

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №2, Том 13 / 2021, No 2, Vol 13 <https://esj.today/issue-2-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/36SAVN221.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Левкович Т.И., Токар Н.И., Мевлидинов З.А., Ласман И.А. К вопросу о повышении эффективности ремонта автомобильных дорог с асфальтобетонными покрытиями модульными дорожными машинами-ресайклерами // Вестник Евразийской науки, 2021 №2, <https://esj.today/PDF/36SAVN221.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Levkovich T.I., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Lasman I.A. (2021). On the issue of improving the efficiency of repair of roads with asphalt-concrete surfaces with modular road recycling machines. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(13). Available at: <https://esj.today/PDF/36SAVN221.pdf> (in Russian)

УДК 625.08

ГРНТИ 67.17.23

Левкович Татьяна Ивановна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

Токар Николай Иванович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

Мевлидинов Зелгедин Алаудинович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

Ласман Ирина Александровна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: i.Lasman@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

К вопросу о повышении эффективности ремонта автомобильных дорог с асфальтобетонными покрытиями модульными дорожными машинами-ресайклерами

Аннотация. С каждым годом возрастает разнообразие видов ремонтных работ на транспортных сооружениях, что ведёт к актуализации применения универсальных модульных дорожных машин.

Для устройства тонкослойных асфальтобетонов по технологии «Новочип» используются комбинированные машины. Эти машины могут комплексно выполнять работы по устройству слоёв износа из тонкослойного асфальтобетона, но не приспособлены к холодному ресайклингу битуминозных оснований и покрытий, а также к работе с малоразмерными и сыпучими грузами.

В статье рассматривается способ повышения эффективности работ по ремонту автомобильных дорог, асфальтобетонных дорожных покрытий с использованием колёсных тягачей при сохранении преимуществ имеющихся машин, их высокой технологичности.

Технический результат достигается за счёт комбинации оборудования седельного тягача с рабочими оборудованьями манипулятора, ресайклера, машины для ямочного ремонта и укладчика дорожно-строительных материалов, в результате чего модульная машина имеет возможность совмещать различные работы по погрузке, перемещению, разгрузке и монтажу штучных и тарных грузов, выполнению земляных работ и работ с сыпучими материалами, при оборудовании манипулятора грейферным ковшом, ремонту выбоин, за счёт заполнения их дорожно-строительными материалами, снятию старого слоя покрытия, его переработке с использованием новых минеральных материалов, битумной эмульсии и укладки переработанного слоя в основание покрытия автомобильной дороги. Предложенное рабочее оборудование при относительно небольшом повышении металлоёмкости и усложнении конструкции, по сравнению с комбинированной машиной «Чипсилер», позволит проводить работы по реконструкции автомобильных дорог со срезкой старого покрытия с битуминозными слоями, реконструкции малых инженерных сооружений, строительству пешеходных и велосипедных дорожек с повышением производительности на 18–20 % и снижении себестоимости производства работ в среднем на 16 %, по сравнению с использованием на этих работах отдельных машин (бортового автомобиля с манипулятором, автобетоносмесителя, ресайклера и экскаватора-погрузчика).

Ключевые слова: рабочее оборудование; модульная дорожная машина – ресайклер; ремонт асфальтобетонных дорожных покрытий; автомобильная дорога; универсальность; технологичность; производительность; преимущества

Введение

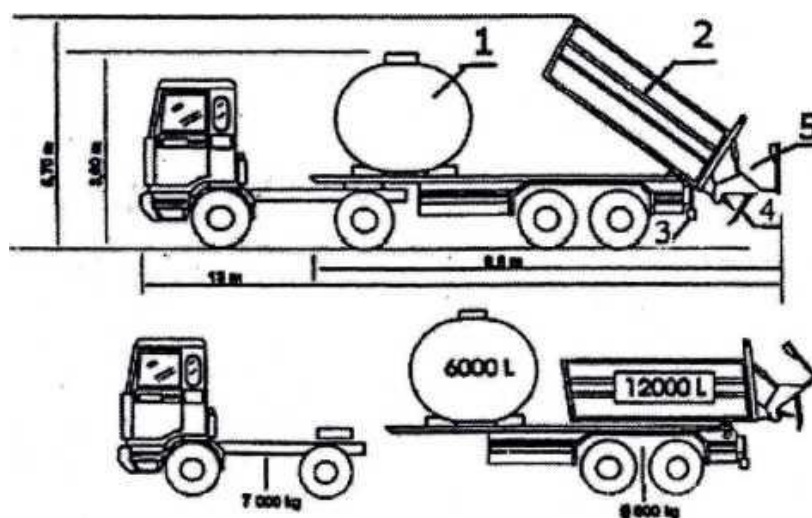
В Российской Федерации и за рубежом в современном дорожном строительстве практически каждый день происходит внедрение новых технологий и осуществляется выпуск новых модернизированных и эффективных дорожно-строительных машин. При этом дорожно-строительным машинам уделяется особо значимая роль, так как от вида применяемых машин зависят технологии строительства автомобильных дорог, а также состав отрядов дорожно-строительных машин [1].

Наряду с появлением новых эффективных технологий вопросы повышения качества и эффективности выполнения работ по ремонту автомобильных дорог и асфальтобетонных покрытий продолжают сохранять актуальность [2].

