



Машины высокой проходимости для работы в Арктической зоне

Научно-исследовательский проект

Автор: Шевцов Михаил Александрович,
учащийся МАУО СОШ № 15,

8 Л класса

Руководитель: Моисеенко Вера Владимировна,
учитель физики

Г. Тюмень- 2026г

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ	2
МАШИНЫ ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ ДЛЯ РАБОТЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ	4
1. Анализ влияния физико-географических и погодно-климатических условий на эксплуатацию машин высокой проходимости в Арктической зоне Российской Федерации.....	4
2. Экологические аспекты использования машин высокой проходимости в Арктической зоне	5
3. Обзор современных технологий, применяемых для машин высокой проходимости.....	6
3.1. Автопоезда высокой проходимости с активным прицепом.....	6
3.2. Специальные гусеничные машины повышенной проходимости	8
3.3. Снегоболотоходы	11
3.4. Суда на воздушной подушке.....	13
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
1. Сравнительный анализ колёсных машин высокой проходимости колёсной формулой 6*6 .	15
2. Сравнительный анализ гусеничных машин высокой проходимости	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	20
1. Снегоболотоход Бурлак.....	20
2. Снегоболотоход Литвина-3903.....	20
3. Судно на воздушной подушке с гибкими скегами	21
4. Автопоезд на базе КАМАЗ-43118-50	21
5. Гусеничная машина повышенной проходимости ЧЕТРА ТМ-140.....	22
6. Судно на воздушной подушке скегового типа с гибкими скегами СВПГС «Хаска-10»	22

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время освоение Арктической зоны является перспективным направлением. Арктика – стратегический регион. Сегодня в Арктической зоне Российской Федерации добывают более 80% природного газа и 17% нефти (включая газовый конденсат). Для успешного освоения новых месторождений газа и нефти требуется специальная техника, обладающая высокой проходимостью, надёжностью, способностью работать при экстремально низких температурах, простотой в техническом обслуживании. Использование машин высокой проходимости обусловлено важными особенностями Арктической зоны, таких как высокий социально-экономический и ресурсодобывающий потенциал, экстремальные круглогодичные погодные-климатические условия, точечный характер промышленно-хозяйственного развития территории, удаленность от промышленных центров, ресурсоёмкость, низкая плотность населения, зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продуктов и товаров первой необходимости из других регионов, недостаточные информационно-телекоммуникационные возможности и транспортная труднодоступность.

Гипотеза: в формировании автопарка для работы в Арктической зоне необходимо учитывать сезонное использование машин высокой проходимости на основании их технических свойств.

Цель работы: определить арсенал машин высокой проходимости для использования в Арктической зоне

Задачи:

1. Изучить достижения современного производства машин высокой проходимости.
2. Провести сравнительный анализ современных машин высокой проходимости, пригодных для работы в Арктической зоне ПАО «Газпром».
3. Определить перспективные технологии производства и моделей машин высокой проходимости предназначенных для работы в Арктической зоне.
4. Представить актуальную информацию в Инфоргафике

Объект исследования: машины высокой проходимости.

Предмет исследования: технические характеристики машин высокой проходимости для работы в Арктической зоне.

Методы исследования: изучение, анализ и обобщение, интервьюирование, моделирование.

Результатом проекта является конечный продукт – Инфографика «Машины высокой проходимости для работы в Арктической зоне», который имеет широкое практическое применение.

Инфографика может использоваться широким кругом пользователей. Например, учителями и учениками в образовательных, познавательных и профориентационных целях, специалистами машиностроительной отрасли, рядовыми пользователями, интересующимися машинами высокой проходимости.

Данный проект можно развивать, добавляя новинки отечественного автопрома в различные тематические слои (технические возможности, назначение, использование и т.д.).

Считаем, что проект «Машины высокой проходимости для работы в Арктической зоне» актуален и имеет практическую значимость.

В будущем я планирую связать свою профессиональную деятельность с ООО «Газпром добыча Надым».

МАШИНЫ ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ ДЛЯ РАБОТЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

1. Анализ влияния физико-географических и погодно-климатических условий на эксплуатацию машин высокой проходимости в Арктической зоне Российской Федерации

Особенностями Арктической зоны Российской Федерации, оказывающими существенное влияние на формирование государственной политики в Арктике, являются:

- значительный социально-экономический и ресурсодобывающий потенциал;
- экстремальные погодно-климатические условия в течение всего года, включая постоянный ледовый покров и дрейфующие льды в арктических морях;
- очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;
- удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость, зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;
- слаборазвитая производственная инфраструктура, недостаточные информационно-телекоммуникационные возможности и транспортная труднодоступность;
- низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий.

Все районы Арктики отличаются ограниченной проходимостью. Зимой равнинная территория тундры доступна для движения всех видов транспортных машин. Основным препятствием для движения транспорта по целине зимой являются неровная поверхность тундры, долины рек, овраги и промоины. Снежный покров в тундре неглубокий, на возвышенных участках местности его глубина не превышает 20-30 см. В понижениях рельефа и на подветренных склонах под действием ветра образуется более глубокий покров снега, нередко достигающий нескольких метров. Для беспрепятственного движения автотранспорта требуется расчистка или уплотнение снежных заносов.

