

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ



Международный железнодорожный салон
пространства 1520 «PRO//Движение.ЭКСПО»

стр. 8

РД

- 4 Восточный вектор
- 34 Автоматизация закрепления подвижного состава на путях станций
- 48 Технология отвода контактной сети при погрузке и выгрузке контейнеров



Издается
с 1826 года

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

10–2023

2 КОРОТКО О ВАЖНОМ

ПРИОРИТЕТЫ

4 Восточный вектор.

По материалам
VIII Восточного
экономического форума

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ САЛОН
ПРОСТРАНСТВА 1520
«PRO//Движение.ЭКСПО»

8 Курс на технологическую
независимость

10 Статическая экспозиция.
Натурные образцы

25 Динамическая экспозиция

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА

34 Автоматизация
закрепления подвижного
состава на путях станций.

ДОЛГИЙ А.И.,
САХАРОВ А.Г.,
ХАТЛАМАДЖИЯН А.Е.,
ОЛЬГЕЙЗЕР И.А.,
КОРНИЕНКО К.И.

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

40 О перспективах развития
парка вагонов-самосвалов.
НОВОСЕЛОВ А.Ю.,
КОРОТКОВ Д.С.

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

46 Инновационные разработки
Дивизиона ЖАТ ГК 1520

ИНФРАСТРУКТУРА

48 Технология отвода
контактной сети
при погрузке и выгрузке
контейнеров.
КРЫЛОВ А.А.,
МЕХЕДОВ М.И.,
ШВЕДИН К.И.,
МУСЕРСКИЙ П.О.

СОЦИАЛЬНАЯ И КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА

51 ВОЛЖД:
итоги и направления
работы.
ВУЛЬФОВ А.Б.

55 НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ
МИРА

На 1 стр. обложки
фото И.Н. Шаповалова



О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ПАРКА ВАГОНОВ-САМОСВАЛОВ

А.Ю. НОВОСЕЛОВ,
ООО «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий» (ООО «ВНИЦТТ»), руководитель отдела «Полувагоны»

Д.С. КОРОТКОВ,
ООО «ВНИЦТТ», инженер-конструктор 1-й категории

Основным типом подвижного состава для перевозки вскрышных, скальных и рудных пород, а также подобных грузов с удельной насыпной плотностью более 2 т/м³, не требующих защиты от атмосферных осадков, являются вагоны-самосвалы (думпкары) с автоматической разгрузкой в одну или обе стороны от пути. Вагоны-самосвалы эксплуатируются как на путях общего пользования, так и на путях промышленных предприятий. Как показала практика их использования, наиболее эффективны шести- и восьмиосные думпкары. Среди всего разнообразия эксплуатируемых моделей преобладают шестиосные вагоны грузоподъемностью до 110 т, объемом кузова до 50 м³ и длиной по осям сцепления автосцепок 15,04 м.

Технические характеристики ряда основных шестиосных и восьмиосных вагонов-самосвалов увеличенной грузоподъемности приведены в таблице.

Повышение эффективности перевозок рудных и аналогичных грузов возможно при модернизации инфраструктуры совместно с разработкой вагонов с улучшенными технико-экономическими характеристиками. Поскольку процесс модернизации инфраструктурных объектов является дорогостоящим и долгосрочным, более предпочтительной и рациональной явля-

ется разработка вагонов-самосвалов с увеличенной относительно существующих шестиосных моделей грузоподъемностью. При этом важно учитывать ряд важных факторов. Рассмотрим их более подробно.

Прежде всего для выполнения разгрузочных операций на имеющейся инфраструктуре необходимо не превышать длину вагона по осям сцепления автосцепок 15,04 м и высоту 3350 мм, а также сохранить ширину в габарите Тпр или 1-Т по ГОСТ 9238–2013. Максимальная длина 15,04 м обусловлена существующими ограничениями длины приемоотправочных путей и размерами приемных бункеров в местах проведения разгрузочных операций. Максимальная высота также определяется особенностями инфраструктуры, в том числе размещением конструктивных элементов бункеров на уровне нижней точки открытого борта при опрокидывании кузова. В условиях данных габаритных ограничений максимально возможный объем кузова составит около 55 м³.

