

УДК 629.1

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.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИКИ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ В АРКТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования применения многоцелевых транспортных средств при реализации проектов в Арктике. Приведены основные критерии выбора техники повышенной проходимости в условиях Арктики. Рассмотрены достоинства и недостатки колесных и гусеничных вездеходов. Выполнена оценка сравнительной эффективности различных типов транспорта повышенной проходимости.

Ключевые слова: техника повышенной проходимости, колесный вездеход, гусеничный вездеход.

Введение

В настоящее время к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям полностью отнесены 16 и часть 11 субъектов Российской Федерации с площадью более 11 млн. кв. км, что составляет более 60% территории России. В АЗРФ создается 12-15% ВВП страны, обеспечивается около четверти экспорта России. Здесь добывается 95% газа, 75% нефти, при этом в Заполярье проживает всего 8% россиян, но при этом они производят 1/5 национального дохода и обеспечивают более 60% валютных поступлений в бюджет России. Поэтому можно с уверенностью говорить, что реализация крупных инфраструктурных проектов в Арктике позволит увеличить благосостояние страны. Но реализация таких проектов требует и соответствующей транспортной обеспеченности, что в условиях бездорожья и хрупкой северной природы накладывает ряд ограничений по применению вездеходной техники.

Арктические территории Российской Федерации характеризуются большими, удаленными, труднопроходимыми площадями, на которых необходимо проводить различные хозяйственные мероприятия.

В связи с этим целью работы является – исследование условий применения многоцелевых транспортных средств на базе шасси повышенной проходимости для реализации инфраструктурных проектов в Арктике.

На севере есть много задач, для выполнения которых необходимо оперативно перемещаться на достаточно дальние расстояния, при этом есть необходимость перемещения тяжелых грузов, таких как топливо или строительные материалы [1]. Также к таким задачам можно отнести, например, доставку продуктов питания, осмотр тундры в натуре, противопожарное патрулирование, проверка в отдаленных местах, использование тундры в научно-исследовательских целях, и т.д. для чего используют отдельный класс транспортных средств, именуемый «вездеходы». Согласно имеющегося определения, «вездеходы» - это машины, которые могут передвигаться по труднопроходимой местности, преодолевать болота, водные и снежные преграды, в общем, двигаться там, где обычная автотехника не проедет. Вездеходы различаются по типу движителя:

- колесные;
- гусеничные;
- на воздушной подушке;
- шнеко-роторные;
- По применению вездеходы условно делятся на:
 - пассажирские;
 - грузопассажирские;
 - тягачи, автопоезда (тягач, сцепленный с прицепом или полуприцепом).

Все перечисленные типы машин оснащены дизельным либо бензиновым двигателем. Классификация вездеходов: болотоходы; снегоболотоходы;

вездеходы на шинах низкого давления; вездеходы на шинах сверхнизкого давления; плавающие вездеходы; пневмоходы; пневматики; гусеничные вездеходы; плавающие гусеничные вездеходы; мини-вездеходы; самодельные вездеходы; каракаты и амфибии; гидро-мобили; аэросани и вездеходы на воздушной подушке (аэроходы).

Также вездеходы можно классифицировать по массе, разделив их на легкие и тяжелые. Легкие вездеходы широко используются для мобильного перемещения различных специалистов в условиях бездорожья. При этом, отдельную категорию профессиональных пользователей легких вездеходов на севере составляют работники оленеводческих хозяйств, в их задачу входят подкормка и учет животных, пресечение деятельности браконьеров, и т. д.

При этом, для решения вышеперечисленных задач использовать тяжелую технику не целесообразно, как минимум, по следующим причинам, во-первых, масса машины, во многом, коррелируется с ее стоимостью, т. е. тяжелые машины более дорогие; во-вторых, тяжелые машины более энергоемки, и расходы на их эксплуатацию существенно больше, нежели на легкие машины; в-третьих, тяжелые машины, при перемещении по лесу, наносят ощутимый вред почво-грунтам и живому напочвенному покрову, что отрицательно сказывается на восстановлении, и, в принципе, не допустимо, при работе, например, в особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

Материалы и методы

С другой стороны, если возникает задача перемещения груза весом несколько тонн по заснеженной местности, например, при доставке партии продуктов питания в удаленное стойбище или ремонтных бригад к трубопроводу, или средств для тушения лесных пожаров, то альтернативы гусеничному вездеходу просто нет, поскольку колесных вездеходов, способных решить эту задачу, не существует [2].