Весной, после того как снежный покров сойдет и грунты протают на глубину более 15-20 см, тундра превращается в болото, труднодоступное для движения транспорта. В период весенней распутицы по тундре могут двигаться только гусеничные машины на малой скорости. В это время проходимость местности ограничивается также весенним половодьем на реках и озерах. Летом, по мере просыхания «деятельного» слоя грунта, проходимость тундры несколько улучшается. По возвышенным дренированным участкам могут идти не только гусеничные вездеходы, но и автомобили повышенной проходимости. Обилие рек и озер в

арктических районах также создает серьезные препятствия на пути движения транспорта. Осенью, после сильных морозов, когда грунты промерзнут на глубину 8-10 см, проходимость тундровой местности резко улучшается.

Отсутствие леса, большая влажность верхнего слоя грунта и вечная мерзлота значительно усложняют инженерное оборудование местности в тундре. Трудоемкость инженерных работ в северных районах в 3-5 раз выше по сравнению со средними широтами. Особенно затруднена механизация земляных работ. Зимой здесь нельзя использовать машины для отрывки траншей и котлованов, а летом эти машины способны вынимать грунт только на глубину «деятельного» слоя.

Большие расстояния, высокая стоимость строительства, экстремальные природно-климатические условия, относительно небольшие объемы грузопотоков (наряду с необходимостью скорейшего освоения месторождений) ориентировали на развитие преимущественно сезонных путей сообщения — речных и морских путей, автозимников, грунтовых дорог.

2. Экологические аспекты использования машин высокой проходимости в Арктической зоне

Для осуществления транспортной работы в условиях бездорожья по грунтам, характерной особенностью которых является низкая несущая способность, необходимы современные многоосные большегрузные автомобили и автопоезда, предназначенные для работы в тяжелых условиях бездорожья и обеспечивающие сохранность экологической среды.

Наиболее распространенные конструктивные решения по обеспечению проходимости многоосных большегрузных автомобилей и автопоездов сводятся к организации полного привода с распределением мощности по ведущим осям и применением специальных альтернативных типов движителей.

На современном этапе развития технологии машиностроения для привода ведущих колес прицепных звеньев автопоездов, а также реализации полного привода колес тягачей наиболее целесообразно использовать бесступенчатые регулируемые трансмиссии (гидрообъемные, электрические приводы), обладающие рядом преимуществ по сравнению с механическими.

Многие производители все чаще применяют комбинированные энергетические установки (КЭУ) для реализации полного привода, позволяющие активизировать полный привод только в тяжелых дорожных условиях и отключать его для экономии топлива.

Как отмечалось, одним из способов повышения проходимости является применение активных автопоездов со специализированными шинами. Наличие ведущих колес прицепного звена совместно с полноприводным тягачом способствует общему уменьшению разрушающего воздействия движителя на грунт, а также повышению проходимости и снижению

сопротивления движению за счёт: снижения давления на грунт, уменьшения глубины следа, уменьшения степени буксования двигателя автопоезда, снижения срыва грунта грунтозацепами колес.

Применение специальных шин сверхнизкого давления со значительной шириной профиля (пневмокатков), сочетающих способность воспринимать высокие нагрузки с низким давлением на грунт, позволяет реализовать высокие показатели проходимости и низкое разрушающее воздействие на грунт.

Это касается и движения автопоезда в повороте, когда рациональное распределение мощности позволяет повысить устойчивость, управляемость и одновременно снизить разрушающий почву бульдозерный эффект, который также представляет собой срез грунта в поперечном направлении.

Таким образом, применяя комплексное решение активного привода колес автопоездов и специальные шины сверхнизкого давления при движении по грунтам с низкой несущей способностью, можно гарантированно осуществлять транспортную работу, сохраняя при этом экологию.

3. Обзор современных технологий, применяемых для машин высокой проходимости

3.1. Автопоезда высокой проходимости с активным прицепом

С целью повышения эффективности автоперевозок рационально использовать большегрузные автопоезда высокой проходимости с активным прицепом. Комбинированные транспортные средства (автопоезда) имеют ряд важных преимуществ, перед классическими двухосными тяжелыми машинами, это более гибкое использование с возможностью транспортировки груза на дальние расстояния, с высокой средней скоростью. К дополнительным преимуществам автопоездов, по сравнению с одиночными транспортными средствами аналогичной грузоподъемности, относятся:

- повышение производительности в 1,5—2 раза;
- уменьшение себестоимости перевозок на 20—35%;
- сохранение нормативно допустимых значений нагрузки на дорогу при существенно увеличенной грузоподъемности;
- снижение удельной стоимости автопоезда;
- уменьшение затрат на ремонт и обслуживание автопоездов;
- уменьшение амортизационных отчислений на прицепной парк автопоездов;
- сокращение расхода топлива;
- уменьшение количества отработавших газов и, как следствие, улучшение экологической обстановки.

