

Научная статья

УДК 622.23.05

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-62-71

Алексеев Олег Николаевич¹, Акчурун Зуффар Фиранусович², Дадиев Максим Николаевич³,
Ташлыков Алексей Анатольевич^{4*}, Свинин Валерий Михайлович⁵

¹ ООО «Черновский ремонтно-механический завод»

² ООО «Атомредметзолото Горные машины»

³ АО «Полюс Алдан»

⁴ ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение»

⁵ Иркутский национальный исследовательский технический университет

* для корреспонденции: tashlykov-87@bk.ru

ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫЕ МАШИНЫ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА С АВТОНОМНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ПАО «ППГХО»)

Аннотация.

Одним из направлений технологического оснащения подземных рудников в последние 30-35 лет является внедрение самоходного оборудования. При добыче полезных ископаемых подземным способом широко используются погрузочно-доставочные машины (ПДМ) для погрузки и доставки горной массы. Основным недостатком ПДМ с дизельным приводом является токсичность выхлопных газов и увеличение расходов на вентиляцию горных выработок. В настоящее время очень остро стоит проблема уменьшения загазованности горных выработок рудников. Поэтому актуальной задачей является производство отечественных ПДМ на базе литий-ионных аккумуляторов, что позволит сократить расходы на вентиляцию горных выработок, соблюдать санитарные нормы на рабочем месте и улучшить условия труда горнорабочих. Объектом исследования выбраны подземные рудники с системой разработки «Горизонтальные слои с твердеющей закладкой» (на примере «ПАО ППГХО»). Цель работы – определение условий и научное обоснование параметров погрузочно-доставочной машины на базе электрического привода с автономным источником питания при техническом перевооружении подземных рудников, обеспечивающего снижение разубоживания руды и себестоимости очистных работ. Проводился анализ условий и параметров эксплуатации ПДМ на подземных рудниках «ПАО ППГХО» и этапов их технического перевооружения, оценка параметров и условий функционирования горнотехнических систем при переходе от ПДМ с двигателем внутреннего сгорания к электрическому приводу с автономным источником питания, разработка рекомендаций и оценка эффективности перехода подземных рудников «ПАО ППГХО» на самоходные аккумуляторные ПДМ при системе разработки «Горизонтальные слои с твердеющей закладкой», моделирование рабочего процесса ПДМ и анализ результатов моделирования. В процессе исследования использовались методы статистического анализа, физического моделирования, сравнительный анализ эффективности применения ПДМ на базе двигателя внутреннего сгорания и электрического привода, исследование показателей производительности горных машин с автономным источником питания, опытно-промышленные испытания, хронометражные наблюдения, технико-экономическая оценка. На промышленной площадке «Приаргунское производственное горно-химическое объединение (ПАО «ППГХО»)» осуществлялись работы по созданию узкозахватной ПДМ как из отечественных деталей и агрегатов, так и совместного российско-французского производства для снижения себестоимости добычи урана. Было изготовлено ПДМ ПД-1Э в количестве 6 шт., ПД-1Д – 3 шт., ПД «Арго» – 15 шт., что подтверждает возможность изготовления горной техники по действующей конструкторской и технологической документации. Сделан вывод о наличии в России опыта создания ПДМ из деталей и агрегатов



Информация о статье

Поступила:

01 июля 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

30 августа 2025 г.

Принята к печати:

01 сентября 2025 г.

Опубликована:

09 октября 2025 г.

Ключевые слова:

Погрузочно-доставочная машина, арго, надежность, привод, себестоимость, забой, ремонт, наработка, отказ, литий-ионный аккумулятор

отечественного и зарубежного производства. С целью обеспечения технологического суверенитета в области производства машин для горнодобывающей промышленности необходимо использовать практический опыт «ПАО ППГХО» и продолжить работы по созданию отечественной ПДМ с электрическим приводом на базе литий-ионных аккумуляторов российского производства в рамках государственной программы.

Для цитирования: Алексеев О.Н., Акчурин З.Ф., Дадиев М.Н., Ташлыков А.А., Свинин В.М. Погрузочно-доставочные машины на базе электрического привода с автономным источником питания как перспективное направление развития горного машиностроения в России (на примере ПАО «ППГХО») // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 5 (181). С. 62-71. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-62-71, EDN: BOJCIO

Благодарности: Авторы выражают благодарность и глубокую признательность д.т.н., профессору ФБГОУ ВО «Забайкальский государственный университет» Е. Т. Воронову за советы и ценные замечания при работе над данной статьей.

