

УДК 625.8, [631/354/2:631.3.076]:631.3-254

Челтыбашев А.А., к.п.н., заведующий кафедрой, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», cheltybashevaa@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Баринов А.С., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», barinovas@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Сафонов Д.В., студент 4 курса, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет».

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕЗДЕХОДОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ДВИЖИТЕЛЯМИ НА ПОЧВОГРУНТЫ АРКТИКИ

Аннотация: В статье проводится сравнительный анализ воздействия различных видов движителей машин высокой проходимости на почвогрунт тундры. На основе проведенного анализа сделаны выводы об эффективности использования вездеходов различного вида в Арктической зоне Российской Федерации.

Ключевые слова: почвогрунт тундры, гусеничные вездеходы, колесные вездеходы.

Введение. В 2008 году были утверждены Основы государственной политики в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. В новом документе была поставлена задача по освоению труднодоступных регионов.

В Арктике и на Крайнем Севере преобладает озёрно-болотистая и тундровая слабозаселённая местность. В условиях арктической зоны доминирует климат с резкой изменчивостью параметров атмосферы. В зимний период – экстремально низкие отрицательные температуры окружающего воздуха, а также наземный покров в виде снежной целины с достаточно высокой плотностью, что позволяет её поверхности выдерживать высокие весовые и динамические нагрузки. Под воздействием сильных ветров образуются снежные перемены, формирующие пересеченную местность. С учетом неразвитости сети дорог регион является труднодоступным для легкового транспорта.

Поэтому, для успешного освоения территорий Крайнего Севера в настоящее время, широко используется вездеходный транспорт, которому не нужны подготовленные дорожные сети. Такой транспорт готов выполнять свою поставленную задачу в тяжелейших условиях.

Материалы и методы. Существует несколько классификаций вездеходных машин, при этом одной из основных является классификация по типу движителя:

- колесные;
- гусеничные;
- шнеко-роторные.

Экологическая безопасность вездеходных машин связана с сохранением почвогрунтов, подвергающихся воздействию движителей. Основными показателями воздействия движителей на почвогрунты являются глубина образующейся колеи, уплотнение почвогрунта, срез слоев почвогрунта по причине буксования техники. Оценка указанных показателей проводится теоретическими и экспериментальными методами. Показатели воздействия техники на почвогрунт зависят как от свойств движителей (тип, геометрические параметры, приведенная нагрузка, мощность двигателя), так и почвогрунта (физико-механические и прочностные параметры, мощность мягкого слоя) и их взаимодействия (сопротивление грунта движению машины и скорость движения, определяющая время воздействия движителя на почвогрунт, буксование).

На основании вышеизложенного рассмотрим воздействие каждого типа движителя на почвогрунт тундры.

Гусеничный движитель обеспечивает повышенную проходимость, а за счет большой площади соприкосновения гусениц с почвогрунтом обеспечивается низкое среднее давление на грунт (0,12—1,2 кгс/см²). Таким образом гусеничный движитель предохраняется от глубокого погружения в почвогрунт.

К недостаткам данного типа машин можно отнести: большую массу движителя, шумность работы и возникающие вибрации в ходе движения, повышенный износ в шарнирных соединениях траков, следовательно, малый ресурс гусеничных лент по сравнению с колёсным движителем. Несмотря на то что, удельное давление на почвогрунт гусеничного движителя невелико, этой величины достаточно для оказания губительного воздействия на тундру. Особенно уязвимы для гусеничной техники участки рыхлых отложений, насыщенных подземными льдами [1;2].

Происходит подтаивание мерзлоты, в результате чего почвогрунт оседает, что приводит к разрушению поверхностного слоя (рисунок 1).



Рисунок 1 – Влияние гусеничного движителя на верхний растительный слой тундры

В ряде стран, например, в Норвегии, в настоящее время запрещено движение гусеничных вездеходов в бесснежное время.