Характерный для автопоездов принцип движения «колесо-в-колесо» и применение специальных устройств гарантируют безопасное их движение под уклон, исключая риск складывания прицепной части состава. Следует особо отметить, что при движении колесного транспорта по слабонесущим грунтам значительное влияние на его скорость оказывает давление оси транспорта на грунт. И в этом плане использование автопоездов предпочтительнее, чем тяжелых жесткорамных самосвалов такой же грузоподъемности.

Кроме того, необходимо учитывать режим нагрузок на транспортные средства при разработке месторождений. На каждом участке пути его движения требуется соответствующая мощность двигателя. Поэтому в условиях Арктики чередование подъёмов и спусков с горизонтальными участками на трассах движения груженого и порожнего транспорта предъявляет самые жесткие требования к прочности конструкции и надежности узлов и силовых агрегатов. Эти задачи успешно решаются при использовании автопоездов с подключаемыми «активными» осями, которые включаются в работу при возникновении необходимости повышения мощности двигателя автомобиля.

Не менее важную роль играет конструктивная особенность многозвенных автопоездов, состоящая в применении однотипных или унифицированных элементов в каждом звене.

Для движения по дорогам низших категорий и трогания с места на крутых уклонах автопоезда даже на базе автомобилей высокой проходимости со всеми ведущими колесами (колесная формула 4*4, 6*6, 8*8), при комплектации их четырехосными прицепами имеют недостаточную проходимость из-за низкого коэффициента сцепного веса и соответственно недостаточного тягового усилия по сцеплению.

С целью решения проблемы повышения проходимости автопоездов инженерами-конструкторами разработана конструкция трансмиссии автопоезда с механическим приводом активного прицепа. В конструкции трансмиссии автопоезда увеличение проходимости обусловлено увеличением числа ведущих колес автопоезда за счёт активизации колес прицепа. Согласно расчётам, в этом случае коэффициент сцепного веса автопоезда с четырехосным прицепом на базе автомобиля с колесной формулой бхб с активным прицепом составит 0,706, что выше в 1,72 раза, чем для того же автопоезда, но с прицепом без активных осей.

В этой конструкции трансмиссии автопоезда для активизации ведущих колес прицепа используется механический привод. И отличительной особенностью является то, что и в качестве заднего моста автомобиля-тягача, и в качестве переднего моста прицепа используются стандартные мосты автомобиля-тягача с проходным валом. Данное техническое решение позволяет повысить технологичность изготовления автопоезда и обеспечить высокую надежность ведущих мостов автомобиля-тягача и прицепа. Кроме того, в зависимости от дорожных условий межколёсные дифференциалы не только на заднем мосту автомобиля-

тягача, но и на переднем мосту прицепа могут одновременно включаться и выключаться, что положительно отражается на проходимости автопоезда.

При прохождении плохого участка дороги, когда тягового усилия ведущих колес тягача не хватает, водитель с помощью аппаратуры управления, находящейся в кабине тягача, включает механический привод активного прицепа, в результате чего крутящий момент с проходного вала заднего ведущего моста тягача через карданные валы передается на ведущий передний мост активного прицепа, обеспечивая тяговое усилие на ведущих колесах активного прицепа.

При движении автопоезда с активным прицепом, при отключенном механическом приводе прицепа, будет вращаться только короткий входной вал ведущего переднего моста прицепа, приводимый в движение за счёт вращения колес, а карданные валы между тягачом и прицепом вращаться не будут. Данный факт позволяет свести к минимуму потери мощности, связанные с вращением карданного вала, находящегося между тягачом и прицепом, характерные для конструкций механического привода прицепа, и повысить срок службы привода.

Использование предлагаемой конструкции механического привода активного прицепа позволит существенно расширить область использования автопоездов, так как они смогут одинаково эффективно использоваться как при перевозке грузов в плохих дорожных условиях, так и при движении с высокой скоростью по дорогам с хорошим дорожным покрытием.

3.2. Специальные гусеничные машины повышенной проходимости

Специальные гусеничные машины повышенной проходимости предназначены для движения по временным и сезонным дорогам, бездорожью, сильно переувлажненной и пересеченной местности, глубокому снежному покрову. В связи с этим одним из основных эксплуатационных свойств данных машин является устойчивость, которая характеризует способность машины работать в условиях бездорожья на продольных и поперечных уклонах без опрокидывания. Это эксплуатационное свойство обеспечивает эффективность использования машины, безопасность движения и связанную с ней безопасность машиниста, пассажиров и груза. Под устойчивостью понимается свойство машины сохранять заданные направления движения, ориентацию продольной и вертикальной оси. Поперечная устойчивость – это способность автомобиля двигаться по дорогам различного качества без опрокидывания и бокового скольжения относительно боковых правых и левых гусениц. Потеря поперечной устойчивости при криволинейном движении может привести к прогрессивно нарастающему поперечному скольжению по дороге (заносу) или опрокидыванию машины. При движении на подъем опрокидывание наступает тогда, когда передние колеса (опорные катки) машины полностью разгружаются. Весь вес, например, колесной машины воспринимается задними

