

*Задворнов В. Ю.,
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет,
начальник лаборатории кафедры Автомобильные дороги и мосты*

*Бургонутдинов А. М.,
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет,
профессор кафедры Автомобильные дороги и мосты, д.т.н.*

**УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОВОЗНОЙ
ТЕХНИКИ В СЛОЖНЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ**

Аннотация: Работа посвящена разработке устройства, выполненного с использованием пескоструйного аппарата, для увеличения коэффициента сцепления колеса строительных и дорожных машин и коммунальной техники с поверхностью дорожного покрытия и повышения надежности перемещения техники в сложных погодных условиях. Изготовлен опытный образец противобуксовочной установки и проведено испытание на функционирование в пилотных условиях с имитацией подключения к пневмоколесному экскаватору через подключение к стационарному воздушному компрессору.

Ключевые слова: автомобиль, устройство, коэффициент сцепления, коэффициент скольжения, пескоструйный аппарат, устойчивость, пневмоколесный экскаватор, шасси, дорожное покрытие, снежно-ледяное образование.

*Zadvornov V. Yu.,
Perm national research polytechnic university,
Head of Laboratory of the Department of Highways and Bridges*

*Burgonutdinov A. M.,
Perm national research polytechnic university,
Professor of the Department of Highways and Bridges,
Doctor of Technical Sciences*

INSTALLATION FOR TIMBER OPERATION TECHNIQUES IN DIFFICULT ROAD CONDITIONS

Abstract: Work is devoted to development of the device executed with use of the sanding device for increase in coefficient of coupling of a wheel of construction and road cars and municipal equipment with a surface of a paving and increase of reliability of movement of equipment in difficult weather conditions. The prototype installation is made and test for functioning in pilot conditions with imitation of connection to the pneumowheel excavator through connection to the stationary air compressor is carried out.

Keywords: car, device, coupling coefficient sliding coefficient, sanding device, stability, pneumowheel excavator, chassis, paving, snow ice formation.

В работе рассматривается применение противо-пробуксовочной установки (ППУ) в Пермском крае, учитывая особенности температурной зоны и длительность зимнего периода. Согласно Постановлению Госстроя РФ от 19.06.2001 № 61 зимний период в Пермском крае длится с 25 ноября по 10 апреля, в данный промежуток времени на всей территории Пермского края дорожное движение затрудняется из-за ухудшения погоды, вследствие чего дорожное полотно покрывается мокрым или уплотненным снегом, а местами и льдом, что влечет за собой уменьшение сцепления колеса транспортных средств (ТС) с поверхностью дорожного покрытия.

Для увеличения коэффициента сцепления колеса ТС с дорогой и повышения надежности перемещения машин в сложных погодных условиях предлагается использовать ППУ, устанавливаемую на надрамник машины

либо на шасси с возможность ручного и автоматического управления для подачи абразивного материала пол ведущие колеса строительной, дорожной и коммунальной техники на пневмоколесном ходу [1-5].

Данная проблема распространена на большей части регионов России и других стран. Проведенный опрос среди водителей крупной строительной техники о необходимости применять противобуксовочную установку (ППУ) показал, что в зимний период при совершении рейсов даже на хорошо изученной трассе зачастую возникают проблемы с дорожным покрытием, что влечет за собой потерю сцепления колес с дорогой, потерю контроля над управлением ТС с последующим заносом.

На крутом подъеме с обледенелым участком трассы также возникает потеря сцепления колес с дорогой, что приводит к остановке, образованию затора и пробки.

В связи с этим разработка противобуксовочной установки является актуальной, так как дорожные службы не всегда успевают следить за состоянием дорог должным образом из-за больших масштабов и общей протяженности дорог и допускают образование наледи на дорожном покрытии или накатанного снега, что приводит к уменьшению коэффициента сцепления колеса с дорогой. Данную проблему ежегодно можно наблюдать на дорогах нашей страны с октября по апрель.

Цель исследований: обеспечение безопасности дорожного движения за счет повышения сцепления грузовых и специальных автомобилей с дорожным покрытием на основе разработки проти-вопробуксовочного устройства с использованием пескоструйного аппарата для увеличения коэффициента сцепления колеса с дорогой.