Это связано с тем, что увеличением площади опорной поверхности, и соответствующего снижения давления поверхность движения, теоретически можно сделать длинную гусеницу, а набирать длинный колесный ряд

нецелесообразно, да и порой невозможно. У колесного вездехода прочность трансмиссии рассчитывается исходя из веса, приходящегося на колесо и динамического коэффициента [8, 9]. При пересечении больших неровностей, у четырех колесного вездехода, в определенный момент, весь вес будет приходиться на два колеса, у шести и восьми колесного вездехода, при перевалке через препятствие вес также будет приходиться на два колеса. Длинная база колесного вездехода потребует более прочной и жесткой, а, следовательно, и более дорогой рамы.

Поскольку вездеходы, прежде всего, предназначены для перемещения по неудобным для передвижения площадям – переувлажненным, заболоченным, пересеченным, которые относятся к особо ранимым лесным экосистемам, экологические требования к ним также очень важны. Например, при перемещении по тундровым лесам, лесам на мерзлотных почво-грунтах, степень повреждения поверхности движения должна быть минимальной [3]. В этом случае, для сравнительной оценки колесных и гусеничных вездеходов правильно использовать результаты работ участников научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства», созданной и возглавляемой в Якутской государственной сельскохозяйственной академии д.т.н., профессором И.В. Григорьевым. В их трудах показано, что шины сверхнизкого давления, для различных условий работы должны иметь различные рисунки протекторов (грунто-зацепов). Колесо сверхнизкого давления «проседает» при работе, превращаясь, по сути, в минигусеницу, и работает как гусеничный движитель, реализуя касательную силу тяги [4]. При этом экологический ущерб от воздействия такого движителя на почво-грунт значительно уменьшается, и практически сравнивается с гусеницей, не делая при этом срезов поверхности движения при резких поворотах. Правда расход топлива на перемещение колесного вездехода при этом увеличивается.

При необходимости преодоления водных преград плавучесть колесного вездехода обеспечивается за счет его движителя, а у гусеничного вездехода – за

счет герметичного кузова. Это увеличивает вес и стоимость гусеничного вездехода, зато позволяет предохранять основные агрегаты от агрессивного воздействия водной среды. Для лучшего распределения веса, у гусеничных вездеходов двигатель, обычно, устанавливается по центру, или близко к центру машины.

В идеале, вездеход, как колесный, так и гусеничный, должен представлять собой шасси с возможностью установки различных технологических модулей. При этом основные узлы колесного вездехода лучше всего подбирать от отечественных, серийно выпускаемых автомобилей с минимальными их последующими доработками. Узлы должны быть подобраны таким образом, чтобы их нагрузки соответствовали штатным применениям. Это должно обеспечить максимальную надежность, простоту технического обслуживания и ремонтпригодность. Правда для серийного автомобильного двигателя колесному вездеходу потребуется радиатор со значительно большей охлаждающей поверхностью, поскольку низкая скорость вездехода, по сравнению с автомобилем на дороге, не даст такого количества охлаждающего воздуха.

Основа конструкции перспективного колесного вездехода – шарнирно-сочлененная рама с одной вертикальной осью поворота. Рама должна опираться через рессоры на два моста с блокировками межосевого дифференциала. Такая конструкция даст возможность применить шины шириной 700 мм и не превысить допустимую ширину для эксплуатации на дорогах общего пользования. Так же наличие только одной оси складывания рамы обеспечит устойчивость на воде и при пересечении рвов и канав. Безопасность на воде, льду и болоте будет обеспечиваться положительной плавучестью за счет водоизмещения шин.

Теория

Повторимся, что колесные и гусеничные вездеходы имеют оптимальные показатели эффективности в различных природно-производственных условиях эксплуатации. Для оценки сравнительной эффективности их использования

целесообразно ввести универсальный показатель, аналогичный [5, 6]. В нашем случае, как для транспортных средств, это будет тонно-километр, выполняемый вездеходом по весу брутто, точнее удельные энергозатраты на выполнение данного показателя. В этом случае не составит больших проблем выполнить предварительный расчет для определения наиболее рациональной машины, направляемой для решения тех или иных задач в Арктике.

Расчет

Для этого проведем сравнение между собой вездеходов на различных типах движителей и определимся с наиболее перспективным типом для арктических условий. В качестве первого вида анализируемого движителя возьмем гусеничный. К его достоинствам можно отнести:

- равномерное распределение веса транспортного средства на максимальной площади поверхности, благодаря чему улучшается тяга транспортного средства;
- большая прочность и долговечность гусениц.

Но у гусеничной техники есть и свои недостатки. Это дороговизна и трудоемкость обслуживания, нанесения ущерба дорогам общего пользования и большая масса, и большой расход топлива. Средняя стоимость тонно-километра для такого вездехода будет составлять не менее 9 тыс. рублей.

