

РАЗРАБОТКА ЗЕМЛЕРОЙНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИЧЕСКОГО ПОЯСА, В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Ануфриев К.А.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург

Ключевые слова: добыча полезных ископаемых, землеройные работы, экскаватор, условия вечной мерзлоты, рабочая жидкость, подогрев рабочих жидкостей, строительная машина, шарнирно-сочлененная конструкция, гидропривод.

Аннотация. В статье рассматривается существующая техника для добычи полезных ископаемых в зоне арктического пояса и в условиях вечной мерзлоты. Помимо этого, прописаны требования на создание новых средств как для добычи полезных ископаемых, так и для строительства объектов жилой застройки или объектов инфраструктуры. Также в статье предлагается новая конструкция землеройной машины, которую можно использовать для разведки месторождений, где опасно пребывание человека.

DEVELOPMENT OF AN EARTHMOVING MACHINE FOR MINING IN THE ARCTIC ZONE, IN PERMAFROST CONDITIONS

Anufriev K.A.

*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg*

Keywords: mining, earthmoving, excavator, permafrost conditions, working fluid, heating of working fluids, construction machine, articulated structure, hydraulic drive.

Abstract. The article discusses the existing technology for mining in the Arctic zone and in permafrost conditions. In addition, there are requirements for the creation of new funds both for mining and for the construction of residential buildings or infrastructure facilities. The article also proposes a new design of an earthmoving machine that can be used for exploration of deposits where human presence is dangerous.

Введение

Экономическое и социальное развитие регионов Арктической зоны Российской Федерации тесно связано с геополитикой государства по обеспечению благоприятных условий проживания населения и деятельности компаний по добыче полезных ископаемых. Ещё не так давно Арктика интересовала учёных биологии, геологии, а также историков. На данный момент ледяные просторы стали интересны всем, и Арктика всё чаще упоминается в развитии крупных проектов на развитие добычи полезных ископаемых. Эти заснеженные пространства богаты не только нефтью, а ещё многими очень нужными элементами для развития промышленности [1].

Освоение Арктики несёт огромную роль для развития промышленности, занятой добычей полезных ископаемых и разработкой новейшего оборудования для освоения этих земель. Представители многих активных государств обращают большое внимание на район Арктики. Первым государством по добыче полезных

ископаемых в арктическом поясе, стало США. Россия имеет выгодное географическое местоположение, что позволяет вести активную работу в области освоения Арктики. Полезные ископаемые, которые там добываются, это в основном драгоценные камни и металлы (алмазы, никель, платина, золото), а также горючие материалы такие как нефть и газ. Добыча драгоценных металлов в регионах Арктического пояса является одним из главных источников экономического развития северных территорий. Золотой запас по данным на первую половину 2022 года России составляет около 8150 тонн. В неизведанных пространствах арктического пояса может существовать большее количества запаса золота. Поэтому целесообразно полноценно осваивать арктические и приполярные территории Российской Федерации [2].

Полноценное освоение арктических территорий возможно только при совместном использовании железнодорожного, водного, авиа и автомобильного видов транспорта. Для добычи полезных ископаемых используется огромное количество специальной техники, которая имеет множество недостатков для эксплуатации её заполярье. Эти недостатки легко устраняются при использовании техники в условиях, которые рекомендует производитель и, собственно, для каких условий машина создана. В районах, где всегда присутствуют морозы вплоть до -60 градусов по Цельсию создаваемые машины должны целесообразно выбираться и удовлетворять требованиям эксплуатации в этих условиях. Также стоит отметить, что при низких температурах следует оборудовать кабину оператора, потому что существуют риски причинения вреда здоровью человека [3].

Существующие дорожно-строительные машины для добычи полезных ископаемых на территории Арктики

Предлагается рассмотреть уже существующую технику для добычи полезных ископаемых для освоения Арктики. Работы по добыче полезных ископаемых можно привести к землеройным работам, т.к. они очень схожи. Землеройные работы являются очень трудоёмкими и для создания машин ведения таких работ требуется учитывать огромное количество математических законов и законов природы.

Одноковшовый полноповоротный экскаватор – землеройная машина циклического действия для разработки (копания), перемещения и погрузки грунта, рабочим органом которой является подвижный ковш разного кубического объёма, закреплённый на стреле, рукояти или канатах. Эта одна из многих разновидностей спецмашин, без которых не обойтись при проведении таких работ как:

- возведение зданий и сооружений;
- строительство транспортных путей;
- ведение поисково-спасательных работ и расчистка транспортных путей;
- добыча полезных ископаемых, разработка грунта и др.

