

УДК 656.09

DOI 10.51691/2541-8327_2022_2_5

***АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИКА ПРИ
УКЛАДКЕ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ РФ***

Борисов А.А.

Студент

*ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»*

Москва, Россия

Ершов Д.Ю.

Студент

*ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»*

Москва, Россия

Широков А.В.

*Старший преподаватель кафедры «Железнодорожные станции и
транспортные узлы»*

*ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»*

Москва, Россия

Янев Ж.

ассистент кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы»

*ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»*

Москва, Россия

Аннотация

Произведен экономический анализ дорожного полотна Российской Федерации, определены условия эксплуатации дорог в странах СНГ и ЕС, проведен экономический анализ введения асфальтополимерного покрытия на трассах общего пользования на территории России.

Ключевые слова: Асфальт, асфальтополимерные дороги, пластмассовые дороги, битум, экология, классификация дорожного покрытия, переработка пластиковых отходов, область применения, понижение выбросов в атмосферу земли, экономический фактор строения дорог.

***EXPLORING THE POSSIBILITY OF USING PLASTIC FOR ROAD
PAVING IN THE RUSSIAN FEDERATION***

Borisov A. A.

Student

*FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER
EDUCATION «RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT»*

Moscow, Russia

Ershov D.Yu.

Student

*FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER
EDUCATION «RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT»*

Moscow, Russia

Shirokov A.V.

Senior Lecturer of the department of «Railway Stations and Transport Hubs»

*FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER
EDUCATION «RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT»*

Moscow, Russia

Janev Z.

Assistant of the Department of «Railway Stations and Transport Hubs»

*FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER
EDUCATION «RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT»*

Moscow, Russia

Abstract

The economic analysis of the road pavement in the Russian Federation is carried out; the operating conditions of roads in countries of CIS and EU are determined; the economic analysis of the implementation of asphalt-polymer coating on the public roads in Russia is carried out.

Keywords: asphalt, asphalt-polymer roads, plastic roads, bitumen, ecology, pavement classification, plastic waste recycling, application area, earth emission reduction, the economic factor of road construction.

XXI век является технологически прорывным, данное утверждение обусловлено стремлением человека создать что-то долговечное, что можно модернизировать с течением времени. Создание нового из старого путем переработки, модернизация уже существующих и менее технологически развитых средств путём добавления переработанных продуктов из отходов от деятельности человека, минимизация загрязнения окружающей среды.

Ведь месторождения полезных ископаемых со временем могут истощаться и человек будет искать новые способы для замены их альтернативными материалами. Несмотря на это, можно уменьшить потребление нефтепродуктов путем замены их продуктами переработки мусора, который очень долго разлагается в природной среде, загрязняя её. Современные тенденции направлены на сокращение использования нефтепродуктов в быту.

Автомобильный транспорт является одним из самых доступных и распространённых видов транспорта во всем мире. Особо остро стоит вопрос о повышении прочности, увеличении времени использования, модернизации методов ремонта дорожного покрытия. Данный вопрос возникает из-за проблем с дорогами общего пользования на всей территории России, особенно остро проблема плохих дорог стоит на трассах между крупными городами, так как ремонтные работы там проводят редко, а еще реже меняют дорожное покрытие, в связи с высокой себестоимостью доставки материалов на участок ремонта. При нормальном состоянии дорожного покрытия можно было бы избежать множества проблем, таких как: аварии от поврежденного рельефа, поломки трансмиссии транспорта общего пользования, увеличение сроков поставки продуктов и многое другое. Стабильное функционирование автотранспорта окажет влияние на уровень его конкурентоспособности в России.

Анализ затрат на постройку и реконструкцию дорог в ведущих странах мира, представленный на рисунке 1, показал, что в России на один километр полосы приходится 58.8 млн рублей, это является средним среди стран из приведенного списка [1].