При плотности груза 2,0–2,5 т/м³ с учетом его загрузки с «шапкой» оптимальная грузоподъемность вагона должна быть не менее 140 т. Необходимо также учитывать допустимую погонную нагрузку, определяемую прочностью объектов инфра-

структур, и ограничения весовых норм для рудовозных поездов на лимитирующих участках промышленных предприятий, что потребует от нового вагона пониженного коэффициента тары для увеличения массы перевозимого груза при сохранении общей массы состава.

Таким образом, с учетом инфраструктурных ограничений определились технические характеристики перспективного вагона для перевозки руды: объем кузова – 55 м³, грузоподъемность – 140 т, погонная нагрузка – не более 14 тс/м (допустимая погонная нагрузка для типовых пролетных строений мостов и путепроводов класса С-14 согласно Своду правил (СП) 35.13330.2011 «Мосты и трубы»), длина вагона по осям сцепления автосцепок – не более 15 040 мм.

Увеличение грузоподъемности на 27–75 % по сравнению с существующими шестиосными вагонами-самосвалами, т.е. до 140 т, может быть достигнуто за счет роста осевой нагрузки до 35 тс при трехосных тележках или путем применения четырехосных тележек, допускающих осевую нагрузку 25 тс. Осевые нагрузки 35 тс неприемлемы по условиям прочности и устойчивости путей и искусственных сооружений на промышленных предприятиях, а вот использование четырехосных тележек, допускающих осевую нагрузку 25 тс, не только позволяет обеспечить требуемые характеристики, но и дает возможность эксплуатировать вагон на путях общего пользования.

Важнейший вопрос, который встает перед конструкторами

Технические характеристики существующих вагонов-самосвалов увеличенной грузоподъемности с пневматической системой разгрузки

Показатель	Значение показателя для вагона-самосвала модели												
	34-9023-02	34-9019-02	2ВС-105	31-634	33-678	33-682	33-677	33-1157, 33-1157-01, 33-1157-03	33-1157-02	34-1150	33-5170	33-9035	33-680
Число осей	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Число разгрузочных цилиндров	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Осеневая нагрузка, тс	27,5	27,5	23,33	23,33	23,33	23,17	27,80	26,2	26,5	27,20	22,00	26	25,96
Грузоподъемность, т	150,0	143,0	90	90	90	82	105	105	105	110	80	105	105
Масса тары, т	70,0	77,0	50	50	50	57	62	52	54	57	52	51	50,8
Длина по осям автосцепок, мм	18 400	18 400	14 900	14 900	15 040	15 040	15 040	15 040	15 040	15 040	15 036	15 036	15 480
База вагона, мм	10 400	10 400	9340	9340	9340	9340	9340	9340	9340	9340	9340	9340	9340
Объем кузова, м ³	60,0	60,0	50	50	50	50	50	50	50	48	44	50	50
Габарит по ГОСТ 9238–2013	Тпр	Тпр	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т
Коэффициент тары технический	0,47	0,54	0,56	0,56	0,56	0,70	0,59	0,50	0,51	0,52	0,65	0,49	0,48
Удельная насыпная плотность груза, т/м ³	2,5	2,4	1,8	1,8	1,8	1,64	2,1	2,1	2,1	2,3	1,8	2,1	2,1

Рис. 1. Классификация систем разгрузки



при повышении грузоподъемности вагонов-самосвалов, это необходимость создания новой системы опрокидывания кузова в связи с увеличением нагрузки на ее исполнительную часть. На всех приведенных в таблице моделях реализована пневматическая система разгрузки. Так, все шестиосные вагоны-самосвалы имеют три пары пневматических цилиндров, позволяющих при наличии сжатого воздуха производить разгрузку практически на любом объекте инфраструктуры. Применяемые пневмоцилиндры имеют унифицированный диаметр поршней и, следовательно, создают одинаковые усилия в системе разгрузки.

