

поршневые гидромашины с наклонной шайбой и рабочим объемом 23,6 см³ для регулируемого насоса, 32,9 см³ - для нерегулируемого гидромотора, максимальная частота вращения 3600 об/мин, номинальное давление 21 МПа.

Говоря о преимуществах использования, ГОТ для мобильных машин, следует отметить, что на первый взгляд к.п.д. мобильной машины при использовании ГОТ ниже, чем обычной механической. Однако нельзя сравнивать только значения к.п.д. Применение ГОТ позволяет работать двигателю на постоянных режимах при воздействии на мобильную машину перепадов внешних тяговых нагрузок и при этом расход топлива остается постоянным на минимальном уровне. Поэтому к.п.д. мобильной машины, на которой установлена такая трансмиссия будет значительно выше, чем у машины с использованием механической трансмиссии.

При выборе параметров гидрообъемных трансмиссий нельзя руководствоваться одной лишь регуляторной характеристикой. Следует учитывать и другие важные факторы, влияющие на ее работу. Так, обеспечение плавности переключения передач и согласование двигателя и трансмиссии с возможностью максимальной передачи мощности значительно увеличит к.п.д. системы трактора в целом.

Применение гидрообъемной трансмиссии на мобильных машинах позволяет с наибольшей эффективностью использовать мощность двигателя и, благодаря упрощенному управлению при ее использовании улучшаются динамические свойства машины, при этом машина становится более маневренной и подвижной, а долговечность элементов привода возрастает в несколько раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин.: М.: Машиностроение, 1988. – 244с.;
2. Ксенович И.П. Механические трансмиссии с бесступенчатым регулированием передаточных чисел между смежными ступенями коробки передач// Мобильная техника. – 2004. - №1. – С.12 – 21.;
3. Кальбус Г.Л., Шевченко В.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания для сельхозмашин и автомобилей. Теория и расчет. Алматы, 2000г. 368с.

УДК 625.7.08.004.67

В.А. Довгяло, Д.И. Бочкарёв, В.М. Власенко

МОДЕРНИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОДОРОГ

*Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь*

На состояние автомобильных дорог оказывают влияние не только транспорт, но и природно-климатические условия. Наиболее интенсивно воздействию динамических нагрузок и погодно-климатических факторов подвержено покрытие. Климат Беларуси по условиям содержания покрытий является неблагоприятным: влажная зима, частые перепады температуры в комплексе с транспортными нагрузками оказывают разрушительное воздействие [1]. В автомобильной дороге, находящейся под воздействием природно-климатических факторов, внешних транспортных и внутренних, обусловленных физико-химическими свойствами материалов, нагрузок,

постепенно развиваются усталостные явления, физически изнашивается покрытие, разрушается поверхность недостаточно укрепленных обочин и откосов, происходят другие разрушения. Эксплуатационные характеристики дорог и особенно, городских улиц, при этом сильно снижаются. В частности опыт эксплуатации улиц г. Гомеля в течение последних нескольких лет показывает, что локальные разрушения покрытия происходят даже на участках, сданных в эксплуатацию в прошедшем сезоне. Одной из причин данной проблемы помимо перечисленных выше негативных факторов, является невысокая стойкость выпускаемой асфальтобетонной смеси. Для ее решения предлагаются следующие мероприятия:

1. Разработка новой рецептуры асфальтобетонной смеси, обеспечивающей ее повышенную стойкость к транспортным нагрузкам и природно-климатическим факторам. Проработка данного направления представляет собой отдельную исследовательскую задачу и в рамках данной статьи не рассматривается.
2. Оперативная ликвидация дефектов путем качественного выполнения ямочного ремонта с использованием новых прогрессивных материалов, машин и технологий.
3. Организация эффективного содержания дорог и улиц в зимний период, не допускающего образования снежного наката и наледей, под которыми в первую очередь и появляются разрушения.

С учетом вышеизложенного задачами текущего ремонта являются систематические планово-предупредительные работы по предупреждению и исправлению повреждений дороги и ее сооружений, проводимые в течение всего года на всем ее протяжении. Преобладающий объем работ в производстве текущего ремонта принадлежит ямочному ремонту, который представлен следующими технологиями: укладкой мелкозернистого асфальтобетона, литого асфальтобетона и эмульсионно-минеральных смесей. Наиболее эффективной из перечисленных [2] является последняя, при выполнении которой непрерывно осуществляются операции по приготовлению, укладке в ремонтируемую яму и уплотнению эмульсионно-минеральной смеси потоком воздуха, выполняемые рабочим органом универсальной машины.

