

Обоснование направлений повышения эффективности функционирования лесовозных автопоездов

И. Р. Шегельман, В. И. Скрыпник, А. В. Кузнецов, А. С. Васильев

В России и за рубежом ведутся исследования, направленные на повышение эффективности функционирования автопоездов для перевозки грузов в различных отраслях народного хозяйства, включая лесную промышленность [1], [2], [3], [4] и др. Применение автопоездов, для перевозки грузов в различных отраслях народного хозяйства, в сравнении с использованием одиночных автомобилей позволяет в 1,5-2,0 раза повысить производительность и значительно снизить себестоимость перевозок.

Современные большегрузные автомобили, используемые в качестве тягачей в автопоездах различного назначения, в России и за рубежом, как правило, имеют мощность двигателя (400 – 500 л.с.), что позволяет развивать значительное тяговое усилие, обеспечивающее трогание с места и движение автопоездов на дорогах с нормальным состоянием покрытия. Однако на дорогах низких категорий и в условиях бездорожья автопоезда даже на базе автомобилей высокой проходимости со всеми ведущими колесами при комплектации их четырехосными прицепами имеют слабую проходимость из-за недостаточного тягового усилия по сцеплению. Исследованиями [5], [6] доказано, что в таких условиях коэффициент сцепного веса, определяемый как отношение массы автопоезда, приходящейся на ведущие колеса к общей массе автопоезда должен быть не менее 0,6. У автопоездов с четырехосным прицепом на базе автомобилей с колесной формулой 6×6 коэффициент сцепного веса не превышает 0,4, а у автопоездов с трехосным полуприцепом – 0,56, что исключает их эксплуатацию в тяжелых дорожных условиях. Особенно остра необходимость повышения проходимости автопоездов на лесозаготовках, где древесину с лесных участков на нижние лесосклады и лесопотребителям вывозят как по магистральным дорогам лесозаготовительных предпри-

ятий и дорогам общего пользования, так и по временным дорогам (веткам и усам), которые, как правило, имеют упрощенные покрытия [7], [8].

Поэтому конструкция трансмиссии лесовозного автопоезда должна обеспечивать его эффективное функционирование как при движении с высокой скоростью по магистральным дорогам, так и при движении с небольшой скоростью по труднопроходимым участкам дорог. До настоящего времени на лесозаготовках широко применяется двухступенчатая вывозка леса, при которой сортименты из лесосеки доставляются к промежуточному пункту у магистральной дороги одиночными автомобилями или легкими автопоездами, где перегружаются на автопоезда, имеющие высокую грузоподъемность, высокие динамические и скоростные качества, но недостаточную проходимость для работы на временных дорогах, имеющих упрощенное дорожное покрытие или, при дефиците дорожно-строительных материалов, строящихся без них. При двухступенчатой вывозке на 30 – 40 % повышаются затраты на транспортировку леса.

Ранее нами предложена защищенная в Российской Федерации и Республике Беларусь конструкция автопоезда с механическим приводом четырехосного прицепа [9], [10], [11]. Его особенность – использование в качестве заднего моста автомобиля-тягача и переднего моста активного прицепа используется стандартный мост автомобиля тягача с проходным валом. Крутящий момент от заднего моста автомобиля-тягача передается к ведущему переднему мосту прицепа через карданные валы, которые на оси сочленения автомобиля-тягача и прицепа соединены карданным шарниром. За счет этого механический привод прицепа сохраняет свою работоспособность при изменении угла движения тягача относительно прицепа, происходящего при движении автопоезда по неровной дороге, движении на подъем и спуск, а также при поворотах.

Важной отличительной особенностью является также наличие двух управляемых из кабины водителя муфт, которые установлены между карданным валом и задним мостом тягача и вторым карданным валом перед перед-

ним мостом прицепа. В качестве переднего ведущего моста прицепа и заднего ведущего моста тягача используются стандартные мосты с проходным валом автомобиля-тягача. Указанные муфты включаются при движении с небольшой скоростью на низших передачах, когда тягового усилия по сцеплению не хватает, в результате чего происходит активизация приводных колес прицепа и проходимость автопоезда увеличивается. После прохождения плохого участка дороги данные муфты отключаются, в результате чего карданные валы не будут вращаться. Отключение муфты расположенной между передним валом и задним мостом тягача исключает передачу крутящего момента заднего моста тягача, а отключение второй муфты позволяет предотвратить вращение карданных валов с приводом от колес прицепа.

При применении данной конструкции трансмиссии с механическим приводом колес двух передних осей прицепа, колесная формула автопоезда вместо 14×6 будет 14×10 , а коэффициент сцепного веса с 0,4 увеличится до 0,7, что вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к лесовозным автопоездам, эксплуатирующимся на всех категориях лесовозных дорог. На автопоезд высокой проходимости с активным прицепом получены патенты на полезную модель Российской Федерации и Республики Беларусь.

