

Выбор кинематической схемы и определение основных характеристик генераторно-приводной установки от оси колесной пары трехэлементной грузовой тележки

В. Г. КАРГИН¹, С. Н. НАУМЕНКО², В. В. БУРОВ³, И. Н. ЧУВАШОВ³, С. Л. САМОШКИН⁴

¹ Федеральное агентство железнодорожного транспорта (ФАЖТ), Москва, 170003, Россия

² Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

³ Общество с ограниченной ответственностью «НОВЕКА» (ООО «НОВЕКА»), Москва, 119619, Россия

⁴ Закрытое акционерное общество Научная организация «Тверской институт вагоностроения» (ЗАО НО «ТИВ»), Тверь, 170003, Россия

Аннотация. В настоящее время для перевозки скоропортящихся грузов широкое распространение получили крупнотоннажные рефрижераторные контейнеры. Перевозка таких контейнеров по железной дороге осуществляется сцепами из 10–12 фитинговых платформ и вагона с дизель-электростанцией. В работе проведен анализ зарубежных и отечественных разработок по конструкциям генераторно-приводных установок грузовых вагонов. Показано, что с целью повышения эффективности специализированных контейнерных перевозок рекомендуется оснащать фитинговую платформу системой автономного электроснабжения с генераторно-приводной установкой от оси колесной пары тележек. Рассматриваются два опытных образца генераторно-приводной установки с двухступенчатым приводом, которые прошли предварительные и приемочные испытания и рекомендованы для изготовления установочной партии.

Ключевые слова: скоропортящийся груз; крупнотоннажный рефрижераторный контейнер; фитинговая платформа; система автономного электроснабжения; генераторно-приводная установка; редукторно-текстропный привод; вагон с дизель-электростанцией

Введение. В настоящее время для перевозки скоропортящихся грузов (СПГ) все более широкое распространение получают крупнотоннажные рефрижераторные контейнеры (КРК). Для их перевозки используют обычные фитинговые платформы с грузовыми трехэлементными тележками модели 18-100, оборудованные в условиях депо или вагоноремонтных заводов односторонней силовой электрической магистралью переменного тока напряжением 380 В с частотой 50 Гц, собранные в специализированные контейнерные сцепы из 8–12 вагонов и вагона с дизель-электростанцией (ДЭС). В качестве последних используют вагоны с ДЭС от немецкой рефрижераторной секции ZB-5, в которой установлено два дизель-генератора мощностью по 100 кВт каждый, или от рефрижераторной секции РС-5 производства ОАО «Брянский машиностроительный завод», в ко-

торой установлено два дизель-генератора мощностью по 75 кВт каждый [1].

Однако при перевозке СПГ в контейнерных сцепах с вагонами ДЭС возникает ряд проблем [2], снижающих эффективность перевозок, а именно:

1. Большие временные затраты для накопления необходимого количества КРК с целью формирования сцепа из 8–12 фитинговых платформ. Использование сцепов из меньшего количества платформ приводит к существенному увеличению расходов на перевозку одного КРК, так как затраты на эксплуатацию вагона с ДЭС практически не уменьшаются при сокращении фитинговых платформ в сцепе. Это снижает прибыль владельца сцепа.

2. Значительные затраты на обслуживание вагона с ДЭС (расходы на приобретение топлива, заработная плата механиков и т. д.) и поддержание его технического состояния (стоимость проведения плановых технических обслуживаний ТО и ремонтов Р более чем в 10 раз выше, чем для фитинговых платформ) также снижают прибыль владельца сцепа.

3. Существующий парк вагонов с ДЭС сильно изношен и эксплуатирующиеся сегодня вагоны подлежат списанию в 2021 г. Учитывая, что вагоны с ДЭС в настоящее время не производятся, перед собственниками сцепов фитинговых платформ стоит задача по обновлению парка вагонов с ДЭС. Эта проблема может быть решена двумя способами:

– заказ новых вагонов с ДЭС у производителей железнодорожного подвижного состава;

– проведение капитально-восстановительного ремонта (КВР) с продлением срока службы вагонов с ДЭС на вагоноремонтных заводах.

Следует отметить, что в обоих случаях возникает необходимость проведения обязательной сертификации вагонов с ДЭС.

■ E-mail: naumenko.sergey@vniizht.ru (С. Н. Науменко)

Несмотря на отмеченные недостатки, способ перевозки КРК сцепами получает все большее распространение. Он позволяет осуществлять доставку СПГ от «двери до двери», что исключает снижение их потребительских свойств ввиду отсутствия необходимости в их перегрузке из вагона в автомобиль. Компании-перевозчики имеют в собственности около 100 сцепов и достаточно успешно конкурируют на рынке перевозок СПГ с владельцами рефрижераторного подвижного состава.

С целью повышения эффективности перевозок КРК на фитинговых платформах специалистами ряда организаций предложено оснастить их системами автономного электроснабжения (САЭ) с генераторно-приводными установками (ГПУ) от оси колесной пары.