Введение

Интенсивная разработка месторождений твердых полезных ископаемых приводит к истощению балансовых запасов, что определяет поиск путей вовлечения бедных руд в промышленную эксплуатацию. Нарастание объемов добычи бедной рудной массы при использовании системы разработки «Горизонтальные слои с твердеющей закладкой» невозможно без увеличения числа забоев, а, следовательно, без роста количества погрузочно-доставочных машин с дизельным и электрическим приводами. Это приведет к росту себестоимости добычи руды из-за увеличения объемов подаваемого воздуха, транспортируемого объема горной массы, эксплуатационных затрат на обслуживание ПДМ, а также к ухудшению санитарно-гигиенических условий труда горнорабочего очистного забоя, что обуславливает необходимость технического перевооружения рудников Стрельцовского месторождения путем изыскания новых стратегических решений, которые обеспечат эксплуатацию подземных рудников ПАО «ППГХО» и поддержание социальной стабильности в Забайкалье. Одним из направлений перехода горнодобывающих предприятий ПАО ППГХО к новой технологии является внедрение узкозахватных погрузочно-доставочных машин с автономным источником питания. Проблема производства отечественных погрузочно-доставочных машин (ПДМ) для горнодобывающей промышленности России привлекает в последнее время все более пристальное внимание научной общественности. Введенные экономические санкции после 24 февраля 2022 года в отношении РФ со стороны Евросоюза и США выявили ряд противоречий: с одной стороны, достигнут ряд положительных результатов выпуска погрузочно-доставочных машин различной грузоподъемности и силового привода из машинокомплектов зарубежного производства [1], с другой стороны, производство и разработка горной техники из отечественных комплектующих были прекращены за несколько лет до 2022 года. Поэтому задача производства отечественных ПДМ на базе литий-ионных аккумуляторов является актуальной, это позволит сократить расходы на вентиляцию горных выработок, соблюдать санитарные нормы на рабочем месте и улучшить условия труда горнорабочих.

Временный выход из сложившейся ситуации был найден путем закупа для нужд ПАО «ППГХО» погрузочно-доставочной машины модели WJD-1,5 (производство – КНР) с электрическим приводом, гидротрансформатором и кабельным барабаном. Длина доставки горной массы ПДМ WJD-1,5 ограничена емкостью кабельного барабана (100м), что отрицательно сказывается на ее мобильности и производительности, как правило, на производительности рудника в целом.

Анализ методов решения проблемы

Дальнейшая эксплуатация ПДМ производства КНР приведет к увеличению капитальных вложений на закуп запасных частей и расходных материалов, в том числе и из-за колебания курса юаня на их приобретения.

Одной из целей импортозамещения является выработка качественно новой стратегии экономического развития, которая будет ориентирована прежде всего на развитие горного машиностроения в РФ [2, 3, 14].

Предметом исследования являются условия и параметры погрузочно-доставочной машины на базе электрического привода с автономным источником питания.

В процессе исследования проблемы производства отечественных ПДМ использовались методы статистического анализа, физического моделирования. На промышленной площадке ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ППГХО) с 2011 года проводились работы по созданию отечественной узкозахватной погрузочно-доставочной машины [4, 6, 8]. Объектом исследования являются подземные рудники с системой разработки «Горизонтальные слои с твердеющей закладкой» (на примере «ПАО ППГХО»).

Одним из факторов проведения опытно-исследовательских работ явился поиск снижения себестоимости добычи природного урана. Опыт применения на подземных рудниках ПАО «ППГХО» зарубежных узкозахватных машин моделей Microscoop 100E и Aramine L130 на рудниках ПАО «ППГХО» дал положительный результат в вопросе снижения себестоимости добычи руды в сравнении с использованием на тот момент горной техники российского производства типа ПД-2Э и зарубежного «Того 150» [5, 7, 21]. Ширина сечения очистной заходки уменьшилась с 3,5 до 2 метров, что

привело к снижению разубоживания горной массы не более 20% и уменьшению объема отбойки пустой породы, а следовательно, к снижению транспортных расходов на доставку руды. С другой стороны, высокая стоимость зарубежных ПДМ (15-20 млн руб. в ценах 2013 года), используемых при добыче природного урана, отрицательно сказалось на его себестоимости. Более 40% в структуре себестоимости добычи урана приходится на капитальные и эксплуатационные затраты [15]. Целью работы явилось определение условий и научное обоснование параметров погрузочно-доставочной машины на базе электрического привода с автономным источником питания при техническом перевооружении подземных рудников, обеспечивающего снижение разубоживания руды и себестоимости очистных работ.

Результаты проведенных работ

Спроектированная и изготовленная на Ремонтно-механическом заводе ПАО «ППГХО» опытная

серия узкозахватных ПДМ с дизельным и электрическим приводами (Рис. 1) показала сильные и слабые стороны конструкции. Технические характеристики приведены в Таблице 1. Сильные стороны ПДМ ПД1Д и 1Э: все детали, сборочные узлы и агрегаты российского производства; простота в техническом обслуживании и эксплуатации; ремонтпригодность, компоновка узлов и агрегатов в моторной тележке обеспечивает доступность силовой установки, гидросистемы, трансмиссии для проведения ремонта; низкие капитальные (стоимость ПД-1Д в ценах 2017 года не более 3 млн руб.) и эксплуатационные затраты не более 15% от стоимости ПДМ [4, 6, 9].