Одноковшовые экскаваторы в первую очередь предназначены для выемки сыпучих и скальных грунтов из массива, а также для разрыхлённых пород для дальнейшей погрузки в транспортные средства. Данная техника нужна там, где существует необходимость в спецмашинах, обладающими высокой

манёвренностью и достаточной скоростью передвижения. Использование различных видов сменного рабочего оборудования позволяет расширить область применения одноковшовых экскаваторов и делает эти машины универсальными, способными выполнять всевозможные строительно-дорожные работы [4].

Такая землеройная техника способна быстро и результативно выполнять операции по разработке абсолютно любых грунтов до 4 категории, а также малопрочные сезонномёрзлые грунты, что делает её пригодной для ведения широкого спектра земляных работ в разных климатических и сезонных условиях.

Экскаваторы, эксплуатируемые на территории Арктики, каждый день подвергаются воздействию климатических условий, присущих данному региону. Это низкие температуры, обильный снежный покров, повышенная влажность и другие неблагоприятные факторы, оказывающие влияние на техническое состояние техники. Используются экскаваторы Hitachi ZX 200/240/280/330-5G, предназначенные для работы в температурном диапазоне от +40 до -40 градусов по Цельсию (рис. 1). Модель оборудована отопительными системами рабочих агрегатов и дополнительным освещением. Помимо этой модели имеются и другие марки техники для разработки грунта, такие как: Hyundai HW140, Komatsu HB365LC-3, Caterpillar 323F и отечественные «Уралвагонзавод» ЭО-41211А, «ТВЭК» WX200.



Рис. 1. Экскаватор Hitachi ZX 200 в процессе работы по закручиванию свай

Бульдозер – самоходная гусеничная или пневмоколесная землеройная машина с рабочим оборудованием, представляющая из себя тягач с навесным органом – криволинейным в сечении отвалом. Машина предназначена для перемещения и распределения материала за счёт движения вперёд. Однако у этой машины кроме фронтального отвала и возможного рыхлительного оборудования, установленного сзади машины, нет популярного использования других видов навесного оборудования [5].

На сегодняшний день в арктическом поясе используется отечественные бульдозеры. Они используются вооруженными силами Российской Федерации. Помимо этого, существует отечественная марка строительных бульдозеров ЧТЗ, которая выпускает линейку машин, созданных под условия арктического пояса. Эти машины рассчитаны на выполнение тяжелых землеройных работ, в том

числе при разработке мерзлых и скальных грунтов при температуре воздуха до -50 градусов по Цельсию. В линейку входят ЧТЗ Т25.01, ЧТЗ Т11.02, ЧТЗ Т10М и ЧТЗ 10МБ (рис. 2). Машины оснащаются кабиной с двойным остеклением, независимым воздушным отопителем AIRTRONIK-2Д, предпусковым жидкостным подогревателем и системой дистанционного мониторинга. Также есть импортные машины, которые используются для освоения мест добычи ископаемых.



Рис. 2. Бульдозер ЧТЗ 10МБ

Требования на создание машины или переоборудование существующих средств

Машины для землеройных работ используются во всевозможных работах и в тоже время имеет множество недостатков, таких как: переход в твёрдое агрегатное состояние рабочих жидкостей, хладноломкость металлов и сплавов подвижных частей стрелы, рукояти и др.

Предлагается рассмотреть основные требования для создания новых машин на базе экскаватора в условиях Арктики, а также переоборудованию уже существующей техники:

- использовать стали повышенной прочности, устойчивых к хладноломкости;
- топлива и рабочие жидкости должны быть исключительно для Арктического пояса, для низких температур до -60 градусов по Цельсию;
- резиновые уплотнения должны быть адаптированы под низкие температуры и способны держать высокую влажность;
- выполнение всех инструкций по защите аккумуляторных батарей во избежание замерзания электролита и последующему разрыву АТС от агрегатного расширения;
- АКБ повышенной мощности или несколько АКБ в термокожухе;
- использование предпускового подогревателя топливной и масляной аппаратуры;
- дополнительное утепление кабины с двойным остеклением;
- утепление системы охлаждения двигателя (при случае использования двигателей внутреннего сгорания) [6];
- более мощный и адаптируемый к низким температурам стартер;

- обеспечение требуемой надёжности транспортных средств и средств по добычи полезных ископаемых, эксплуатируемых в Арктике, решается своевременным обслуживанием и заменой расходных материалов;
- проведение технического обслуживания с мойкой и очисткой узлов, деталей и агрегатов;
- совершенствование компоновки агрегатов накачки жидкости по опыту грузовых автомобилей серийного производства;
- снижение экологических выбросов.