Анализ развития конструкций и исследования. В нашей стране впервые работы по созданию ГПУ для грузовых вагонов были проведены ОАО «ВНИИЖТ» совместно с Ростовским государственным университетом путей сообщения (РГУПС) и ЗАО НО «Тверской институт вагоностроения» (ЗАО НО «ТИВ») по заказу АО «Рефсервис». В процессе выполнения работы были разработаны ГПУ для рамных тележек КВЗ-И2 автономных рефрижераторных вагонов и фитинговых платформ в двух вариантах. Для первого варианта за основу был взят клиноременной привод от средней части оси колесной пары и вентильно-индукторный генератор мощностью 18–20 кВт, размещенный на раме тележки. ГПУ обеспечивала получение номинальной мощности при скоростях движения от 30 ± 5 до 120 км/ч. По этой схеме в ЗАО НО «ТИВ» была проведена модернизация тележки КВЗ-И2, оснащение ее ГПУ типа ТСО-20ТН мощностью 20 кВт для выполнения комплекса ходовых тягово-энергетических и эксплуатационных испытаний на сети железных дорог [3]. Для второго варианта за основу была взята моноблочная малообслуживаемая ГПУ с одноступенчатым зубчатым редуктором типа ASZA 475 от средней части оси колесной пары. Мощность установки от 32 до 40 кВт; она обеспечивала работу генератора, начиная со скорости движения вагона 20 км/ч [4, 5].

Следует отметить, что на сети железных дорог количество фитинговых платформ, установленных на рамных тележках КВЗ-И2, незначительно (несколько сотен), а производство новых на этих тележках прекращено. В связи с этим дальнейшие работы по совершенствованию ГПУ для рамных тележек были прекращены.

В то же время на зарубежных железных дорогах применение ГПУ для грузовых и специализированных вагонов получило широкое распространение. Наибольший интерес представляют приводы фирмы «Даусо» (США) для генераторов мощностью от 1 до 4 кВт.

Основой этих приводов является клиновой ремень, изготовленный специально для условий работы на железнодорожном транспорте. Ремень производится без оборточной ткани на рабочих поверхностях, что увеличивает коэффициент трения при скольжении ремня по шкивам. На внутренней поверхности ремня с целью уменьшения его изгибной жесткости нарезаются зубья, что позволяет устанавливать ремни на шкивы диаметром меньше стандартного без сокращения долговечности. Несущий слой ремня выполняется из высокопрочного синтетического корда, что значительно увеличивает прочность и снижает вытяжку ремня. Клинновой ремень с зубьями фирмы «Даусо» стоек к воздействию масла, влаги и резкому перепаду температур.

На рис. 1 показана схема двухступенчатой ГПУ от торца оси колесной пары, представленная в [6] в виде рекламной вставки. В этой ГПУ на торце оси колесной пары 12 с помощью специального узла крепится ведущий шкив клиноременной передачи I ступени 11. Ведомый шкив клиноременной передачи I ступени и ведущий шкив клиноременной передачи II ступени 3 представляют собой единый блок 7, жестко установленный с помощью оси 6 на подвижном основании 8, которое с помощью шарнирной опоры 1 крепится на боковой раме 13 тележки вагона. Натяжение F_{01} клиноременной передачи I ступени осуществляется пружинно-винтовым натяжным устройством 10.

Клиноременная передача состоит из трех стандартных клиновых ремней 9. Генератор 4 установлен на подвижных салазках 2, с помощью которых осуществляется натяжение F_{02} ремней 5 II ступени. Клиноременная передача II ступени состоит из двух стандартных клиновых ремней.

Значительное увеличение передаточного отношения позволило создать малогабаритный высокоскоростной генератор мощностью 4,5 кВт и разместить его на раме тележки. Этот привод показал в эксплуатации высокие технико-экономические показатели и производился фирмой «Даусо» (в различных модификациях) до начала XXI века.

Однако технологически установить на грузовую тележку привод достаточно сложно. Связано это с тем, что на литых несущих узлах трехэлементных грузовых тележек (рама боковая и надрессорный брус) выполнение механических и сварочных работ с целью установки дополнительного оборудования не предусмотрено. Рама боковая и надрессорная балка являются наиболее нагруженными узлами тележки, определяющими общую безопасность движения грузовых составов. Установка дополнительного оборудования методами сварки или механической обработки приведет к появлению дополнительных концентраторов напряжений и может отрицательно

