

Научная статья

УДК 622.005

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-3-41-47

Крицкий Дмитрий Юрьевич¹, Федоров Андрей Витальевич¹, Андреева Людмила Ивановна²¹ АО "СУЭК-Красноярск"² Челябинский филиал Института горного дела Уральского отделения РАН

* для корреспонденции: kritskijdy@suek.ru

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ СУЩЕСТВЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДРАГЛАЙНОВ**Аннотация.**

В статье представлены основные результаты выполненного авторами исследования, проведен анализ факторов, существенно влияющих на техническое состояние шагающих экскаваторов - драглайнов. Установлено, что более значимыми факторами, ограничивающими использование высокопроизводительных драглайнов, являются: текущее техническое состояние экскаватора (преждевременный износ и высокая деформация несущих конструкций: опорная база, поворотная платформа; недопустимый износ элементов редукторов, деградация электротехнической аппаратуры); профессионализм управления экскаватором (слабая ремонтная дисциплина выполнения графика ППР, возрастной ценз персонала, профессионализм и навыки управления экскаватором); качество запасных частей и материалов (отсутствие поставок качественных запасных частей на технику иностранного производства, низкое качество изготовления запасных частей на отечественных предприятиях, длительные сроки изготовления и доставки на предприятие Заказчика). Также отмечено, что длительные простои в ремонте крупного карьерного оборудования, связанные с климатическими условиями, отсутствием необходимых комплектующих, влияют на технико-экономические показатели предприятия и сдерживают развитие горных работ. Следует отметить, что по сравнению с другими видами машиностроительных изделий шагающие экскаваторы, обладающие значительными габаритами и массами, имеют, как объекты ремонта, ряд особенностей: потребность в мощных грузоподъемных механизмах; оборудование мест хранения узлов и агрегатов шагающего экскаватора; необходимость оборудования специальных ремонтных площадок; большой объем демонтажно-монтажных ремонтных работ и т.д.

Очевидно, что в связи с крайней важностью проблемы надежности горной техники и оборудования для бестранспортной вскрыши, исследования нуждаются в существенной интенсификации и в обязательном подключении к этим исследованиям заводо-изготовителей экскаваторов, производителей объединений и научную общественность.

**Информация о статье**

Поступила:

02 марта 2025 г.

Одобрена после
рецензирования:

30 апреля 2025 г.

Принята к печати:

20 июня 2025 г.

Опубликована:

05 июня 2025 г.

Ключевые слова:

карьерные экскаваторы; драглайны, повреждающие факторы, надежность, безопасность, устойчивая работа предприятий угольной отрасли

Для цитирования: Крицкий Д.Ю., Федоров А.В., Андреева Л.И. Комплексная оценка факторов, оказывающих существенное влияние на техническое состояние драглайнов // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 3 (179). С. 41-47. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-3-41-47, EDN: IMDGAK

По данным центрального диспетчерского управления ЦДУ «ТЭК» по состоянию на 01.01.2024 добычу угля в Российской Федерации осуществляли 179 угольных предприятия, в том числе 52 шахты и 127 разрезов [1]. Лидирующее положение по объему добываемого угля в стране занимает открытый способ, удельный вес которого превысил 70 %.

Известно, что из всех систем разработки, наиболее высокие технико-экономические показатели имеет система с непосредственной экскавацией вскрыши в выработанное пространство экскаваторами-драглайнами, при которой трудоемкость вскрышных работ в 3,5 раза, а себестоимость вскрыши в 2,5 раза ниже, чем при транспортной системе [2,3].