Рис. 1 – Стоимость строительства и реконструкции дорог в разных странах мира (млн. руб / км полосы, в ценах на 2014 год) ¹

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что на укладку асфальтного покрытия выделяется достаточное количество средств, которое является средним по отношению к их количеству в других странах такого же климатического порядка, но дороги нуждаются в усовершенствовании для улучшения жизни населения и комфортного передвижения по ним. При строительстве автомобильных дорог значительная часть бюджета отводится на производство асфальтобетона. «Асфальтобетонная смесь является самым востребованным в мире дорожно-строительным материалом для строительства дорожных покрытий. По сравнению с другими материалами, используемыми для верхнего слоя автомобильной дороги, она имеет следующие преимущества: продолжительный период эксплуатации; способность выдерживать большие внешние нагрузки; широкая вариация состава для использования в различных климатических условиях; низкая стоимость технологии строительства, содержания и ремонта; хорошие показатели ровности и комфорта; возможность повторного использования после завершения срока эксплуатации автомобильной дороги» [2]. Для производства используют компоненты, образующие основу верхнего слоя, и вяжущее вещество, которое должно скреплять их в единый монолит. В качестве компонентов используют песок, щебень, минеральный порошок. Вяжущим элементом является битум. Также в качестве замены некоторых компонентов на практике используют и другие

¹ – По данным исследования НИУ ВШЭ, журнал «Экономика.Налого.Право» №4/2015

добавки, но при большой разнице в физико-механическом, химическом и экологическом аспекте используемые отходы или добавки могут снижать прочность получаемого покрытия.

Методом проб и ошибок был получен наилучший заменяющий элемент – это пластиковые отходы (ПНД, ПВД – полиэтилен низкого и высокого давления, соответственно). Они не только упрочнят связь между частицами и снизят концентрацию битума в составе, но и увеличат жизнеспособность покрытия. ПНД и ПВД могут рассматриваться в качестве армирующих и модифицирующих элементов в структуре асфальтобетона. Асфальтобетон, в состав которого входят: щебень 46 %; песок – 12 %; отсев – 39 %; минеральный порошок – 3 %; битум БНД 60/90 – 5 % и отходы пластика 4 % – соответствует требованиям ГОСТа на асфальтобетон [3-4]. Пластиковые отходы положительно влияют на структуру асфальтобетона, выступая в качестве армирующего элемента для основы, улучшая свойства битума.

ПНД и ПВД можно использовать и без битума, благодаря связующим свойствам при плавке пластика образуется плотная связь, но тогда нужно будет использовать специальную машину, разработанную под такой тип укладки дороги. Для такого непростого дела был разработан проект укладчика, который в перспективе способен заменить все виды укладчиков асфальта, которые могли бы положить такое же покрытие. Данный вид укладчиков выполняет все функции, и для его успешной работы нужно только подвозить материал. При использовании отечественной разработки «Укладчик пластико-песочно-щебёночного дорожного полотна» минимизируются затраты на большое количество разного рода техники в связи с новой технологией укладки. Он является самым перспективным укладчиком и заменит все типы техники, используемые при укладке дорожного полотна на основе пластика.

Данное изобретение позволяет увеличить срок использования дорог при большом диапазоне температур наружного воздуха, а также повысить эффективность работы укладчика дорожного покрытия, применить

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

использованный пластик для строительства дорог, улучшить экологию. Техническим результатом изобретения является возможность эксплуатации дорожного покрытия при более высоком диапазоне температур наружного воздуха, значительное увеличение сроков эксплуатации дорог (рисунок 2). Кроме того, улучшается экология на Земле: пластик больше не отвозится на свалки, вместо этого он повторно используется в дорожном покрытии. [5]

