

УДК 656.223

КОЛЕСНЫЕ МАШИНЫ НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ

В. А. ТАШБАЕВ, Ю. А. ШЕБЗУХОВ*Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», Республика Беларусь*

Стремление сокращать расходы, увеличивать прибыль и тем самым повышать эффективность эксплуатационной деятельности определяет потребность железных дорог и предприятий промышленного комплекса в специфических тяговых средствах для маневровых работ. Такие транспортные средства обладают способностью передвигаться как по рельсам, так и по автомобильным дорогам. Наиболее широкое распространение получили колесные машины на комбинированном (железнодорожном и автомобильном) ходу, которые представляют собой обычные серийно выпускаемые автомобили и трактора, приспособляемые к движению по рельсам [1].

Маневровые работы производят с помощью разнообразных тяговых средств:

– стационарных маневровых устройств, к которым относятся: ускорители-замедлители, лебедки, электрошпили, сортировочные мосты, осаживатели кранового типа, тросовые установки;

– вагонотолкателей и тягачей: передвижных вагонотолкателей, тракторов-тягачей, аккумуляторных тягачей;

– маневровых локомотивов;

– машин с универсальным способом передвижения.

На сегодняшний день в качестве основного маневрового средства на Белорусской железной дороге используется локомотив марки ЧМ. Он имеет весьма внушительные технико-экономические характеристики: скорость длительного режима – 10,3 км/ч; сила тяги на ободу при трогании с места – 59,4 тс; удельный расход топлива – 9 кг/ч [2].

Машины с универсальным способом передвижения делятся на два класса:

– с пневматическими колесами и увеличенной шириной профиля и диаметра, которые могут двигаться поперек путей, по стрелочным переводам и другим препятствиям;

– с двумя видами колес на одном шасси (машины на комбинированном пневмоколесно-рельсовом ходу): металлическими – для движения по рельсам и пневматическими – для движения по автомобильным дорогам общего пользования.

Машины на комбинированном ходу можно разделить на следующие группы.

В первую группу входят легковые автомобили, применяемые в качестве дрезин для перевозки пассажиров и грузов. Данные машины способны передвигаться по рельсовой колее со скоростью до 100 км/ч, быстро устанавливаются на путь (за 2–3 мин), а также быстро освобождают путь, что дает возможность использовать их для контроля за состоянием пути и перевозки ремонтных бригад. Применение автомобилей, оборудованных путеизмерительными установками и дефектоскопами, позволяет повысить качество контроля за состоянием рельсовой колеи.

Вторую группу составляют среднетоннажные грузовые автомобили для перевозки грузов в кузове и для маневровых работ на станциях и подъездных путях предприятий и складов. Оборудование машин среднего тоннажа комбинированным ходом позволяет доставлять грузы по автомобильным дорогам и рельсам без их перегрузки. Время установки таких машин колеблется от 5 до 12 мин. Машины данной группы являются

наиболее распространенными. Такие машины используют для перевозки ремонтных материалов (шпал, скреплений, мостовых брусьев), а также рельсов.

Третья группа машин с комбинированным ходом включает тяжелые автомобили-мотовозы, применяемые для поездной и маневровой работы. Данный тип машин способен перемещать составы массой до 1000 т. Время установки их на путь составляет от 15 до 18 мин. Эти машины могут использоваться также с полуприцепами на комбинированном ходу или с поездами таких полуприцепов и прицепов. Тяжелые автомобили-мотовозы применяются для работы на подъездных путях предприятий и складов, для вывозки леса, в карьерах и т. п., также машины такого типа целесообразно применять для производства маневровых работ на малых станциях, где содержание маневровых тепловозов экономически нецелесообразно из-за высокой стоимости их машино-смены.

К *четвертой группе* относятся погрузочно-разгрузочные транспортные средства (автокраны, автопогрузчики, экскаваторы), которые применяются для погрузочно-разгрузочных работ на станциях и перегонах, для ремонта пути и мостов.

В *пятую группу* входят специальные пневмоколесные транспортные средства на базе тракторов и автомобилей, оснащенных специализированным навесным оборудованием для производства различного рода работ на рельсовой колее. К числу таких машин можно отнести: автосамосвалы, автобетономешалки, передвижные электростанции, снегоуборщики, путерихтовщики, машины для балластировки пути и т. д.