Рассмотрим преимущества и недостатки использования колесной вездеходной техники на шинах сверхнизкого давления в условиях Мурманской области. К преимуществам данного вида вездеходов можно отнести:

- передвижение по дорогам общего пользования;
- низкое давление на грунт (0,1 кг/см. кв.);
- малый вес;
- для удобства ремонта шин установлены разборные диски;
- минимальное отрицательное воздействие на опорную поверхность;
- протекторы имеют боковые зацепы, что позволяет проходить наклонные препятствия по касательной;

- применяемый вид шин обеспечивает плавучесть и минимизирует риск затопления машины;
- есть дополнительные блоки, устанавливаемые внутрь дисков колес для улучшения плавучести.

Недостатки колесной техники на шинах сверхнизкого давления – это малый ресурс камер. Стоимость тонно-километра перевозимого колесной техникой ниже и составляет около 5,5 тыс. рублей. Однако ряд существенных недостатков ограничивает применение данного вида техники. Преимущества роликовой трансмиссии: нет уязвимых колесных шарниров, сложных узлов и высоконагруженных кинематических цепей; при движении обеспечивается эффективная очистка протектора шин; пара «колесо-ролик» работает еще и как предохранительная муфта, буксующая при пиковых нагрузках.

В период эксплуатации транспортной техники в климатических условиях Мурманской области необходимо отметить, что «слабое место» приводных роликов – это потеря фрикционных свойств, при обрастании роликов льдом и из-за «буксующего сцепления» машина прекращает движение. Для этого необходимо устанавливать следующие виды роликов:

- стальной с механическим очистителем;
- обрезиненный;
- полиуретановый.

Результаты и обсуждение

Оптимальный выбор вездехода для выполнения различных работ в условиях Арктики должен позволить повысить рентабельность данного сектора экономики, который, в настоящее время считается убыточным не только для арендаторов, но и для государства – собственника Арктических территорий в России [7, 8].

Выводы

По результатам проведенного анализа литературных источников, мы пришли к выводу, что для более щадящего воздействия на хрупкую северную природу, рациональнее всего применять шасси высокой проходимости на основе

болотохода. Такое шасси можно использовать в любой сезон, с минимальным воздействием как на хрупкую почву тундры, так и на снежный покров, который является более частым дорожным покрытием в условиях Крайнего Севера.

В настоящее время в ряде регионов обеспечение минимальных потребностей населения в предметах первой необходимости удовлетворяется с помощью вертолета, что является дорогостоящим мероприятием. Так как, маршрут по которому происходит доставка необходимых ресурсов зачастую не превышает 50–100 км то и задействовать для этого вертолет неэкономично.

Определение критериев выбора болотохода. Безусловно, в первую очередь обращают внимание на уровень его проходимости, скорость, грузоподъемность, способность перемещаться с минимальным ущербом для окружающей среды. И, конечно, весомыми аргументами являются цена, качество, комфортность применения, стоимость эксплуатации, предоставление гарантии, наличие сервисного обслуживания.

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.
3. Григорьев, В.А. Иванов // Системы. Методы. Технологии. 2016. №2 (30). С. 114-119.
4. 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.
5. 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.

6. Григорьев, И.В. Эффективность лесопользования в России [Текст] / И.В. Григорьев, О.И. Григорьева // Энергия: экономика, техника, экология. 2016. № 5. С. 24-30.
7. Григорьев, И.В. Повышение эффективности проведения малообъемных лесозаготовок [Текст] / И.В. Григорьев О.А. Куницкая, А.А. Тамби // Устойчивое развитие науки и образования. 2017. № 2. С. 159-167.
8. 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.
9. Бачурин А.Н. Повышение тягово-сцепных свойств колесных тракторов при использовании их в составе широкозахватных машинно-тракторных агрегатов / А.Н. Бачурин // дис... канд. техн. наук. -Рязань, 2006. -164 с.
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. 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.

*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.*

APPLICATION OF HIGH TRAFFIC TECHNOLOGY IN THE IMPLEMENTATION OF PROJECTS IN THE ARCTIC: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Abstract. The article presents the results of a study of the use of multi-purpose vehicles in the implementation of projects in the Arctic. The main criteria for choosing off-road vehicles in the Arctic are given. The advantages and disadvantages of wheeled and tracked all-terrain vehicles are considered. The comparative efficiency of various types of cross-country transport has been evaluated.

Key words: off-road equipment, wheeled all-terrain vehicle, caterpillar all-terrain vehicle.