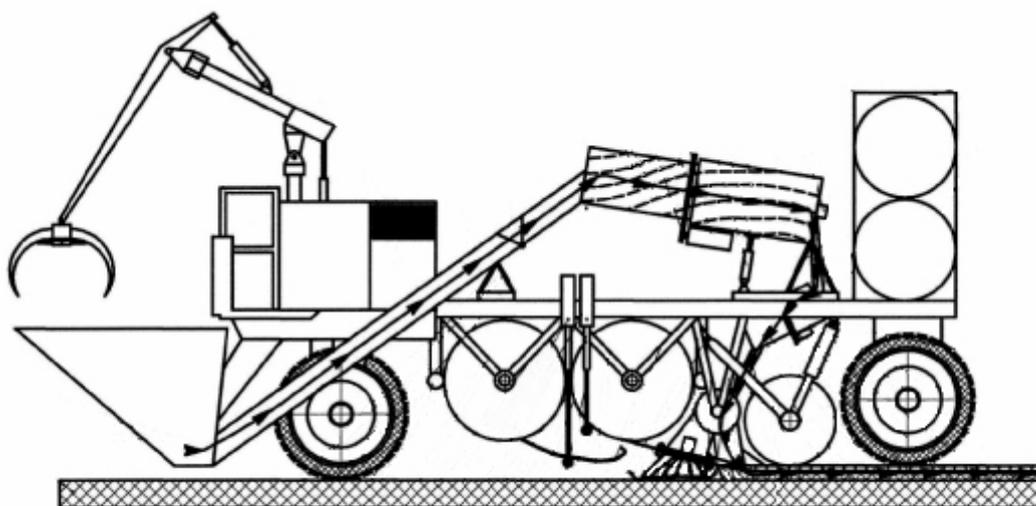


Рис. 2 – Укладчик пластиково-песочно-щебёночного дорожного полотна²

Пожалуй, нужно сказать и о недостатках такого покрытия. Основной проблемой при использовании данного вида покрытия является нехватка материала как для полимерного, так и для обычного пластмассового покрытия. Нужно массово перестраивать производства по изготовлению асфальта на основе полимерного решения, а также обучать персонал новой технологии создания смеси, вводить политику раздельного сбора отходов на дальнейшую переработку или утилизацию, выделять бюджет для открытия новых пунктов по сбору и переработке пластика. Исходя из вышеперечисленного приведем

² - Патент 2732170 РФ С1 от 14.09.2020 «Укладчик Пластико-песочно-щебёночного дорожного покрытия»
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

таблицу 1 по положительным и отрицательным позициям создания полотна нового типа.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки асфальтополимерного полотна ³

№	Достоинства	Недостатки
1	высокая водостойкость;	стоимость выше обычного асфальтобетонного покрытия на 3%;
2	увеличение интервалов между ремонтными работами;	ухудшение эксплуатационных характеристик при высоких температурах;
3	снижение эксплуатационных затрат;	отсутствие нормативной базы для внедрения покрытия.
4	высокая прочность на растяжение;	необходимость системы отдельной утилизации отходов, так как для производства требуется большой объем пластиковых отходов.
5	эксплуатация при температурах в диапазоне от -40 до +80°C;	
6	хорошее сцепление с колесами автомобилей;	
7	повышенная устойчивость к воздействию машинного масла и топлива;	
8	снижение деформации покрытия и отсутствие колеи;	
9	минимальное количество трещин, благодаря пластичности пластика;	
10	продолжительный срок эксплуатации.	
11	снижение расходов на содержание дорог	
12	стоимость асфальта ниже, чем при использовании покрытий с модифицированным битумом;	
13	снижение затрат на утилизацию мусора на полигонах.	

Технологию усовершенствования дорожного покрытия этим способом уже используют в таких странах, как: Нидерланды, Австралия, Новая Зеландия, Великобритания, Индия, - хотя данные страны не находятся в верху списка по международным золотовалютным резервам. Там данная технология помогла сократить затраты на воссоздание и ремонт дорожного полотна, уменьшить

³ - Таблица составлена авторами

количество аварий из-за плохого покрытия. Для её реализации было построено большое количество перерабатывающих заводов, так как это стало выгодно. Данное покрытие в вышеперечисленных странах получило высокую оценку со стороны населения. Так как повысился комфорт передвижения на трассах, открылись для людей новые рабочие места, а также улучшилась экология.

В России при введении новых разработок данного типа должны уменьшиться затраты на дорожные работы, так как покрытие является долговечным и очень простым в ремонте и последующей переработке. При переработке ПНД и ПВД не теряют своих армирующих свойств в сплаве материалов, а при комбинации с отечественной разработкой укладчика, скорость возведения дорожного полотна существенно увеличится.