Шестую группу образуют специально созданные на базе пневмоколесных транспортных средств маневровые локомотивы. Такие тягачи оснащены готовыми стандартными узлами. Они серийно оснащаются автосцепным устройством.

В *седьмую группу* входят гусеничные машины, оборудованные для движения по рельсам. Данный тип машин применяется для дозировки балласта в путь, для балластно-распределительных работ, в качестве путеукладчиков и путеподемников, в качестве щебнеочистительных и подбивочно-выправочных машин.

Изложенные выше группы машин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Группы машин на комбинированном ходу

Базовое шасси	Назначение	Время установки на путь, мин
1. Легковые автомобили	Дефектоскопы и путеизмерители	2–3
2. Среднетоннажные грузовые автомобили	Перевозка ремонтных материалов (шпал, скреплений, мостовых брусьев), а также рельсов	5–12
3. Тяжелые автомобили-тягачи	Для работы на подъездных путях предприятий и складов	15–18
4. Грузочно-разгрузочные транспортные средства	Погрузочно-разгрузочные работы на станциях и перегонах, для ремонта пути и мостов	15–18
5. Трактора	Путевые работы на рельсовой колее	5–12
6. Специально созданные на базе пневмоколесных транспортных средств маневровые локомотивы	Маневровые локомотивы	15–18
7. Гусеничные машины	Дозировка балласта в путь, путеукладка, щебнеочистительные и подбивочно-выправочные работы на рельсовой колее	18–20

По устройству комбинированного хода пневмоколесные транспортные средства разделяются на следующие подгруппы.

К *первой подгруппе* относится самая распространенная конструкция, устанавливаемая на пневмоколесные транспортные средства – направляющий комбиход. По данной схеме выполнено более 90 % мирового парка машин на комбинированном ходу.

Тяговое усилие автомобиль развивает в результате сцепления ведущих пневматических колес с рельсами. Величина тягового усилия зависит от сцепного веса, т. е. от веса, приходящегося на ведущие колеса, состояния рельсов (сухие, мокрые) и степени загрязнения протектора пневмоколес [3].

Направляющие катки удерживают автомобиль на рельсах и частично воспринимают на себя нагрузку от его веса. Степень влияния состояния рельсов и протектора пневмоколес определяется коэффициентом сцепления:

$$\Phi_{\text{сц}} = \frac{P_{\text{сц}}}{F_{\text{верт}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{сц}}$ – сила сцепления ведущих колес с рельсом; $F_{\text{верт}}$ – вертикальная нагрузка от колесной пары или пневмоколес на рельсы.

Коэффициент сцепления для пары *пневматическое колесо – рельс* выше, чем для пары *металлическое колесо – рельс* (0,22–0,24), и составляет 0,68–0,85 для сухих и 0,35–0,45 для мокрых рельсов. На обледеневших рельсах коэффициент сцепления пневмоколес с рельсом падает до 0,15. При движении по железной дороге передние колеса автомобиля полностью вывешиваются на 50–60 мм выше уровня головки рельсов, с целью проезда стрелочных переводов [3].

На рис. 1 показано универсальное транспортное средство с направляющим комбиходом на базе шасси МАЗ-6303.