При ремонте автомобильных дорог и асфальтобетонных покрытий получили применение в основном следующие работы: холодный ресайклинг укрепленных слоёв, холодный ресайклинг укрепленных и неукрепленных слоёв и устройство тонкослойных асфальтобетонных слоёв износа.

Для устройства тонкослойных асфальтобетонов по технологии «Новочип» используются комбинированные машины (рисунок 1). Горячий каменный гранулят примерного состава 80-6-8-6 (гранитный щебень фракций 3–12; песок; порошковые добавки; органическое

вяжущее) толщиной 1–2 см распределяется по слою сцепления с расходом, примерно, 1 кг/м², состоящего из эластомерной битумной эмульсии¹.



1 – ёмкость для вяжущего; 2 – кузов для щебня; 3 – распределитель вяжущего; 4 – щебнераспределитель; 5 – рабочее место оператора с пультом управления

Рисунок 1. Комбинированная машина «Чипсилер» фирмы «Сешайер для синхронного распределения вяжущего и щебня (взята из учебно-справочного пособия, составленного авторами)²

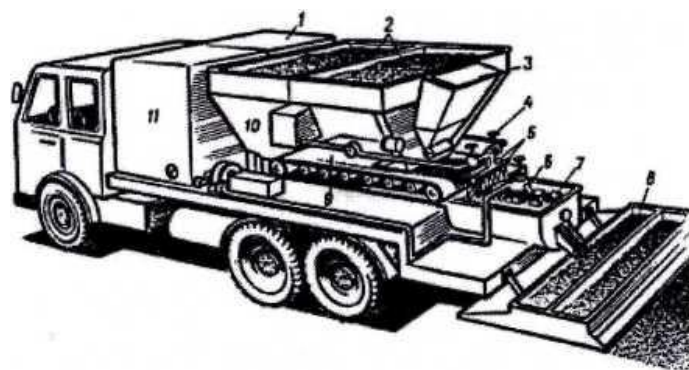
Устройство тонкослойных слоёв износа по технологии тонкослойных асфальтобетонов – это попытки устранить недостатки поверхностных обработок при сохранении их основных преимуществ. Поверхностные обработки устраивают как изоляционные слои и слои износа на покрытиях автомобильных дорог. Устройство поверхностных обработок обеспечивает хорошие сцепные качества колёс автомобилей с покрытием, однако устройство поверхностных обработок не позволяет устранять погрешности профиля, а качество зависит от погодных условий и всегда есть риск выброса каменных материалов [3].

Тонкослойные асфальтобетонные покрытия типа Сларри-Сил позволяет сохранить достоинства поверхностных обработок (хорошие изолирующие и сцепные качества) и устранить указанные выше недостатки.

Тонкослойные асфальтобетонные покрытия типа Сларри-Сил – это сверхтонкие покрытия, наносимые в горячем состоянии и состоящие из связующего компонента, покрытого наполнителем, предварительно обработанного вяжущим. Толщина покрытия составляет от 10 до 20 мм при размере фракций наполнителя 3...10 мм. Распределение соля осуществляют специальными машинами (рисунок 2). После нанесения слой уплотняется. Предварительное уплотнение осуществляется специальной машиной, окончательное уплотнение должно быть активным, целесообразно использовать катки на пневматических шинах. Через 40 минут после полного остывания покрытие готово к использованию.

¹ Новые технологии и машины при строительстве, содержании и ремонте автомобильных дорог. / Под ред. А.Н. Максименко. – Мн.: Дизайн ПРО, 2012. – 224 с.

² Учебно-справочное пособие «Машины для строительства и эксплуатации автомобильных дорог» / Токар Н.И., Мевлидинов З.А. Брянск: Изд-во БГИТУ, 2019. – 98 с.



1 – резервуар для воды; 2 – бункеры для песка; 3 – бункер для минерального порошка; 4 – объемная дозировка присадки; 5 – подача воды и присадки; 6 – подаче эмульсии; 7 – смеситель; 8 – распределитель; 9 – конвейер; 10 – резервуар для присадки; 11 – резервуар для эмульсии

Рисунок 2. Передвижная установка для приготовления и распределения литой эмульсионно-минеральной смеси по технологии Сларри-Сил (взято из учебно-справочного пособия, составленного авторами)²

К машинам для холодной санации дорожных одежд относятся ресайклеры и дорожные фрезы [4].

Ресайклеры – машины, предназначенные для холодного рециклирования битуминозных слоёв дорожных одежд. При холодном рециклировании эти машины сфрезировывают слои дорожной одежды автомобильной дороги, перемешивают их со свежим вяжущим и полученную таким образом новую асфальтобетонную смесь укладывают в виде основания или подстилающего слоя.

В качестве вяжущего используют цемент, полимерные и битумные вяжущие.

Полученная масса распределяется шнековым распределителем равномерно по всей ширине и уплотняется раздвижным уплотняющим органом (рисунок 3). Ресайклер состоит из следующих основных узлов: силовой блок, двигатель, место машиниста, пульт управления, цистерна для эмульсии, уплотняющий рабочий орган, смеситель, разбрызгиватель эмульсии, фрезерный барабан [5].