Теоретическая значимость работы определяется совершенствованием методов исследования безопасности дорожного движения при необеспеченном коэффициенте сцепления колеса лесовозного автопоезда с дорожным покрытием.

Практическая ценность и реализация результатов работы заключаются

в разработке портативного средства распределения фрикционных материалов для повышения коэффициента сцепления колес, позволяющего снизить аварийность и повысить пропускную способность лесовозной дороги.

Методы и средства исследований: методы обеспечения безопасности дорожного движения, методы экспериментальных исследований и обработки статистических данных, полигонные испытания автомобилей, стендовые испытания «Карусель-2» МАДИ, лаборатория дорожно-строительных материалов ПНИПУ.

Объект исследования: лесовозный автопоезд, транспортное средство для перевозки лесных грузов, система обеспечения коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием при зимнем содержании.

Предмет исследования: эксплуатационный материал, методы технического нормирования, подбора состава материала, регулирования функциональных, технологических и эксплуатационных свойств материала.

Безопасность движения определяется требованиями коэффициента сцепления (регулируется по шероховатости после распределения, составу и вариации компонентов).

Для разработки противобуксовочной установки необходимо выбрать базовый автомобиль (являющийся предметом исследования) для выполнения построения пространственной модели и выполнения числовых расчетов, для дальнейшей сборки и установки ППУ на пневмоколесном шасси ТС.

В качестве базового ТС предложено использовать лесовозный автопоезд КаМАЗ на пневмоколесном ходу.

Выбор автопоезда обоснован имеющейся у него коробкой отбора мощности (КОМ) с двумя выходами для подключения двух воздушных компрессоров, что позволит подключить противобуксовочную установку к имеющемуся дополнительному компрессору без использования пневмосистемы тормозного контура.

От КОМ зависит выбор дополнительного оборудования и предполага-

емых задач. Учитываются параметры по эксплуатации, качество и простота монтажа. К коробке отбора мощности подсоединяют различные механизмы, нуждающиеся в приводе, передающие усилие на требуемый агрегат. Технические требования определяют параметры устанавливаемого оборудования.

Как и вся пневмоколесная техника, автопоезда КаМАЗ могут подвергаться влиянию природных условий, а именно в зимний период, когда дороги покрываются снегом или льдом, машина может потерять сцепление с дорогой из-за низкого коэффициента сцепления, вследствие чего увеличиваются тормозной путь при торможении и вероятность пробуксовки колес при подъеме в юру. В итоге автопоезд под своим весом начинает стаскиваться вниз, тащить на обочину, разворачивать поперек проезжей части, тем самым создается препятствие другим участникам дорожного движения.

Все мы не раз видели перегоревшую дорогу машину, но, зачастую, это не вина водителя. Такое может случиться с каждым.

Одни водители перед крутым подъемом заранее надевают на колеса противобуксовочные цепи или ремни. Другие водители в надежде на свой опыт стараются преодолеть обледенелый участок без каких-либо дополнительных приспособлений, а третьи надеются на современные электрогидравлические и пневматические системы. Такие, как система Rotogrip, где при помощи пневмопривода приводится в соприкосновение кольцо с цепями и шина колеса ТС.

При езде по заснеженной дороге кольцо начинает вращаться. Благодаря возникновению центробежных сил отрезки цепей достигают горизонтального положения в пространстве и все время как бы забрасываются под колеса автомобиля, обеспечивая повышение сцепления колеса с дорогой. После проезда по сложному участку дороги водитель выключает устройство и движется в штатном режиме. Увы, гарантий на успешный подъем не остается ни при одном из названных способов. В любой момент колеса машины могут потерять сцепление с дорожным покрытием, и при движении в гору ТС остановится, вследствие пробуксовки не сможет двигаться дальше. При торможе-

нии лесовозный автопоезд может занести.

Для предотвращения потери сцепления с дорожным покрытием предложена противопробук-совочная установка.