Сравнив характеристики полученного покрытия, можно подвести итоги: при использовании дешевых переработанных и покрошенных материалов, таких как: полиэтилен, полипропилен, полибутиленсукцинат, полигидроксibuтират, найлон-6, полистирол, полиэтилентерефталат, нейлон – можно получить полотно, которое будет служить дольше, чем основанное на битуме (без добавок). Данное замечание говорит о перспективе расширять стандарты ГОСТ, о введении новых типов покрытий на дорогах общего пользования, модернизации и создании новых машин с обширным спектром задач.

Проведенный анализ может быть использован в экспериментальных целях для:

- создания и распространения новых типов дорог и устройств для их обслуживания.
- дальнейшего развития идеи о модернизации и продлении жизни невозобновляемых компонентов, созданных человеком.

При подробном рассмотрении плана на создание данного типа покрытия, ниже была представлена таблица 2 по положительным и отрицательным сторонам данного проекта дорожного покрытия.

Главной проблемой является необходимость ГОСТа. Также сложность заключается в том, что необходимо провести анализ дорог с покрытием на основе ПНВ и ПНД. При создании данного продукта необходимо соблюдать его однородную консистенцию, а следовательно, нужно очень внимательно наблюдать за созданием самого соединения, что немного усложняет процесс укладки покрытия на грунт. Для этого необходимо создать новые институты по переподготовке персонала. И нельзя халатно относиться к материалу, по которому будет ездить автотранспорт, как это было с продуктами, полностью произведенными из нефти.

Таблица 2 – SWOT-анализ (сведенные данные) ⁴

	Положительное влияние	Отрицательное влияние
Внутренняя среда	Сильными сторонами данного проекта являются уникальность созданного продукта, будь это дорога из полностью переработанного пластика высокого давления или частично созданная среда. Она с высоким потенциалом на минимизацию работ по восстановлению покрытия и направлена на благо уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу. Ко всему этому можно добавить, что при повсеместной популяризации данной технологии, со временем она начнет становиться дешевле, ведь очагов по применению больше, а, следовательно, для увеличения масштабов строительства нужно учитывать и комплексы, которые будут перерабатывать и создавать в последствии покрытие. Главное, что изменится, это цена налогов, которые тратятся на дорожное покрытие в городе.	К свойствам, которые тормозят проект можно отнести чуть большую цену в начале создания самой технологии, так как под нее не оборудовано большинство заводов по производству и переработке, а, следовательно, понадобится определенное количество времени на воплощение проекта в жизнь. Долгое принятие ГОСТа на введение дорог в эксплуатацию.

⁴ - Таблица составлена авторами

Внешняя среда	<p>Возможности по развитию проекта: все рассчитано на увеличение доступности продукта, который был описан выше. При подробном изучении темы, можно прийти к тому, что при введении данной модели и при большей распространенности на территории нашей страны будут созданы новые рабочие места для населения и начнут развиваться технологии по использованию других материалов, которые могут быть более прочными и долговечными, а главное более экологичными.</p>	<p>Угрозы, которые могут возникнуть при создании данного типа покрытия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отказ со стороны заводов по производству покрытия, - нежелание застройщиков и подрядчиков платить за продукт, который не требует постоянного обслуживания и денег на ремонт. - решение властей о бессмысленности введения вида такого покрытия, в результате на протяжении 5 лет не принят ГОСТ.
----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Такие покрытия в Российской Федерации рассматриваются как материал, который можно положить на гравий без особого соблюдения ГОСТа, что отражается на качестве изготовленного покрытия. Данные нарушения должны пресекаться.

Вернемся к производным из пластика: ГОСТ такой же, как и у асфальта, но при малейшем несоблюдении его, дорога попросту может быть непригодна к использованию и в этом случае уже придется полностью перестилать покрытие, а не устранять появившиеся проблемы путем выборочного ремонта (как при асфальте). Это и является одной из проблем при использовании пластика как целикового покрытия и не является проблемой при частичном использовании.