Увеличение выходного усилия разгрузочной системы может быть достигнуто за счет применения большего числа пневмоцилиндров или увеличения их габаритных размеров при том же числе, а также путем применения альтернативных конструкций для проведения разгрузочных операций. Каждое из этих конструктивных решений оказывает прямое влияние на длину вагона

из-за габаритов размещаемого оборудования. На рис. 1 показана классификация систем разгрузки, учитывающая как используемые, так и возможные варианты конструкции, каждому из которых присущи свои особенности, преимущества и недостатки. Кратко проанализируем их.

Пневматическая система разгрузки. Варианты пневмосистем могут различаться по диаметру поршней и числу установленных пневмоцилиндров. Оба эти параметра выбираются исходя из усилия, необходимого при разгрузке. Преимуществом применения пневмоцилиндров типового диаметра является унификация с уже используемыми на железнодорожной сети цилиндрами, а недостатком — малое развиваемое усилие и значительные габаритные размеры, что ограничивает возможности компоновки вагона с минимизацией его длины.

Могут быть применены цилиндры увеличенного или уменьшенного диаметра (во втором случае при условии гарантированной способности развивать необходимое усилие).

На рис. 2 показана минимально возможная длина по осям сцепления автосцепок трех вариантов восьмиосных вагонов-самосвалов грузоподъемностью 130–140 т и объемом кузова не менее 55 м³, различающихся диаметром пневмоцилиндров. Как видим, минимальная длина — 17,2 м — будет у вагона с шестью (по три с каждой стороны) увеличенными пневмоцилиндрами, но даже такой вариант компоновки не дает существенного снижения массы тары.

Данный пример показывает, что применение пневматической системы разгрузки не позволяет достичь оптимальных технических характеристик вагона-самосвала для перевозки груза с насыпной плотностью до 2,5 т/м³ при ограничении длины вагона по осям сцепления автосцепок значением 15,04 м. В пользу данной системы говорят только использование проверенного временем механизма разгрузки с пневмоцилиндрами и отсутствие проблем с получением сжатого воздуха для его работы.

Гидравлическая система разгрузки. Переход на гидравлику позволяет при том же что и у пневмосистемы усилии на вы-

Рис. 2. Варианты вагонов-самосвалов с пневматической системой разгрузки:
а — с типовыми цилиндрами;
б — с цилиндрами уменьшенного диаметра, гарантирующими достаточное усилие;
в — с цилиндрами увеличенного диаметра