Для увеличения коэффициента сцепления колеса с дорогой на сегодняшний день разработано множество устройств, но все они не могут постоянно выполнять свою задачу либо из-за неудобства монтажа, либо вследствие своей высокой стоимости.

В работе предложена противопробуксовочная установка, работающая по принципу пескоструйного аппарата, который используется при абразивоструйной обработке металлических поверхностей, где мелкие абразивные частицы ускоряются из пескоструйного аппарата при помощи энергии сжатого воздуха.

Принцип работы пескоструйного аппарата состоит в процессе смешивания двух сред, в которой одна из двух – воздух. Находясь под высоким давлением, он действует на другую среду – песок, перемещая его в заданном направлении. Называется этот процесс эжекцией.

Из компрессора под высоким давлением подается сжатый воздух, который подхватывает песчаные частицы и разгоняет их до скорости 30 ... 40 м/с. Через сопло песок попадает на обрабатываемую поверхность.

Также в конструкцию входят: шланги определенного диаметра, кабели для подключения к электросети и средства защиты. Наиболее важным элементом можно считать сопло, которое изготавливают из карбидвольфрама. По причине недолговечности не рекомендуется использовать керамические и чугунные сопла.

ПЛ бывают трех типов, наиболее распространенные из них: вакуумные и основанные на принципе всасывания – эжекции, из которых в качестве аналога решено выбрать второй тип, исходя из простоты конструкции и надежности работы.

Первый тип работает по гравитационному принципу. Над абразивным материалом (песком) и под ним давление одинаковое. Через дозатор зерна

песка попадают в поток воздуха.

У аппарата второго типа зерна через стояк и дозировочное устройство (изогнутый трубопровод) и специальное сопло принудительно подаются в шланг аппарата. Около 95 % всех приборов, которые используются в пескоструйных работах, имеют большой объем и работают по гравитационному принципу.

Залогом эффективного функционирования ППУ является сопло, которое обеспечит стабильный расход и равномерное распределение абразивного материала (песка) по траектории накатывание колеса.

Выбор сопла, а именно диаметра сечения выходного отверстия, имеет такое же важное значение, как и выбор воздушного компрессора, который обеспечивает работу и ПА, и противо-пробуксовочной установки. Сопло должно рассматриваться как штучный инструмент при работе с ПЛ и ППУ.

Сопло определяется в зависимости от имеющегося количества воздуха, по правилу: "Мощность струи воздуха с абразивным материалом (песком) прямо пропорциональна имеющемуся в ресивере объему воздуха, который проходит через сечение в сопле под высоким давлением".

Следовательно, используя сопло с сечением выходного отверстия диаметром 6 мм, можно достичь среднего расхода воздуха с абразивным материалом в размере 8,3 мм³/с, а при использовании сопла размером 9,5 мм расход составит уже 18,3 мм³/с

Для противо-пробуксовочной установки решено использовать короткое сопло, которое отличается от других сложной геометрической формой, благодаря чему скорость материала на выходе увеличивается в 2 раза.

Противо-пробуксовочная установка предназначена для увеличения коэффициента сцепления колеса с дорогой во время езды по скользкой, заснеженной или мокрой дороге.

Установка, размещенная на жестком кронштейне, который крепится на раму или подрамник машины при помощи четырех стремянок, подсоединяется к дополнительному воздушному компрессору, установленному на ко-

робке отбора мощности для обеспечения подачи в ресивер противопробуксовочной установки сухого воздуха. Прежде чем попасть в ресивер, воздух должен пройти через влагоосушитель.

Противопробуксовочное оборудование, установленное на раму лесовозного автопоезда, управляется автоматически от антиблокировочной системы АБС (установка должна использоваться при торможении, в случае, когда колеса машины, находящиеся на скользкой поверхности, теряют сцепление, противопробуксовочная установка автоматически подает смесь под колеса машины, повышая коэффициент сцепления колес с дорогой) либо механически при пробуксовке колес, когда водитель заранее может оценить состояние дорожного покрытия. В этом случае водитель вручную включает подсыпку абразивного материала под траекторию накатывания колеса машины.