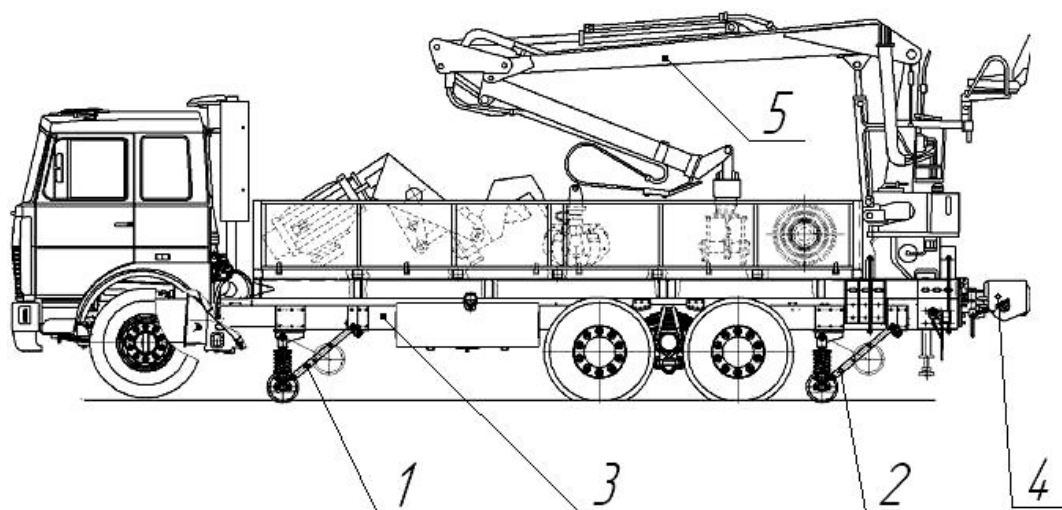


Рис. 1. Комбинированный ход автомобиля МАЗ-6303:
1 – катки передние; 2 – катки задние; 3 – шасси;
4 – автосцепка; 5 – гидроманипулятор

Ко *второй подгруппе* относятся машины с приводными направляющими металлическими катками. Основное отличие конструкции приводного комбинированного хода от направляющего заключается в том, что транспортное средство полностью вывешивается над рельсами, а привод осуществляется через установленные колесные пары. Такая конструкция применяется в тех случаях, когда колея пневмоколес

машины не совпадает с железнодорожной или когда нужно получить максимальную силу тяги. Привод катков может быть осуществлен от гидро- или электродвигателей, от трансмиссии машины или от ее пневмоколес (рис. 2).

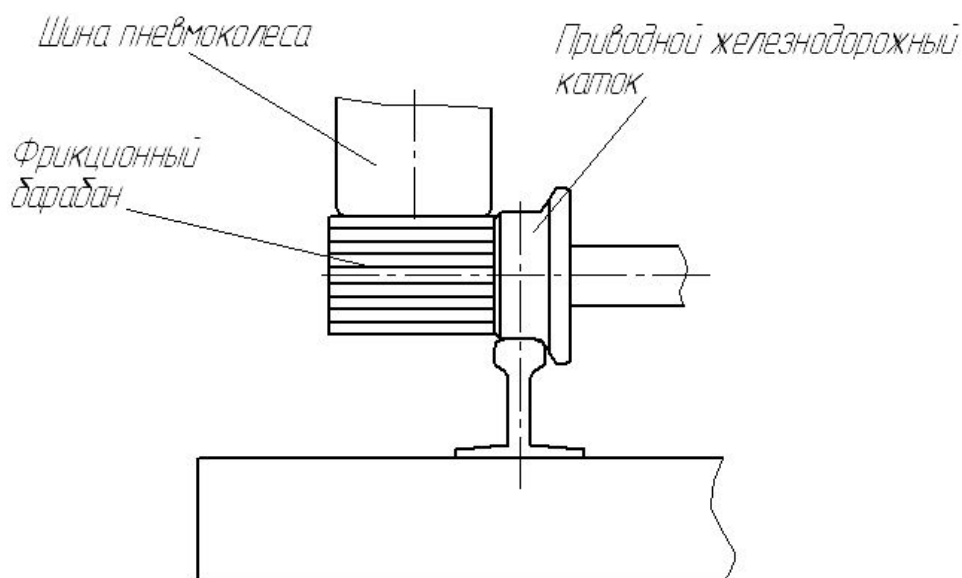


Рис. 2. Привод железнодорожных катков от пневмоколес

По приводу установки катков комбинированного хода пневмоколесные транспортные средства разделяются на следующие виды (табл. 2).

К *первому виду* относится механический привод механизмов перевода оборудования комбинированного хода из транспортного положения в рабочее для установки автомобиля на рельсы. В частности, для подъема и опускания колесных пар применяются червячные редукторы и механические лебедки. Достоинствами механического привода являются простота конструкции, изготовления и эксплуатации, а также независимость от источников энергии. Однако он не обеспечивает высоких усилий и скоростей приводимых механизмов при ограниченности передаточного отношения.