В процессе эксплуатации опытной партии ПДМ ПД-1Д и Э на руднике №1 ПАО «ППГХО» были выявлены конструктивные недостатки. Это недостаточная мощность силового привода (30кВт); повышенный износ шестерни раздаточного редуктора. Нарботка на отказ ПДМ показателя надежно-

Таблица 1. Технические характеристики узкозахватных машин
Table 1. Technical characteristics of narrow-reach machines

Наименование показателя	Модель			
	ПД-1Э	ПД-1Д	Microscoop 100E	Aramine L130
Габариты, мм				
длина	5290	5300	4600	5269
ширина	1000	1055	1050	1050
высота	1950	1950	2045	2100
Масса, кг	2950	4700	3640	4400
Тип привода	Электрический	Дизельный	Электрический	Дизельный
Мощность, кВт	30	47,8	33	45
Емкость ковша, куб. м	0,5	0,6	0,54	0,6
Грузоподъемность, кг	1000	1200	1000	1200



Рис. 1. Погрузочно-доставочная машина ПД-1Д
Fig. 1. PD-1D loading and delivery truck

Таблица 2. Технические характеристики ПДМ «Арго»

Table 2. Technical characteristics of Argo PDM

Показатель	Модель ПДМ «Арго»
Габариты, мм	
длина	5294
ширина	1100
высота	2000
масса, кг	4700
Тип привода	Электрический. Состав: 2 блока 12 кВт/ч с встроенным зарядным устройством. 24 кВт-ч LiFe PO4 (90 В - 142 Ач)
Мощность, кВт.	2 двигателя мощностью по 25 кВт Класс защиты IP55
Емкость ковша, куб. м	0,7
Грузоподъемность, кг	1300



Рис. 2. Погрузочно-доставочная машина «Арго»

Fig. 2. Loading and delivery vehicle "Argo"

сти составила 200 ч, что сопоставимо с данными аналогичных импортных машин [10, 11]. Дальнейшее развитие программы создания отечественной узкозахватной машины на ПАО «ППГХО» продолжения не получило из-за отсутствия финансирования.

Было принято решение на уровне АО «Атомредметзолото» (АРМЗ) по созданию и выпуску совместной российско-французской узкозахватной ПДМ «Арго». Проект реализовывался в рамках соглашения между АО «АРМЗ» и французской компаний Aramine [12, 16, 17]. Данное решение предусматривало создание новой машины с электрическим приводом на базе литий-ионных аккумуляторов. В результате совместной работы по изготовлению ПДМ «Арго» (русская сторона изготавливала переднюю и заднюю полурамы, кабину, ковш и стрелу, осуществляла сборку и монтаж узлов и агрегатов; французская поставляла электрическое и гидравлическое оборудование) в 2020 году на производственные испытания поступил опытный образец ПДМ «Арго» (Рис. 2) с техническими характеристиками, указанными в Таблице 2.

Эргономическая кабина, сертифицированная по стандартам ROPS/FOPS, обеспечивает высокий уровень безопасности и комфорта, с низким уровнем вибрации и шума, а также обладает отличной обзорностью. В процессе эксплуатации ПДМ «Арго» в условиях рудника №1 ПАО «ППГХО» были выявлены преимущества и недостатки новой машины в сравнении с аналогом зарубежного производства.

Преимущество обеспечивало наличие литий-ионных аккумуляторов, что позволило мобильно отрабатывать блоки длиной до 300 м, низкий уровень шума, снижение объема свежего воздуха для подготовки нормальной рудничной атмосферы, низкие эксплуатационные расходы (1-2% от капитальных затрат) [18, 20]. Недостатки – высокая стоимость машины, свыше 20 млн руб., в ценах 2021 года, высокий износ языка ковша и выход из строя балансира из-за конструктивной недоработки, процесс замены блока аккумуляторов весом 1000 кг требует расширенной горной выработки с дополнительными затратами [10, 13]; наличие проблемы

утилизации литий-ионных аккумуляторов после окончания срока службы.

Проведенные доработки конструкции ПДМ «Арго» после производственных испытаний на рудниках ПАО «ППГХО» показали высокую надежность и востребованность данной машины при отработке маломощных рудных тел. Исследования, проведенные с полностью заряженным блоком аккумуляторов при взятой средней скорости 5 км/ч, установили зависимость производительности машины от длины блока и уклона горной выработки, данные приведены в Таблице 3. Формула для расчета производительности определена эмпирическим путем:

$$P_n = k \cdot P_{n-1},$$

где P_n – производительность машины при уклоне 12 град., P_{n-1} – при уклоне 0 град., k – эмпирический коэффициент.

Заряд блока аккумулятора обеспечивает работу ПДМ «Арго» до 4 ч (продолжительность смены 6 ч) в горной выработке с углом уклона 0 град., для дальнейшей работы требуется его замена. При работе в горной выработке с углом уклона 12 град. время работы аккумулятора сокращается на 30%.