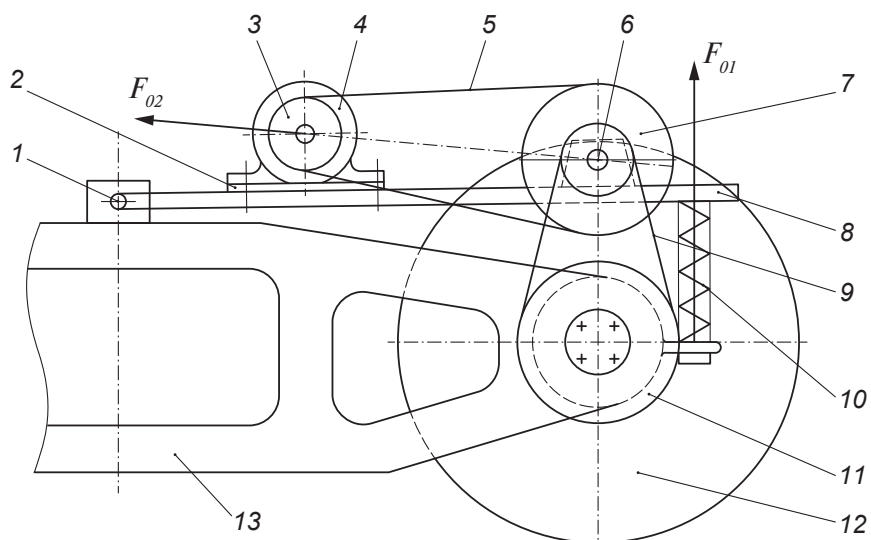


Рис. 1. Двухступенчатый текстропный привод от торца оси колесной пары:

1 — шарнирная опора; 2 — подвижные салазки; 3 — ведущий шкив клиноременной передачи II ступени; 4 — генератор; 5 — стандартные клиновые ремни II ступени; 6 — ось ведомого шкива клиноременной передачи I ступени; 7 — блок, объединяющий I и II ступени; 8 — подвижное основание; 9 — стандартные клиновые ремни I ступени; 10 — пружинно-винтовое натяжное устройство; 11 — ведущий шкив клиноременной передачи I ступени; 12 — колесная пара; 13 — боковая рама тележки вагона

Fig. 1. Two-stage V-belt drive from the end of the axis of the wheelset:

1 — hinged bearing; 2 — moving slides; 3 — driving pulley of V-belt transmission of the II stage; 4 — generator; 5 — standard V-belts of the II stage; 6 — axis of a conducted pulley of V-belt transmission of the I stage; 7 — block uniting the I and II stages; 8 — movable base; 9 — standard V-belts of the I stage; 10 — spring-tensioning device; 11 — driving pulley of V-belt drive of the I stage; 12 — wheelset; 13 — side frame of the car bogie

отразиться на величине сопротивления усталости литых деталей.

Таким образом, для трехэлементных грузовых тележек, состоящих из литых несущих узлов, установка ГПУ возможна только с креплением ее элементов к оси колесной пары и раме грузового вагона или фитинговой платформы. Впервые решение такой задачи опубликовано в работе [7], когда генератор через шарнирную подвеску связан с несущей конструкцией рамы вагона. Ведомые шкивы установлены на валу ротора по обе стороны генератора. Ведущие шкивы клиноременной передачи расположены на средней части оси колесной пары. Натяжное устройство клиноременных передач соединено одним концом с серединой корпуса генератора, а другим — с шарнирной подвеской [8].

Анализ конструкции приведенной ГПУ показал, что она имеет ряд недостатков, ограничивающих ее практическое использование на подвижном составе. Основными из них являются:

а) сложность замены ремней в эксплуатации, так как требуется подъемка вагона, выкатка тележки и выемка колесной пары из буксовых проемов;

б) недостаточная тяговая способность клиноременной передачи в скоростном диапазоне от 25 до 60 км/ч для съема с генератора требуемой мощности 20 кВт;

в) сложные системы обеспечения параллельности оси колесной пары и вала генератора (подвеска генератора к раме вагона, представляющая генератору возможность вращательно-колебательного движения

в горизонтальной плоскости) и обеспечение совпадения плоскостей вращения ведомого и ведущего шкива (соединение ведомого шкива с валом генератора шлицевым соединением, снабженным элементами трения качения).

Устранение сложности с заменой ремней в эксплуатации было решено в работе [9]. Авторами было предложено выполнять их разъемными, но при этом тяговая способность и долговечность САЭ должны были снизиться.

Совершенствование технических решений ГПУ для трехэлементных грузовых тележек было предложено в работе [10]. Основное отличие новой конструкции — наличие жесткой рамы, соединенной тягой с рамой вагона и с осью колесной пары посредством разрезных резиновых втулок и полого вала. На рис. 2 (а, б) приведена общая схема указанной ГПУ, состоящей из генератора 1 с валом 2, клиноременной передачи, ведущего шкива 3, ведомого шкива 4, ременной передачи 5 и натяжного устройства 6. Генератор установлен на жесткой раме 7, которая дополнительно введена в общую схему установки и расположена в подвагонном пространстве. Ведущий шкив 3 установлен на оси 8 колесной пары 9. Ведомый шкив 4 установлен на валу 2 генератора 1. Жесткая рама 7 соединена с одной стороны с хребтовой балкой 10 вагона посредством тяги 11, на концах которой установлены сферические шарниры 12 и 13, и с другой стороны с осью 8 колесной пары при помощи разрезных резино-

