисленных проблем важно развивать местные источники и создавать базы данных поставщиков экологических технологий.

Особенностью постиндустриальной эпохи является экономическая нестабильность – еще одна преграда на пути к внедрению «зеленых» технологий. Не менее важной угрозой являются законодательные риски, связанные с изменением законодательной базы. Третьей проблемой выступает недостаточная социальная осведомленность. Ввиду обыкновенного незнания общество может стать преградой внедрению инновационных технологий и реализации проектов с их применением.

Однако, несмотря на все вышеперечисленные сложности, возможности для развития «зеленых» технологий значительны. Одной из них является развитие инноваций и научных исследований, способные сделать такие технологии более доступными и эффективными. Кроме того, существует возможность международного сотрудничества и участия РФ в глобальных экологических инициативах, которая способна открыть новые горизонты для внедрения экологических технологий. Развитие государственных программ по субсидированию «зеленых» технологий также является шагом на пути к их развитию. Наконец, правительствам следует создавать стратегии, направленные на повышение общественной осведомленности в сфере новых технологий дабы избежать преград их внедрения.

Ниже представлен SWOT-анализ, отражающий сильные и слабые стороны «зеленых» технологий, а также возможности и угрозы.

Таблица 2

SWOT-анализ «зеленых» технологий в дорожном строительстве

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> - экологические преимущества; - долгосрочная экономическая выгода. 	<ul style="list-style-type: none"> - высокие начальные затраты; - различные темпы развития регионов.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> - заимствование передового опыта; - субсидирование государством. 	<ul style="list-style-type: none"> - экономические кризисы; - законодательные риски; - низкая социальная осведомленность.

Проведенное исследование показало, что «зеленые» технологии в дорожном строительстве играют ключевую роль в решении экологических проблем, одновременно обеспечивая эффективность и долговечность дорожной инфраструктуры. Такие инновации, как битумные эмульсии,

теплые асфальтобетонные смеси и биоасфальт, демонстрируют значительные экологические и экономические преимущества, включая снижение выбросов, экономию энергии и ресурсов, а также повышение долговечности дорожных покрытий.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение «зеленых» технологий сталкивается с рядом барьеров, таких как высокие начальные затраты, отсутствие единых стандартов и недостаточная социальная осведомленность. Тем не менее, рассмотренные технологии представляют собой не только экологически ответственный подход, но и предлагают долгосрочные экономические и функциональные выгоды, что делает их важным шагом на пути к устойчивому развитию.

Для успешного внедрения «зеленых» технологий необходимы дальнейшие усилия, включая развитие государственной поддержки, международного сотрудничества и повышение общественной осведомленности. Только комплексный подход позволит преодолеть существующие барьеры и обеспечить широкое применение «зеленых» технологий в дорожном строительстве, что в конечном итоге приведет к созданию более устойчивой и экологически чистой инфраструктуры.

Список использованных источников:

1. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. №224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Правовая справочно-информационная система «Консультант-Плюс».

2. Федеральный закон от 21 июля 2015 г. № 115-ФЗ "О концессионных соглашениях" (с изменениями и дополнениями) // Правовая справочно-информационная система «Гарант».

3. Бронникова М.И., Абакумов Р.Г. Экономически эффективные технологии повышения эффективности дорожного строительства // Белгородский государственный технологический университет. Серия «Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования». 2019. №2 С. 145-149

4. Шабуров С.С., Кибирев В.Ю. Технология производства теплой асфальтобетонной смеси на вязком битуме // Вестник ТГАСУ. Серия «Дорожные покрытия» №1. С. 173-179

5. Шарипбаев С., Шарибаев Н., Шарибаев Н., Джураев Ш. Битумная эмульсия в строительной промышленности: экономически эффективная и экологически чистая // Наманганский инженерно-технологический институт. Серия «Экономика и социум». 2023. №7 С. 110

6. Биоасфальт: альтернативы традиционному асфальту [Электронный ресурс] // Яндекс.Дзен. URL: <https://dzen.ru/a/ZQggFKeY0BZfQowJ> (дата обращения: 06.03.2025)

7. Битумная эмульсия [Электронный ресурс] // Технониколь. URL: <https://www.tn.ru/building/articles/harakteristiki-i-primenenie-bitumnoj-ehmulsii/> (дата обращения: 9.03.2025)
8. В консорциум по строительству 4го этапа ЦКАД войдет турецкая компания Makyol [Электронный ресурс] // Дорожники Подмосковья. URL: <https://dorozhniki150.ru/archives/5540> (дата обращения: 06.03.2025)
9. Вторая жизнь асфальтобетона, какой она может быть [Электронный ресурс] // Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.ru». URL: <https://rcmm.ru/stroitelnye-materialy/56846-vtoraja-zhizn-asfaltobetona-kakoj-ona-mozhet-byt.html> (дата обращения: 9.03.2025)
10. Разработан асфальт, который не покрывается льдом [Электронный ресурс] // Techinside. URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/news-1581493-razrabotan-asfalt-kotoryy-ne-pokryvaetsya-ldom/> (дата обращения: 07.03.2025)
11. Совершенствование теплых технологий, устройства дорожных асфальтобетонных покрытий [Электронный ресурс] // Жданов К.А. URL: [https://cchgeu.ru/science/dissertatsionnye-sovety/dissertatsionnyy-sovet-d-212-037-11/20231011_%20%D0%94%D0%B8%D1%81.%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D0%96%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%202.1.8.%20\(197%D1%81%D1%82%D1%80\).pdf](https://cchgeu.ru/science/dissertatsionnye-sovety/dissertatsionnyy-sovet-d-212-037-11/20231011_%20%D0%94%D0%B8%D1%81.%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D0%96%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%202.1.8.%20(197%D1%81%D1%82%D1%80).pdf) (дата обращения: 07.03.2025)