Данный принцип реализован и развит в ряде конструкций [2]. Так ЗАО «Бецема» (г. Красногорск), ЗАО «Химлегмаш-Псков» (г. Псков) и ОАО «Завод «Дормаш» (г. Верхний Уфалей) выпускают установки для ямочного ремонта БЦМ – 24, УДР – 1 и УДМ – 1, прототипом которых является установка RA – 2000 SPRAY PATCHER фирмы ROSCO (США), отличающиеся только комплектующими изделиями, агрегируемые с автомобилем-самосвалом, на заднем борту которого навешивается приемный бункер, оборудованный шнековым питателем, из которого щебень транспортируется по гибкому щебнепроводу в рабочий орган под действием потока воздуха, создаваемого воздуходувкой. Привод воздуходувки осуществляется от дизельного двигателя, смонтированного на раме установки. Подача битумной эмульсии производится под давлением из теплоизолированного бака, имеющего систему подогрева, к рабочему органу установки – соплу, где происходит смешивание щебня с битумной эмульсией и непрерывная укладка получаемой эмульсионно-минеральной смеси в ремонтируемую яму. Рабочий орган имеет возможность менять свое положение в пространстве охватывая определенную площадь покрытия автодороги.

К недостаткам этих машин следует отнести агрегирование только с определенной моделью автомобиля-самосвала, невозможность работы в условиях ограниченного габарита по высоте из-за его поднятого кузова, использование только одной фракции щебня и относительно невысокое качество ямочного ремонта вследствие отсутствия в технологическом процессе операций по промывке щебня от пыли и ямы от грязи и засорителей.

Фирмы SAVALCO (Швеция), «РАСТОМ» (г. Москва), КОВИТ (Чехия) производят машины для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог, конструктивно отличающиеся от описанных выше установкой оборудования, которое включает отдельный бункер для щебня, на шасси грузового автомобиля. Машины фирмы КОВИТ также могут устанавливаться на прицепном шасси и комплектоваться разбрасывающим диском для противогололедных материалов, загружаемых в зимний период вместо щебня. Основным недостатком данных машин является относительно невысокое качество ямочного ремонта по причинам, аналогичным описанным у предыдущих конструкций.

Фирмой SCHAFER (Германия), ОП НПО РУП «Гомсельмаш» (г. Гомель), ОАО «РаМЗ» (г. Брянск) производятся установки типа BLOW-PATCHER для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог, отличающиеся комплектующими изделиями и расположением узлов и агрегатов, состоящие из установленных на прицепном шасси двухсекционного бункера для щебня, отдельных баков для воды и битумной эмульсии, дизельной силовой установки, приводящей гидросистему шнеков подачи щебня из бункера в щебнепровод, компрессор пневмосистемы и воздухоудку, создающую поток воздуха, посредством которого материал подается по щебнепроводу в рабочий орган (сопло), где смешивается с битумной эмульсией, подаваемой из бака диафрагменным насосом. Получаемая в результате эмульсионно-минеральная смесь непрерывно укладывается в ремонтируемую яму, предварительно промываемую водой от грязи и засорителей.

Основные технические характеристики машин для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог механизированной укладкой эмульсионно-минеральных смесей представлены в таблице 1.

В настоящее время конструкция машин типа BLOW-PATCHER фирмы SCHAFER (Германия) несколько устарела и не вполне соответствует возросшим требованиям дорожников к машинам такого типа. Поэтому специалистами ОП НПО РУП «Гомсельмаш» и кафедры «ДМ и ПТМ» БелГУТа проведена работа по ее совершенствованию. Выполнена модернизация отдельных узлов и агрегатов, в частности замена вала привода воздухоудки карданным валом, а в дальнейшем, – валом с эластичными демпферами крутильных колебаний, использована воздухоудка большей (на 50%) производительности, доработано сопло рабочего органа для реализации независимой подачи в ремонтируемую яму потоков воды и битумной эмульсии, что в целом позволило повысить надежность и производительность машины. Данная модификация конструкции получала название «БЕЛТА» и была выпущена в семи единицах.