В настоящее время для вывозки леса в сортиментах широко используются как автопоезда в составе автомобиля-тягача и прицепа, так и автомобиля-тягача и полуприцепа.

В России автопоезда с полуприцепами комплектуются в основном на базе автомобилей-тягачей с колесной формулой 6×6 ; допускается комплектация на базе автомобилей 6×4 . Полуприцепы применяются двухосные и трехосные, в отдельных случаях применяются и четырехосные. При применении базовых автомобилей 6×6 , колесная формула автопоездов с перечисленными типами полуприцепов, 6×10 , 6×12 , 6×14 , а коэффициент сцепного веса 0,56, 0,46 и 0,4. То есть во всех вариантах компоновки коэффициент сцепного веса недостаточен для эффективной эксплуатации автопоездов [12].

Компанией НАМИ-Сервис и заводом Трансмаш разработана и представлена на испытание опытная модель автопоезда с активным полуприцепом. Полуприцеп грузоподъемностью 50 т имеет 4 ведущих моста. Привод силовой установки полуприцепа производится от автомобильного двигателя мощностью 360 л.с., установленного на прицепе. Двигатель вращает насосы высокого давления и гидромотор-редукторы, от которых приводятся в действие ведущие мосты прицепа. При этом сложно управлять одновременно двумя двигателями автопоезда (двигатель автомобиля-тягача и двигатель, установленный на полуприцепе) с достаточной точной регулировкой по оборотам, а дополнительный двигатель будет использоваться только при передвижении автопоезда в тяжелых дорожных условиях и в условиях бездорожья.

Известна конструкция привода колес полуприцепа активного автопоезда, в которой ведущие колеса полуприцепа приводятся в движение механической передачей [13]. Привод колес полуприцепа активного автопоезда содержит два установленных друг за другом карданных вала, связанных между собой соединительным устройством, выполненным в виде пневматической муфты, и передающих крутящий момент от раздаточной коробки к ведущим колесам. Однако при отключении пневматической муфты, крутящий момент на колеса полуприцепа перестает подаваться (полуприцеп перестает быть активным), но при этом карданный вал, приводимый в движение за счет вращения колес полуприцепа, постоянно вращается, что приводит к снижению срока его службы, необоснованным потерям мощности и появлению дополнительных динамических нагрузок.

Предлагаемая новая конструкция автопоезда с активным полуприцепом содержит автомобиль-тягач, соединенный с помощью сцепного устройства с активным полуприцепом. Крутящий момент от двигателя тягача через коробку передач, раздаточную коробку и карданные валы передается к ведущим колесам тягача. Крутящий момент от карданного вала через карданный шарнир, ось которого совпадает с осью седельного устройства, при помощи

которого соединяются полуприцеп и автомобиль-тягач, карданный вал передается к ведущим колесам активного полуприцепа.

В качестве ведущего моста полуприцепа используется стандартный мост автомобиля-тягача, что позволяет обойтись без дополнительного редуктора для обеспечения равенства оборотов на колесах автомобиля-тягача и прицепа. Между входным карданным валом и входным валом, а также между карданным валом и входным валом ведущего моста полуприцепа установлены пневматические муфты, управление которыми осуществляется водителем из кабины автомобиля-тягача. Первая пневматическая муфта дает возможность включать и выключать привод активного полуприцепа, вторая – позволяет отключать карданный вал от входного вала ведущего моста активного полуприцепа.

Таким образом, при движении со значительной скоростью на участках с благоприятными дорожными условиями, имеется возможность передавать мощность и крутящий момент только на колеса автомобиля и исключить вращение карданных валов от колес прицепа, что исключит потери мощности в трансмиссии, приводящей в действия колеса полуприцепа, и дополнительные динамические нагрузки.

Чтобы уменьшить отклонение траектории движения колес полуприцепа от траектории движения колес задней тележки автопоезда целесообразно использовать крестовую сцепку, которая широко применяется при вывозке леса в хлыстах автопоездами в составе автомобиля-тягача и роспуска. В этом случае колеса роспуска движутся практически по колее автомобиля-тягача.

Высокопроходимые автопоезда могут формироваться на базе автомобилей с колесной формулой 6×6 и двухосных полуприцепов с обеими ведущими осями, а также трехосных и четырехосных полуприцепов с двумя ведущими осями с колесной формулой, соответственно 10×10 , 10×12 и 10×14 и коэффициентом сцепного веса 1, 0,82 и 0,70. Таким образом, все эти автопоезда пригодны для вывозки леса по дорогам всех категорий и позволяют

упразднить двухступенчатую вывозку леса. Автопоезд 10×10 с коэффициентом сцепного веса 1 может успешно эксплуатироваться не только на дорогах всех категорий, имеющих покрытие и без него, но и в условиях бездорожья. Достаточно эффективны на вывозке леса и автопоезда на базе автомобиля 6×4 при комплектации их двух и трехосным полуприцепами с двумя ведущими осями. Коэффициенты сцепного веса этих автопоездов, соответственно, 0,87 и 0,71.