колесами. В этом случае опрокидывание определяется координатами центра тяжести машины и расстоянием между осями гусениц (колес). При движении машины передним ходом её продольная устойчивость снижается под действием момента сопротивления движению. При нарушении продольной устойчивости машина может опрокинуться относительно оси передних или задних колес (катков), а также скользить в продольном направлении. Курсовой устойчивостью машины называют ее свойство двигаться без корректирующих воздействий со стороны водителя, т.е. при неизменном положении рулевой системы. Машина с плохой курсовой устойчивостью произвольно меняет направление движения («рыскает»), создавая угрозу для своего движения и другим транспортным средствам. Нарушение курсовой устойчивости при прямолинейном движении машины происходит под действием возмущающих сил, поперечной составляющей веса, бокового ветра, ударов гусениц о неровности дороги, а также различных по величине продольных сил (тяговой, тормозной), приложенных к гусеницам правой и левой сторон машины. При криволинейном движении машины к этим силам добавляется центробежная сила. Потеря устойчивости машины может быть вызвана также неправильными приемами управления или техническими неисправностями.

Основные факторы, влияющие на устойчивость гусеничной машины:

- вес машины, высота центра тяжести, база и ширина колеи;
- поперечная и сочлененная продольная база машины;
- компоновочная схема и конструкция ходовой системы, размеры опорных катков, гусениц, и других элементов конструкции;
- веса поднимаемого или перевозимого груза;
- положение модуля, манипулятора и груза.

Чаще всего опрокидывание может происходить при резком торможении и на большой скорости движения. На повороте существенное значение для устойчивости машины имеют не только скорость движения и радиус поворота, но и скорость поворота. Резкий поворот может в определенных условиях явиться основным фактором, вызывающим нарушение устойчивости машины. У современных машин, имеющих сравнительно низкое расположение центра тяжести и широкую колею, опрокидывание без предварительного бокового скольжения (заноса) бывает очень редкими. Они могут произойти лишь с машинами, нагруженными большими габаритными грузами, расположенными высоко над кузовом на временных дорогах или бездорожью с большим поперечным уклоном. Случаи же бокового скольжения (заноса) и опрокидывания машины при неосторожном движении по скользким, мокрым и обледенелым временным дорогам и бездорожью могут быть наиболее вероятными.

Во всех случаях при заносе на машины действует боковая (поперечная) сила, которая возникает от неровностей дороги или неравномерного сцепления гусениц (ходовой) с дорогой.

Боковая сила появляется при всяком отклонении машины от прямолинейного направления. В тех случаях, когда машина движется по кривой, возникающую боковую силу называют центробежной силой. В результате действия центробежной силы при резком повороте на большой скорости машина может опрокинуться.

При эксплуатации гусеничных машин в условиях Арктики кроме влияния низких температур (до -60°C), необходимо учитывать наличие вечной мерзлоты, полярной ночи, снежную целину, сложный рельеф, полярную пургу, заболоченную поверхность тундры. В ряде отраслей разработаны стандарты по климатическому районированию страны, технические требования к машинам в исполнении для холодного климата («ХЛ»), указаны способы обеспечения устойчивости машин в экстремальных условиях.

Экспедиция геологов, плановая проверка отдаленного газопровода или экстренный выезд на место добычи или транспортировки сырья при неблагоприятной погоде — решение этих задач требует надежного транспорта с высокой проходимостью и вместительностью для перевозки необходимого количества людей и оборудования. Все эти требования учли разработчики российского вездехода ЧЕТРА ТМ140: машина успешно работает в технологических парках топливных компаний.

Вездеход ЧЕТРА уникален: сегодня на российском рынке у него нет аналогов по мощности и комфорту. Адаптированные к суровому климату, вездеходы гарантируют бесперебойное транспортное сообщение: благодаря высокой проходимости и универсальности машина может перевозить людей, оборудование, продовольствие и медикаменты в условиях бездорожья, включая снежную целину и болота, вне зависимости от погодных условий. Грузоподъемность вездехода, оснащенного двигателем Ярославского моторного завода (ЯМЗ) мощностью 250 л.с. и новой шестиступенчатой трансмиссией «Синтез», составляет 4 т. При этом машина без предварительной подготовки преодолевает водные преграды (с сохранением заявленной грузоподъемности), уклоны и подъемы крутизной до 30 градусов, а дорожный просвет в 450 мм и гусеницы шириной 800 мм обеспечивают вездеходу высокую проходимость на местности со сложным рельефом. Запас хода нагруженного вездехода составляет до 550 км (без дополнительных топливных баков), что позволяет ему преодолевать большие расстояния по непроходимой местности. Особенности модульной конструкции делают вездеход универсальным: грузовая платформа машины позволяет устанавливать различные технологические модули, благодаря чему машина, помимо транспортировки людей, может решать различные производственные задачи в любых, даже неблагоприятных условиях. Производитель предлагает две основные надстройки для вездехода:

- модуль-мастерская. Он необходим при проведении монтажа и ремонта, а также выполнения строительных и других технических работ. Здесь можно установить слесарный

верстак, переносную дизельную электростанцию, светильники, сиденья, баллоны для бутана и кислорода и т. д.