Дальнейшая модернизация машины, включающая установку трубопровода циркуляции, соединяющего рабочий орган с баком для возврата эмульсии, в сочетании с теплоизоляцией бака, трубопроводов и применением более эффективной горелки для обогрева бака, работающей на дизельном топливе вместо пропан-бутана, применявшегося для этой цели ранее, позволила значительно снизить потери тепла и расход топлива для работы горелки. В соответствии с требованиями эксплуатирующих организаций разработана промежуточная рама, позволяющая агрегатировать данную машину с шасси автомобиля МАЗ-5337. Для повышения мобильности и удобства управления разработана новая стрела рабочего органа (рис. 1), имеющая пять степеней свободы (стрела базовой модели имела три степени свободы).

Таблица 1

Основные технические характеристики машин для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог механизированной укладкой эмульсионно-минеральных смесей

№	Параметр	БЦМ – 24 УДР – 1 УДМ – 1	SAVALCO (Швеция)		Turbo Jet T 250 AE (РАСТ ОМ Москва)	BLOW- PATCH ER (SCHAF ER, Герман ия)	TURB O- COM BI (КОВИ Т, Чехия)	ФСИТ -42 (ОП НПО РУП «Гомс ельма ш»)
			SR 800	SR 1500				
1	Вместимость бункера для щебня, кг	До 1600 0 (авто моб.)	4400	8500	8000	6000	3000– 7000	6000
2	Вместимость бака для битумной эмульсии, л	950	800	1500	946	1000	1000	1000
3	Вместимость бака для воды, л	-	-	-	-	900	-	900
4	Мощность силовой установки, кВт	41.9	30.0 или отбор мощности от двигателя шасси		58.5	38.5	38.5	38.5
5	Производительность воздуходувки, м ³ /мин	13.0	13.0	13.0	15.5	16.8	12.5	16.8
6	Давление подачи битумной эмульсии, кгс/см ²	5.0	6.0	6.0	До 10.0	До 8.0	До 7.0	До 8.0
7	Габаритные размеры в транспортном положении, мм: - длина, - ширина, - высота	5000 2340 3100	6800 2500 2300	8800 2500 2300	4572 2133 2336	5500 2400 3250	До 5000 2420 до 2500	6500 2500 3500
8	Масса без материалов в снаряженном состоянии, кг	3500	2900	3500	2767	3000	2400– 3500	4000
9	Производительность, м ² в смену	120	140	140	120	120	120	120

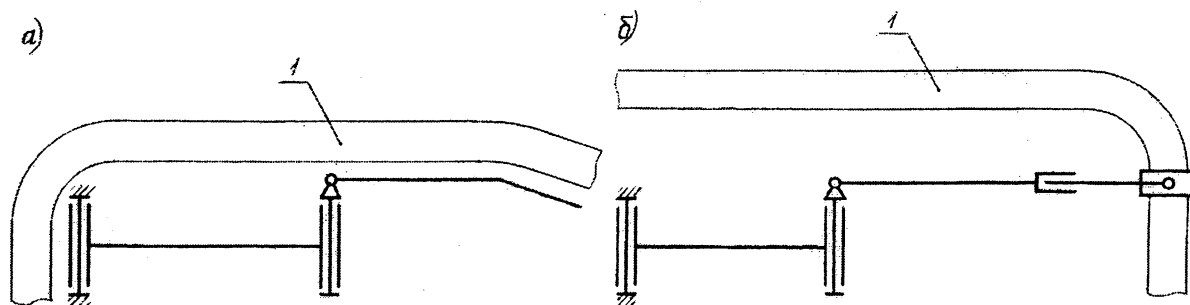


Рис. 1. Кинематические схемы стрел рабочего органа универсальной машины для ямочного ремонта:

а) – существующая конструкция; б) – новая конструкция (1 – гибкий щетнепровод).

Число степеней свободы кинематической цепи стрелы рабочего органа универсальной машины для ямочного ремонта согласно формуле Сомова-Мальшева [3]

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1,$$

где n – число подвижных звеньев кинематической цепи;

$p_1 \dots p_5$ – число кинематических пар 1...5 класса соответственно,

будет равно:

- для стрелы базовой модели

$$W = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 3 = 3$$

- для стрелы новой конструкции

$$W = 6 \cdot 5 - 5 \cdot 5 = 5.$$

Модернизированная машина получила название «ТАЙФУН» (рис. 2).