Для замены блока аккумулятора в условиях забоя требуется подготовить расширенную горную выработку с установленным грузоподъемным механизмом. С этой целью была разработана система смены блока аккумулятора, установленная на ПДМ (Рис. 3). Грузоподъемное устройство внедрено и используется для ПДМ, которые эксплуатируются в подземных горных выработках шахт и рудников с уклоном до 15° и с радиусом поворота по внешнему габариту не более 3634 мм.

Рекомендуемые размеры зарядной камеры приведены на Рис. 4 и 5. В зарядной камере выполняется крепление грузоподъемного устройства, обеспечивается его поворот на угол до 180°, размещается подставка для двух единиц энергетических модулей, двух единиц понижающих трансформаторов, а также имеется место для подъезда ПДМ и пространство для беспрепятственного перемещения демонтированного энергетического модуля при повороте устройства, место размещения электрического шкафа точки подключения питания для устройства и трансформаторов. После выполнения прочностных расчетов соединений и металлоконструкции крана [19] выполняется компоновочное

Таблица 3. Зависимость производительности ПДМ от длины блока и уклона
Table 3. Dependence of PDM performance on block length and slope

Название	Объем горной массы, куб. м			
	4 ч	3,5 ч	2 ч	1,5 ч
Длина блока 200 м с углом уклона 0 град.	37	29,6	18,5	14,8
Длина блока 200 м с углом уклона 12 град.	36	28,8	18	14
Длина блока 100 м с углом уклона 0 град.	58	51	36	27
Длина блока 100 м с углом уклона 12 град.	56	49	35	26



Рис. 3. Общий вид и рекомендуемы размеры (не менее) камеры для зарядки энергетических модулей (вид сверху)
Fig. 3. General view and recommended dimensions (at least) of the chamber for charging energy modules (top view)

решение и изготовление грузоподъемного устройства, общий вид которого приведен на Рис. 5. В связи с тем, что монтаж грузоподъемного устройства на месте эксплуатации носит временный характер из-за постоянного прохождения выработки, требуется оборудование новых зарядных камер обслуживания ПДМ. Поэтому подготовка фундамента основания для установки колонны грузоподъемного устройства требует дополнительных

капитальных вложений. С целью снижения затрат применяют крепление оборудования в горном массиве с помощью анкеров на основание действующего на ПАО «ППГХО» технологического регламента «Возведение крепей подземных горных выработок в условиях подземных рудников».

Дальнейшая установка подошвы колонны грузоподъемного устройства производится по варианту анкерного крепления с использованием цанго-

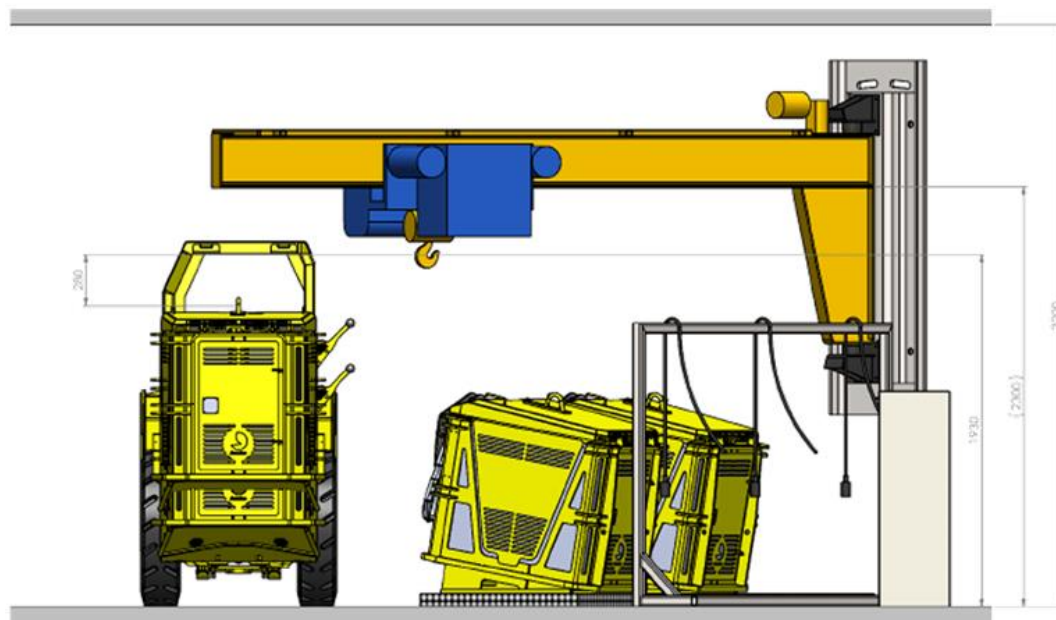
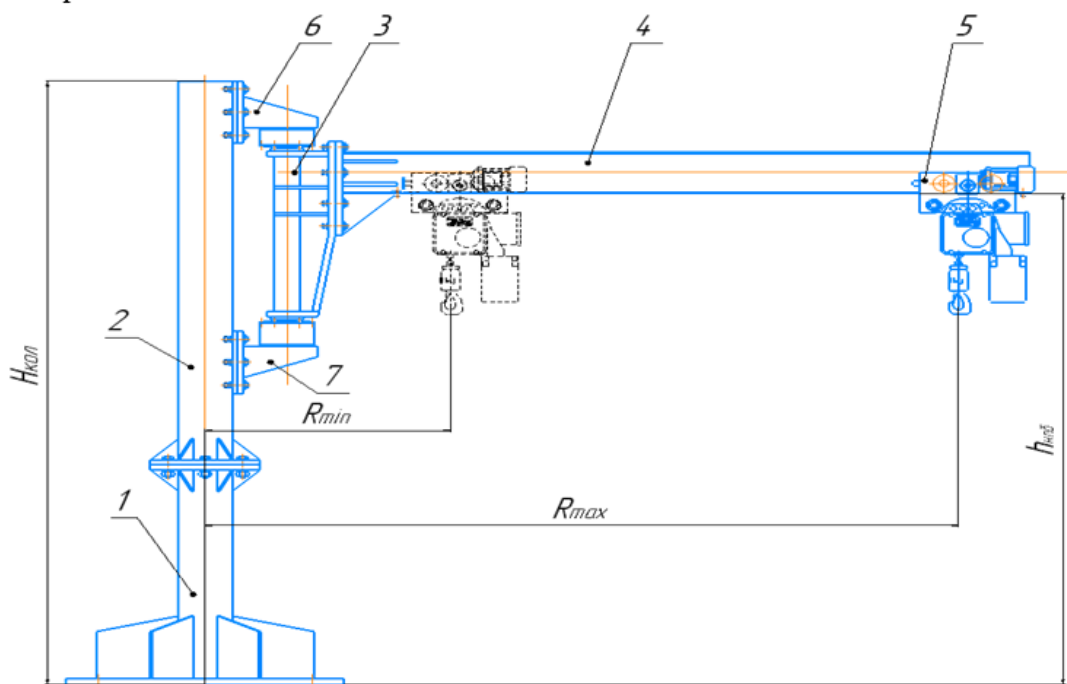