В филиалах компании АО «СУЭК – Красноярск» вскрышные работы осуществляются в филиале «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» на междупластьях драглайнами с ёмкостью ковша 10 - 13 м³ (ЭШ-10.70, ЭШ-11.70, ЭШ-13.50), в филиале

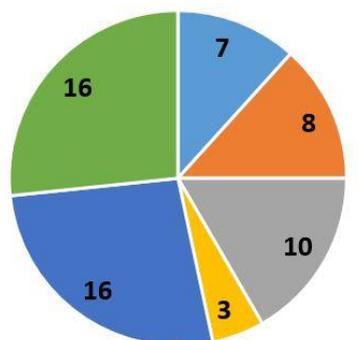


Рис. 1. Драглайны на предприятиях компании, шт.

Fig. 1. Draglines at the company's enterprises

«Разрез Назаровский» драглайнами с емкостью ковша 10 ÷ 20 м³ (ЭШ-15/90, ЭШ-10/70 и ЭШ-20/90). Обработка нижнего вскрышного уступа осуществляется по усложненной бестранспортной системе выемочными блоками шириной до 75 м с применением драглайна с емкостью ковша 15 ÷ 20 м³ (ЭШ-20/90, ЭШ-15/90). Высота уступа до 23 м.

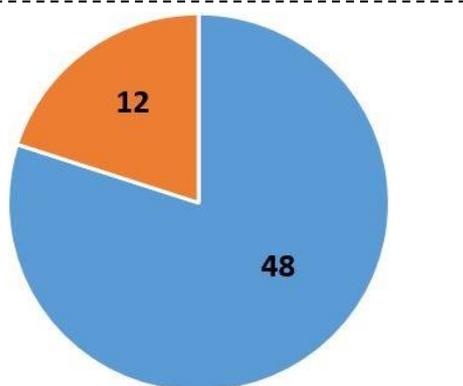


Рис. 2. Распределение драглайнов по производителям, шт.

Fig. 2. Distribution of draglines by manufacturers

[2,4]

Проведенные исследования

Разработка отечественных шагающих экскаваторов начата в 50-х годах прошлого века. В 1950 г. впервые освоен выпуск экскаваторов ЭШ-1 и ЭШ-14.65. Большая часть их используется на открытых разработках угольных месторождений. Например, в ООО «Компания «Востсибуголь» Иркутской области в эксплуатации находятся 30 единиц, с ёмкостью ковша от 10 до 40 м³. В филиалах АО «СУЭК

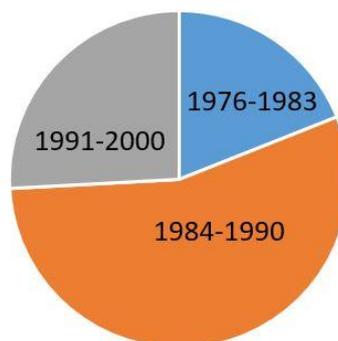


Рис. 3. Ввод драглайнов в эксплуатацию, шт.
Fig. 3. Putting draglines into operation

– Красноярск» для отработки бестранспортных технологий одновременно задействованы 60 единиц, в шести региональных единицах [5] (рис.1).

Парк представлен такими машинами, как ЭШ-10.70, ЭШ-11.70, ЭШ-13.50, ЭШ-6.45, ЭШ-15.90, ЭШ-20.90, ЭШ-40.85. Причем большая часть из них производилась в ПАО Новокраматорский машиностроительный завод. Распределение машин по заводам – изготовителям представлено на рисунке 2.

Исследованиями установлено, что драглайны, поступившие на горнодобывающие предприятия в 70 – 80 х годы имеют многократное превышение эксплуатационного ресурса, назначенного заводом – изготовителем [6,7]. На рисунке 3 показаны годы ввода машин в эксплуатацию.