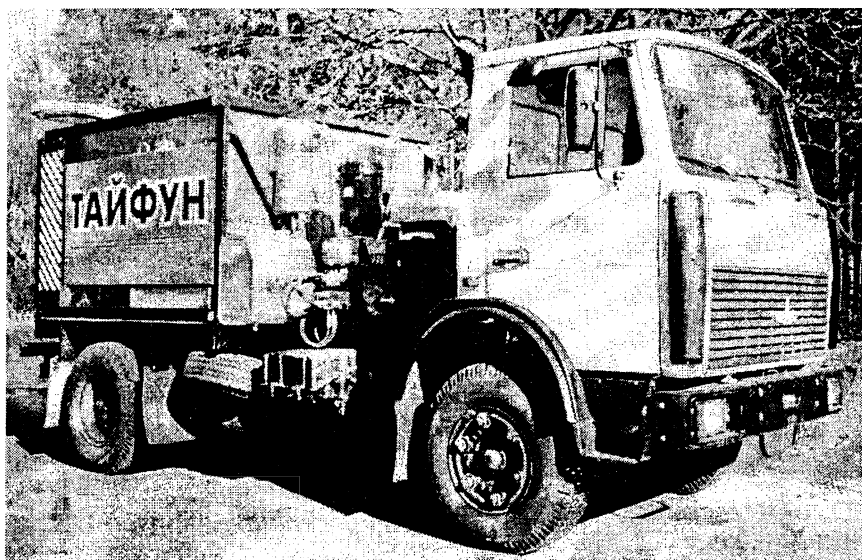


Рис.2. Универсальная машина для ямочного ремонта «ТАЙФУН».

Дальнейшее развитие конструкции универсальной машины для ямочного ремонта ведется в направлении активации щебня, используемого в приготовлении эмульсионно-минеральной смеси. Для обеспечения высокой адгезии битумной эмульсии к минеральному материалу (щебню), промывке его от пыли, образующейся при транспортировке, в бункере машины установлен смеситель ПАВ (рис. 3), в корпусе которого смонтированы форсунки для его подачи под давлением из отдельного бачка. Распыляясь из форсунок в камеры, образуемые витками шнека и корпусом смесителя,

ПАВ непрерывно перемешивается со щебнем, что дает повышение качественных показателей эмульсионно-минеральной смеси и долговечности ямочного ремонта.

Для снижения материалоемкости металлоконструкции машины бункер для щебня и баки для воды и битумной эмульсии объединены в единый каркас, расчеты на прочность которого выполнены методом конечных элементов с применением ЭВМ.

Другим направлением повышения эффективности данной техники является расширение ее эксплуатационных возможностей. Так для распределения противогололедных материалов в зимний период рабочий орган (сопло, смонтированное на гибком щебнепроводе), предлагается заменять на разбрасывающий диск. Использование жидких реагентов, заправляемых в баки машины и подаваемых посредством диафрагменных насосов как непосредственно на дорожное покрытие, так и в сочетании с песчано-соляной смесью, позволит выполнять эффективную обработку автомобильных дорог противогололедными материалами.