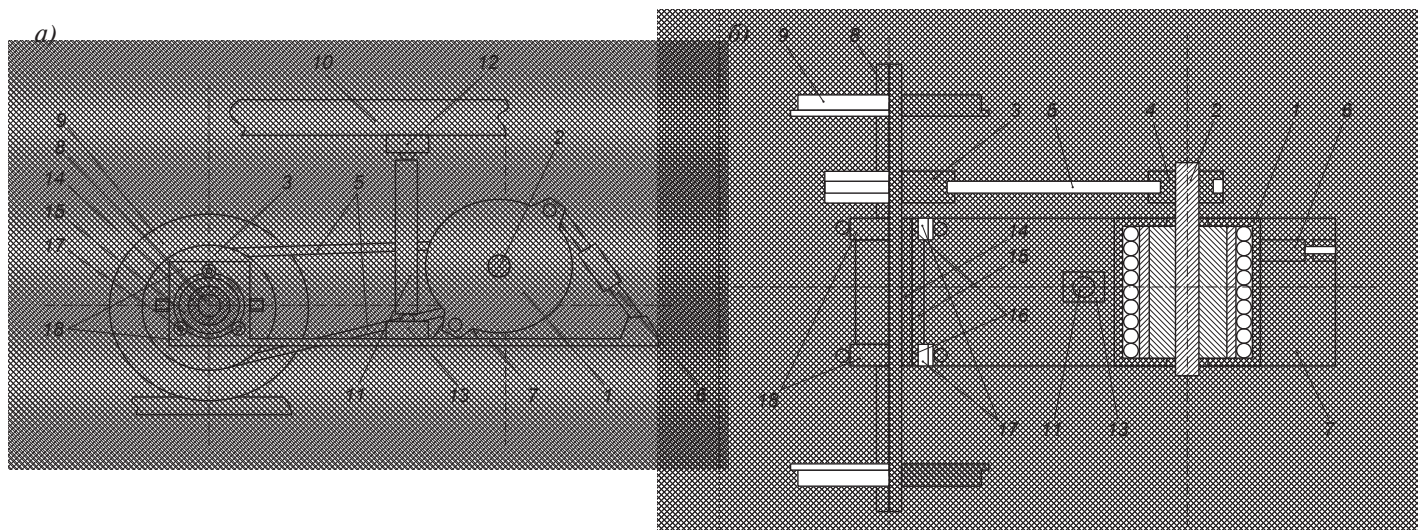


Рис. 2. Общая схема генераторно-приводной установки с жесткой рамой:

a — общий вид ГПУ; *б* — разрез ГПУ; 1 — генератор; 2 — вал; 3 — ведущий шкив; 4 — ведомый шкив; 5 — ременная передача; 6 — натяжное устройство; 7 — жесткая рама; 8 — ось колесной пары; 9 — колесная пара; 10 — хребтовая балка; 11 — тяга; 12, 13 — сферические шарниры; 14 — разрезные резиновые втулки; 15 — разрезной полый вал; 16 — концентрические проточки; 17 — ролики; 18 — разъемные опоры жесткой рамы

Fig. 2. General scheme of the generator-drive unit with a rigid frame:

a — general view of the GDU; *б* — section of the GDU; 1 — generator; 2 — shaft; 3 — the driving pulley; 4 — the driven pulley; 5 — belt drive; 6 — the tensioning device; 7 — rigid frame; 8 — axle of the wheelset; 9 — wheelset; 10 — spinal beam; 11 — traction; 12, 13 — spherical hinges; 14 — split rubber sleeves; 15 — split hollow shaft; 16 — concentric grooves; 17 — the rollers; 18 — split rigid frame supports

вых втулок 14, размещенных во внутренней полости разрезного полого вала 15.

Разрезные резиновые втулки 14 обеспечивают установку на оси 8 разрезного полого вала 15, имеющего в концевых частях концентрические проточки 16 для качения по ним на роликах 17 разъемных опор 18 жесткой рамы 7. Сферические шарниры 12 и 13 на концах упругой тяги 11 позволяют при колебаниях кузова вагона жесткой раме 7 занимать соответствующее положение относительно балки 10 вагона, тем самым не препятствуя колебаниям кузова и обеспечивая прохождение вагоном кривых участков пути.

Таким образом, использование жесткой рамы, соединенной с осью колесной пары и рамой вагона, позволяет обеспечить параллельность оси колесной пары и вала генератора и совпадение плоскостей вращения ведущего и ведомого шкивов.

К положительным качествам конструкций, приведенных в работах [7–10], следует отнести то, что авторы предложили для размещения ГПУ жесткую раму, которая одной стороной через подшипники опирается на ось колесной пары, а другой с помощью шарнирной тяги соединена с рамой вагона.