- пассажирский модуль. В нем можно жить при температуре окружающей среды от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$. Предусмотрены системы вентиляции и отопления, четыре спальных места, светильники, шкаф, багажные отсеки, переговорное устройство и аварийный люк. Конструкторы позаботились и об экологии: техногенное воздействие гусеничной машины на почву сведено к минимуму — ходовая система машины имеет минимальное удельное давление на грунт (до $0,026\text{МПа}$). Успех вездехода привел к созданию проекта под названием «ЧЕТРА-Караван» — транспортно-логистических комплексов на базе вездеходов модели ТМ140, которые решают целый спектр производственных и социально-экономических задач на территории Арктической зоны. Согласно проекту, в типовой комплекс из трех вездеходов могут входить вездеход с модулем для перевозки пассажиров (до восьми человек) с комфортными спальными местами, вездеход с модулем для перевозки груза, а также вездеход-топливозаправщик, который обеспечивает доставку ГСМ в любое труднодоступное место, поддерживая бесперебойную работу «ЧЕТРА-Караванов». Эксперты «ЧЕТРА-ПМ» отмечают, что благодаря своим характеристикам и возможностям вездеходные караваны ЧЕТРА эффективнее и дешевле воздушного транспорта: за один раз он может перевезти 12 т груза при сохранении плавучести каждой машины. Тогда как, например, вертолет Ми-8 — распространенная модель вертолетного транспорта на территории Крайнего Севера — за один перелет может перевезти около 4 т груза. Пользу проекта «ЧЕТРА-Караван» оценило профессиональное сообщество: компания «ЧЕТРА-ПМ» стала лауреатом Второй премии Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа, а также почетный диплом за вклад в реализацию национальных интересов России в Арктике на IV Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Ещё одним из примеров специальных гусеничных машин высокой проходимости является гусеничный тягач СГТ-31-7. Тягач рассчитан на эксплуатацию и безгаражное хранение при температурах окружающего воздуха от -45°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Грузоподъемность составляет 4800 кг. А средняя техническая скорость при движении по грунтовой дороге среднего качества, равна 55 - 61.5 км/час.

3.3. Снегоболотоходы

Большие расстояния и бездорожье не отменяют необходимости доставки персонала и различных грузов, включая персонал и грузы для вахтовых посёлков. Гусеничные вездеходы на территории лесного фонда активно используют предприятия нефтегазовой отрасли. Для решения этих задач наиболее эффективны гусеничные вездеходы, которые обладают нужной

проходимостью, при необходимости — плавучестью, а также грузоподъемностью. Однако при перемещении гусеничных вездеходов по лесным почвогрунтам они оказывают на них негативное воздействие, в виде разрушения верхних (плодородных) горизонтов — сдирания и перемешивания. Особенно вредно это воздействие для северных лесов, тундры, лесотундры. В условиях особо охраняемых природных территорий доставка грузов различного назначения необходима, а негативное воздействие на лесные почвогрунты должно быть сведено к минимуму.

Известно, что от режима работы двигателя сильно зависит степень его влияния на поверхность движения при прочих равных условиях. Неоптимальный режим движения, в отличие от, например, колёсного вездехода на пневматиках сверхнизкого движения, у гусеничного вездехода приведёт к сдиранию живого напочвенного покрова от касательной силы тяги, эффекту пробуксовки. Рассмотрим некоторые современные модели снегоболотоходов.

Литвина-3903 – мощный вместительный снегоболотоход на шинах низкого давления. Его отличительными чертами являются практичность, долговечность и выносливость, а рамная конструкция, большой дорожный просвет (500 мм) и система подключаемого полного привода с понижающей передачей помогают преодолевать любые препятствия бездорожья.

Просторный, теплый и эргономичный салон вездехода вмещает (7 пассажиров + 1 водитель) с максимальным комфортом. При необходимости сиденья салона можно сложить, превратив их в спальное место. Рама выполнена в виде пространственной конструкции и рассчитана на сильное кручение в трех плоскостях, что позволяет проезжать глубокие овраги и снежные заметы без риска порвать раму. Турбо дизельный двигатель (Weichai WP 2.3D, 110лс, 280Нм) последнего поколения прошел самые тяжелые испытания и доказал свою готовность к эксплуатации в самых суровых северных условиях. Подвеска независимая, рычажная с поперечными рессорами. Мощные и взаимозаменяемые приводы колес (не полуоси). Во всех трех редукторах стоят самоблокирующие дифференциалы ГАЗ-66. 5ст КПП. Грузоподъемность снегоболотохода составляет 1000кг по суше и 500кг на воде.

При необходимости перевозки дополнительного груза можно использовать в паре со снегоболотоходом Литвина-3903 одноосный двухколесный прицеп ЛИТВИНА-8301 с тентом на шинах низкого давления, который возможно эксплуатировать во всех климатических зонах при температуре окружающего воздуха от -40°C до +45°C и влажности до 90% по дорогам и вне дорог с твердым покрытием: по любым грунтам, заболоченной местности, сыпучему песку и снежной целине, тундре без повреждения растительности, а также для преодоления водных преград.