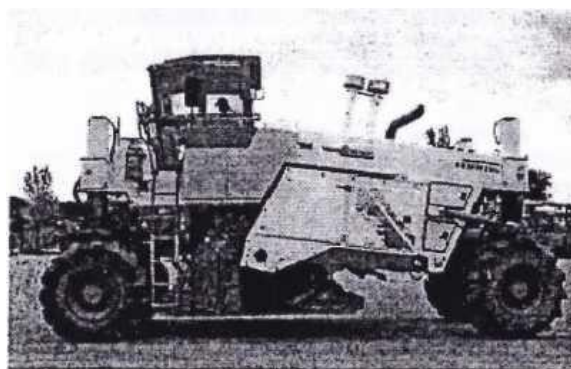


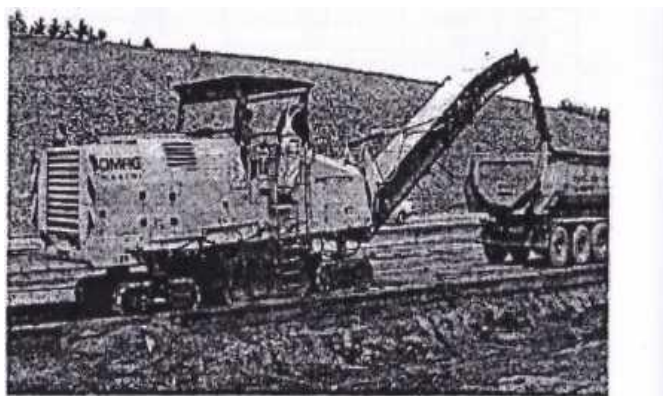
Рисунок 3. Ресайклер WK 2500 фирмы Wirtgen (взято из учебно-справочного пособия, составленного авторами)²

Для холодного ресайклинга фирма "Wirtgen" выпускает три типа размера: ресайклеров 1000CR – для ресайклинга полос движения шириной 1м на дорогах с асфальтобетонным покрытием, связывающих небольшие населённые пункты; 2100DCR – для ресайклинга неукреплённых дорожных одежд, укреплённых битумом дорожных одежд сельских дорог и дорог, проходящих через населённые шириной 2 м. CR4500 – для ресайклинга дорог на всю ширину или их отдельных полос шириной 4,5 м. Встроенный раздвижной рабочий орган даёт

возможность получения двускатного профиля. Высокая степень предварительного уплотнения укладываемого бруса обеспечивается плавным регулированием частоты вибрации трамбовки и уплотнения. Рабочая масса машины 2100DCR составляет 45 тонн, а ресайклера CR4500-80 тонн.³

Тяжёлые ресайклеры могут быть использованы в качестве холодной фрезы при установке погрузочного конвейера. В этом случае выполняют следующие технологические операции: снятие старого покрытия холодным или горячим фрезированием, доставка автотранспортом старого материала на передвижной или стационарный асфальтобетонный завод, приготовление из материала старого покрытия с добавлением каменного гранулята и битума в соответствии с требованиями рецептуры новой асфальтобетонной смеси, доставка новой асфальтобетонной смеси автотранспортом на ремонтируемый участок, распределение асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком и её уплотнение катками [5–6].

На рисунке 4 продемонстрирована холодная фреза, погружающая гранулят.



*Рисунок 4. Холодная фреза в работе
(взято из учебно-справочного пособия, составленного авторами)²*

Ресайклер 1000CR может отремонтировать 1200 м² дороги в день. Он может использоваться и в качестве холодной дорожной фрезы. Для этого с машины снимается уплотняющий орган, смеситель и цистерна для эмульсии, а вместо них навешивается погрузочный конвейер. Рабочая масса ресайклера 1000CR составляет 15 тонн.

Ресайклеры 2100DCR, CR4500 способны одновременно снимать слои дорожной одежды и лежащий под ними щебёночный подстилающий слой и добавлять к полученному материалу свежие вяжущие. Запас мощности машины позволяют снимать слои до 300 мм толщиной, даже если он полностью был уложен с битуминозными вяжущими³.

Анализ состояния проблемы

В последнее время появились новые машины, используемые при ремонте автомобильных дорог [5]. В частности, предложено оснастить автогрейдер модулем с экскаваторным оборудованием [6] и бортовой автомобиль – погрузочно-разгрузочным манипулятором и прицепом со смесительным и укладочным модулями [7].

Известен сельскохозяйственный трактор с экскаваторным ковшом, который представляет из себя небольшой тягач с фронтальным загрузчиком, модифицированным для включения рабочего оборудования экскаватора, установленного на фронтальном погрузчике.

³ Учебное пособие «Дорожно-строительные машины» / Токар Н.И., Мевлидинов З.А. Брянск: Изд-во БГИТУ, 2019. – 237 с.