Рис. 4. Общий вид и рекомендуемые размеры камеры для зарядки энергетических модулей (вид сбоку)
Fig. 4. General view and recommended dimensions of the chamber for charging energy modules (side view)



1 – нижняя часть неподвижной колонны; 2 – верхняя часть неповоротной колонны; 3 – поворотный узел; 4 – стрела; 5 – цепная электрическая таль; 6 – верхний шарнир; 7 – нижний шарнир
1 – lower part of fixed column; 2 – upper part of non-rotating column; 3 – rotary unit; 4 – boom; 5 – electric chain hoist; 6 – upper hinge; 7 – lower hinge

Рис. 5. Общий вид грузоподъемного устройства
Fig. 5. General view of the lifting device



Рис. 6. Полигон

Fig. 6. Polygon

вых штанг.

Перед спуском в шахту каждая машина проходит испытания на полигоне (Рис. 6).

Физически смоделированная реальная ситуация в условиях полигона показывает работу ПДМ «Арго» в горных выработках под нагрузкой и выявляет скрытые заводские дефекты в конструкции машины [11, 13]. Горнорабочий очистного забоя в процессе эксплуатации машины на полигоне получает навыки работы с ней, при этом происходит приработка и обкатка ее узлов и деталей. Выявленные в процессе испытания скрытые заводские дефекты устраняются либо ПДМ подлежит возврату на доработку в условиях завода [15].

Обсуждение результатов

На промышленной площадке ПАО «ППГХО» осуществлялись работы по созданию узкозахватной ПДМ как из отечественных деталей и агрегатов, так и совместно российско-французского производства для снижения себестоимости добычи урана. Было изготовлено ПДМ: ПД-1Э в количестве 6 шт., ПД-1Д – 3 шт., ПД «Арго» – 15 шт., что подтверждает возможность изготовления горной техники по действующей конструкторской и технологической документации. Однако в настоящее время создание и производство совместной российско-французской узкозахватной ПДМ «Арго» не представляется возможным в связи с введенными со стороны зарубежных производителей ограничениями, поэтому дальнейшее развитие программы создания узкозахватной ПДМ возможно только с привлечением отечественных производителей.