Для повышения проходимости автопоезда с четырехосным полуприцепом можно все 4 оси полуприцепа сделать приводными. Для этого предлагается схема автопоезда в которой в сравнении с двухосной компоновкой длина полуприцепа увеличивается на 3,5-4 м, что позволит загружать вместо двух шестиметровых пачек сортиментов три, повысив в 1,5 раза грузоподъемность автопоезда. В качестве заднего моста тягача и двух мостов активного полуприцепа используются стандартные мосты автомобиля-тягача с проходным валом. Крутящий момент от двигателя передается к переднему мосту активного полуприцепа по той же схеме, что и при использовании двухосного активного полуприцепа. От проходного вала переднего моста полуприцепа крутящий момент передается на второй (задний) мост полуприцепа. Таким образом, при использовании в качестве тягача автомобиль с колесной формулой 6×6 коэффициент сцепного веса равен 1, колесная формула автопоезда 14×14 при использовании автомобиля-тягача с колесной формулой 6×4 коэффициент сцепного веса 0,91.

Таким образом, автопоезда с четырехосным полноприводным полуприцепом могут эффективно использоваться в любых дорожных условиях, по проходимости и эксплуатационным показателям, превосходя автопоезда с четырехосным активным прицепом.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

Литература:

1. Крупко А. М. Анализ зарубежных исследований процессов функционирования лесовозных автопоездов // Инженерный вестник Дона. 2013. т. 25. № 2. <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1630>
2. Методика оптимизации транспортно-технологического освоения лесосырьевой базы с минимизацией затрат на заготовку и вывозку древесины / И. Р. Шегельман, А. В. Кузнецов, В. И. Скрыпник, В. Н. Баклагин // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. – 2012. – № 4. – Т. 2. URL: <http://ivdon-ror.headmade.locum.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1284>
3. Matthews D. M. Cost Control in the Logging Industry. Текст / D. M. Matthews // McGraw-Hill, New York, 1942. – 138 p.
4. Weintraub A., Church R. L., Murray A. T., Guignard M. Forest management models and combinatorial algorithms: analysis of state of the art. Annals of Operations Research 96, 2000. – pp. 271–285.
5. Немцов В. П., Шестаков Б. А. Эксплуатация автомобильного транспорта на лесозаготовительных предприятиях. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 272 с.
6. Шегельман И. Р., Скрыпник В. И., Кузнецов А. В., Пладов А. В. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация. – СПб.: ПРОФИКС, 2008. – 304 с.
7. Шегельман И. Р. Эффективная организация автомобильного транспорта леса: монография / И. Р. Шегельман, В. И. Скрыпник, А. В. Кузнецов. – Петрозаводск, Изд-во ПетрГУ, 2007. – 288 с.
8. Моделирование движения лесовозных автопоездов на ПЭВМ : монография / И. Р. Шегельман, В. И. Скрыпник, А. В. Пладов, А. Н. Кочанов, А. В. Кузнецов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 234 с.
9. Шегельман И. Р. Обоснование технических решений по созданию высокопроходимого лесовозного автопоезда [текст] / И. Р. Шегельман, В. И.

Скрыпник, А. С. Васильев // Транспортное дело России. Вып. 7 (92). Москва, 2011. – С. 64-66

10. Пат. 109730 Российская федерация, МПК7 В 62 D 53/00. Автопоезд высокой проходимости с активным прицепом / Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Васильев А.С.; заявитель и патентообладатель Петрозаводский государственный университет. – № 2011123549/11; заявл. 09.06.2011; опубл. 27.10.2011. Бюл. № 30.
11. Пат. 8427 Республика Беларусь, МПК7 G 21 F 5/00. Автопоезд высокой проходимости / Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Васильев А.С.; заявитель и патентообладатель Петрозаводский государственный университет. – № U20111010; заявл. 09.12.2011 ; опубл. 03.05.2012.
12. Новый взгляд на активный автопоезд. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gruzovikpress.ru/article/news/2013_05_A_2013_05_22-10_26_53. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
13. Пат. 2167779 Российская федерация, МПК7 В 62 D 53/00. Привод колес полуприцепа активного автопоезда / Павлов В. А., Ковалев В. В.; заявитель и патентообладатель 21 НИИИ АТ Минобороны России. – № 99127521/28; заявл. 22.12.1999; опубл. 27.05.2001.