Экскаватор-погрузчик легко прикрепляется к фронтальному погрузчику или отсоединяется от него, чтобы обеспечить функцию копания на передней части трактора. Экскаватор-погрузчик соединен с фронтальным погрузчиком с помощью крепежного устройства, которое с возможностью отсоединения прикрепляет ковш экскаватора к переднему погрузчику так, что ковш экскаватора находится ниже дна фронтального погрузчика и передних торцевых поверхностей ковша (патент США №5315772 кл. E02F 3/96, 1994 г.)⁴. Достоинством такой системы является универсальность, однако экскаваторное оборудование может работать только по типу «обратная лопата» без возможности поворота в поперечном сечении и требуется значительное время на его установку, а также оно не приспособлено к ремонту дорожных покрытий.

Известно рабочее оборудование погрузчика, разработанного Морохиным В.И. с устройством для стабилизации поперечной устойчивости транспортных средств (патент РФ №2138405 С1, 1999 г.). Погрузчик бортовой на автомобиле с гидроприводом содержит боковые стойки, к верхним концам которых закреплены поперечные балки, подвижную грузовую стрелу, включающую тележку с грузозахватным органом, и трособлочную систему. Устройство оснащено гидравлическими опорами и устройством для стабилизации поперечной устойчивости транспортных средств. Погрузчик на бортовом автомобиле с гидроприводом отличается тем, что закреплённые шарнирно к соответствующим боковым стойкам с возможностью поворота в вертикальной плоскости поперечные балки выполнены составными, к свободным концам выдвижных звеньев закреплена продольная горизонтальная направляющая, на которой установлена грузовая стрела, выдвигаемая трособлочной системой⁵.

Это позволяет загружать и выгружать штучные грузы на бортовом автомобиле. Однако, данное оборудование не обеспечивает эффективную работу по укладке пластичных материалов на различных поверхностях и выполняет функции только бортового манипулятора.

Постановка цели, определение задач и результаты

Целью выполняемой работы являлось повышение эффективности работ по реконструкции и эксплуатации автомобильных дорог, ремонту дорожных покрытий.

Исходя из цели, была определена **задача** повысить эффективность ремонтных работ за счёт использования колёсных тягачей при сохранении преимуществ, имеющих модульных ремонтных машин, их высокой технологичности.

В результате был получен **технический результат** – повышение эффективности производства малообъёмных рассредоточенных работ при реконструкции и эксплуатации автомобильных дорог, ремонту дорожных покрытий, по сравнению с имеющимися модульными ремонтными дорожными машинами, за счёт комбинации оборудования седельного тягача с манипулятором, ресайклера, машины для ямочного ремонта и укладчика дорожно-строительных материалов, в результате чего модульная машина имеет возможность совмещать работы по погрузке, перемещению, разгрузке и монтажу штучных и тарных грузов, выполнению земляных работ и работ с сыпучими материалами при оборудовании манипулятора грейферным ковшом, ремонту выбоин, за счёт заполнения их дорожно-строительными материалами, снятию старого слоя покрытия, его переработке с использованием новых минеральных материалов, битумной эмульсии и укладки

⁴ Рабочее оборудование сельскохозяйственного трактора с экскаваторным ковшом / Патент США №5315772 кл. E02F 3/96, 1994 г.

⁵ Рабочее оборудование погрузчика с устройством для стабилизации поперечной устойчивости транспортных средств / Патент РФ №2138405 С1, 1999 г.

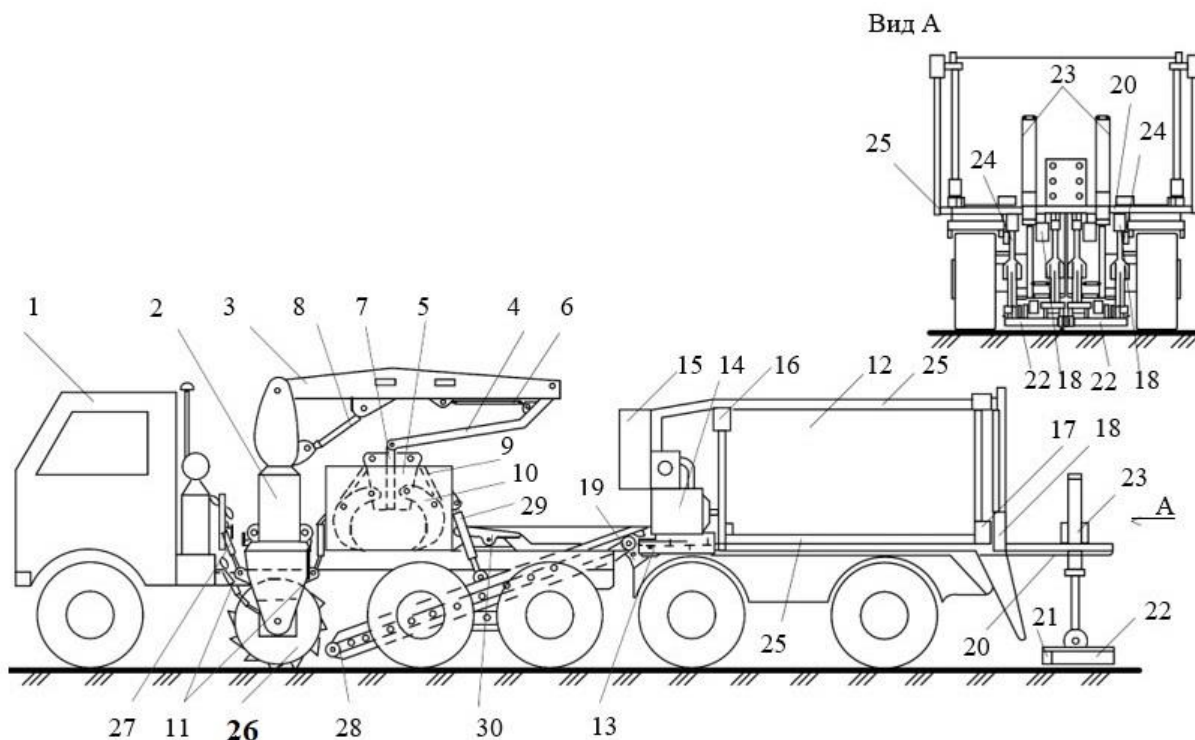
переработанного слоя в основание покрытия автомобильной дороги. Кроме того, сохраняется возможность укладки дорожно-строительных материалов по технологии «Новочип» по типу комбинированной машины «Чипсилер» фирмы «Сешайер» для синхронного распределения вяжущего и щебня, а также приспособления к различным работам при обустройстве автомобильных дорог, в частности, к работам по устройству ограждений, дорожных знаков и укладке бортового камня, что увеличивает эффективность производства работ по реконструкции и эксплуатации автомобильных дорог. Это достигается тем, что на пневмоколёсном тягаче, включающем раму с ёмкостью для хранения малоразмерных грузов, есть седельно-сцепное устройство и устройство для стабилизации поперечной устойчивости транспортных средств. На раме седельного тягача установлен модуль манипуляторного оборудования, управляемый фрезерный барабан и пластинчатый конвейер. На подсоединяемом через седельно-сцепное устройство к тягачу полуприцепе установлены модули смесительной установки с рукавами для подачи строительных материалов и укладчика с выглаживающей плитой и вибробрусом.

