

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ДОРОГ

Смоляк Анна Николаевна

Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь,
ftkcdm@bntu.by

***Аннотация:** Предложено новое техническое решение оборудования для ямочного ремонта асфальтобетонных дорог, реализующее технологию укладки горячей асфальтобетонной смеси внутри автоматизированного гидравлически управляемого термокорпуса с подогревом, обеспечивающего всесезонную (независимо от температуры окружающей среды и присутствия осадков в виде дождя или снега) работу с высокой производительностью при необходимых прочностных характеристиках ремонтируемого дорожного покрытия.*

В конструкцию термокорпуса встроены энергоэффективные элементы оборудования: электрогидроударный насос с подвижной форсункой для подачи под высоким давлением равномерно по всей площади поверхности образовавшейся ямки разогретого битума; подвижный лоток, связанный гибким терморукавом с термобункером для подачи горячей асфальтобетонной смеси в зону укладки; электрогидроударная виброплита для уплотнения укладываемого материала с равномерным распределением напряжений по всему объему укладываемого слоя.

***Ключевые слова:** термокорпус; электрогидроударная виброплита; электрогидроударный насос; ямочный ремонт; асфальтобетонное покрытие.*

Рост интенсивности и грузонапряженности автомобильного движения приводит к ускоренному процессу разрушения асфальтобетонных покрытий, основным видом которого являются выбоины. Указанное разрушение покрытий возникает практически

круглогодично, но особенно интенсивно – в переходные периоды года [1].

Ремонт дорог выполняется в условиях движения городских транспортных потоков. Перекрытие полос движения приводит к организации пропуска городского транспорта свободной от ремонта проезжей частью. Исследования показывают, что сужение ширины проезжей части на 10- 50% увеличивает уровень загрузки дороги в зоне ее ремонта до 95-100%, снижает скорости проезжающего транспорта в 2,5-3 раза, увеличивает себестоимость транспортных перевозок до 60% и вероятность ДТП до 25%. Чрезмерные транспортные затраты на участках ремонта автодорог требуют максимального сокращения сроков выполнения работ.

Выбор современных технических средств и методов для ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия дороги должен отвечать определенным требованиям и критериям: высокому уровню качества отремонтированного участка дороги, определяемому требуемыми показателями прочности, надежности и безопасности дорожного покрытия в процессе эксплуатации; экономическим и экологическим характеристикам, а также длительному сроку службы после ремонта.

Для соблюдения технологического процесса ремонта дорожного покрытия необходимо наличие или доступность требуемых материалов, машин и установок. На выбор метода ремонта влияют погодные условия. И, конечно, ремонтные работы должны быть экономически эффективными. Но главным критерием остается фактор оперативности для своевременного открытия дорожного движения.

Самым распространенным методом качественного ямочного ремонта асфальтобетонного дорожного покрытия является ремонт горячей асфальтобетонной смесью на основе вязких битумов [2]. К основным недостаткам способов ремонта с помощью горячей асфальтобетонной смеси относится зависимость от погодных условий. В соответствии с СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги» горячие технологии ремонта можно применять в сухую погоду весной и летом при температуре не ниже 5°C, осенью - при температуре не ниже 10°C.

В случае применения холодных технологий на основе разжиженных битумов и битумных эмульсий зависимость от погодных условий сказывается в меньшей степени. В странах

западной Европы известно применение холодных асфальтобетонов на битумных эмульсиях, изготовленных на основе разжиженного легкими растворителями битума с добавками минерального заполнителя и водных растворов поверхностно активных веществ. Недостатки такого применения заключаются в том, что холодный асфальтобетон на битумных эмульсиях формируется только после испарения воды, что ограничивает ремонт в осенне-зимних условиях, так как замерзшая вода будет разрушать структуру асфальтобетона. Для снижения температуры замерзания воды в составе эмульсии используют хлористый кальций, в результате эмульсионная смесь используется для зимнего ямочного ремонта дорог. Однако, применение вязких асфальтобетонных смесей не позволяет получить высокие прочностные показатели после затвердевания, поскольку впоследствии материал под действием температуры и нагрузок со стороны движущегося транспорта приобретает подвижность, в результате чего происходит его смещение и перераспределение по поверхности дороги, образуются складки, колеи и другие пластические деформации покрытия, создающие опасные препятствия движущемуся потоку машин.