Отказ заводов от изготовления материала можно рассматривать как отдельную тему, ведь для создания покрытия на уровень выше, чем асфальт, необходимо больше рабочих мест, что приведет к повышенным затратам для экономики завода.

Что больше всего беспокоит инвестора, так это цена на создание данного проекта. На эту технологию можно положиться, ведь она имеет право на жизнь. Поначалу цена будет излишне завышенной, так как будут необходимы перестройка заводов и переподготовка персонала, что можно отобразить на графике. Сравнение сезонной корреляции цены при введении технологии в 2022 году приведено в таблице 3 и Рис. 3.

Постройка графика корреляции цен асфальтного и пластикового покрытия

На рисунке 3 представлен график, на котором наглядно показано изменение цены на покрытия в 2022 году. На оси X представлены месяцы по календарю, на оси Y - цена. При построении графика мы используем таблицу 3 с подготовленными данными из открытых источников, которые наглядно показывают среднее значение цены на отведенный месяц.

При создании таблицы брались средневзвешенные значения цены 1 м² в месяц в разные годы, и на графике (рис.3) можно наглядно отразить рост и спад цены в будущем, введены данные себестоимости 1 м² в зависимости от спроса.

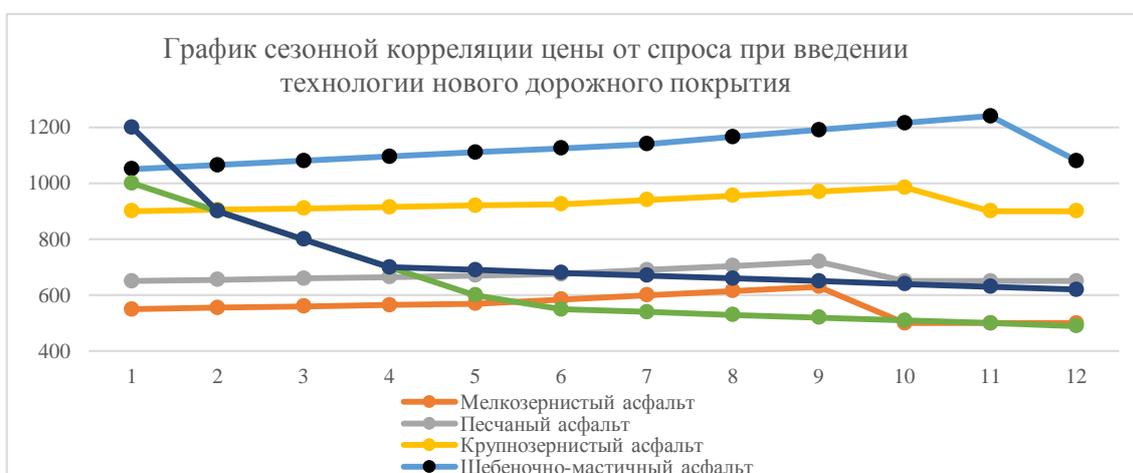


Рис. 3 - График сезонной корреляции цены от спроса при введении технологии нового дорожного покрытия ⁵

Таблица 3 – Сравнение цен по сезонности использования ⁶

Руб/1 м2	Мелкозернистый асфальт	Песчаный асфальт	Крупнозернистый асфальт	Щебеночно-мастичный асфальт	Смесь пластика и асфальта	Цельный пластик
Месяц в году						
1	465 руб.	450 руб.	470 руб.	600 руб.	500 руб.	600 руб.
2	465 руб.	450 руб.	470 руб.	600 руб.	700 руб.	1200 руб.