В результате повышается эффективность производства малообъёмных ремонтных рассредоточенных работ [8], так как модульная машина позволит производить следующие процессы: захват грузов с помощью манипулятора, разработку сыпучих материалов с помощью грейферного ковша на манипуляторе, подъем грузов определенной длины манипулятором модулем, приготовление и укладку дорожно-строительных смесей, транспортировку малоразмерных грузов на большие расстояния, работу с грузами в горизонтальных и наклонных поверхностях с помощью манипулятора, снятию старого слоя покрытия, его переработке с использованием новых минеральных материалов, битумной эмульсии и укладки переработанного слоя в основание покрытия автомобильной дороги.

Методы

Модульная дорожная машина – ресайклер (рисунок 5), состоящая из шасси пневмоколёсного тягача с ёмкостью для хранения малоразмерных грузов, устройством для стабилизации поперечной устойчивости транспортных средств 1 и седельно-сцепным устройством 30, отличается тем, что в задней части шасси пневмоколёсного тягача 1 шарнирно закреплён пластинчатый конвейер 28, управляемый гидроцилиндром 29, а в передней – шарнирно- установленным на кронштейне фрезерным барабаном 26, управляемым гидроцилиндрами 27 в комплексе с рабочим оборудованием модуля манипулятора, состоящим из поворотной колонки 2, стрелы 3, рукояти 4, захватов (грейферного ковша в ёмкости для хранения малоразмерных грузов) 10, закреплённых на раме 5 с подвеской 7, которые управляются с помощью гидроцилиндров управления 6, 8, 9, 11, а с помощью седельно-сцепного устройства 30 к пневмоколёсному тягачу 1 подсоединяется полуприцеп, оборудованный модулем смесительной установки, который состоит из бункера для щебня 12, ёмкостей для битума 14 и воды 15, смесителя 13, компрессора 16, силовой установки 19 трубопроводов для транспортировки щебня и битумной эмульсии 25, смесительной головки 17, рукава для подачи смеси 18, сзади которого на раме 20 установлен модуль укладчика, состоящий из вибробруса 21, питающегося от силовой установки 19, выглаживающих плит 22, управляемых гидроцилиндрами 23 и двузвенников 24.

Сущность конструкции поясняется чертежом, где на рисунке 5 изображено рабочее оборудование модульной машины, вид сбоку и вид сзади (вид А).



1 – автомобильное шасси с ёмкостью для малоразмерных грузов и устройством для поперечной стабилизации; 2 – поворотная колонка; 3 – стрела; 4 – рукоять; 5 – рама захвата; 6, 8 – гидроцилиндры управления рукоятью и стрелой; 7 – подвеска; 9 – гидроцилиндры управления захватами; 10 – захваты (грейферный ковш); 11 – гидроцилиндры поворота манипулятора; 12 – бункер для щебня; 13 – смеситель; 14, 15 – ёмкости, соответственно для битума и воды; 16 – компрессор; 17 – смесительная головка; 18 – рукав для подачи щебня и битумной эмульсии; 19 – силовая установка; 20 – рама укладчика; 21 – вибробрус; 22 – выглаживающая плита; 23 – гидроцилиндры управления выглаживающей плитой; 24 – двузвенник; 25 – трубопроводы для транспортировки битумной эмульсии и щебня; 26 – фрезерный барабан; 27 – гидроцилиндры управления фрезой; 28 – пластинчатый конвейер; 29 – гидроцилиндр управления положением конвейера; 30 – седельно-сцепное устройство