Выводы

В России имеется опыт создания ПДМ из деталей и агрегатов отечественного и зарубежного производства. С целью обеспечения технологического суверенитета в области производства машин для горнодобывающей промышленности необходимо использовать опыт ПАО «ППГХО» и продолжить работы по созданию отечественной ПДМ с электрическим приводом на базе литий-ионных аккумуляторов российского производства, в частности, с использованием разработанной на ПАО ППГХО конструкторской документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масляков Н. С. Обоснование и разработка метода повышения технической готовности при эксплуатации погрузочно-доставочных машин. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва : ФГАОУ ВО Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 2016. 23 с.
2. Бондаренко А. А. Определение условий и параметров перехода подземного рудника к самоходному погрузочно-доставочному оборудованию на базе электрического привода с автономным источником питания. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва : ФГБУ науки Институт проблем комплексного освоения недр им. Академика Н. В. Мельникова Российской академии наук, 2022. 20 с.
3. Патент № 2750775С1 РФ Способ электропитания горных машин с электрическим приводом в условиях подземных рудников / Каплунов Д. Р., Радченко Д. Н., Бондаренко А. А., Федотенко В. С. Заявка №2020139008 от 27. 11.2020. Оpubл. 02.07.2021.
4. Алексеев О. Н. Применение в технологии очистной выемки отечественной узкозахватной погрузочно-доставочной машины ПД-1Э на урановых рудниках ОАО «ППГХО» // ГИАБ. 2011. № 8. С. 248–251.
5. Дадиев М. Н. Отработка сочлененных вертикальных жилообразных и пластообразных урановых рудных тел с применением самоходных погрузочно-доставочных машин. // Вестник ЗабГУ. 2014. № 10. С. 27–33.
6. Алексеев О. Н. Погрузочно-доставочная машина ПД-1Д-Российская инновация в горном производстве // ГИАБ. 2016. № 11. С. 28–32.
7. LH130 Spare Part Manual. Turku, Finland © Sandvik Mining and Construction, 2011. 417p.
8. Алексеев О. Н. Повышение эффективности и безопасности подземной геотехнологии урановых месторождений на базе разработки научно-обоснованных требований на создание узкозахватной погрузочно-доставочной машины (на примере ОАО «ППГХО»). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Чита : ФГБОУ ВО ЗабГУ, 2011. 26с.

9. Алексеев О. Н. Оценка надежности горной машины ПД-1Д в условиях эксплуатации на руднике ПАО «ППГХО». Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация. Материалы I международной научно-практической конференции. СПбФ : НИЦ МС, 2018. С. 150–152.

10. Саая С-С.Ш. Исследование надежности и обновления нормативов погрузочно-доставочных машин // Вестник Тувинского государственного университета. 2020. № 4. С. 41–45.

11. Коломийцов М. Д., Маховиков Б. С. Методы определения ресурса горной техники // Записки Горного института. СПб, 1993. Т. 138.

12. Артамонова Ю. Сделано в России. Экологический погрузчик, или Беспрецедентное предложение для рынка. // Геология и бизнес. 2021. № 2. С. 84–87.

13. Кулешов А. А., Григорьев Е. А. Прогнозирование ресурса элементов погрузочно-доставочных машин на основе определения их эксплуатационной нагруженности // Записки Горного института. СПб, 2002. Т. 152.

14. Тюпин В. Н, Горковенко И. А, Алексеев О. Н. Очистная выемка маломощных рудных тел с применением узкозахватной погрузочно-доставочной техники// Международная научно-практическая конференция «Проблемы трансфера современных технологий в экономику Забайкалья»: материалы конференции. Чита : ЗаБИЖТ, 2011. С. 25.

15. Тихонов Н. В., Рысев Г. С. Шахтные погрузочно-транспортные машины. М. : Недра, 1976. 122 с.

16. АРМЗ. Горные машины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agm.armz.ru/ru>.

17. BluVeincharges info mine electrification space [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://im-minig.com/2021/04/01/BluVein-charges-info-mine-electrification-space>.

18. Алексеев О. Н. Использование систем накопления электроэнергии на базе литий-ионных аккумуляторов при производстве погрузочно-доставочных машин // Механика и машиностроение. Наука и практика. Материалы международной научно-практической конференции. СПб. : СПбФ НИЦ МС, 2018. С. 76–78.

19. Голиков Н. С., Кузьмин А. Ю. Основы динамики и прочности. Расчет на прочность болтовых соединений: метод. указания к лабораторным работам. СПб : Санкт-Петербургский горный университет, 2020. 24 с.

20. Бондаренко А. А., Шарипов Р. Х. Опыт и сравнительный анализ эффективности эксплуатации дизельных и электрических погрузочно-доставочных машин // Известия ТулГУ. 2021. № 4. С. 246–257.

21. Алексеев О. Н. Погрузочно-доставочная машина ПД-2Э, опыт эксплуатации и обслуживания. ГИАБ. 2017. № 8. С. 17–21.