Все выше рассмотренные схемы тем не менее имеют один общий недостаток, который не позволяет в принципе создать ГПУ для генератора мощностью 16–20 кВт, используя только клиноременную передачу. Этим недостатком являются габаритные ограничения ходовых частей. Как ранее отмечалось, генератор должен отдавать мощность, начиная со скорости движения вагона 30 км/ч, а это соответствует 165 об/мин

колесной пары при максимальном диаметре колеса $D_k = 0,964$ м. Минимальная частота вращения генератора при полной нагрузке (генератор МГ-20.02.У2) равна 900 об/мин. Для этого передаточное отношение ременной передачи должно составить $U_0 = 5,4$. В соответствии с ГОСТ 1284-89 для клиновых ремней профиля «Б(В)» минимальный диаметр шкива должен быть 140 мм, а профиля «В(С)» — 200 мм. Умножая эти значения на передаточное отношение, соответственно получаем 756 и 1080 мм. По ограничениям габарита ходовых частей максимальный диаметр шкива, установленного на оси колесной пары, может быть не более 700 мм.

Результаты выполненного анализа конструктивных схем ГПУ для трехэлементных грузовых тележек показывают, что принципиально возможно создать конструкцию ГПУ без крепления ее элементов сваркой к литым деталям тележки. Наиболее предпочтительной является схема с использованием жесткой рамы для размещения генератора, которая с одной стороны опирается на ось колесной пары, а с другой стороны шарнирно подвешена к хребтовой балке фитинговой платформы. Недостатком и этой схемы является использование только клиноременной передачи. Учитывая значительные габаритные ограничения, максимальные кинематические параметры клиноременной передачи не позволят получить тягово-энергетические параметры ГПУ для требуемых условий работы, а именно номинальную мощность генератора при скорости движения платформы 30 км/ч.

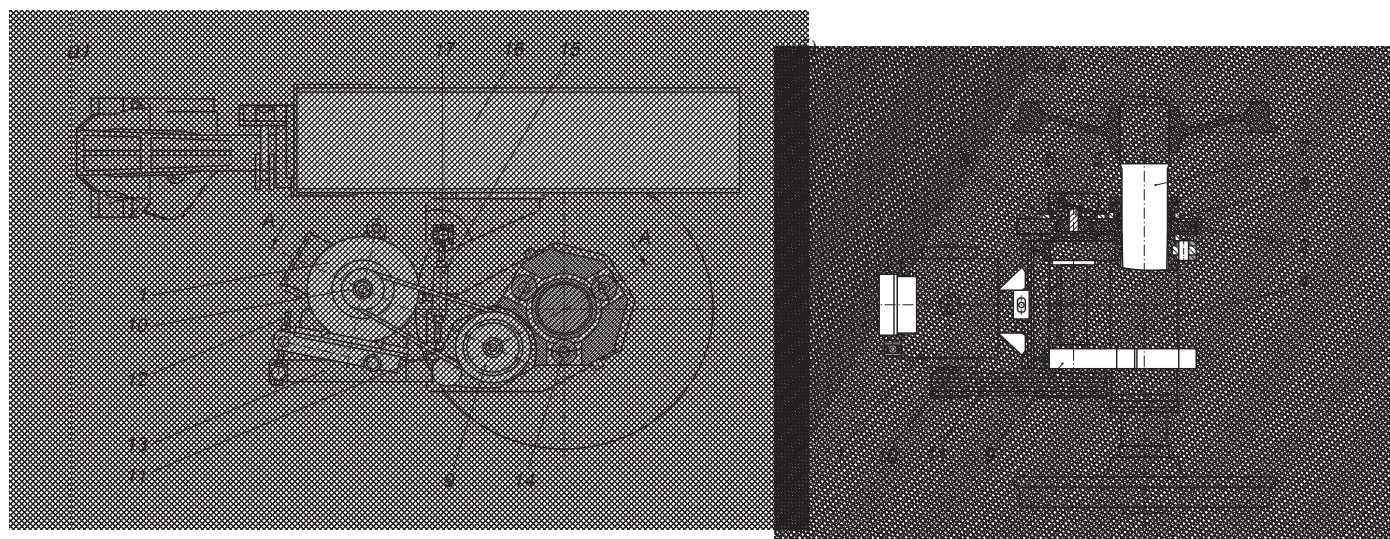


Рис. 3. Общая схема редукторно-текстропного привода:

a — общий вид РТП; *б* — разрез РТП; 1 — генератор; 2 — разъемное ведущее зубчатое колесо; 3 — ведомая шестерня; 4 — разъемный полый вал; 5 — промежуточный вал; 6 — механизм, вводящий 3 в зацепление с 2; 7 — ось колесной пары; 8 — разрезные резиновые втулки; 9 — ведущий шкив; 10 — ведомый шкив; 11 — ремни; 12 — натяжное устройство; 13 — жесткая рама; 14 — роликовые опоры; 15 — подвеска; 16 — рама вагона; 17 — сферические шарниры

Fig. 3. General scheme of reducer-V-belt drive:

a — general view of the RVBD; *б* — section of the RVBD; 1 — generator; 2 — splitting driving gear; 3 — driven gear; 4 — split hollow shaft; 5 — intermediate shaft; 6 — mechanism introducing 3 into adhesion with 2; 7 — axle of the wheelset; 8 — split rubber bushings; 9 — driving pulley; 10 — the driven pulley; 11 — belts; 12 — tensioning device; 13 — rigid frame; 14 — roller bearings; 15 — the suspension; 16 — frame of the car; 17 — spherical hinges

Как показал анализ развития ГПУ пассажирских вагонов, для выполнения этого условия обычно используют зубчатые редукторы с карданным валом и упруго-предохранительной муфтой или комбинацию зубчатого редуктора с клиноременной передачей. Последний вариант более предпочтительный, так как ременная передача позволяет оптимизировать передаточное отношение зубчатого редуктора за счет собственной доли в общем передаточном отношении ГПУ. Кроме того, клиноременная передача в силу физических принципов работы выполняет функции упруго-предохранительной муфты.