Рисунок 5. Рабочее оборудование модульной дорожной машины-ресайклера (выполнен авторами)⁶

Действие рабочего оборудования состоит в следующем. В процессе загрузки бункера для щебня 12, модуль манипулятора к месту складирования щебёночных материалов поворачивается с помощью гидроцилиндров 11, положение стрелы 3 корректируется с помощью гидроцилиндра 8, далее происходит захват щебёночного материала с помощью захватов 10, выполненных по типу «грейферный ковш», установленных на раме 5 и управляемых гидроцилиндрами 9. После этого происходит поворот колонки манипулятора 2 и стрелы 3 для укладки щебня в бункер 12 или в место укладки.

При работе с грейферным ковшом с помощью стрелы 3, рукояти 4 с подвеской 7 и грейферного ковша 10, управляемых соответственно гидроцилиндрами 8, 6 и 9, также происходит процесс копания грунта, который выгружается в отвал или в транспортное средство. При этом стрела 3 и рукоять 4 с подвеской 7 поворачиваются в положение для транспортировки загруженного в грейферный ковш 10 материала и с помощью колонки 2 транспортируются к месту разгрузки. Далее происходит разгрузка с помощью размыкания челюстей грейферного ковша 10 с помощью гидроцилиндров 9. Срезка дорожно-строительных

⁶ Заявка на полезную модель М.кл. E02F3/96 от 04.09.2020 «Рабочее оборудование модульной дорожной машины» / Токар Н.И., Левкович Т.И., Мевлидинов З.А.

материалов выполняется с помощью фрезерного барабана 26, управляемого гидроцилиндрами 27. Срезанный материал поступает по пластинчатому конвейеру 28 в смеситель 13. Битум из ёмкости 14 с помощью битумного насоса и вода из ёмкости 15 по трубопроводам подаются в смеситель 13 через дозаторы, который в свою очередь приводятся в работу от силовой установки 19. В смесителе 13 происходит смешивание срезанного дорожно-строительного материала с битумом и водой.

Загруженный модуль смесительной установки к месту производства работ транспортируется в полуприцепе, сцепленном с тягачом 1 с помощью седельно-сцепного устройства. Срезанный дорожно-строительный материал, обработанный битумной эмульсией в смесительной установке 13, подаётся в рабочую зону насосами, приводимыми в движение сжатым воздухом от компрессора 16 по трубопроводам 25. Из бункера 12 щебень посредством шнеков и воздушного потока по щебнепроводу 25 подаётся в рабочую зону. Щебень со срезанным дорожно-строительным материалом, обработанным битумной эмульсией, смешивается в смесительной головке 17 и поступает с помощью рукавов 18 в место укладки под выглаживающую плиту 22 с вибробрусом 21, где профилируется, выравнивается и уплотняется модулем укладчика. Вал со смещённым центром тяжести вибробруса 21, с помощью которого происходит уплотнение смеси, приводится во вращение с помощью силовой установки 19. Для получения плоского горизонтального, односкатного или двухскатного профиля выглаживающая плита 22 по длине разделена на две части и подвешена на двузвенниках 24, положение которых регулируется с помощью гидроцилиндров управления 23. Управление осуществляется помощью пульта, смонтированного на раме укладчика 20.

Принципиальное отличие разработанного авторами статьи оборудования модульной дорожной машины состоит в том, что седельный тягач оборудован манипулятором с бункером для перевозки малоразмерных грузов и фрезерным барабаном с пластинчатым конвейером. С помощью седельно-сцепного устройства тягач сцепляется с полуприцепом, оборудованным модулями смесительной установки и укладчика. Это позволяет уменьшить общую длину машины, по сравнению с вариантом обычной сцепки через сцепной крюк.

При отсоединении полуприцепа модульная дорожная машина преобразуется в машину с манипулятором, бункером для перевозки малоразмерных грузов и дорожной фрезой. Это обеспечивает высокую универсальность и технологичность модульной дорожной машины.

Захват длинномерных предметов с помощью модуля манипулятора (бревен, труб и др.) осуществляется с использованием устройства для стабилизации поперечной устойчивости транспортных средств.

Эффективность эксплуатации модульной дорожной машины обеспечивается возможностью совмещения работ по погрузке [9; 10], перемещению и разгрузке штучных и тарных грузов, ремонту выбоин, за счёт заполнения их дорожно-строительными материалами и устройству битуминозных нижних слоёв дорожного покрытия из срезанных дорожно-строительных материалов с добавлением новых щебёночных материалов и вяжущего, возможностью работы без полуприцепа в качестве машины с манипулятором, оборудованным захватами или грейферным ковшом и дорожной фрезой для выполнения, земляных, погрузочно-разгрузочных работ и работ по снятию повреждённых слоёв дорожной одежды, что увеличивает эффективность производства работ по реконструкции и эксплуатации автомобильных дорог, строительству малых искусственных сооружений.