В нашей стране также была предпринята попытка принять аналогичный закон, для чего Гринпис обращался в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации с просьбой принять аналогичный закон, однако на сегодня существует только Приказ Департамента природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого автономного округа от 27.04.2020 № 11-пр «О запрете движения механических транспортных средств

по зимним дорогам в тундровой и лесотундровой зонах на территории Ненецкого автономного округа» [12].

Поэтому в настоящее время широкое распространение получают вездеходы на колесном движителе. У большинства машин подобного типа используются колёса пониженного давления. В некоторых случаях применяют колеса даже с особо низким давлением, создающим удельное давление на грунт не более (0,2 - 0,7 кгс/см²) и оказывающее щадящее воздействие на хрупкий почвогрунт тундры, что позволяет повысить плотность прилегания к поверхности, нарастить сцепление. Например, если вездеходы на гусеничном ходу подрывают верхний растительный слой тундры, тем самым разрывая его, то вездеходы на колесах сверхнизкого давления просто проминают верхний растительный слой, тем самым нанося меньший вред экосистеме (рисунок 2).



Рисунок 2 – Влияние колесного движителя на верхний растительный слой тундры

Кроме этого, существует тип шнеко-роторных вездеходных машин, которые оснащаются минимум двумя роторами, соосными по направлению движения. При вращении шнеко-ротор отталкивается от поверхности, и транспорт движется вперёд. В зависимости от направления вращения двух шнеков, машина может двигаться вперед или назад, либо совершать

движение боком. Для поступательного движения оба шнека должны вращаться в разные стороны, для бокового – в одну.



Рисунок 3 – Вездеход на шнеко-роторном движителе

Однако, данный тип движителя можно применять только по мягкому почвогрунту и снегу, при движении по твердой поверхности грунтозацепы изнашиваются от трения о покрытие. Ключевым недостатком данного вида движителя, является его серьезное воздействие на почвогрунт тундры, который в процессе движения разрушается шнеком. По этим причинам, шнекоходы в настоящее время практически не используются и в нашем дальнейшем анализе не будут рассматриваться.

Результаты. Исходя из воздействия на почвогрунт тундры в летний период, можно сделать вывод об однозначном преимуществе колесных вездеходов над остальными. Однако и колесные вездеходы не лишены определенных недостатков. К ключевым недостаткам колесных машин высокой проходимости является их низкая надежность из-за высоких нагрузок и малой прочности колес, а также невысокая грузоподъемность (не более 1,5 тонн), что ограничивает их применение [5].

В тоже время гусеничные вездеходы могут оказать серьезную конкуренцию колесным машинам. В первую очередь при условии использования широких болотоходных резинометаллических гусениц. Согласно ряда исследований, при использовании подобного рода движителей, происходит снижение нагрузки на почвогрунт тундры, уменьшаются величины касательных напряжений, создаваемых грунтозацепами. [1;3;5;7;9]

В тоже время, гусеничные вездеходы имеют гораздо большую грузоподъемность, что является их несомненным достоинством.

Выводы. Для оценки экологичности движителя целесообразно использовать два критерия.

Во-первых, суммарное напряжение, вызванное сжатием и сдвигом грунта, не должно превысить несущую способность почвогрунта p_s , а напряжение сдвига не должно превысить прочность почвогрунта на срез $\tau \leq K_2 \tau_{max}$.

Второй критерий является более чувствительным, поскольку прочность почвогрунтов на срез меньше несущей способности [5]. Мощность двигателя и грузоподъемность гусеничных вездеходных машин тесно связаны с массой. С ростом массы машины давление несколько увеличивается, а скорость снижается, однако это не приводит к серьезному увеличению давления, что позволит утверждать, что гусеничные машины могут успешно применяться в тундре в летний период, не нанося серьезного ущерба её почвогрунтам.

Список использованных источников

1. Григорьев И.В. Перспективная конструкция вездехода для лесного хозяйства / И.В. Григорьев, А.А. Чураков, О.И. Григорьева [Текст] // Транспортные и транспортно-технологические системы: Материалы международной научно-технической конференции. 2017. С. 136-139.