Прикладные исследования вопросов, касающихся разработки, эксплуатации и совершенствования горной техники велись и осуществились следующими специалистами (указаны также некоторые авторы из "смежных" областей): Абезгауз В.Д., Акильев С.А., Банатов П.С., Барон Л.И., Боголюбов Б.Н., Браун Э.Д., Валова Л.С., Ветров Ю.А., Виноградов В.Н., Гриб В.В., Гринберг Н.А., Домбровская И.К., Евдокимов Ю.А., Зимин А.И., Зорин В.А., Икрамов У., Клейс И.Р., Кабашев Р.А., Ковальчук В.А., Кох П.И., Кравцов В.И., Кубачек В.Р., Ларионов В.П., Лещинер В.Б., Лифшиц Л.С., Лоренц В.Ф., Львов П.Н., Матвеевский Б.Р., Метлин Ю.К., Непомнящий Е.Ф., Новиков В.С., Петров И.В., Пристайло Ю.П., Рейш А.К., Сатовский Б.И., Севернев М.М., Солод Г.И., Сорокин Г.М., Тененбаум М.М., Ткачев В.Н., Торопов В.А., Фаддеев Б.В., Фролов П.Т., Харач Г.М., Чудаков К.П., Шрейнер Л.А., Ямпольский Г.Я. и др. [8]

Изучение и анализ трудов в области износа различных компонентов шагающих экскаваторов, показали следующее:

- заложенный заводами – изготовителями прочностной ресурс металлоконструкций в 20 – 25 лет, сроки службы электрических машин, зубчатых передач и систем управления приводами исчерпаны и могут являться причиной возникновения отказов и длительных внеплановых простоев, опасных производственных ситуаций;

- эксплуатация машин с истекшим сроком службы требует специальных методов, основанных на глубоком анализе влияния повреждающих фак-

торов внешней среды и рисков, связанных с условиями, режимами эксплуатации, квалификацией обслуживающего персонала;

- ремонт экскаваторов, особенно в полевых условиях требует многосторонних и разнообразных знаний для того, чтобы правильно определять техническое состояние узлов и агрегатов, найти причины неисправностей элементов, принять верное решение по устранению обнаруженных дефектов и обеспечить высокое качество ремонтных работ. [9,10,11]

Становится очевидным, что необходимы адаптированные методики по планированию, организации, восстановлению узлов, металлоконструкций, расширенные карты диагностики и контроль результатов ремонтных воздействий.

Методический подход

Бестранспортные технологии вскрышных работ на предприятиях компании стабильно устойчивы,

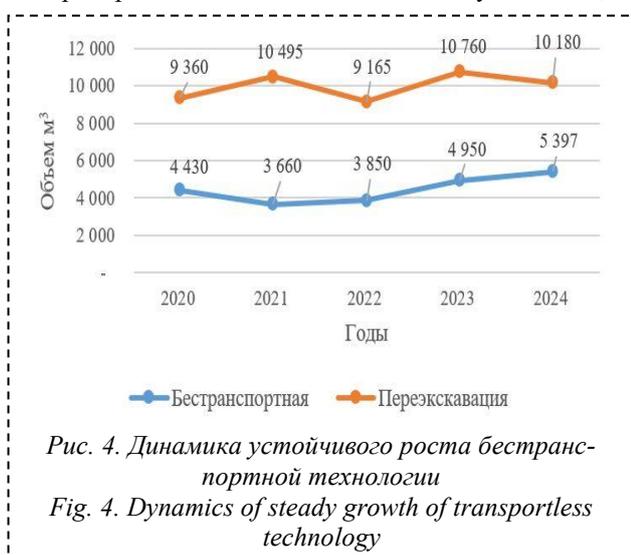


Рис. 4. Динамика устойчивого роста бестранспортной технологии

Fig. 4. Dynamics of steady growth of transportless technology

имеют тренд к возрастанию по мере роста объемов добываемого и реализуемого угля. На рисунке 4 показаны производственные показатели отработки вскрыши по двум филиалам АО «СУЭК – Красноярск» за пять лет.

Для безусловного выполнения производственных программ по добыче и отгрузке угля, эксплуатационный, ремонтный и административный персонал обязан поддерживать надежность оборудования с заданными целевыми показателями. Основной причиной невыполнения производственных заданий является низкая готовность оборудования к выполнению своих функций в заданных режимах и условиях применения, неэффективное техническое обслуживание и ремонт из-за приоритета выполнения производственной программы предприятия и недостатка квалифицированных кадров.