⁵ - Рисунок составлена авторами

⁶ - Таблица составлена авторами

3	465 руб.	450 руб.	470 руб.	600 руб.	800 руб.	1200 руб.
4	465 руб.	450 руб.	470 руб.	600 руб.	1000 руб.	900 руб.
5	500 руб.	500 руб.	600 руб.	750 руб.	800 руб.	900 руб.
6	525 руб.	575 руб.	675 руб.	825 руб.	800 руб.	900 руб.
7	550 руб.	650 руб.	750 руб.	900 руб.	800 руб.	900 руб.
8	575 руб.	725 руб.	825 руб.	975 руб.	800 руб.	900 руб.
9	600 руб.	800 руб.	900 руб.	1050 руб.	500 руб.	800 руб.
10	500 руб.	550 руб.	600 руб.	600 руб.	500 руб.	750 руб.
11	465 руб.	450 руб.	470 руб.	600 руб.	500 руб.	700 руб.
12	465 руб.	450 руб.	470 руб.	600 руб.	500 руб.	650 руб.
Итого:	6040 руб.	6500 руб.	7170 руб.	8700 руб.	8200 руб.	10400 руб.

При рассмотрении графика на рисунке 3 можно подчеркнуть важную особенность: цена на обычное покрытие всегда находится в однотипной ценовой политике, такое волновое поведение графика говорит о том, что он цикличен и повторяется каждый год с маленькими изменениями по средней стоимости в год за 1 м². Можно заметить, что цена на покрытие с полимерной основой со временем, в течение года, идет на спад, так как при массовом введении прогнозируется снижение цены из-за популяризации товара на рынке.

Изменение цены на асфальт зависит от сезонного потребления, что говорит нам о том, что цена на асфальт, в любом случае, будет расти на весенний, летний и осенний сезон, из-за благоприятных условий на укладку.

Несмотря на примерное понимание устройства ценовой политики на рынке, можно сказать, что цена на наши продукты завышена из-за переустройства заводов и внедрения новой технологии. Сезонность играет важную роль при выборе продукта.

В результате анализа цены складывается впечатление, что каждый год возникает необходимость в ремонте, чего не будет при использовании метода модернизированной дороги, так как в нем не будет потребности каждый год,

соответственно, и цена будет сопоставима с рекомендованной, которую можно будет рассчитать при воплощении проекта в жизнь (Рис. 4).

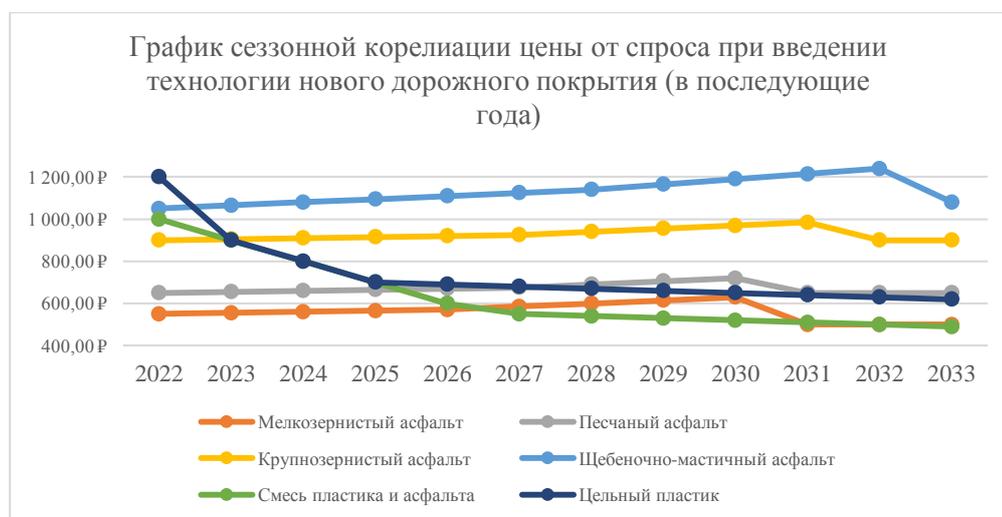


Рис. 4 - График сезонной корреляции цены от спроса при введении технологии нового дорожного покрытия (в последующие года) ⁷

Таблица 4 – Средняя цена в год на материал для дорожного покрытия (2022 - 2033 год) ⁸