Разработка и испытания новой ГПУ. В связи с этим для ГПУ трехэлементных грузовых тележек было предложено применить редукторно-текстропный (РТ) привод от средней части оси колесной пары [11]. На рис. 3 представлена общая схема ГПУ с РТ приводом для трехэлементных грузовых тележек.

Привод выполнен двухступенчатым, в нем первая ступень представляет собой зубчатую передачу, состоящую из разъемного ведущего зубчатого колеса 2, сцепленного с ведомой шестерней 3. Зубчатое колесо 2 установлено на разъемном полой валу 4, ведомая шестерня 3 находится на конце промежуточного вала 5. Полюй вал 4 закреплен на оси 7 колесной пары вагона с помощью разрезных резиновых втулок 8, размещенных во внутренней полости полого вала 4.

Вторая ступень двухступенчатого привода представляет собой ременную передачу, состоящую из ведущего шкива 9, ведомого шкива 10, приводных

ремней 11 и натяжного устройства 12. Ведущий шкив 9 установлен на конце промежуточного вала 5, противоположном от установок ведомой шестерни 3 зубчатой передачи. Ведомый шкив 10 размещен на валу генератора 1.

Разрезные резиновые втулки 8 обеспечивают центровку полого вала 4 относительно оси 7 колесной пары и передачу момента от колесной пары на полюй вал 4. На концах вала 4 имеются концентрические проточки для качения по ним роликовых опор 14, установленных в жесткой раме 13, что позволяет колесной паре свободно вращаться относительно рамы 13 без радиальных и осевых смещений. Наличие сферических шарниров 17 в подвеске 15 и опирание жесткой рамы 13 на полюй вал 4 позволяют зубчатой и ременной передачам оставаться в своих плоскостях при прохождении вагоном криволинейных участков пути.

В соответствии с предложенной схемой специалисты ПКБ АО «ВНИИЖТ» и компании ООО «НОВЕКА» разработали комплекты конструкторской и технологической документации на САЭ от оси колесной пары трехэлементной грузовой тележки по ТУ 3183-006-01124336-2-14. В процессе разработки документации были оптимизированы параметры каждой ступени РТ привода. На основании результатов выполненных расчетов передаточное отношение зубчатой передачи составило 2,971, а клиноременной передачи — 1,785, что дает общее передаточное отношение 5,3.

Согласно разработанной документации был изготовлен опытный образец ГПУ, который прошел

предварительные испытания на производственной площадке ООО «НОВЕКА» [12]. На основании анализа результатов предварительных испытаний ГПУ была доработана и изготовлен второй опытный образец, который и был включен в полностью собранную САЭ, предъявленную для приемочных испытаний. Приемочные испытания проводились специалистами ЗАО НО «ТИВ» на специальном стенде, разработанном специалистами ПКБ АО «ВНИИЖТ» в соответствии с согласованной всеми причастными организациями «Программой и методикой предварительных и приемочных испытаний 1301.00.00.000ПМ». Система автономного электроснабжения от оси колесной пары трехэлементной тележки типа 2».

По итогам приемочных испытаний комиссия рекомендовала присвоить конструкторской документации на САЭ литеру О₁ и приступить к изготовлению установочной партии. В настоящее время ООО «НОВЕКА» проводит работы по изготовлению двух 60-футовых фитинговых платформ, оборудованных САЭ, с целью проведения пробеговых испытаний и по их результатам определения возможности сертификации данной продукции.

Выводы. 1. Анализ перевозки скоропортящихся грузов показал, что в настоящее время все более широкое распространение для их транспортировки получают крупнотоннажные рефрижераторные контейнеры. На железных дорогах для этих целей используют сцепы из фитинговых платформ и вагона с дизель-электростанцией. Данный способ перевозки имеет ряд недостатков, основными из которых являются: длительный период накопления КРК с целью формирования сцепа, значительные затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание вагонов с ДЭС, прекращение их производства и старение парка этих вагонов.

2. Показано, что с целью повышения эффективности специализированных контейнерных перевозок рекомендуется оснащать фитинговую платформу системой автономного электроснабжения с генераторно-приводной установкой от оси колесной пары тележек.