При соблюдении определенных технологических требований применение горячих асфальтобетонных смесей для ямочного ремонта обеспечивает хорошие прочностные качества дороги, является экономичным и достаточно производительным способом восстановления дорожного покрытия [3].

Анализ применяемых технологий с использованием горячих асфальтобетонных смесей показал, что низкому качеству работ способствуют несоблюдение температурных режимов при укладке и уплотнении применяемых горячих асфальтобетонных смесей, условий производства работ и недостаточное их уплотнение.

При укладке горячей асфальтобетонной смеси в выбоину дорожного покрытия с применением известного ранее оборудования в зоне контакта горячей смеси в выбоине и дорожного покрытия возникает зона асфальтобетона с пониженной температурой смеси по отношению к центральной части выбоины, даже при положительной температуре воздуха, что отрицательно влияет на эксплуатационные показатели уплотняемого асфальтобетона. Образование зоны с пониженной температурой смеси, ниже допустимой, способствует получению при уплотнении низкого

коэффициента уплотнения и высокого водонасыщения, что в процессе эксплуатации приводит к разрушению материала в выбоине.

Достижение эксплуатационных параметров асфальтобетона зависит не только от температурных режимов горячей смеси при укладке, но также и от метода уплотнения, времени действия уплотняющей нагрузки на материал.

С целью уточнения влияния уплотняющих машин на качество уплотнения горячей смеси при ремонте асфальтобетонного покрытия были проведены исследования [4]. Зависимости коэффициента уплотнения K_y от числа проходов по одному следу n для различных технологий ямочного ремонта при участии дорожных вибрационных катков, комбинированных катков статического действия и вибрационных плит представлены на рисунке 1.

Из представленных данных видно, что применение вибрационных плит для уплотнения горячих асфальтобетонных смесей позволяет обеспечить более высокие показатели уплотнения. При уплотнении вибрационной плитой рост коэффициента уплотнения происходит интенсивнее, чем при уплотнении дорожными катками. Достижимая величина коэффициента уплотнения выше, чем при работе звена дорожных катков. Полученный эффект при уплотнении горячего асфальтобетона вибрационной плитой объясняется тем, что остаточная деформация уплотняемого материала зависит не только от силового воздействия рабочего органа на материал, но и времени его действия. Эффективность уплотняющих машин зависит от соответствия их параметров прочностным характеристикам материала. Статистический анализ конструктивных параметров вибрационных плит показал, что между ними имеется определенная связь.

Для известных применяемых в производстве конструкций виброплит установлено, что во время их работы при уплотнении смеси контактные напряжения распределяются равномерно по ширине плиты. По длине плиты максимальное значение контактных напряжений соответствует точке приложения действия сил на плиту, что влияет на качество уплотнения материала.

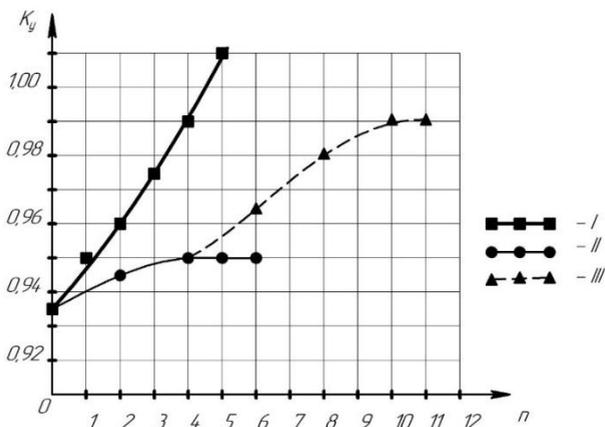


Рис.1. Зависимость коэффициента уплотнения асфальтобетонной смеси K_u от количества проходов по одному участку n :
 I – вибрационная плита; II – вибрационный каток;
 III – комбинированный каток статического действия.