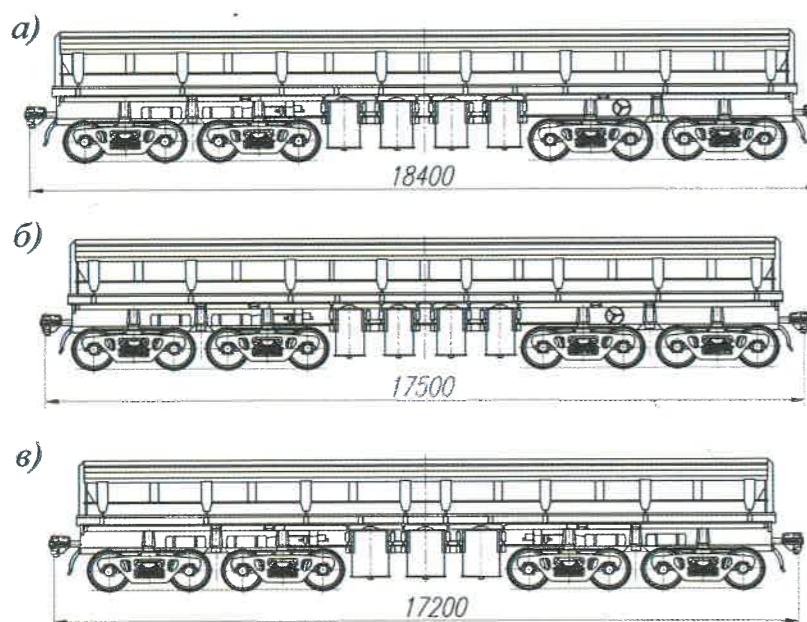


Рис. 3. Вагон-самосвал с гидравлической системой разгрузки

ходе использовать в исполнительном механизме опрокидывания кузова цилиндры намного меньшего диаметра, а значит, существенно уменьшить длину вагона и, соответственно, массу его тары. Проработка вариантов конструкции показала, что при применении гидравлической системы разгрузки может быть достигнута требуемая минимальная длина по осям сцепления автосцепок 15,04 м при грузоподъемности вагона около 140 т и объеме не менее 55 м³ (рис. 3).

Для оборудования подъема кузова можно выделить два основных варианта компоновки (рис. 4): с установкой гидравлической станции непосредственно на вагоне или же вблизи путей в месте разгрузки. Во втором варианте для ее подключения используется быстроразъемное соединение. В пользу гидравлической системы, кроме меньших габаритов в сравнении с пневматической, говорит ее широкого применения в путевых, подъемных и строительных машинах и механизмах, работающих в любых климатических условиях. К минусам гидравлических систем разгрузки в сравнении с пневматическими системами относятся: потребность в обслуживающем персонале с более высокой квалификацией и опытом работы с системами высокого давления; необходимость адаптации эксплуатирующей и ремонтной инфраструктуры, обслуживающей вагоны; необходимость дополнительных источников энергии для питания гидравлических станций; увеличение номенклатуры и стоимости комплектующих и расходных материалов.

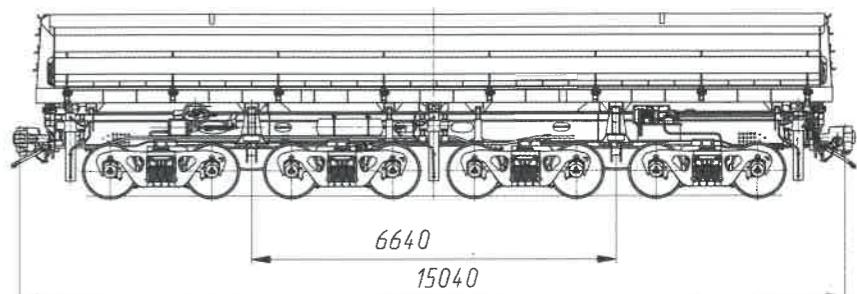
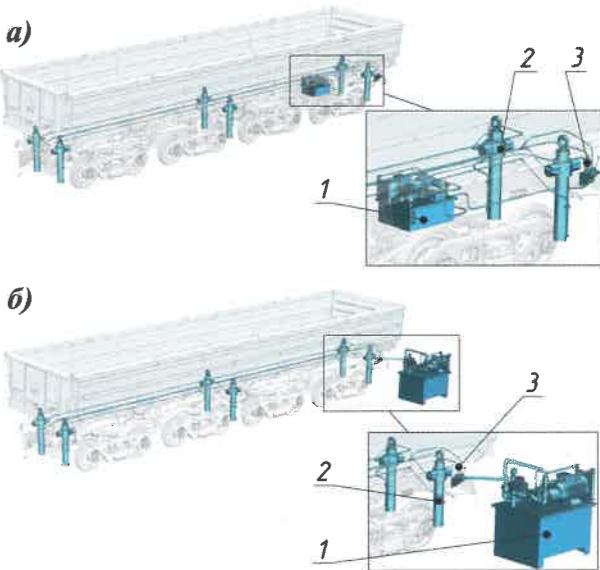


Рис. 4. Гидравлическая система разгрузки вагона-самосвала:
а — гидростанция установлена на вагоне;
б — гидростанция установлена в месте разгрузки;
1 — гидравлическая станция;
2 — гидравлический цилиндр;
3 — трубопровод с присоединительной арматурой



Механическая система разгрузки. Еще одним вариантом является механическая система разгрузки с исполнительными органами в виде винтовых домкратов. Проработка такой конструкции вагона (рис. 5) показала, что его мини-

мальная длина по осям сцепления автосцепок и массовые характеристики примерно такие же, как у вагона с гидросистемой опрокидывания.