Причинно-следственную связь возникновения отказов драглайнов можно проследить на рисунке 5.

Анализ факторов, негативно влияющих на процесс функционирования экскаватора, снижающих его эксплуатационные возможности представлен в таблице 1. В качестве таких факторов выявлены:

- горногеологические и горнотехнические условия;

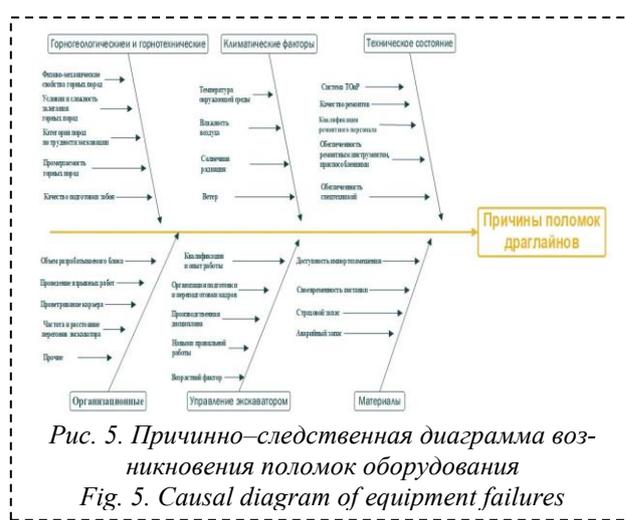


Рис. 5. Причинно-следственная диаграмма возникновения поломок оборудования

Fig. 5. Causal diagram of equipment failures

- климатические условия;
- управление экскаватором;
- техническое состояние экскаватора;
- организация ведения горных работ;
- качество эксплуатационных и ремонтных материалов.

Рассмотрим подробнее влияние каждого из определенных факторов:

- *Кф1* - горногеологические и горнотехнические. Открытая геотехнология подразумевает высокую производительность предприятия. У Канско – Ачинского бурогоугольного бассейна основной пласт

Таблица 1. Оценка факторов влияющих на работу драглайнов

Table 1. Assessment of factors affecting the operation of draglines

Влияющие факторы					
Горногеологические и горнотехнические	Климатические	Управление экскаватором	Техническое состояние экскаватора	Организация ведения горных работ	Запасные части и материалы
К _{ф1}	К _{ф2}	К _{ф3}	К _{ф4}	К _{ф5}	К _{ф6}

в среднем имеет мощность 65 м, при колебаниях от 14 до 40 м. Технология разработки такого мощного пласта подразумевает использование горной техники с высокой единичной производительностью [12,13]. Основное требование к её работе – высокое производительное время работы, отсутствие потерь на внеплановые простои. Эффективное использование драглайнов на бестранспортной вскрыше возможно при мощности пластов 5 – 25 м., и коэффициенте вскрыши до 3 м³/м.

- Повреждающие факторы:
- Физико-механические свойства горных пород не соответствующие определенными паспортными данными завода – изготовителя экскаватора. На Бородинском месторождении основная часть

вскрышных пород представлена песчаниками, алевролитами и аргиллитами, относящимися ко II и III категориям по трудности экскавации. Породы, относящиеся к III категории по трудности экскавации, требуют перед выемкой частичного рыхления буровзрывным способом;

- Условия и сложность залегания горных пород, не соответствующие параметрам оборудования. Одним из осложняющих факторов технологии ведения горных работ является наличие во вскрыше крепких включений из песчаников (мегаконкреций), локализующихся в нескольких конкреционных горизонтах;

- Категория пород по трудности экскавации, не соответствующие требованиям нормативных документов;

- Промерзаемость горных пород;

- Качество подготовки забоя.