Ещё одной из машин высокой проходимости из возможных для использования в Арктической зоне является колёсный вездеход «БУРЛАК». Его преимуществами является комфорт для водителей и пассажиров, ремонтпригодность (за счёт использования серийных узлов и агрегатов от отечественных автомобилей), возможность использования как в зимний, так и в летний период времени, так как эксплуатация выше перечисленных специальных гусеничных машин повышенной проходимости в летний период для движения по тундре запрещено из-за разрушения гусеницами верхнего слоя почвы тундры. Удельное давление на грунт: «Бурлак» – 0,12 кгс/см², ТМ-120 – 0,22 кгс/см², СГТ-31-7 – 0,28 кгс/см²), расход топлива от 25 л/100км. по твёрдому покрытию, возможность движения по дорогам общего пользования. Основные эксплуатационные характеристики – пассажировместимость (7 чел.), грузоподъёмность (от 2 до 4 тонн) и возможность установки навесного оборудования, необходимого для выполнения производственных задач в Арктической зоне аналогичны.

3.4. Суда на воздушной подушке

В последнее десятилетие довольно интенсивно развивается строительство нового типа водного транспорта: судов на воздушной подушке (СВП), в том числе с гибким ограждением (ГО) баллонетного типа, или, по другой терминологии, СВП с гибкими скегами. Баллонет, или гибкий скег, представляет собой замкнутую пневматическую оболочку низкого (относительно атмосферного) избыточного давления или систему пневматических оболочек низкого давления, расположенных одна под другой и шарнирно скрепленных друг с другом. До настоящего времени развитие СВП с гибкими скегами шло по линии пассажирских катеров и судов относительно малого (16-18 т) водоизмещения. Однако в последнее время интерес вызывают грузовые платформы на воздушной подушке с гибкими скегами водоизмещением 40-150 т. Таким судном на воздушной подушке скегового типа с гибкими скегами является СВПГС «Хаска-10».

СВПГС предназначено для круглогодичных транспортных операций в мелководной части северных морей и на сибирских реках, а именно: перевозки колёсной техники, инженерного оборудования, любых немагистральных грузов, водителей и спецперсонала перевозимого транспорта.

Вместо груза или транспорта на платформу можно установить специальные контейнеры для перевозки организованных групп людей до 12-ти человек в каждом контейнере.

Судно соответствует требованиям:

- Правил классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства изд. 2018 г.;
- Правил классификации и постройки высокоскоростных судов Российского морского регистра судоходства изд. 2018 г.;

- Правил по предотвращению загрязнения с судов, эксплуатирующихся в морских районах и внутренних водных путях Российской Федерации, изд. 2018 г;
- Правил обмера морских судов, изд. 2016 г.;
- Правил оборудования морских судов, изд. 2018 г.;
- Международных Правил предупреждения столкновения судов в море (МППСС - 72);
- РД 31.81.10-91 «Правила техники безопасности на судах морского флота».

СВПГС «Хаска-10» можно использовать в прибрежных морских районах без выхода в международные воды с удалением от места убежища не более 20 миль, а также на внутренних водных путях в дневное и в ночное время суток при температуре наружного воздуха $-40...+40$ °С, забортной воды $-3...+30$ °С.

Судно может эксплуатироваться круглогодично и круглосуточно. В период возможного обледенения поверхности судна (открытая поверхность воды с температурой близкой к нулю. градусов, минусовая температура воздуха) должны приниматься меры к устранению обледенения (покрытие поверхности судна антиобледенительными составами), или продолжительность маршрутов должна быть сокращена, или эксплуатация должна быть остановлена.

Воздушная подушка позволяет судну работать в условиях мелководных акваторий с битым льдом и шугой, а также осуществлять выход на необорудованный берег с «нулевой» инфраструктурой.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В процессе работы над проектом мы изучили автопарк в ООО «Газпром добыча Надым», особо уделяя внимание большегрузным автомобилям и автопоездам, предназначенным для работы в тяжелых условиях бездорожья и обеспечивающие сохранность экологической среды (см. Приложение).

1. Сравнительный анализ колёсных машин высокой проходимости колёсной формулой 6*6

Наименование транспортного средства	Клиренс, мм	Полная масса, кг	Грузоподъёмность, кг	Максимальный преодолеваемый подъём с полной нагрузкой, градусы	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива на 100 км пути, л
КАМАЗ-43118-50	385	21600	12200	60	90	36
УРАЛ 4320-6151-73 (NEXT)	400	17300	9600	58	85	38
МАЗ-6317	360	28700	13600	38	80	45
Mercedes-Benz Zetros 2733A	320	27000	16500	39	90	40
MAN TGS 33.480	370	33000	18000	32	85	39

Преимущественные параметры по столбцам выделены цветом. Очевидно, что в рейтинге колёсных машин высокой проходимости первую позицию занимает КАМАЗ-43118-50.