Кроме того, сохраняется возможность укладки дорожно-строительных материалов по технологии «Новочип» и приспособления к различным работам при обустройстве автомобильных дорог, в частности, к работам по устройству ограждений, укладке бортового камня, а также устройству нижнего слоя покрытия из срезанных повреждённых

дорожно-строительных материалов и устройству покрытий велосипедных и пешеходных дорожек. Это приведёт к уменьшению расходов на эксплуатацию машин и заработной платы рабочих, увеличению коэффициента взаимодействия машин за счёт сокращения времени на переоборудование, перебазировку техники и уменьшения количества занятых при машинах рабочих, что в конечном счёте сократит расходы на производство рассредоточенных работ малых объёмов. Предлагаемое рабочее оборудование является многоцелевым оборудованием на пневмоколёсных тягачах, оборудованных манипулятором, бункером и дорожной фрезой.

Результаты исследований

В результате проведённых исследований полный вес модульной дорожной машины – ресайклера с разрешенной загрузкой составляет 25 тонн, вес колёсного тягача с манипулятором, бункером и дорожной фрезой – 16 тонн, максимальная ширина распределения битуминозной смеси 2 метра, минимальная ширина распределения – 1 метр, минимальная мощность тягача 120 кВт, максимальная грузоподъёмность манипулятора при максимальном вылете стрелы – 1,5 тонны. Разработанное рабочее оборудование при относительно небольшом повышении металлоёмкости и усложнении конструкции позволит проводить работы по ремонту автомобильных дорог со срезкой старого покрытия с битуминозными слоями, ремонту и удлинению малых искусственных сооружений, строительству пешеходных и велосипедных дорожек с повышением производительности на 18–20 % и снижении себестоимости производства работ в среднем на 16 % по сравнению с использованием на этих работах отдельных машин (бортового автомобиля с манипулятором, автобетоносмесителя, ресайклера и экскаватора-погрузчика), выполнять работы по заделке выбоин на дорожном покрытии с повышением производительности на 15–20 %, снижении стоимости производства работ в среднем на 15 % по сравнению с использованием на этих работах отдельных машин (модульные машины для выполнения ямочного ремонта, модульные машины для ремонта покрытий и новой укладки дорожно-строительных смесей), производить работы по обустройству придорожной полосы с повышением производительности на 18–24 % и снижении себестоимости производства работ в среднем на 20 % по сравнению с использованием на этих работах отдельных машин (экскаватор-погрузчик, бортовой автомобиль с манипулятором)⁷. Повышение эффективности на перечисленных выше работах произойдет, прежде всего, за счёт исключения финансовых издержек на перебазировку машин, заработную плату машинистов и практически отсутствия издержек на простои.

Заключение

В работе рассмотрены модульные машины с применением различных типов рабочих органов (смесителей, дорожных фрез, манипуляторов, укладочных модулей), которые применяются для повышения универсальности машин. Рассмотрены методы повышения эффективности производства работ по ремонту автомобильных дорог с применением модульной дорожной машины – ресайклера.

На основании изучения предлагаемой конструкции модульной дорожной машины – ресайклера можно сделать вывод, что эта конструктивная схема имеет большую универсальность и технологичность, по сравнению с имеющимися модульными дорожными машинами, применяемыми при ремонте автомобильных дорог.

⁷ ФСЭМ-2001. Федеральный сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств (редакция 2014 года). Дата актуализации: 01.02.2020. – М.: Вестник ценообразования и сметного нормирования, 2014. – 82 с.

Предлагаемую модульную дорожную машину – ресайклер можно использовать при холодном рециклировании асфальтобетонных покрытий, устройстве тонкослойных асфальтобетонных слоёв износа, заделке выбоин, ремонте малых инженерных сооружений, устройстве велосипедных и пешеходных дорожек.

За счет использования предлагаемой дорожной машины стоимость производства работ в среднем снижается на 20 % прежде всего, за счёт исключения финансовых издержек на перебазировку машин, заработную плату машинистов и снижения издержек на простои.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брызгалова Р.М. Формирование парков и комплектов строительных машин на объектах транспортного строительства / Р.М. Брызгалова // Вестник научных конференций. – 2015. – №9–1. – С. 136–138.
2. Кудрявцев Е.М. Теоретические основы комплексной механизации строительства / Е.М. Кудрявцев // Механизация строительства. 1996. – 5. – С. 19–21.
3. Кузнецов С.М. Повышение эффективности применения машин и механизмов в строительстве [Текст] Кузнецов С.М. / Монография. – Москва. 2015. – 203 с.
4. Модернизация производства дорожно-строительных работ нулевого цикла [Текст] Токар Н.И. / Монография. – С. Петербург, LAP LAMBERT Academic Publishing RU: МС БГИТУ, 2019. – 160 с.
5. Теличенко В.И. Машины строительного производства / В.И. Теличенко, А.Г. Савельев. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 156 с.
6. Научные основы эффективного производства рассредоточенных работ в дорожно-строительном комплексе города Брянска [Текст] Сергеева Н.Д., Токар Н.И. / Монография. – Брянск: МС БГИТУ, 2020. – 197 с.
7. Левкович Т.И., Токар Н.И., Мевлидинов З.А., Фоевцов А.А. Научно-организационное обеспечение реализации стратегии инновационного развития производства в дорожно-строительном комплексе с применением автогрейдеров с дополнительным универсальным рабочим оборудованием / Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019. – №2, Т.6, <https://t-s.today/PDF/06SADS219.pdf> (доступ свободный) – С. 15–28.
8. Левкович Т.И., Токар Н.И., Мевлидинов З.А., Ласман И.А. Повышение эффективности производства рассредоточенных работ малых объёмов с использованием модульных дорожных машин / Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esi.today> 2020, №4, Том 12 / 2020, No 4, Vol 12. с. 1–13.
9. Матвеев А.В. Стратегия модернизации производства малообъёмных работ нулевого цикла в строительном комплексе города Брянска. Монография. / А.В. Матвеев, Н.И. Токар. – Дятьково: ООО Юла, 2015. – 138 с.
10. Гришаев В.И. Строительный комплекс как инструмент координации промышленного развития страны. Перспективы развития строительного комплекса России (материалы конференции). Москва, 2016. <http://www.raexpert.ru/conference/2013-2017/building/grishaev.html>. (дата обращения 12.05.2020).