Ко *второму виду* относится комбинация механического привода с электроприводом (использующим электродвигатели постоянного и переменного тока или шаговые). Данный тип привода повышает быстродействие, надежность, удельную мощность, увеличивает пусковой момент и обеспечивает возможность работы в широком диапазоне температур. Вместе с тем электродвигатель требует наличия дополнительных устройств, защищающих его от перегрузки при остановке ротора.

К *третьему виду* относится пневмопривод. Пневмопривод отличается быстродействием, простотой конструкции, надежностью работы и легкостью управления. Однако имеет низкую удельную мощность и жесткость, обусловленную сжимаемостью воздуха и также требует наличие внешнего источника энергии для привода компрессора.

К *четвертому виду* относится гидромеханический привод. Использование гидропривода позволяет реализовать плавность и равномерность движения рабочих органов, возможности получения больших передаточных отношений, бесступенчатого регулирования скоростей в широком диапазоне, обеспечивает простоту преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное, а также легкость реверсирования, имеет малый вес и габаритные размеры, обеспечивает высокий КПД. В составе пневмоколесных машин для перевода комбинированного хода из транспортного положения в рабочее и обратно данный тип привода оказался наиболее эффективным.

Один из разработанных авторами вариантов механизма подъема–опускания колесной пары представлен на рис. 3.

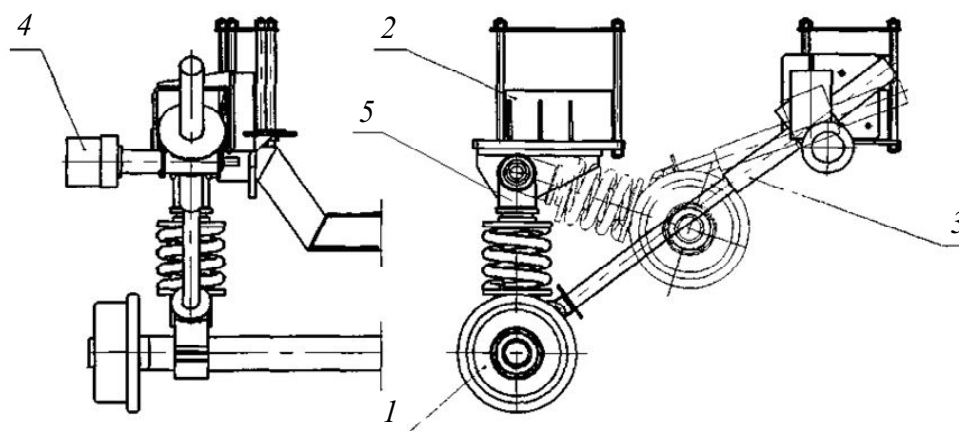


Рис. 3. Механизм подъема–опускания колесной пары:

1 – колесная пара; 2 – кронштейн; 3 – редуктор; 4 – гидромотор; 5 – стойка

Устройство работает следующим образом. Привод осуществляется при помощи гидромотора 4 и червячного редуктора, образованного червяком и гайкой, имеющей шарнирное соединение со стойкой 5. Привод также имеет возможность ручного управления на случай повреждения гидропровода. В транспортном положении стойка 5 вместе с основным колесом 1 находятся в горизонтальном положении. Когда осуществляется установка транспортного средства на рельсы, блок комбинированного хода переводят в вертикальное положение. При этом для облегчения процесса «попадания» основного колеса на рельс опускается дополнительная направляющая (которая своим диском вставляется в основное колесо), имеющая конусную «ловушку». После окончания установки транспортного средства на рельсы направляющая переводится в горизонтальное положение и фиксируется пальцем.

Таблица 2

Вид привода комбинированного хода

Вид привода	Состав механизма
Механический	Червячный редуктор или механическая лебедка
Электромеханический	Электродвигатель + червячный редуктор
Пневматический	Пневмодвигатель + червячный редуктор
Гидромеханический	Гидромотор + червячный редуктор

По способу установки на рельс транспортные средства на комбинированном ходу различают:

- установка с нулевого места (установка на железнодорожный путь осуществляется на переезде посредством расположения транспортного средства вдоль пути таким образом, чтобы задние колеса находились на настиле переезда и попали внутренними баллонами на головки рельсов);
- установка на рельсы с помощью тележки или подъемника: транспортное средство с помощью гидроцилиндров поднимается над рельсошпальной решеткой и устанавливается на рельсы (рис. 4);
- установка транспортного средства на рельсы с помощью выносных опор (рис. 5).

