

Список использованных источников

1. Кузнецова, А.А. Микрологистика: монография. – М.: Издательский Дом «Экономическая Газета». – 2015. – 154 с.
2. Воронова, Д.Ю. Формирование логистических решений в управлении транспортно-складским хозяйством / Д.Ю. Воронова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – № 5. – С. 18–24.
3. Рахмангулов А.Н. Оценка социально-экономического потенциала региона для размещения объектов логистической инфраструктуры / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова // Экономика региона. – 2015. – № 2 (38). – С. 254–268.
4. Вискова Д.Ю. Управление транспортно-складским хозяйством : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент / Д.Ю. Вискова, Е.И. Куценко, Е.А. Лавренко; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Оренбург : ОГУ, 2016. – 284 с.
5. Калмыкова Д.Ю. Методические аспекты диагностики цепей поставок / Калмыкова Д.Ю. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 4 (165). – С. 173–179.

УДК 629.1.02

УЛУЧШЕНИЕ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Магистрант – Кротов П.В., змаг 20 тс, ФТС

Научный

руководитель – Шурин К.В., д.т.н., профессор

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Коэффициент сцепления движитель – поверхность является основным фактором реализации тягово-сцепных и тормозных свойств наземных транспортно-технологических машин (ТТМ). Предлагаются метод и устройства для повышения коэффициента сцепления движителей ТТМ при эксплуатации в зимних условиях.

Ключевые слова: тягово-сцепные показатели, коэффициент сцепления, пластичность грунтов, давление воздуха в шинах, ходовые колеса, горячий обдув.

Важнейшим фактором повышения эффективности сельскохозяйственного производства является ритмичность транспортно-логистических процессов с обеспечением нормируемых технико-экономических показателей технологических операций. В большинстве случаев характеристики и система технической эксплуатации применяемых машин позволяют гарантировать достижение заявленной цели, однако возникают ситуации, при которых необходима реализация дополнительных технических мероприятий.

В холодное время года характеристики дорог РБ и многих стран, в которые осуществляются поставки автомобилей, тракторов, подъемно-транспортных и других самоходных машин, выпускаемых на предприятиях РБ, часто не позволяют реализовать оптимальные тягово-сцепные показатели машин. Это обусловлено наличием снежного покрова, гололеда и их совокупностью, и особенно негативно проявляется на участках дорог в пересеченной местности.

Допуская, что свойства почвы или дорожного покрытия определяются величинами коэффициентов сцепления и трения, силу тяги можно определить из равенства [1, 2]:

$$H \cong Ac + W \operatorname{tg} \varphi$$

где: A – опорная площадь колеса; H – касательная сила тяги; c и φ – коэффициенты сцепления и трения грунта; W – нагрузка на колесо.

Для переменных значений буксования i сила тяги определяется при интегрировании касательных напряжений τ развивающихся вдоль контактной поверхности A :

$$H = \iint \tau dA,$$

где

$$\tau = \frac{c + p \operatorname{tg} \varphi}{Y_{\max}} \left[\exp(-k_2 + \sqrt{k_2^2 - 1}) k_1 i x - \exp(-k_2 - \sqrt{k_2^2 - 1}) k_1 i x \right].$$

Учитывая пластичность грунтов, формулу для определения касательных напряжений можно упростить:

$$\tau = (c + p \operatorname{tg} \varphi) (1 - e^{\frac{ik}{b}}),$$

где k – коэффициент деформации;

$$p = \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) z^n - \text{удельное давление};$$

x – расстояние от передней кромки опорной поверхности до рассматриваемой зоны буксования.

Общее соотношение между осадкой z_j , буксованием i , длиной контактной поверхности l и числом проходов N можно выразить следующим равенством:

$$z_j = \frac{i l N (p - c N_c - z_s \gamma N_q - 0,5 \gamma b N \gamma)}{c + p \operatorname{tg} \varphi + \gamma i l N_q},$$

где N_c , N_q и N_γ – несущая способность для фрикционных грунтов при использовании данных испытаний на сдвиг и сжатие; Z_s – осадка от статической нагрузки, рассчитываемая по формуле

$$z_s = \frac{P}{(k_c / b + k_\varphi)^{1/n}}.$$

Из приведенных зависимостей видно, что тягово-сцепные свойства автономных мобильных машин определяющим образом зависят от сцепных

свойств шина – дорога и определяются значениями коэффициентов сцепления и трения, которые равны между собой в состоянии покоя.

В таблице 1 приведены граничные значения коэффициентов сцепления шин с дорогой и коэффициент сопротивления их качению для различных состояний дорожных покрытий.