Levkovich Tatiana Ivanovna

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

Tokar Nikolai Ivanovich

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

Mevlidinov Zelgedin Alaudinovich

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

Lasman Irina Aleksandrovna

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: i.Lasman@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

On the issue of improving the efficiency of repair of roads with asphalt-concrete surfaces with modular road recycling machines

Abstract. Every year, the variety of types of repair work on transport structures increases, which leads to the actualization of the use of universal modular road machines. Combined machines are used for the installation of thin-layer asphalt concrete using the Novochip technology. These machines can perform complex work on the arrangement of wear layers made of thin-layer asphalt concrete, but are not adapted to the cold recycling of bituminous substrates and pavements, as well as to work with small-sized and bulk cargo. The article discusses a way to improve the efficiency of work on the repair of highways, asphalt road surfaces using wheeled tractors while maintaining the advantages of existing machines, their high manufacturability.

The technical result is achieved due to the combination of equipment of a truck tractor with the working equipment of a manipulator, a recycler, a patching machine and a paver of road building materials, as a result of which the modular machine has the ability to combine various works on loading, moving, unloading and installing piece and packaged cargo, performing earthworks and works with bulk materials, when equipping the manipulator with a grab bucket, repairing potholes by filling them with road-building materials, removing the old coating layer, processing it using new mineral materials, bitumen emulsion and laying the recycled layer in the base of the automobile coating roads. The proposed working equipment, with a relatively small increase in metal consumption and a more complex structure, compared with the combined machine "Chipsiler", will allow for the reconstruction of highways with cutting off the old pavement with bituminous layers, the reconstruction of small engineering structures, the construction of pedestrian and bicycle paths with an increase in productivity on 18–20 % and a decrease in the cost of production of works by an average of 16 %, compared with the use of separate machines for these works (on-board vehicle with a manipulator, a concrete mixer truck, a recycler and a backhoe loader).

Keywords: working equipment; modular road recycling machine; repair of asphalt concrete road surfaces; automobile road; versatility; adaptability; productivity; advantages

REFERENCES

1. Bryzgalova P.M. Formation of parks and sets of construction vehicles at transport construction sites / R.M. Bryzgalova // Bulletin of scientific conferences. – 2015. – №9–1. – S. 136–138.
2. Kudryavtsev E.M. Theoretical foundations of complex mechanization construction / E.M. Kudryavtsev // Mechanization of construction. 1996. – No. 5. – S. 19–21.
3. Kuznetsov S.M. Increasing the efficiency of the use of machines and mechanisms in construction [Text] Kuznetsov S.M. / Monograph. – Moscow. 2015. – 203 p.
4. Modernization of the production of road construction works of the zero cycle [Text] Tokar N.I. / Monograph. – St. Petersburg, LAP LAMBERT Academic Publishing RU: MS BGITU, 2019. – 160 p.
5. Telichenko V.I. Construction machines / V.I. Telichenko, A.G. Saveliev. – M.: Ed. MSTU them. N.E. Bauman, 2016. – 156 p.
6. Scientific foundations of effective production of dispersed works in the road-building complex of the city of Bryansk [Text] Sergeeva N.D., Tokar N.I. / Monograph. – Bryansk: MS BGITU, 2020. – 197 p.
7. Levkovich T.I., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Foevtsov A.A. Scientific and organizational support for the implementation of the strategy of innovative development of production in the road-building complex using motor graders with additional universal working equipment / Internet magazine "Transport structures", 2019. – No. 2, T.6, <https://t-s.today/PDF/06SADS219.pdf> (free access) – P. 15–28.
8. Levkovich T.I., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Lasman I.A. esi.today 2020, #4, Volume 12/2020, #4, Vol 12. with. 1–13.
9. Matveev A.V. Strategy of modernization of production of low-volume zero-cycle works in the construction complex of the city of Bryansk. Monograph. / A.V. Matveev, N.I. Tokar. – Dyatkovo: LLC Yula, 2015. – 138 p.
10. Grishaev V.I. The construction complex as a tool for coordinating the industrial development of the country. Prospects for the development of the Russian construction complex (conference materials). Moscow, 2016. <http://www.raexpert.ru/conference/2013-2017/building/grishaev.html>. (accessed 12.05.2020).