При укладке горячей смеси в выбоину, за счет разницы температуры горячей смеси и дорожного покрытия, в зоне соприкосновения образуется некоторый объем материала с пониженной температурой по отношению к общему объему уложенной смеси, который характеризуется шириной зоны, что приводит к пониженным эксплуатационным показателям асфальтобетона.

При производстве ремонтных работ на темп охлаждения горячей смеси оказывает влияние скорость ветра. Допустимая скорость ветра при производстве ремонтных работ зависит от типа смеси и марки битума. Так применение смеси типа А на битуме марки 40/60 допустимо при минимальной температуре воздуха - 5 °С и нулевой скорости ветра. Применение битумов марок 60/90 и 90/130 допускает производство работ при температуре воздуха -10 °С и скорости ветра соответственно 0 и 2 м/с. Использование смесей типа Б и В позволяет выполнять ремонтные работы при температуре воздуха -10°С и скорости ветра от 2 до 6 м/с. Приведенные данные обосновывают необходимость прогрева поверхности выбоины по всему объему для обеспечения требуемых эксплуатационных параметров асфальтобетона, что, в свою очередь, усложняет трудоемкость

технологического процесса и увеличивает общее время на производство ремонтных работ.

С целью увеличения производительности и повышения качества ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий предлагается новое техническое решение рабочего оборудования дорожно-ремонтной машины.

Конструктивная схема предлагаемого оборудования для ямочного ремонта представлена на рисунке 2.

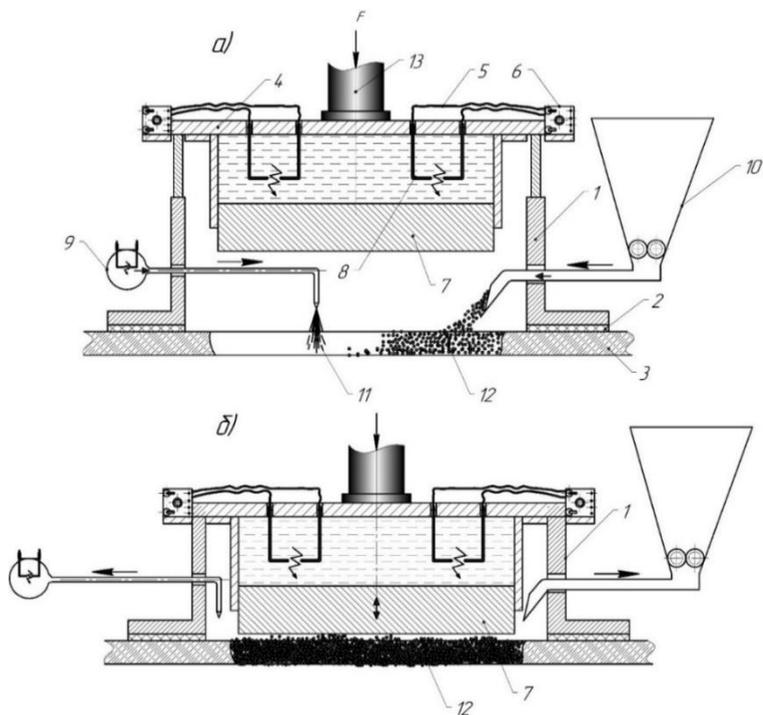


Рис. 2. Электрогидроударное оборудование для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий дорог:

- а) процесс заливки битума и жидкого асфальтобетона в обрабатываемую ямку при поднятой виброплите;
- б) процесс уплотнения асфальтобетонной смеси виброплитой, опущенной до уровня рабочего положения.