Предлагаемая конструкция машины

Одноковшовые экскаваторы-манипуляторы идеально подходят для работ на строительных площадках, в шахтах, в условиях ограниченного пространства и в местах, где опасно пребывание человека.

Предлагается новая конструкция машины, созданная для проведения дорожно-строительных работ, демонтажа зданий и сооружений. Представляет из себя малогабаритный экскаватор без кабины, управляемый дистанционным управлением. Машина имеет всё оснащение для переоборудования под эксплуатацию в низких температурах Арктики. Конструкция строится по подобию уже существующих роботов для демонтажа Husqvarna (рис. 3) с введением большого числа новых конструкционных решений и повышением их работоспособности [4].



Рис. 3. Демонтажный робот Husqvarna DXR 275

Разрабатываемая машина обладает всеми преимуществами современных землеройных и демонтажных машин: трехсекционная стрела, полноповоротная башня, система быстрой смены/замены навесного оборудования, безопасное дистанционное управление, возможность полного переоборудования под эксплуатацию в Арктике [7].

Однако, предлагаемая машина имеет ряд уникальных особенностей, которые делают эту машину уникальной в своём классе:

- компактный корпус, такая конструкция совмещает в себе решения сразу нескольких задач;
- низко расположенный центр тяжести существенно повышает устойчивость демонтажной машины;
- корпус машины повышает обзор оператору;
- машина легче проходит в небольшие и сложные проемы;
- помещается в легковой прицеп и может быть доставлен легковым автомобилем.
- обслуживание производится просто.
- независимые опоры.

Каждая опора управляется отдельно, что позволяет выдвигать её независимо от других. высокая мобильность и устойчивость на любой площадке.

В отличие от других машин разрабатываемое технологическое средство может устойчиво расположиться на разном уровне поверхности или площадке, частично перегороженной оборудованием или строительными материалами.

– Изменение горизонта и поворот вокруг своей оси навесного оборудования.

Для обеспечения максимальной эффективности, создано уникальное решение поворотной платформы мультипликатора навесного оборудования с возможностью изменения горизонта наклона относительно плоскости рукояти. К главному преимуществу такой машины следует отнести возможность установку любого навесного оборудования, которое используется на аналогичных землеройных средствах.

Помимо этого, хочется отметить, что такая машина будет иметь дистанционное управление, которое исключает нахождение человека в кабине управления техникой. Такая машина позволит повысить безопасность человека при ведении работ в стеснённых условиях и условиях высокой вероятности обвалов.

– Использование специальной рабочей жидкости для Арктики и также её подогрева до рабочей температуры.

В создании машин необходимо производить возможность контроля характеристик моторных топлив и обеспечение автономной смазки подвижных частей в низкотемпературных регионах.

Список литературы

1. Спиридонов А.А., Эйдемиллер К.Ю., Ермолина М.А., Матвеевская А.С. Особенности реализации инвестиционных проектов, связанных с добычей полезных ископаемых в Арктике // Евразийский юридический журнал. – 2021. – № 10(161). – С. 506-508.
2. Коваленко М.С., Сибилева Е.В. Ресурсный состав Арктики, сложности добычи и перспективы ее развития // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. – 2023. – № 1(31). – С. 26-36. – DOI: 10.25587/SVFU.2023.44.59.003.
3. Сюрин С.А. Риски здоровью при добыче полезных ископаемых в Арктике // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2020. – № 11(332). – С. 55-61. – DOI 10.35627/2219-5238/2020-332-11-55-61.
4. Аринченков В.И., Карпов В.В. и др. Машины для земляных работ: Учебное пособие / под ред. Н.Г. Гаркави. – М.: Высшая школа, 1982. – 335 с.
5. Евтюков С.А., Евтюков С.С., Чудаков А.В., Куракина Е.В. Наземные транспортно-технологические машины и комплексы: учебное пособие для вузов. – СПб.: Изд. дом "Петрополис", 2017. – 644 с.
6. Кузнецов В.А., Александров В.И., Ога Р.Н., Шемякин А.В. Предложения по совершенствованию землеройных машин для работы в условиях Арктики // Universum: технические науки. – 2023. – № 11-1(116). – С. 60-64.
7. Ложкин В.Н. Электромеханический манипулятор для выявления аварийно-опасных режимов эксплуатации дизельных машин в условиях Арктики // Экстремальная робототехника. – 2021. – № 1(32). – С. 123-130.

Сведения об авторе:

Ануфриев Кирилл Андреевич – студент.