Винтовые домкраты, установленные на нижней раме, преоб-

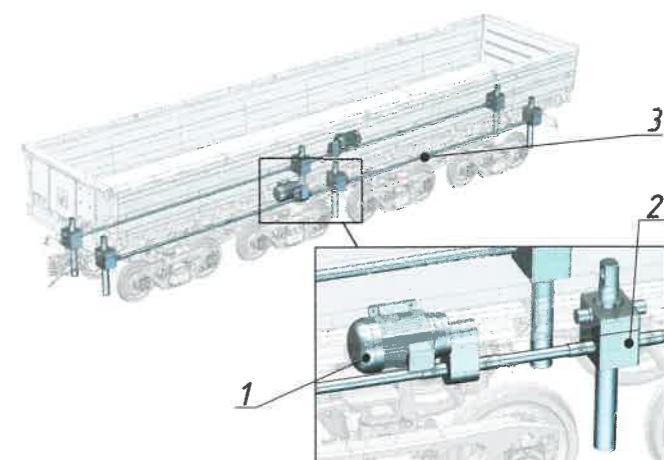


Рис. 5. Вагон-самосвал с механической системой разгрузки:
1 — двигатель с редуктором;
2 — винтовой домкрат;
3 — прочие комплектующие механической системы



Рис. 6.
Стационарное
устройство для
опрокидывания
кузова Side
Dumper
компании
Kiruna Wagon

предоставляют широкие возможности компоновки, точности позиционирования, высокой надежности, долговечности при минимуме технического обслуживания. Недостатки схожи с перечисленными недостатками гидравлических систем.

Внешняя система разгрузки.

Отдельного рассмотрения требует конструкция вагона-самосвала, разгружаемого с помощью внешних устройств, и конструкция самих внешних устройств. В данном случае на вагоне отсутствуют исполнительные механизмы, отвечающие за подъем или опрокидывание кузова. Подъемные устройства устанавливаются стационарно в месте разгрузки и могут иметь любой тип привода. На кузове должны быть предусмотрены упоры, кронштейны, скользуны или ролики для взаимодействия с внешними подъемниками.

Примером такого решения является система Side Dumper компании Kiruna Wagon (рис. 6). Вагоны с крышкой и боковыми люками в специально оборудованных местах разгружаются с помощью стационарных опрокидывающих устройств.

Для разгрузки также возможно применение специальных эстакад. При прохождении вагона без остановки через пункт разгрузки его кузов приходит в взаимодействие с направляющими эстакады и либо опрокидывается, либо поднимается с одновременным открытием люков. Примером служит вагон-само-

разуют вращательное движение выходного вала редуктора в вертикальное линейное перемещение винтовой штанги, шарнирно прикрепленной к подвижной верхней раме кузова. При этом двигатель может размещаться на вагоне или устанавливаться стационарно вблизи путей и подключаться непосредственно перед разгрузкой. Он может быть один на сторону вагона, т.е. работать на несколько домкратов, передавая врашающий момент через идущий вдоль вагона вал, что обеспечивает механическую



Схема разгрузки

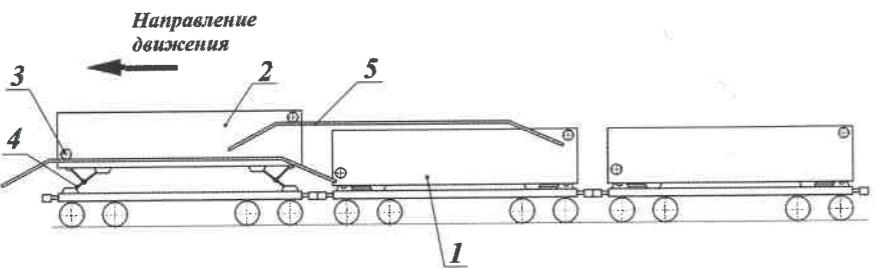


Рис. 7.
Вагон с поднимающимся кузовом
для перевозки апатитовой руды
модели 10-4022:
1 – вагон в транспортном положении;
2 – вагон в положении разгрузки;
3 – бегунок кузова;
4 – рычажный механизм
крепления кузова;
5 – направляющие
разгрузочной эстакады