Оборудование представляет собой термокорпус 1, устанавливаемый через резиновую уплотнительную прокладку 2 на

асфальтобетонное покрытие 3 в зоне предварительно подготовленного ремонтируемого участка. В верхней части корпуса располагается подвижная крышка 4, перемещаемая телескопически с помощью силового гидроцилиндра 13. К внутренней поверхности крышки крепится электрогидроударная вибрационная плита 7, управляемая электрогидроударным приводом, который состоит из двух пар разнополюсных электродов 8, размещенных в жидкости, залитой во внутреннюю полость крышки. В процессе работы на электроды поочередно подается высокое напряжение по проводам 5 от блоков управления 6, в результате чего между каждой парой электродов возникает электрическая дуга, синтезирующая гидроударную волну в жидкости, которая воздействует на смачиваемую поверхность виброплиты и приводит ее в движение с определенным усилием, частотой и амплитудой. Перемещение виброплиты из нижнего положения в верхнее в процессе уплотнения происходит под действием силы вакуума, которая возникает благодаря схлопыванию кавитационных пустот в объеме жидкости, образованных в процессе движения гидроударной волны [5].

В транспортном положении виброплита удерживается от выпадения при помощи рычажной системы (на рисунке 2 не показано).

Крышка 1 перемещается относительно стенок термобункера телескопически и имеет два основных положения: а) – верхнее положение крышки, необходимое для увеличения внутреннего объема рабочей камеры под виброплитой для выполнения процесса заливки битума в обрабатываемую ямку посредством электрогидроударного насоса 9 через подвижную форсунку 11 и компонентов асфальтобетонной смеси из термобункера 10 с принудительной подачей по гибкому терморучаву и подвижному лотку в зону укладки 12; б) – нижнее, рабочее положение вибрационной плиты, при котором происходит уплотнение асфальтобетонной смеси. С целью обеспечения пространства в нижней части термобункера для беспрепятственного движения виброплиты в процессе уплотнения форсунка 11 и лоток термобункера 10 передвигаются из рабочей зоны на периферию ближе к стенкам бункера (показано стрелками на рисунке 2,б). Вся конструкция в процессе работы оборудования прижимается к асфальтобетонному основанию при помощи гидроцилиндра 13

(расположенного в центральной части крышки с наружной стороны) с усилием F . В стенках термокорпуса выполнены каналы, по которым непрерывно движется жидкость системы подогрева.

Преимуществом предлагаемого оборудования по сравнению с известными аналогами является возможность всесезонного его применения: весь технологический процесс заполнения выбоины горячей асфальтобетонной смесью и уплотнение выполняется внутри непрерывно подогреваемого термокорпуса под крышкой, благодаря которым длительное время сохраняется высокая температура разливаемого битума и укладываемой асфальтобетонной смеси в рабочей камере.

Разогретый битум подается в зону выбоины под высоким давлением, создаваемым электрогидроударным насосом, по рукаву высокого давления через подвижную гидравлически управляемую форсунку, способную передвигаться над всей площадью выбоины. Подача горячего битума под высоким давлением позволяет эффективно проникать материалу во все трещины и лунки ремонтируемой выбоины, что существенно повышает прочность асфальтобетонного покрытия.

Уплотнение асфальтобетонной смеси производится непосредственно сразу после заполнения ямки практически без потерь тепла благодаря конструкции термокорпуса и телескопически перемещаемой в нем крышки с виброплитой.

Напряжения в слоях уплотняемой асфальтобетонной смеси распределены равномерно по всей поверхности выбоины благодаря конструктивным особенностям электрогидроударного вибратора с вынуждающей силой, возникающей от гидроударной волны, равномерно распределяющейся по поверхности виброплиты.

Электрогидроударная установка работает от аккумуляторной батареи автономно без участия двигателей внутреннего сгорания, что обеспечивает ей высокую производительность и экономичность в процессе эксплуатации (отсутствуют затраты на топливо, другие горючесмазочные материалы).

Отсутствие двигателей внутреннего сгорания обеспечивает высокую экологичность установки, так как при этом зона проведения работ не загрязняется выхлопными газами, пагубно действующими на окружающую среду.