На данный момент в ООО «Газпром добыча Надым» используются КАМАЗ-43118-50. На основе проведённых исследований данных по представленным показателям, можно сделать вывод, что наиболее эффективной колёсной машиной высокой проходимости колёсной формулой 6*6 для работы в Арктической зоне является КАМАЗ-43118-50.

2. Сравнительный анализ гусеничных машин высокой проходимости

Наименование транспортного средства	Клиренс, мм	Полная масса, кг	Грузоподъёмность, кг	Пассажировместимость, человек	Запас хода, км	Среднее удельное давление на грунт, кгс/см ²
ТМ-140	450	11200	3500	7	550	0,26
ТМ-120	450	9800	2000	7	400	0,22
СГТ-31-7	400	11500	2500	7	600	0,28
Литвина-3903	500	2500	1000	7	600	0,12
Бурлак	700	4000	2000	7	1000	0,12

На данный момент в ООО «Газпром добыча Надым» используются ТМ-140, ТМ-120. На основе проведённых исследований данных по представленным показателям можно сделать вывод, что наиболее эффективными машинами высокой проходимости для работы в Арктической зоне являются Литвина-3903, ТМ-140, Бурлак.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принимая во внимание описанные выше экстремальные климатические условия Арктической зоны, экологические аспекты использования машин высокой проходимости, их технические характеристики, можно сделать следующие выводы:



1) Наиболее оптимальным для круглогодичного применения в целях перевозки грузов, а также пассажиров является снегоболотоход «Бурлак», который оказывает незначительное давление на грунт, что позволяет не нарушать хрупкую экосистему тундры. В отличие от Литвина-3903, Бурлак способен перевозить груз большей массой на 1 тонну. Немалую роль для проходимости играет и большой дорожный просвет (700 мм). Бурлак

обладает большим запасом хода (1000 км)

2) Для перевозки крупнотоннажных грузов при наличии зимников эффективен автопоезд на базе КАМАЗ-43118-50. Обладая высокой проходимостью, обусловленной полным приводом 6*6, большим дорожным просветом (385 мм), экономичным двигателем (36 л/100 км) рассматриваемый автомобиль может применяться для работы нефтегазовых компаний в Арктике.



3) При необходимости перевозки грузов и пассажиров в условиях межсезонного бездорожья наиболее оптимальным для использования является специальная гусеничная машина повышенной проходимости ЧЕТРА ТМ-140. Её характеризует высокая пассажироместимость (7 человек) и грузоподъёмность (3,5 т)

4) В целях круглогодичной перевозки крупнотоннажных грузов по водной поверхности, мелководью, замёрзшей и заснеженной поверхности, ледяной шуге и плавающему льду эффективно судно на воздушной подушке скегового типа с гибкими скегами СВПГС «Хаска-10». Данное судно способно перевезти как тяжёлые грузы (до 10т), так и пассажиров.



Таким образом, указанные в выводах машины высокой проходимости целесообразно использовать для работы ПАО «Газпром» в Арктической зоне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев А. С., Скрыпник В. И. Автопоезд высокой проходимости с активным прицепом // Леса России и хозяйство в них. 2012. №1-2 (42-43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtopoezd-vysokoy-prohodimosti-s-aktivnym-pritsepom>
2. Тарасов Петр Иванович, Зырянов Игорь Владимирович, Хазин Марк Леонтьевич. Новые специализированные виды транспортных средств для Арктики // ГИАБ. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-spetsializirovannye-vidy-transportnyh-sredstv-dlya-arktiki>
3. Меламед Игорь Ильич, Авдеев Михаил Алексеевич, Павленко Владимир Ильич, Куценко Светлана Юрьевна. Арктическая зона России в социально-экономическом развитии страны // Власть. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arkticheskaya-zona-rossii-v-sotsialno-ekonomicheskom-razvitii-strany>
4. Коркин Сергей Николаевич, Курмаев Ринат Ханяфиевич. Повышение экологической безопасности движения автопоездов в тяжелых дорожных условиях // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2014. №4 (106). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-ekologicheskoy-bezopasnosti-dvizheniya-avtopoezdov-v-tyazhelyh-dorozhnyh-usloviyah>
5. Мазур Ярослав Олегович. Применение специальных видов транспортных средств в условиях бездорожья районов Крайнего Севера // АиС. 2011. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-spetsialnyh-vidov-transportnyh-sredstv-v-usloviyah-bezdorozhya-rayonov-kraynego-severa>
6. Шабаров Василий Владимирович, Пеплин Федор Сергеевич. Условия устойчивости несущего комплекса судна на воздушной подушке с гибкими скегами // Вестник ИИШ ДВФУ. 2019. №2 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/usloviya-ustoi-chivosti-nesuschego-kompleksa-sudna-na-vozdushnoi-podushke-s-gibkimi-skegami>
7. Богомолова Н. Н., Журавлев И. Н. Особенности инженерных изысканий в районах распространения вечной мерзлоты на примере проекта «Северный широтный ход» // БРНИ. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-inzhenernyh-izyskaniy-v-rayonah-rasprostraneniya-vechnoy-merzloty-na-primere-proekta-severnyy-shirotnyy-hod>
8. <http://kremlin.ru/acts/bank/45972>
9. Вездеходы Четра: нет преград // Экспозиция Нефть Газ. 2016. №2 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vezdehody-chetra-net-pregrad>
10. Кушляев В. Ф., Яблокова А. В. К вопросу оценки продольной и поперечной устойчивости специальных машин повышенной проходимости // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-otsenki-prodolnoy-i-poperechnoy-ustoychivosti-spetsialnyh-mashin-povyshennoy-prohodimosti> (дата обращения: 11.03.2021).