Рис. 8. Системы разгрузки Helix Dumper компании Kiruna Wagon

свал с поднимающимся кузовом для транспортировки апатитовой руды модели 10-4022 (рис. 7). В процессе движения вагона по эстакаде с малой скоростью бегунки, размещенные на угловых стойках кузова, перемещаясь по направляющим эстакады, поднимают кузов. При этом одновременно открываются крышки разгрузочных люков, которые в закрытом горизонтальном положении находятся в полу кузова. После прохода вагоном эстакады кузов опускается в транспортное положение и крышки закрывают люки в полу. Так как вагон предназначен для эксплуатации только на путях необщего пользования одного определенного предприятия, допускается выступание бегунков за габарит, предусмотренный ГОСТ 9238–2013. Для следования вагона по магистральным путям требуется снятие бегунков.

Аналогичный принцип использован для разгрузки вагона Helix Dumper фирмы Kiruna Wagon (рис. 8). Бегунки кузова также перемещаются по направляющим, имеющим спиралевидную форму. Кузов не поднимается, а опрокидывается в сторону и возвращается в исходное положение после прохода эстакады.

Исключение систем разгрузки из оборудования всех вагонов-самосвалов в вагонном парке предприятия и установка одного или нескольких стационарных устройств в местах разгрузки яв-

ляются важным преимуществом данной системы. За счет ее внедрения снижаются себестоимость подвижного состава, стоимость технического обслуживания и ремонта вагонного парка. Разгрузочные механизмы эстакады монтируют один раз, но в случае производственной необходимости их можно переместить. Отдельные варианты разгрузочных устройств позволяют после проведения незначительной модернизации или даже без нее обслуживать весь парк имеющихся вагонов. Исключение оборудования для разгрузки упрощает также конструкцию вагонов, позволяет снизить массу тары и использовать межтележечное пространство для увеличения объема кузова. Основным недостатком внешней системы разгрузки является необходимость модернизации мест разгрузки.

Все рассмотренные конструкции вагонов-самосвалов увеличенной грузоподъемности, разработанные с соблюдением минимальной длины по осям сцепления автосцепок 15,04 м, не обеспечивают выполнения ряда требований к автоматической сцепляемости и прохождению горок, кривых и аппарельных съездов, установленных ГОСТ 34764–2021. Так, при длине вагона по осям сцепления автосцепок 15,04 м и базе 6,64 м минимальный радиус кривой, при котором обеспечивается

автоматическое сцепление, равен 148 м при требуемом минимальном радиусе 135 м. Максимальный перелом профиля, при котором обеспечивается прохождение горки, составляет 53,6 %, а в соответствии с нормативом требуется 55 %. Максимальный уклон, при котором обеспечивается прохождение аппарельного съезда, равен 27,6 % при нормативном 40 %.

Таким образом, эксплуатация вагонов-самосвалов увеличенной грузоподъемности длиной по осям сцепления автосцепок не более 15,04 м возможна только на путях промышленных предприятий без выхода на пути общего пользования.

Подводя итог проведенным исследованиям, необходимо отметить, что для создания эффективного парка вагонов-самосвалов для перевозки руды следует применять гидравлическую, механическую или внешнюю систему разгрузки. Каждая из них эффективна и технико-экономически оправдана. С точки зрения минимального коэффициента тары вагона наиболее предпочтительна внешняя система разгрузки. Выбор того или иного способа разгрузки диктуется экономической целесообразностью, которая определяется владельцем вагонного парка промышленного предприятия.

г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