© 2025 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Алексеев Олег Николаевич, к.т.н., главный механик, ООО «Черновский Ремонтно-механический завод», РФ, г. Чита

Акчурин Зуффар Фиранусович, главный инженер, ООО «Атомредметзолото Горные машины», РФ, г. Краснокаменск

Дадиев Максим Николаевич, специалист АО «Полус Алдан», РФ, г. Красноярск,

Ташлыков Алексей Анатольевич, зам. главного инженера Шахтопроходческого управления ПАО «Приаргунское производственное горнохимическое объединение», РФ, г. Краснокаменск, e-mail: tashlykov-87@bk.ru

Свинин Валерий Михайлович, д.т.н., профессор кафедры технологии и оборудования машиностроительных производств Иркутского национального исследовательского технического университета, РФ, г. Иркутск

Заявленный вклад авторов:

Алексеев Олег Николаевич, Дадиев Максим Николаевич – сбор и анализ материалов для статьи. Написание текста, разработка методов исследования. Оформление текста статьи.

Акчурин Зуффар Фиранусович, Ташлыков Алексей Анатольевич – осуществление методов исследования, фотографирования объекта исследования, выполнение расчетов для грузоподъемного механизма и его проектирование.

Свинин Валерий Михайлович – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-62-71

Oleg N. Alekseev¹, Zuffar F. Akchurin², Maxim N. Dadiev³, Alexey A. Tashlykov⁴, Valery M. Svinin⁵

- ¹ Chernovsky Mechanical Repair Plant
² Atomredmetzoloto Mining Machinery
³ Polyus Aldan JSC
⁴ PJSC Priargunskoye Mining and Chemical Production Association
⁵ Irkutsk National Research Technical University

* for correspondence: tashlykov-87@bk.ru

LOADING AND DELIVERY MACHINES BASED ON AN ELECTRIC DRIVE WITH AN AUTONOMOUS POWER SUPPLY AS A PROSPECTIVE DIRECTION FOR THE DEVELOPMENT OF MINING ENGINEERING IN RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF PJSC "PPGKH")



Article info

Received:

01 July 2025

Accepted for publication:

30 August 2025

Accepted:

01 September 2025

Published:

09 October 2025

Keywords: lubricating oil, additives, degradation, parameter estimation methods, technical service, predictive maintenance, mining machines, transport machines, drive stations, mine conveyors.

Abstract.

Improving the operational reliability of mining equipment, and as a result, the efficiency and growth of production, continues to be an urgent task for enterprises of the fuel and energy complex. The high technical level of mining machinery products is capable of ensuring trouble-free and energy-efficient operation of mines, mines and processing plants. Lubricants are one of the components that determine the technical condition of mining machines. A brief analysis of the history of additives in lubricating oils is given. Basic information about the purpose and functions of additives is given. A brief analysis of the history of the development of methods for assessing oil condition by various parameters is considered. Input control of the lubricating oil parameters allows you to evaluate the quality of the oil and the possibility of its use for a specific type of equipment or even a specific machine. It is shown that during operation, the rate of oil degradation, the loss of dispersant, foam and detergent additives, as well as the accumulation of mechanical impurities, under the same design conditions, is different. Systematic sampling and determination of basic parameters such as viscosity, flash point, iron, silicon, copper and some other components make it possible not only to determine the rational timing of oil change. By making possible adjustments to some parameters, it is also possible to extend the service life of gearboxes under specific operating conditions. The article provides a justification for the operational analysis of lubricating oil in belt conveyor gearboxes. The results of a study of oil parameters starting from commissioning and after twenty-six months of operation in underground mining conditions are presented. These studies make it possible to implement proactive maintenance of belt conveyor drives and thereby achieve an economic effect during their operation. The directions of further development of the sciences of friction and lubricants are considered.

For citation: Alekseev O.N., Akchurin Z.F., Dadiev M.N., Tashlykov A.A., Svinin V.M. Loading and delivery machines based on an electric drive with an autonomous power supply as a prospective direction for the development of mining engineering in Russia (on the example of PJSC "PPGKH"). Mining Equipment and Electromechanics, 2025; 5(181):62-71 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-62-71, EDN: BOJCIO

Acknowledgements: The authors express their gratitude and deep appreciation to E.T. Voronov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Zabaikalsky State University for his advice and valuable comments while working on this article.

REFERENCES

1. Maslyakov N.S. Justification and development of a method for increasing technical readiness during the operation of loading and delivery machines. Abstract of the thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences-Moscow: FGAOU VO National Research Technological University "MIS and S"; 2016. 23p.
2. Bondarenko A.A. Determination of the conditions and parameters of the underground mine transition to self-

propelled loading and delivery equipment based on an electric drive with an autonomous power source. Abstract of a dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow: Federal State Budgetary Institution of Science Institute for Comprehensive Subsoil Development Academician N.V. Melnikov of the Russian Academy of Sciences; 2022. 20p.

3. Patent № 2750775C1 of the Russian Federation. Method of Power Supply for Electric-Driven Mining Ma-

chines in Underground Mines / Kaplunov D.R., Radchenko D.N., Bondarenko A.A., Fedotenko V.S. Application № 2020139008 dated November 27, 2020. Published on 02.07.2021.

4. Alekseev O.N. Application of the domestic narrow-grip loading and delivery machine PD-1E in the technology of excavation at the uranium mines of OAO "PPGKH". *GIAB*. 2011; 8:248–251.