- $K_{\phi 2}$ – *климатические*. Добычные предприятия компании находятся в районе с резко континентальным, умеренно-холодным климатом, с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Среднегодовая температура воздуха 0,6 °С. Среднегодовое количество осадков 450 мм. Многолетняя мерзлота в районе отсутствует.

Повреждающие факторы:

- Промерзаемость грунтов;

- Ветровые нагрузки на металлоконструкции рабочего оборудования (стрела, ванты, несущие колонны);

- Температура окружающего воздуха ниже норматива, заложенного заводом – изготовителем. Риск застывания смазок, резинотехнических изделий, близость к пределу хладноломкости металла, некомфортная среда для обслуживающего персонала;

- Повышенная норма осадков. Возникновение и прогрессирующее коррозии несущих металлоконструкций рабочего оборудования, экскаватора в целом. Риск возникновения и прогрессирующего межкристаллитной коррозии, не видимой снаружи.

- $K_{\phi 3}$ - *Управление экскаватором*. Современные микропроцессорные системы управления экскаватором. Квалифицированный персонал.

Повреждающие факторы:

- Модернизация систем управления основными и вспомогательными приводами, выполнена не более чем на 50% парка машин;

- Отсутствие притока молодых кадров, отток опытных машинистов.

- Квалификация персонала;

- Слабая ремонтная дисциплина (выполнение графика ППР);

- Возраст персонала;

- Удовлетворенность работой на предприятии (в том числе уровнем заработной платы, условиями труда и отдыха)

- $K_{\phi 4}$ - *техническое состояние экскаватора*.

Определяется физическими и функциональными характеристиками, которые изменяются под воздействием естественного износа, внешних воздействий или эксплуатационных нагрузок, согласно ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения».

Повреждающие факторы:

- преждевременный износ и деформация несущих металлоконструкций;

- деформация элементов редукторов лебёдок тяги, подъема, редукторов поворота;

- деградация электротехнической аппаратуры и кабельной продукции

- $K_{\phi 5}$ - *организация ведения горных работ*.

Функционирование основных систем производственных процессов, в том числе методов планирования развития горных работ и выбора рациональных пространственно – планировочных решений.

Повреждающие факторы:

- слабый контроль целостности основных систем производственных процессов, транспортных систем и др.;

- недостаточная организация производственного контроля, соблюдения производственной дисциплины;

- недостаточные меры по обучению и повышению квалификации кадров.

- $K_{\phi 6}$ - *запасные части и материалы*. Действующая система обеспечения основного и вспомогательного технологического оборудования качественными материалами и запасными частями.

Повреждающие факторы:

- несвоевременность поставок (нарушена логистика поставок);

- длительные плановые сроки поставок;

- необходим реинжиниринг для горного оборудования, выпущенного за пределами РФ.



Рис. 6. Контрольная сборка модернизированной стрелы ЭШ-10.0 перед отправкой заказчику
Fig. 6. Control assembly of the upgraded ASH-10.0 boom before shipping to the customer

Обсуждение результатов

Следует отметить, что наиболее значимыми факторами, ограничивающими использование высокопроизводительных драглайнов, являются:

- текущее техническое состояние экскаватора;
- профессионализм управления экскаватором;
- качество запасных частей и материалов.

Анализ наиболее продолжительных по времени простоев экскаваторов связан с разрушением несущих металлоконструкций (стрела, поворотная платформа и опорная рама). Это обусловлено тем, что по известным причинам, заводы-изготовители, в частности НКМЗ, Донецк-Гормаш, не способны поставлять запасные части к данным моделям шагающих экскаваторов. Необходимо развивать изготовление запасных частей и металлоконструкций на отечественных площадках с гарантией качества и по приемлемой стоимости.

Силами сотрудников энергомеханических управлений компании постоянно ведется работа по импортозамещению, поиску и оценке возможностей изготовления таких металлоконструкций на территории РФ (рис. 6). [14,15].