Руб/1 м ²	Мелкозернистый асфальт	Песчаный асфальт	Крупнозернистый асфальт	Щебочно-мастичный асфальт	Смесь пластика и асфальта	Цельный пластик
2022	550,00 P	650,00 P	900,00 P	1 050,00 P	1 000,00 P	1 200,00 P
2023	555,00 P	655,00 P	905,00 P	1 065,00 P	900,00 P	900,00 P
2024	560,00 P	660,00 P	910,00 P	1 080,00 P	800,00 P	800,00 P
2025	565,00 P	665,00 P	915,00 P	1 095,00 P	700,00 P	700,00 P
2026	570,00 P	670,00 P	920,00 P	1 110,00 P	600,00 P	690,00 P
2027	585,00 P	675,00 P	925,00 P	1 125,00 P	550,00 P	680,00 P
2028	600,00 P	690,00 P	940,00 P	1 140,00 P	540,00 P	670,00 P
2029	615,00 P	705,00 P	955,00 P	1 165,00 P	530,00 P	660,00 P
2030	630,00 P	720,00 P	970,00 P	1 190,00 P	520,00 P	650,00 P
2031	500,00 P	650,00 P	985,00 P	1 215,00 P	510,00 P	640,00 P
2032	500,00 P	650,00 P	900,00 P	1 240,00 P	500,00 P	630,00 P
2033	500,00 P	650,00 P	900,00 P	1 080,00 P	490,00 P	620,00 P
Итого:	6 730,00 P	8 040,00 P	11 125,00 P	13 555,00 P	7 640,00 P	8 840,00 P

⁷ - Рисунок составлен авторами

⁸ - Таблица составлена авторами

На рисунке 4 показана корреляция средней цены на материал в разные годы (его средняя цена за год). На оси X представлены месяцы по календарю, на оси Y показана цена. При анализе графика (рис.4) мы используем таблицу 4 с подготовленными данными из открытых источников, которые наглядно показывают политику средней цены на год.

При рассмотрении графика (рис.4) можно заметить, что наблюдается похожий рельеф графика, как на рис.3. Средняя цена за 1 м²асфальтного покрытия изменяется по принципу волны, то есть к 2028 году на графике будет замечено максимальное значение, которое связано с массовой реконструкцией дорог, из-за чего и возникнет небольшой дефицит асфальта. Этого можно избежать, благодаря разработке покрытия на полимере, ведь из-за массовой переработки пластика частично заменяется вяжущий элемент или вовсе пластик будет использоваться как вяжущее вещество при укладке полотна, что существенно сэкономит деньги вкладчиков.

Заключение:

При введении данной технологии, анализируя изменение будущих затрат на реконструкцию и постройку новых дорог, можно сказать:

- Создание нового типа полотна, включение пластика в рецептуру асфальта и полная замена вяжущего вещества приведет к минимизации загрязнений окружающей среды и благотворно повлияет на ее структуру в будущем.
- Влияние на экономику: первоначальные капиталовложения будут большими, но в долгосрочной перспективе это приведет к меньшим затратам на производство дорог.

В заключение можно сказать, что при получении материальной выгоды мы также обеспечиваем уменьшение вредных выбросов в атмосферу, уменьшаем количество мусорных полигонов, избегаем процесса мусоросжигания и

получаем один из дополнительных вариантов повторного использования пластика.

Библиографический список

1. Решетова, Е. М. Сравнение стоимости строительства автомобильных дорог в России и в странах мира / Е. М. Решетова // Экономика. Налоги. Право. – 2015. – № 4. – С. 118-124.

2. Котлярский, Э. В. Автоматизированное проектирование асфальтобетонных смесей с заданными свойствами / Э. В. Котлярский, В. И. Кочнев, Д. Ю. Давлятова // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2015. – № 1(71). – С. 27-29.

3. ГОСТ Р 58400.1-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. <https://docs.cntd.ru/document/1200166036> (обращение 17.09.2021).

4. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. <https://docs.cntd.ru/document/1200108509> (обращение 17.09.2021).

5. Патент № 2732170 С1 Российская Федерация, МПК E01C 19/46, E01C 7/30. Укладчик пластико-песочно-щебёночного дорожного покрытия : № 2020114360 : заявл. 22.04.2020 : опубл. 14.09.2020 / В. Д. Куликов.

Оригинальность 92%