Конструктивные особенности предлагаемой установки позволяют обеспечить высокий уровень автоматизации управления ее главными параметрами, что существенно расширяет область ее применения: при различных погодных условиях и при широком выборе вариантов технологий ремонта.

Электрогидроударный принцип работы установки позволяет создавать модульные типоразмерные ряды термодорпусов с возможностью выбора их для различных размеров выбоин.

Электрогидроударная установка обеспечивает высокую производительность выполнения ремонтных дорожных работ при весьма хорошем качестве ремонта дороги.

Выводы

1. Высокое качество ремонтных работ по устранению выбоин на асфальтобетонных покрытиях дорог с соблюдением температурных режимов горячей смеси при укладке и уплотнении, а также соответствием уплотняющей нагрузки требуемым параметрам прочности горячего асфальтобетона возможно достичь благодаря применению нового энергоэффективного оборудования для ямочного ремонта.

2. Предлагаемое новое энергоэффективное оборудование для ямочного ремонта возможно использовать все сезонно благодаря наличию в нем термодорпуса, изолирующего ремонтируемый участок дорожного покрытия с ямкой от воздействия температуры окружающей среды, осадков (дождя, снега) и ветра. В процессе работы внутри рабочей камеры термодорпуса соблюдаются температурные режимы горячей смеси в течение всего технологического процесса, включающего операции заполнения ямки горячей асфальтобетонной смесью и уплотнения, что особенно эффективно при низких температурах окружающего воздуха в осенне-зимний период.

3. В предлагаемом новом оборудовании все операции технологического процесса ямочного ремонта выполняются внутри термодорпуса в автоматическом режиме последовательно и непрерывно со строгим соблюдением всех необходимых требований и с допустимой продолжительностью ремонтных работ, что существенно повышает производительность и качество укладываемого асфальтобетона.

4. Все параметры для укладки в зависимости от марки битума и типа асфальтобетонной смеси для выполнения в автоматическом режиме настраиваются с помощью пульта перед началом проведения работ, что позволяет применять оборудование для различных видов технологий ремонта дорог.

5. Оборудование может монтироваться в качестве навесного к энергетическому модулю мобильной дорожной машины, либо использоваться автономно. Источником энергии могут служить аккумуляторные батареи или двигатели, которыми оборудован мобильный энергетический модуль дорожной машины.

6. Операции по установке оборудования в зоне ремонтируемой ямки, по передвижению подвижных звеньев (подвижной форсунки, лотка для подачи горячей асфальтобетонной смеси, подъема и опускания электрогидроударной виброплиты в зону уплотнения осуществляются средствами объемного гидропривода, элементы которого закреплены на наружных участках термобортуса.

Литература

1. Кравченко, С. Е Содержание и ремонт автомобильных дорог: пособие мастеру по ремонту и содержанию автомобильных дорог / С. Е. Кравченко, Ж. В. Реут, С. Н. Соболевская. – Минск : БНТУ, 2015. – 402 с
2. Александров, А.С. Инновационные технологии реконструкции и ремонта автомобильных дорог: технологии ремонта и усиления дорожных одежд; учебное пособие / А.С. Александров, Н.П. Александрова, Г.В. Долгих. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2018. – 350 с.
3. Ярмолинский А.И. Анализ целесообразности работ по ремонту покрытий автомобильных дорог современными материалами / А.И. Ярмолинский, А.В. Каменчуков, Т.Е. Кондрат // Вестник ТОГУ / Тихоокеанский гос. ун-т. - 2016. - №2(41). - С. 49-55.
4. Евсеев, Е.Ю. Влияние технологии работ на эксплуатационные показатели асфальтобетонного покрытия/ Е.Ю. Евсеев, Р.В. Куприянов, А.Ф. Зубков // Механизация строительства. - 2011. - № 1(799). - С. 25 - 26.
5. Смоляк, А.Н. Электрогидроударная дробилка для получения вторичных материалов, применяемых при строительстве и ремонте автомобильных дорог/ А.Н. Смоляк// Автомобильные дороги и мосты. – 2022. - №1(29). – С. 125-130.