Российское предприятие разработало и изготовило модернизированную стрелу экскаватора ЭШ-10.70, успешно смонтированную в филиале АО «СУЭК – Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» на экскаватор ЭШ-10.70 № 17. Стрела прошла опытно-промышленную проверку, отработав полтора года на предприятии без существенных замечаний. В планах компании поэтапная замена стрел, поворотных платформ и опорных баз не только на ЭШ-10.70, но и на ЭШ-13.50, ЭШ-11.70. Замена несущих металлоконструкций будет основой для повышения безотказности работы драглайнов в круглосуточном режиме.

Основные результаты и выводы

1. В результате изучения трудов, содержащих результаты исследования прочностных характеристик шагающих экскаваторов выявлено следующее:

- экскаваторы данных марок имеют многократное превышение эксплуатационного ресурса, назначенного заводом-изготовителем;
- ремонтное обслуживание драглайнов в полевых условиях требует особой подготовки ремонтного персонала в части навыков и умений выполнения сложных демонтажно-монтажных операций с соблюдением всех мер безопасности.

2. Установлены основные факторы, существенно влияющие на эксплуатационные характеристики драглайнов. К ним отнесены: текущее состояние экскаваторов (деформация и предельный износ металлоконструкций, компонентов редукторов, опорно-поворотного устройства); профессионализм оператора (навыки работы в сложных климатических условиях, режимы управления экскаватором); качество запасных частей (несоответствие техническим требованиям чертежа завода-изготовителя).

3. Приведена диаграмма причинно-следственных связей возникновения поломок и, как следствие, отказов шагающих экскаваторов, показывающая взаимосвязь и взаимовлияние внутрен-

них и внешних факторов на прочностные характеристики драглайнов.

Рекомендации

1. С учетом вышесказанного, целесообразно подготовить и осуществить планомерный переход от аварийно-восстановительных ремонтов шагающих экскаваторов к профилактике отказов, наладить своевременный учет текущего состояния металлоконструкций экскаватора, оценить работоспособность основных приводных узлов. Это позволит прогнозировать внезапные отказы на основе схемы «природа-причина-следствие-отказ».

2. Для освоения навыков результативного и качественного ремонтного обслуживания драглайнов целесообразно провести ряд обучающих семинаров с последующей оценкой профессионализма каждой категории персонала, участвующей в эксплуатации и ремонте шагающих экскаваторов.

3. Для своевременной замены узлов и металлоконструкций экскаватора целесообразно развивать свои ремонтные мощности с учетом изготовления узлов и агрегатов своими силами или взаимодействовать с предприятиями, имеющими большой и положительный опыт конструирования, и изготовления подобной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронный ресурс: <https://minenergo.gov.ru/industries/coal/about>
2. Ческидов В. И., Норри В. К., Саканцев Г. Г.. Расширение области применения систем открытой разработки угольных месторождений с перевалкой вскрыши драглайнами. РАН СБ Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, № 4, 2014г. С. 89 – 96.
3. Ряхин В.А. [и др.] Строительные и дорожные машины для районов с холодным климатом. – М.: Машиностроение, 1978. - 197 с.
4. Кох П.И. Надёжность и долговечность одноковшовых экскаваторов. М.: Машиностроение, 1966. - 135 с.
5. Дёмин А.А., Кочетов Е.В. Надёжность шагающих драглайнов. - Горное оборудование (НИИИнформтяжмаш), 1977, № 32. - 52 с.
6. Дёмин А.А., Игнатъев А.А., Кочетов Е.В. Пути повышения надежности мощных экскаваторов. // Горное оборудование (ЦНИИТЭИтяжмаш), № 34. – 1979. - 50 с.
7. Москвичев В.В. [и др.] Моделирование прочности и разрушения несущих конструкций технических систем. – Новосибирск: Наука, 2005. - 250 с.
8. Костокрызов А.И., Костеренко В.Н., Тимченко А.Н., Артемьев В.Б. Основы противоаварийной устойчивости угольных – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2014. – 336 с.
9. Экспертиза конструктивных решений и технологии проектирования инновационных изделий машиностроения / С.В. Доронин и др. - Красноярск: Институт физики им. Л.В. Керенского СО РАН, 2011. Препринт № 1. - 72 с.
10. Степнов М.Н. Вероятностные методы оценки характеристик механических свойств материалов и несущей способности элементов конструкций. Новосибирск: Наука, (2005). - 342 с.
11. Москвичев В.В. Основы конструкционной прочности технических систем и инженерных сооружений: в 3 частях. Ч. 1: Постановка задач и анализ предельных состояний. Новосибирск: Наука, 2002. - 106 с.
12. Ясковский П.П. Горно – геологические условия при оценке месторождений. – М.: Московская государственная геологоразведочная академия. 2001. - 35 с.