3. На основании выполненного анализа отечественных и зарубежных конструкций генераторно-приводных установок и результатов проведенных исследований для трехэлементных грузовых тележек типа 18-100 рекомендуется использовать двухступенчатый привод от оси колесной пары, состоящий из зубчатого одноступенчатого редуктора и клиноременной передачи, позволяющий достигнуть общего передаточного отношения 5,3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ворон О. А., Морчиладзе И. Г. Аспекты совершенствования железнодорожных перевозок СПГ в составе холодильной цепи // Транспорт Российской Федерации. 2014. № 1. С. 24–29.

2. Перспектива развития парка рефрижераторных вагонов и контейнеров / В. М. Анисимов [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. 2001. № 1. С. 44–48.

3. Генераторно-приводная установка автономных рефрижераторных вагонов и фитинговых платформ / О. А. Ворон [и др.] // Вестник РГУПС. 2009. № 2. С. 23–29.

4. Новая генераторно-приводная установка для пассажирских вагонов / А. Калиш [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2012. № 3. С. 42–43.

5. Ворон О. А., Самошкин С. Л., Семенов П. Ю. Фитинговые платформы с автономной системой электроснабжения — инновационный подвижной состав для перевозки скоропортящихся грузов // Транспорт РФ. 2015. № 3(58). С. 7–9.

6. Schienenfahrzeuge. 1987. № 3. Р. 14. Рекламная вставка.

7. Система автономного электроснабжения железнодорожных грузовых вагонов и/или платформ от оси колесной пары: пат. на полезную модель 97970 Рос. Федерация: МПК В60L1/00 / Бельчук Н. Е. [и др.]. № 2010122695; заявл. 04.06.2010; опубл. 27.09.2010. Бюл. № 27. 4 с.

8. Науменко С. Н., Теймуразов Н. С., Просеков А. В. Система автономного электроснабжения железнодорожных грузовых фитинговых платформ от оси колесной пары // Вагонный парк. 2013. № 1(70). С. 31–32.

9. Система автономного электроснабжения железнодорожных грузовых вагонов и/или платформ от оси колесной пары: пат. на полезную модель 129462 Рос. Федерация: МПК В 60L1/00 / Науменко С. Н., Теймуразов С. Н. № 2013111314/11; заявл. 14.03.2013; опубл. 27.06.2013. Бюл. № 14. 4 с.

10. Система автономного электроснабжения железнодорожных грузовых вагонов и/или платформ от оси колесной пары: пат. на полезную модель 105861 Рос. Федерация: МПК В 60L1/00 / Бельчук Н. Е. [и др.]. № 2011110162/11; заявл. 18.03.2011; опубл. 27.06.2011. Бюл. № 14. 6 с.

11. Система автономного электроснабжения железнодорожных вагонов или платформ: пат. на полезную модель 151404 Рос. Федерация: МПК В 60L1/00 / Буров В. В. [и др.]. № 2014116441/11; заявл. 24.04.2014; опубл. 10.04.2015. Бюл. № 15. 6 с.

12. Разработка генераторно-приводной установки для трехэлементных грузовых тележек фитинговых платформ / В. Г. Каргин [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. 2014. № 5. С. 44–49.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

КАРГИН Валентин Геннадьевич, заместитель руководителя Центрального территориального управления Федерального агентства железнодорожного транспорта, ФАЖТ

НАУМЕНКО Сергей Николаевич, д-р техн. наук, главный научный сотрудник, отдел «Тяговое электроснабжение», АО «ВНИИЖТ»

БУРОВ Валерий Валерьевич, заместитель генерального директора ООО «НОВЕКА»

ЧУВАШОВ Иван Николаевич, генеральный директор ООО «НОВЕКА»

САМОШКИН Сергей Львович, д-р техн. наук, начальник управления научно-технического обеспечения и развития, ЗАО НО «Тверской институт вагоностроения»

Статья поступила в редакцию 30.09.2016 г., актуализирована 16.02.2017 г., принята к публикации 06.03.2017 г.

Selection of the kinematic scheme and determination of the main characteristics of the generator-drive unit from the axis of the wheelset of a three-element freight bogie

V. G. KARGIN¹, S. N. NAUMENKO², V. V. BUROV³, I. N. CHUVASHOV³, S. L. SAMOSHKIN⁴

¹ Federal Railway Transport Agency (FAZHT), Moscow, 170003, Russia

² Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

³ LLC NOVEKA, Moscow, 119619, Russia

⁴ CJSC "Tverskoy Railway Car Building Institute" (CJSC NO "TIV"), Tver, 170003, Russia

Abstract. At present, large-capacity refrigerated containers (LCRC) are widely used for the transport of perishable goods. Transportation of such containers by rail is carried out by couplings of 10-12 fitting platforms and a car with diesel-electric power station. Analysis of this method of transporting large-capacity refrigerated containers by rail showed that it has a number of shortcomings that complicate the transportation process and increase the costs of the carrier (or perishable freight owner).

Reduction of costs for the transportation of LCRC can be achieved by equipping the fitting platforms with an autonomous power supply system with a generator-drive unit (GPU) from the axis of the wheel pair of the bogie. However, most of the fitting platforms are installed on three-piece freight bogies, and this creates certain difficulties when embedding the GPU into the undercarriage space.