5. Dadiev M.N. Processing of Jointed Vertical Vein and Sheet-Like Uranium Ore Bodies by Using Hing Productive Self Moving Load-Delivering Machines. *Transbaikalian State University Journal*. 2014; 10:27–33.

6. Alekseev O.N. Load-haul-dumper PD-1E-Russian-innovation in mining. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*. 2016; 11:28–32.

7. LH130 Spare Part Manual. Turku, Finland 6 Sandvik Mining and Construction, 2011. 417 p.

8. Alekseev O.N. Povyshenie effektivnosti i bezopasnosti podzemnoy geotekhnologii uranovykh mestorozhdeniy na baze razrabotki nauchno-obosnovannykh trebovaniy na sozдание uzkokhvatnoy pogruchno-dostavochnoy mashiny (na primere OAO PPGHO). (Enhanced efficiency of under-ground uranium geotechnologies on the ground of science-based design standards for a narrow-range load-haul-dumper (in terms of Priargunsky Mining and Chemical Works). Candidates thesis. Chita. 2011. 26 p.

9. Alekseev O.N. Assessment of the reliability of the PD-1D mining machine in the conditions of operation at the mine of PJSC "PPGKH". *Machines, units and processes. Design, creation and modernization. Materials of the I international scientific and practical conference*. SPbF: NITS MS; 2018. Pp. 150–152.

10. Saaya S.-S. Sh. Research of reliability and updates of loading and delivery machine. *Vestnik of Tuvan State University*. 2020; 4:41–45.

11. Kolomiitsov M.D., Makhovikov B.S. Methods of determining the resource of mining equipment. *Notes of the Mining Institute*. SPb, 1993. V. 138.

12. Artamonova Yu. Made in Russia. An Ecological Loader, or an Unprecedented Offer for the Market. *Geology and Business*. 2021; 2:84–87.

13. Kuleshov A.A., Grigorev E.A. Forecasting the service life of loading and unloading machine elements on the basis of determining their operational load. *Journal of Mining Institute*. 2002; 152:169–172.

14. Tyupin V.N., Gorkovenko I.A., Alekseev O.N. Clearing excavation of low-power ore bodies with the use of narrow-grip loading and delivery equipment. *International scientific and practical conference "Problems of transfer of modern technologies to the economy of Transbaikalia": conference materials*. Chita: ZabIzhT: 2011. P. 25.

15. Tikhonov N.V., Rysev G.S. Mine loading and transport machines. M.: Nedra; 1976. 122 p.

16. ARMZ. Mining machines [Electronic resource]. Access mode: <http://www.agm.armz.ru/ru>.

17. BluVein charges info mine electrification space [Electronic resource]. Access mode: <https://im-minig.com/2021/04/01/BluVein-charges-info-mine-electrification-space>.

18. Alekseev O.N. The use of accumulation systems of electric power on the basis of lithium-ion batteries during the production of load-haul-dumpers. *Mekhanika i mashinostroenie. Nauka i praktika. Proceedings of the international scientific-practical conference*. St. Petersburg, 14 December 2018. Saint-Petersburg: SPbF NITS MS; 2018. Pp. 76–78.

19. Golikov N.S., Kuzmin A.Yu. Fundamentals of Dynamics and Strength. Strength Calculation of Bolt Connections: Methodological Guidelines for Laboratory Work. SPb: St. Petersburg Mining University; 2020. 24 p.

20. Bondarenko A.A., Sharipov R.Kh. Experience and Comparative Analysis of the Efficiency of Diesel and Electric Loading and Delivery Machines. *Izvestiya TulGU*. 2021; 4:246–257.

21. Alekseev O.N. LOAD-HAUL-DUMPER PD-2E, operation and maintenance experience. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*. 2017; 8:17–21.

© 2025 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Oleg N. Alekseev, Chief Mechanic, Chernovsky Mechanical Repair Plant, Chita, Russian Federation

Zuffar F. Akchurin, Chief Engineer, Atomredmetzoloto Mining Machinery, Krasnokamensk, Russian Federation

Maxim N. Dadiev, Specialist, Polyus Aldan JSC, Krasnoyarsk, Russian Federation

Alexey A. Tashlykov, Deputy Chief Engineer of the Mining Department of PJSC Priargunskoye Mining and Chemical Production Association, Krasnokamensk, Russian Federation, e-mail: tashlykov-87@bk.ru

Valery M. Svinin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology and Equipment for Mechanical Engineering Production, Irkutsk National Research Technical University, Russian Federation, Irkutsk

Contribution of the authors:

Oleg N. Alekseev, Maxim N. Dadiev – collection and analysis of materials for the article. Writing a text, developing research methods. Design of the text of the article.

Zuffar F. Akchurin, Alexey A. Tashlykov – Implementation of research methods, photogravure of the object of study, calculations for the lifting mechanism and its design.

Valery M. Svinin – formulation of research problems, scientific management. .

Authors have read and approved the final manuscript.