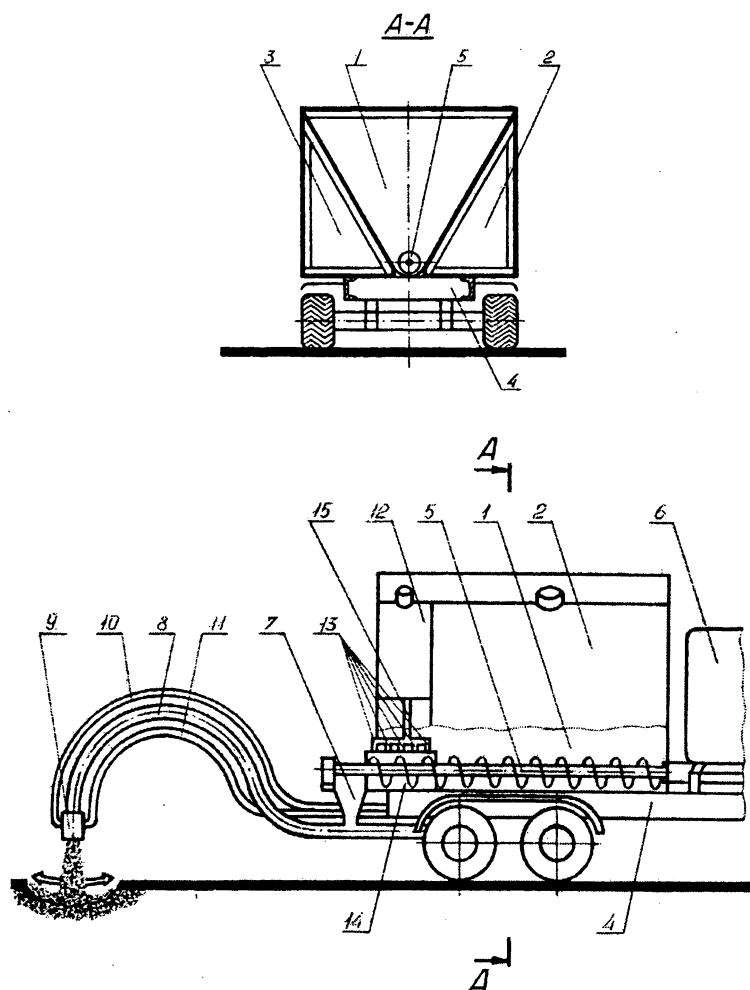


Рис. 3. Конструктивная схема перспективной машины для текущего ремонта и содержания асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог:

1. Бункер для щебня; 2. Бак для воды; 3. Бак для битумной эмульсии; 4. Шасси транспортного средства; 5. Шнек; 6. Силовая установка; 7. Приемный лоток; 8. Гибкий щебнепровод; 9. Рабочий орган (сопло); 10. Трубопровод подачи битумной эмульсии; 11. Трубопровод подачи воды; 12. Бачок для ПАВ; 13. Форсунки; 14. Смеситель ПАВ; 15. Трубопровод подачи ПАВ.

В настоящее время изготовлено двадцать два образца универсальных машин для ямочного ремонта описанных выше конструкций, в том числе два модернизированных,

которые эксплуатируются в дорожных организациях Республики Беларусь и Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия/ Коллектив авторов; Под общ. ред. А.В.Минина.: - Мн.: БелЭн, 2002. – 672 с.; 2. Вавилов А.В., Щемелев А.М., Бочкарев Д.И. и др. Машины по содержанию и ремонту автомобильных дорог и аэродромов.: - Мн.: БНТУ, 2003. – 408 с.; 3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин.: - М.: Наука, 1988. – 640 с.

УДК 621.85.052

А.Т. Скойбеда, В.Н. Жуковец, О.А. Сонич

КИНЕМАТИКА КОЛЕСНО-ШАГАЮЩЕГО ДВИЖИТЕЛЯ ПРИ ОПОРЕ НА БАШМАКИ КРУТЛОГО ПРОФИЛЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В настоящее время представляется перспективной разработка движителей высокой проходимости шагающего типа, обладающих достоинствами колеса: высокая уравновешенность, равномерность движения. В немногочисленных работах по данному направлению, в частности [2], [3], не был проведен математический анализ кинематики колесно-шагающего движителя. Поэтому целью представленной работы является устранение возникшего пробела.

Расчет планетарного механизма движителя показал, что $\omega = -\omega_k / 2$, где ω - угловая скорость ступицы шагающего колеса (являющейся одновременно водилом планетарного механизма), ω_k - угловая скорость кривошипов, приводящихся во вращение сателлитами планетарного механизма.

При кинематическом анализе следует исходить из следующих положений:

1. Движение происходит по плоской поверхности без скольжения.
2. В начальный момент времени $t = 0$ с угол поворота ступицы движителя $\varphi = 0^\circ$, а стойка ноги, башмак которой контактирует с поверхностью, занимает относительно ее плоскости строго перпендикулярное положение (нога K_1K_2 на рис.1).

3. При $\varphi = 0^\circ$ кривошипы B_2B_1 и $B_2''B_1''$ находятся в одной плоскости с ногой K_1K_2 . При этом точки B_2 , B_2'' , B_2''' , B_2'''' находятся на осях своих сателлитов. Точка O_1 обозначает центральную ось ступицы движителя (рис.1).

4. Опорные башмаки имеют форму сектора кругового цилиндра с центральным углом 90° и радиусом R . Башмаки абсолютно жёсткие.

На рис.2 показана условная схема движителя для некоторого значения угла поворота ступицы в момент времени t_1 , когда $\varphi \leq 45^\circ$. Данное ограничение вытекает из конструкции башмака движителя, так как всегда $B_2B_2'' \parallel K_1K_2$ и при $\varphi = 45^\circ$ башмак контактирует с опорной поверхностью крайней точкой K_1' профиля из-за того, что $\angle K_1CK_1' = 45^\circ$ (рис.1). Исходя из расчета планетарного механизма очевидно, что угол