Таблица 1 – Показатели дорожных покрытий

Тип покрытия и состояние	Коэффициент сцепления	Коэффициент сопротивления качению
Бетон сухой	0,7 – 0,9	0,015 – 0,020
мокрый	0,4 – 0,55	
Асфальт сухой	0,6 – 0,9	0,015 – 0,020
мокрый	0,3 – 0,6	
Щебень сухой	0,6 – 0,7	0,020 – 0,025
мокрый	0,3 – 0,5	
Грунт сухой	0,5 – 0,65	0,025 – 0,035
мокрый	0,2 – 0,55	0,050 – 0,150
Песок сухой	0,2 – 0,4	0,100 – 0,300
сырой	0,4 – 0,5	0,060 – 0,150
Снег рыхлый	0,2 – 0,4	0,050 – 0,250
укатанный выше -15 ⁰ С	0,2 – 0,3	0,030 – 0,050
ниже -15 ⁰ С	0,35 – 0,5	
Лед ниже -10 ⁰ С (сухой)	0,08 – 0,2	0,013 – 0,030
тающий	0,05 – 0,1	

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что в различных дорожных ситуациях значения коэффициента сцепления шины с дорогой могут изменяться в 18 раз, что соответственно снижает тяговые и тормозные возможности транспортно-технологических машин и создает условия для возникновения нештатных, в том числе аварийных ситуаций.

Необходимо проанализировать и аналогичные ситуации с изменениями коэффициента сцепления для рельсовых подъемно-транспортных машин (ПТМ) – башенных и козловых кранов, самоходных передаточных тележек и др. [3]:

Общий момент сопротивления движению

$$M_1 = (G_{гр} + G)\mu + (G_{гр} + G)\frac{d}{2}f,$$

где $G_{гр}$ и G – соответственно вес груза и ПТМ; μ и f – соответственно коэффициенты трения качения и скольжения.

Сопротивление передвижению, приведенное к окружности качения колеса диаметром $D_{x.k}$

$$W = \frac{2M_1}{D_{x.k}} = \frac{G_{гр} + G}{D_{x.k}}(2\mu + fd).$$

Для кранов с безребордными ходовыми колесами полное усилие сопротивления, приведенное к оси ходового колеса,

$$W = \frac{G_{\text{гр}} + G}{D_{\text{x.k.}}} (2\mu + fd) + \frac{s_{\pi}}{D_p} (2\mu_p + f_p d_p)$$

где D_p , d_p , μ_p , f_p – соответственно диаметры поверхности катания направляющего ролика, цапфы оси ролика, коэффициент трения качения и трения в подшипнике ролика.

Данные, отражающие влияние погодных условий на значения коэффициента сцепления приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели сцепления колесо-рельс

Условия трения	Коэффициент трения скольжения
Сталь по стали	0,18
Колесо со стальным бандажом по стальному рельсу	0,16
Сталь по стали со слабой смазкой ¹	0,1 – 0,12
Сталь по свежему снегу	≤ 0,08
Сталь по льду	0,02 – 0,03
Лед по льду ²	0,028

¹ – для случая «замазученных» колес и рельс;

² – для случая одновременного обледенения рельса и колеса

Необходимо отметить, что ситуации трения «сталь по льду» и «лед по льду» практически идентичны. При наличии на рельсе масляной пленки коэффициент трения снижается в 1,5 раза, а в ситуации обледенения рельса – в 8–9 раз, что недопустимо снижает тяговые и тормозные характеристики.

Опыт повышения тягово-сцепных показателей транспортно-технологических машин содержит большое количество технических решений, среди которых необходимо найти оптимальные, или создать новые, обеспечивающие быстрое повышение коэффициента сцепления колесо-дорога к приемлемым показателям с помощью автоматизированных устройств при невысоких дополнительных затратах.

Традиционные способы повышения сцепных свойств включают [4]:

- изменение сцепного веса;
- снижение давления воздуха в шинах;
- применение шипов (шипованные шины);
- применение цепей, ремней и бандажей противоскольжения;
- применение аэрозолей;
- применение подкладочных материалов;
- подсыпка песка и др.

Перечисленные способы, как правило, являются разовыми и пригодны лишь для индивидуального применения. Все они трудозатратны и не предполагают автоматизации процесса регулирования сцепных свойств.

Основное требование при реализации тягово-сцепных свойств сельскохозяйственных транспортно-технологических машин при эксплуатации в зимних условиях заключается в том, чтобы обеспечить оптимальное сцепление колесных пар агрегатов с дорожным полотном, не прибегая при этом к специальным дополнительным приспособлениям в виде цепей, подкладочных материалов и др., а используя специальное устройство с горячим сжатым газом направленного действия, которое позволит нагреть зоны контакта колеса с поверхностью, растопить лед и снег, удалить нефтяные пленки, повысив, тем самым, коэффициент сцепления колеса с поверхностью. Использование данного метода позволит полностью автоматизировать процесс регулирования сцепных свойств.