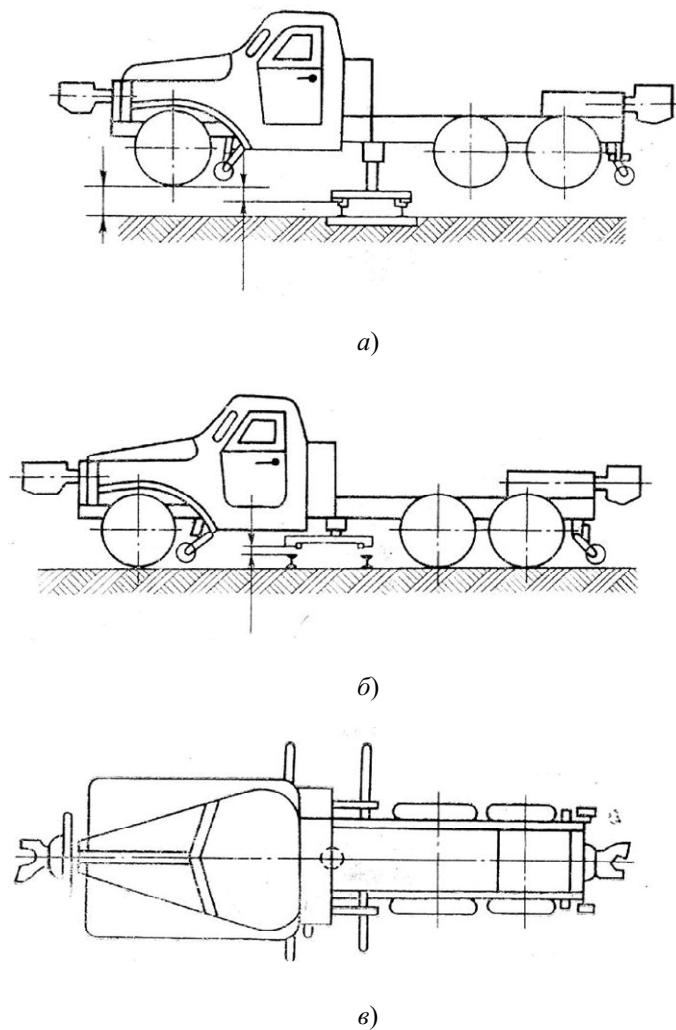


Рис. 4. Установка автомобиля с устройством для подъема и поворота над рельсами на железнодорожный путь: а – уставка тележки над рельсошпальной решеткой; б – подъем тележки с машиной над рельсошпальной решеткой; в – поворот и установка по ходу движения