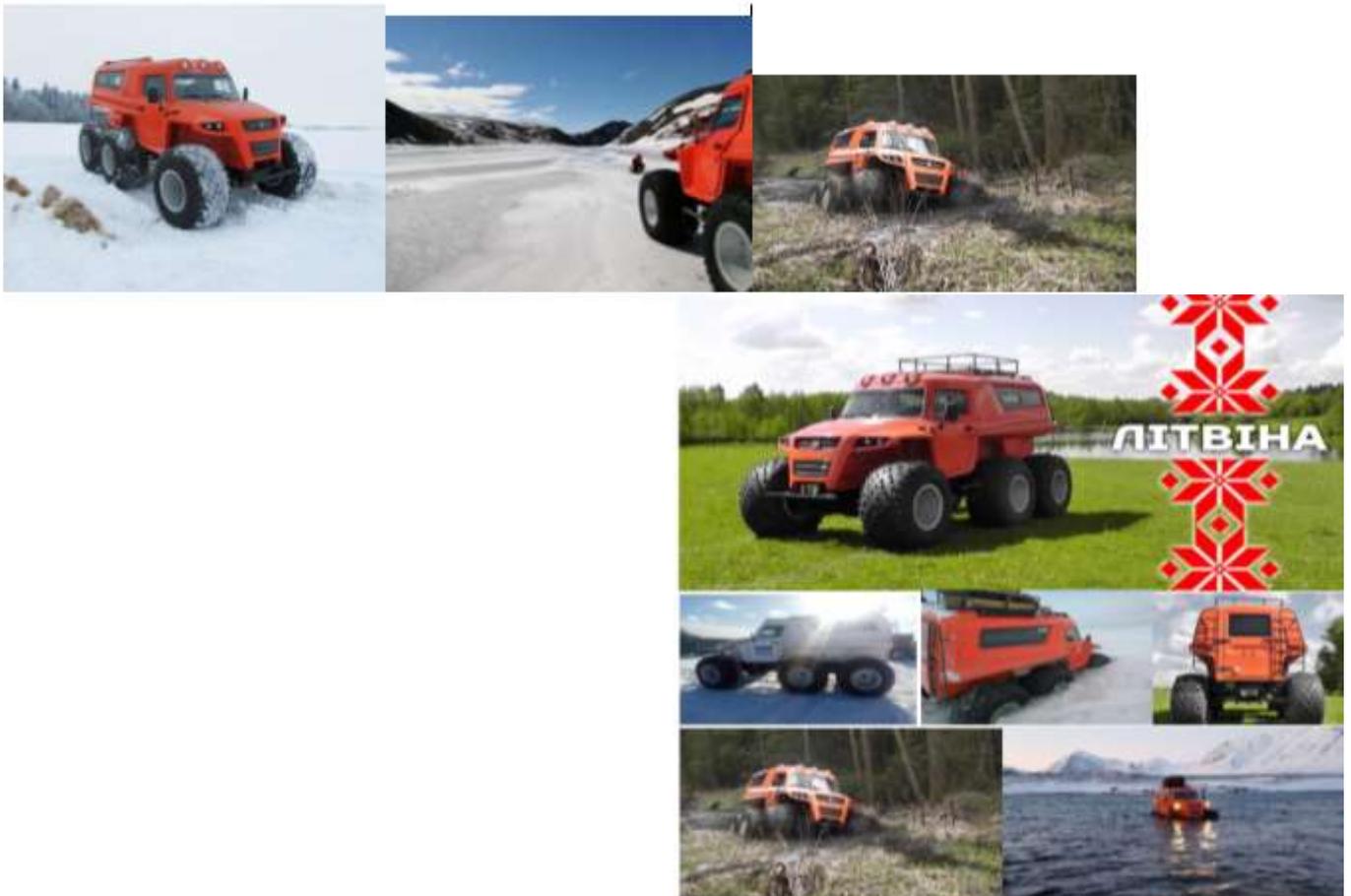
ПРИЛОЖЕНИЕ

Снегоболотоходы на шинах низкого давления. Отличительными чертами являются практичность, долговечность и выносливость, а рамная конструкция, большой дорожный просвет и система подключаемого полного привода с понижающей передачей позволяют преодолеть любые препятствия бездорожья

1. Снегоболотоход «Бурлак»



2. Снегоболотоход Литвина-3903



3. Судно на воздушной подушке с гибкими скегами



4. Автопоезд на базе КАМАЗ-43118-50



5. Гусеничная машина повышенной проходимости ЧЕТРА ТМ-140



6. Судно на воздушной подушке скегового типа с гибкими скегами СВПС «Хаска-10»