С целью реализации концепции автоматического регулирования значений коэффициента сцепления путем обдува проблемных зон нагретым газом под давлением предложены технические решения, защищенные патентами на изобретения [5-9]. Принцип действия конкретных вариантов устройств предполагает:

1. Обдув нагретым воздухом зоны контакта колеса - поверхность;
2. Обдув нагретым воздухом и автоматизированную подачу песка;
3. Обдув выхлопными газами ДВС.

Проведены экспериментальные исследования по повышению коэффициента сцепления для рельсовых машин [7], в результате которых установлены параметры устройства для обдува зоны контакта горячим воздухом. Планируется проведение исследований применительно к повышению коэффициента сцепления пневматическая шина – дорога в рамках НИР кафедры ММиДМ по теме «Улучшение тягово-сцепных свойств машинно-тракторных агрегатов».

Список использованных источников

1. Беккер, М. Введение в теорию систем местность – машина / М. Беккер. – М., Машиностроение, 1973. – 520 с. // Перевод с англ. д.т.н., проф. В.В. Гуськова.
2. Вонг, Дж. Теория наземных транспортных средств / Дж. Вонг. – М., Машиностроение, 1982. – 284 с. // Перевод с англ. к.т.н. А.И. Аксенова.
3. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов. – 5-е изд. / М.П. Александров. – М., Высшая школа, 1979. – 558 с.
4. Шматов, Н.Г. Улучшение сцепления шин с дорогой на скользких участках / Н.Г. Шматов, В.И. Малий, Н.А. Кузьмин // Молодой ученый. – 2020. – № 6 (296). – С. 49–53. – URL: <https://moluch.ru/archive/296/67243/> (дата обращения: 18.10.2020).
5. Щурин К.В. Пат. 2513095 РФ, МПК В61С 15/08 (2006.01). Устройство для повышения сцепных свойств автотранспортного средства / К.В. Щурин, В.Т. Исайчев. – Приоритет изобретения 11.10.2012; опубл. 20.04.2014. Бюл. № 11.
6. Щурин К.В. Пат. 2519586 РФ, МПК В60В 39/00 (2006.01); В61С 15/08 (2006.01); В60Т 8/56 (2006.01). Устройство для повышения сцепных свойств автотранспортного средства / К.В. Щурин, В.Т. Исайчев. – Приоритет изобретения 06.02.2013; опубл. 20.06.2014. Бюл. №17.
7. Ламанов А.В. Пат. 2252166 РФ, МПК В 61 С 15/08. Способ повышения сцепных свойств рельсового транспортного средства и устройство для его осуще-

ствления / Ламанов А.В., Щурин К.В., Слутин А.Ф. – Заявл. 28.11.2003; опубл. 20.05.2005. Бюл. № 14.

8. Щурин К.В. Пат. 2515010 РФ, МПК В61С 15/08 (2006.01). Противобуксовочное устройство для автотранспортного средства / К.В. Щурин, В.Т. Исайчев. – Приоритет изобретения 06.12.2012; опубл. 10.05.2014. Бюл. №13.

9. Щурин К.В. Пат. 2524407 РФ, МПК В61S 1/62 (2006.01); В60В 39/00 (2006.01); E01H 5/10 (2006.01). Устройство для повышения сцепных свойств автотранспортного средства / К.В. Щурин, В.Т. Исайчев. – Приоритет изобретения 16.04.2013; опубл. 27.07.2014. Бюл. №21.

УДК 331.45

СТЕЛЛАЖ С МЕХАНИЗМОМ МЕЖПОЛОЧНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СКЛАДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Студент – Хоменков К.Б., 18 змо, 6 курс, ФТС

Научный

руководитель – Щурин К.В., д.т.н., профессор

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В настоящее время большинство складов запасных частей АПК Республики Беларусь нуждаются в повышении эффективности использования рабочей площади. Правильный подбор систем хранения позволяет рационально использовать ресурсы помещения. Склады запасных частей имеют организационно-технические особенности рабочих процессов, что требует тщательного подбора систем хранения.

Ключевые слова: стеллаж, межполочное расстояние, материальные ценности.

Стеллажное оборудование является наиболее востребованной частью любого складского хозяйства агропромышленного комплекса, обеспечивая, в первую очередь, хранение и учет запасных частей к автотракторной технике.

Стеллажи предназначены для складирования крупногабаритных, тяжелых грузов на металлических сплошных или сетчатых настилах, настилах из фанеры, на европоддонах с использованием как ручной, так и механической загрузки. Высокая грузоподъемность, надежность в эксплуатации, широкий диапазон допустимых нагрузок и вариантов исполнения – это основные преимущества, характеризующие складские стеллажи.

Металлические стеллажи отвечают целому ряду требований, предъявляемым к складскому оборудованию: прочность, долговечность, влагостойкость, устойчивость, рациональность, современный дизайн. Стеллажи легко монтируются, демонтируются и перевозятся на новое место.

Складирование грузов средней тяжести на полках с настилами – это основная область применения складских стеллажей. Стеллажи имеют