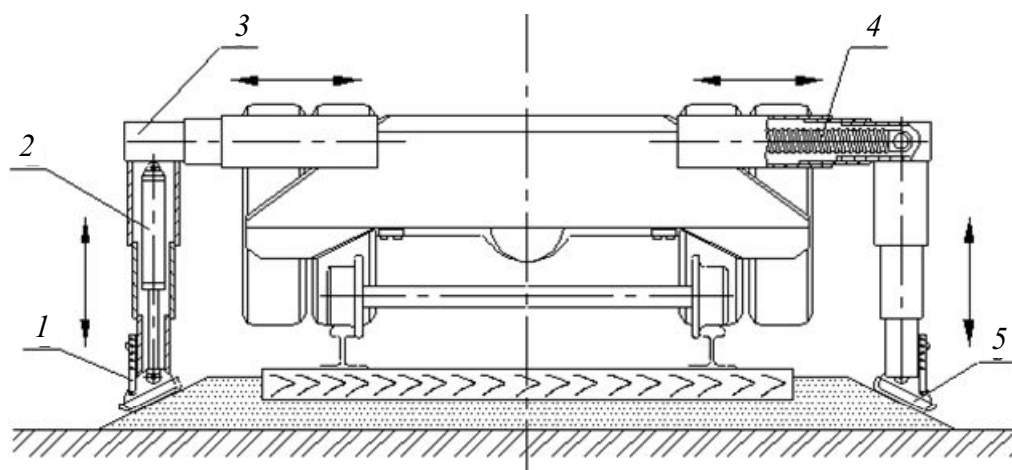


Рис. 5. Установка транспортного средства на рельсы с помощью выносных опор: 1 – регулирующее устройство; 2 – гидравлический домкрат; 3 – выносная опора; 4 – винтовой домкрат; 5 – подошва выносной опоры

При установке на транспортное средство выносных опор 3 в передней и задней части возможно его перемещение в вертикальной и горизонтальной плоскостях и центрирование по оси пути таким образом, чтобы колеса попали на головки рельсов. После этого производится опускание механизмов комбинированного хода и демонтаж выносных опор в транспортное положение. Для осуществления процесса установки на рельсы выносные опоры 3 оснащены гидроцилиндрами 2 и телескопическими штангами с винтовым приводом 4. Подошва выносной опоры 5 выполнена с возможностью изменения угла контакта при помощи регулировочного устройства 1.

Для выбора маневрового тягового средства в целях использования в качестве локомотива для маневровых работ необходимо оценить следующие параметры:

- максимальное число перемещаемых вагонов и их массу;
- минимальный радиус проходимых кривых;
- максимальный уклон железнодорожного пути;
- состояние пути и погодных условий на путях, где производятся маневровые работы;
- эксплуатационные качества средств для маневровой работы.

Основные признаки, по которым оцениваются эксплуатационные качества средств для маневровой работы:

- автономность, т. е. способность выполнять маневровые работы без привязки, без ограничения радиуса действия;
- тяговое усилие;
- стабильность коэффициента сцепления колеса с рельсами;
- скорость перемещения;
- установленная мощность привода;
- эксплуатационные расходы;
- стоимость изготовления транспортного средства.

Анализируя вышеперечисленные тяговые транспортные средства, можно сделать следующие выводы:

- стационарные тяговые средства – не обладают автономностью, создают высокую силу тяги при малой мощности, имеют малую скорость перемещения, невысокие эксплуатационные расходы;
- передвижные вагонотолкатели и тягачи – обладают хорошей автономностью, создают достаточно высокую силу тяги при малой мощности, имеют более высокую стоимость изготовления и высокие эксплуатационные расходы;
- маневровые локомотивы – обладают высокой автономностью, создают высокую силу тяги при большой мощности, но высокие стоимость изготовления и эксплуатационные расходы не позволяют применять их на подъездных путях предприятий транспортного комплекса Республики Беларусь в постоянной эксплуатации;
- транспортные средства на комбинированном ходу – такой подвижной состав обеспечивает высокую мобильность и универсальность в эксплуатации, развиваемого тягового усилия достаточно для перемещения 1000 тонн груза, а также приспособлен к использованию различного технологического оборудования и может быстро заходить на путь и сходить с него в нулевых местах, где имеется доступ, благодаря чему не создает препятствий движению поездов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что использование машин на комбинированном (железнодорожном и автомобильном) ходу на предприятиях промышленного комплекса Республики Беларусь позволит значительно снизить экономические затраты при производстве путевых, поездных и маневровых работ, расширить область применения существующего оборудования, что в современных экономических условиях является важным перспективным направлением.

Литература

1. Краснов, Ю. О. Универсальная путевая машина УПМ-1 / Ю. О. Краснов, Л. М. Николаев. – Москва : ВПТИТРАНССТРОЙ, 1990. – 435 с.
2. Восстановление железнодорожного пути и сооружений / С. Д. Лопай [и др.]. – Москва : Транспорт, 1973. – 328 с.
3. Довгяло, В. А. Современное состояние и перспективы оснащения транспортных войск Республики Беларусь многофункциональными техническими средствами / В. А. Довгяло, Д. И. Бочкарев, Л. Б. Полянский // Междунар. науч.-техн. журн. «Механика машин, механизмов и материалов». – 2007. – № 1. – С. 32.

Получено 28.10.2010 г.