Противопробуксовочная установка выполняется из двух резервуаров с песком, расположенных симметрично на кронштейне относительно ресивера. К ресиверу обеспечен подвод воздуха от воздушного компрессора, установленного на КОМ.

В ресивер воздух поступает сухой, так как между ресивером и компрессором устанавливается влагоосушитель, также сама конструкция ресивера не позволяет проникать влаге в рабочие пневморукава.

Для наполнения ресивера воздухом до определенного давления и защиты ресивера от деформаций и разрушения предусмотрены механические клапаны. Обратный клапан установлен на входе в ресивер, а защитный клапан для сброса воздуха при давлении выше нормы встраивается на выходе из ресивера. Также на выходе из ресивера устанавливается манометр для контроля работы пневмосистемы, позволяющий определить работу защитного клапана и работу компрессора в случае его отказа.

После манометра устанавливается тройник, от которого расходятся шланги в армированной оплетке, входящие в тройники, установленные на электромагнитных заслонках в нижней части резервуаров с песком. Элек-

тромагнитные заслонки одновременно с электромагнитным клапаном, установленным между манометром и тройником, управляемые водителем транспортного средства, открываются на отрегулированный угол.

После открытия заслонок, установленных на резервуарах с песком, песок или любой другой абразивный материал размером не более 1 мм начинает сыпаться к тройнику, куда в этот же момент с высокой скоростью подается сжатый воздух, который, подхватывая абразивные частицы, несет их в воздушном потоке по рукавам, присоединенным к тройникам на резервуарах с песком. После преодоления рукавов песквоздушная смесь вырывается через сопло на дорожную поверхность по траектории накатывания колеса машины, образуя тем самым поверхность повышенного трения.

Выводы

1. Проведен анализ проблем по эксплуатации лесовозных автопоездов в зимний период и определена машина для монтажа противо-пробуксовочной установки.

2. Проведен обзор существующих противопробуксовочных установок и анализ проблем по эксплуатации лесовозных автопоездов в неблагоприятных погодных условиях.

3. Выбран аналог пескоструйного аппарата для разработки противопробуксовочной установки.

4. Спроектирован 3D-образ противопробуксовочной установки.

5. Описан принцип работы противопробуксовочной установки. Разработана конструкторская документация с подбором комплектующих на противопробуксовочную установку.

6. Изготовлен опытный образец противопробуксовочной установки и проведено испытание на функционирование в пилотных условиях с имитацией подключения к пневмоколесному экскаватору через подключение к стационарному воздушному компрессору.

Использованные источники:

1. Беркман Л. И., Раннев А. В., Рейш А. К. Универсальные одноковшовые строительные экскаваторы. – М: Машиностроение, 1994. – 304 с.
2. Бухарин Н. А., Прозоров В. С, Щукин М. М. Автомобили. – Л.: Машиностроение, 1973. – 504 с.
3. Бортницкий П. И., Задорожный В. И. Тягово-скоростные качества автомобилей. – Киев: Высш. шк. 1978. – 175 с.
4. Строительные машины: Справочник в 2 томах / Под ред. Баумана В. А. – М.: Машиностроение, 1976. Т. 1. – 502 с.
5. Короткое Л. И. К расчету нажимных диафрагменных пружин фрикционных сцеплений // Автомобильная промышленность. – 1967. – № 10. – С. 24-26.
6. Лукин П. П., Гаспарянц Г.А., Родионов В. Ф. Конструирование и расчет автомобиля. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
7. Проектирование трансмиссии автомобилей: Справочник / Под ред. А. И. Гришквича. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
8. Шасси автомобиля: Атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1977. – 108 с.
9. Гринцевич В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты: Учебное пособие. – Красноярск: Сиб. Фсдср. ун-т, 2011. – 194 с.
10. Основы проектирования машин: Учебное пособие. (Изд. 2-е, перераб. и доп. / И. Ф. Дьяков, В. Я. Недоводеев, В. П. Демокритов, А. В. Олешкевич. – Ульяновск: Изд. УлГТУ, 2012. – 127 с.
11. Зорин В. А. Основы работоспособности технических систем. – М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.