2. Добрецов Р.Ю. Увеличение подвижности гусеничных вездеходов для вахтовых лесозаготовок [Текст] /Р.Ю. Добрецов, И.В., Григорьев, В.А. Иванов // Системы. Методы. Технологии. 2016. №2 (30). С. 114-119.
3. Рудов С.Е. Особенности взаимодействия трелевочной системы с оттаивающим почвогрунтом [Текст] / С.Е. Рудов, В.Я., Шапиро, И.В. Григорьев, О.А. Куницкая, О.И. Григорьева //Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2019. Т. 23. № 1 (131). С. 52-61.
4. Григорьев, И.В. Определение энергоемкости продуктов лесопользования в рамках методики оценки экологической эффективности лесопользования [Текст] / И.В. Григорьев, Е.Г., Хитров, А.И. Никифорова, О.И. Григорьева, О.А. Куницкая //Вестник тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки, 2014. №. 5, С. 1499-1502.
5. Чемшикова Юлия Михайловна. Снижение отрицательного воздействия гусеничных вездеходов для лесного хозяйства и лесозаготовок на лесные почвогрунты: диссертация кандидата Технические наук: 05.21.01 / Чемшикова Ю.М. –Архангельск, 2019, - С.152.
6. Тяговые свойства сдвоенных колес с учетом «эффекта клина» / Н.В. Бышов, А.А. Сорокин, А.Н. Бачурин, Д.Н. Бышов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2006. - № 4. - С. 31-32.
7. Ермичев В.А., Лобанов В.Н., Горемыкин А.С. Сравнительный анализ гусеничных движителей по степени их воздействия на почву. Сб. научн. трудов «Актуальные проблемы лесного комплекса», вып. 4 – Брянск: БГИТА, 2001. -С.125-126.
8. Челтыбашев, А. А. Особенности перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в условиях Арктики / А. А. Челтыбашев, А. С. Баринов // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. - 2021. - № 2 (88). - С. 137-147.
9. Челтыбашев, А. А. Эффективность применения гусеничной техники при транспортировке грузов в условиях Арктики / А. А. Челтыбашев, А. С.

Баринов // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2021. – № 3(89). – С. 32-39.

10. Reducing the Impact of Vehicles on the Environment by the Modernization of Transport Infrastructure / I. Makarova, V. Mavrin, K. Magdin [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 117. – P. 531-540. – DOI 10.1007/978-3-030-44610-9_52.

11. Barakhtanov L.V., Blokhin A.N., Denisenko E.G., Manyanin S.E., Analysis of physical and mechanical properties of snow to assess the patency of cars// Barakhtanov L.V., Blokhin A.N., Denisenko E.G., Manyanin S.E.// - : M.LLC "Publishing House AAI PRESS "Journal of Automotive Engineers. 2012. No. 4 (75). pp. 16-19.

12. Законопроект о запрете движения тяжёлой техники по тундре в бесснежное время направлен в Минприроды РФ [электронный ресурс] Режим доступа: <https://nao24.ru/obshestvo/145-zakonoproekt-o-zaprete-dvizheniya-tyazheloy-tehniki-po-tundre-v-bessnezhnoe-vremya-napravlen-v-minprirody-rf.html>

*Cheltybashev A.A., Ph.D., Head of the Department, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", cheltybashevaa@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia,
Barinov A.S., senior lecturer, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", barinovas@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.*

Safonov D.V., 4th year student, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", barinovas@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPACT OF ATVS WITH DIFFERENT ENGINES ON ARCTIC SOILS

Abstract: The article provides a comparative analysis of the impact of various types of propulsion machines with high cross-country ability on the tundra soil. On the basis of the analysis carried out, conclusions were drawn about the effectiveness of the use of all-terrain vehicles of various types in the Arctic zone of the Russian Federation.

Keywords: tundra soil, caterpillar all-terrain vehicles, wheeled all-terrain vehicles.