Based on the performed analysis of domestic and foreign designs of generator-driven units and the results of studies for 18-100 three-element freight bogies, it is recommended to use a two-stage drive from the wheel pair axis consisting of a single-stage gear reducer and a V-belt drive, allowing to achieve a total gear ratio of 5,3.

According to the chosen scheme, design documentation was developed and two prototypes were made. Experimental samples of GPU with a two-stage drive passed preliminary and acceptance tests, according to the results of which it is recommended to make an installation batch. At present, two 60-foot fitting platforms equipped with an autonomous power supply system are being manufactured for the purpose of carrying out running tests.

Keywords: perishable cargo; large-capacity refrigerated container; fitting platform; autonomous power supply system; generator-drive unit; reducer-tekstrop drive; car with diesel-electric power station

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-2-110-116>

REFERENCES

1. Voron O.A., Morchiladze I.G. *Aspekty sovershenstvovaniya zheleznodorozhnykh perevozok SPG v sostave kholodil'noy tsepi* [Aspects of improving PG railway transportation as part of the refrigeration chain]. Transport Rossiyskoy Federatsii [Transport of Russian Federation], 2014, no. 1, pp. 24–29.
2. Anisimov V.M., Ekimovskiy I.P., Teymurazov N.S., Kulikov S.K. *Perspektiva razvitiya parka refrizheratornykh vagonov i konteynerov* [Prospects for the development of a fleet of refrigerated wagons and containers]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2001, no. 1, pp. 44–48.
3. Voron O.A., Samoshkin S.L., Samoshkin O.S., Solov'ev S.A. *Generatorno-privodnaya ustanovka avtonomnykh refrizheratornykh vagonov i fitingovykh platform* [Generating and driving installation of autonomous refrigerated wagons and fitting platforms]. Vestnik RGUPS, 2009, no. 2, pp. 23–29.
4. Kalish A., Kuz'kin V.I., Samoshkin S.L., Skachkov A.N. *Novaya generatorno-privodnaya ustanovka dlya passazhirskikh vagonov* [New generator-drive unit for passenger cars]. Zheleznodorozhnyy transport [Railway transport], 2012, no. 3, pp. 42–43.

5. Voron O.A., Samoshkin S.L., Semenov P.Yu. *Fitingovye platformy s avtonomnoy sistemoy elektrosnabzheniya – innovatsionnyy podvizhnoy sostav dlya perevozki skoroprotayashchikh-sya gruzov* [Fittings with autonomous power supply system – innovative rolling stock for the transport of perishable goods]. Transport Rossiyskoy Federatsii [Transport of Russian Federation], 2015, no. 3 (58), pp. 7–9.

6. Schienenfahrzeuge. 1987, no. 3, p. 14 (advertisement in German).

7. Bel'chuk N.E. *The system of autonomous power supply of railway freight cars and/or platforms from the axis of the wheel pair*. Patent for utility model № 97970, 2010 (in Russ.).

8. Naumenko S.N., Teymurazov N.S., Prosekov A.V. *Sistema avtonomnogo elektrosnabzheniya zheleznodorozhnykh gruzovykh fitingovykh platform ot osi kolesnoy pary* [The system of autonomous power supply of railway freight fitting platforms from the axis of the wheel pair]. Vagonnyy park [Car fleet], 2013, no. 1 (70), pp. 31–32.

9. Naumenko S.N., Teymurazov N.S. *System of autonomous power supply of railway freight cars and/or platforms from the axis of the wheelset*. Patent for utility model № 129462, 2013 (in Russ.).

10. Belchuk N.E. *System of autonomous power supply of railway freight cars and/or platforms from the axis of the wheelset*. Patent for utility model № 105861, 2011 (in Russ.).

11. Burov V.V. *Autonomous power supply system for railway wagons or platforms*. Patent for utility model № 151404, 2015 (in Russ.).

12. Kargin V.G., Naumenko S.N., Burov V.V., Chuvashov I.N., Samoshkin S.L. *Razrabotka generatorno-privodnoy ustanovki dlya trekh-elementnykh gruzovykh telezhek fitingovykh platform* [Development of a generator-drive unit for three-element freight bogies of fitting platforms]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2014, no. 5, pp. 44–49.

ABOUT THE AUTHORS

Valentin G. KARGIN,
Deputy Head of Central Territorial Administration
of the Federal Agency for Railway Transport (FAZHT)

Sergey N. NAUMENKO,
Dr. Sci. (Eng.), Chief Researcher of the Department
"Traction power supply", JSC "VNIIZhT"

Valeriy V. BUROV,
Deputy General Director of LLC "NOVEKA"

Ivan N. CHUVASHOV,
General Director of LLC "NOVEKA"

Sergey L. SAMOSHKIN,
Dr. Sci. (Eng.), Head of the Department of Scientific and
Technical Support and Development, CJSC "Tverskoy Institute
of Railway Car Building"

Received 30.09.2016

Revised 16.02.2017

Accepted 06.03.2017

■ E-mail: naumenko.sergey@vniizht.ru (S. N. Naumenko)