13. Побегайло П.А., Крицкий Д.Ю. Элементы системы экспресс диагностики состояния карьерных экскаваторов в условиях эксплуатации: блок оценки концентраторов напряжений в металлоконструкциях со стыковыми швами // ГИАБ. 2018. S.50. С. 216-229. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-50-216-229.

14. Андреева Л.И., Крицкий Д.Ю., Шангареев И.М., Гриненко Е.В. Результаты опытно-промышленной про-

верки модернизированной стрелы экскаватора ЭШ 10/70 // Уголь.2024. №4.С. 113-117. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-8-113-117>.

15. Андреева Л.И., Красникова Т.И., Ушаков Ю.Ю., Методология формирования эффективной системы обеспечения работоспособности горной техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал, № 5. – 2019. С. 92-106.

© 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:

Крицкий Дмитрий Юрьевич, инженер СУЭК – Красноярск, 660049, Россия, ул. Ленина 35, стр.2, e-mail: KritskijDY@suek.ru

Федоров Андрей Витальевич, д.т.н., Заместитель генерального директора по научной работе, СУЭК – Красноярск, 660049, Россия, ул. Ленина 35, стр.2, e-mail: FedorovAV@suek.ru

Андреева Людмила Ивановна, главный научный сотрудник, доктор техн. наук, Челябинский филиал Института горного дела Уральского отделения РАН, (454048, Россия, г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8071-4553>, e-mail: tehnorem74@list.ru

Заявленный вклад авторов:

Крицкий Дмитрий Юрьевич – постановка исследовательской задачи в соавторстве; обзор соответствующей литературы; сбор и анализ данных; написание текста; аналитические расчеты; формулировка выводов.

Федоров Андрей Витальевич – постановка исследовательской задачи в соавторстве; научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; формулировка методологии управления риском; формулировка заключения.

Андреева Людмила Ивановна – постановка исследовательской задачи в соавторстве; научный менеджмент; формирование структуры основных задач; выводы; формулировка заключения

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-3-41-47

Dmitry Y. Kritsky¹, Andrey V. Fedorov¹, Lyudmila I. Andreeva²

¹ JSC SUEK-Krasnoyarsk

² Chelyabinsk Branch of the Institute of Mining, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

* for correspondence: kritskijdy@suek.ru

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF FACTORS THAT HAVE A SIGNIFICANT IMPACT ON THE TECHNICAL CONDITION OF DRAGLINES



Article info

Received:

02 March 2025

Accepted for publication:

30 April 2025

Accepted:

20 June 2025

Published:

26 June 2025

Abstract.

The article presents the main results of the research carried out by the authors, analyzes the factors that significantly affect the technical condition of walking dragline excavators. It has been established that the more significant factors limiting the use of high-performance draglines are: the current technical condition of the excavator (premature wear and high deformation of load-bearing structures: support base, rotary platform; unacceptable wear of gear elements, degradation of electrical equipment); the professionalism of excavator management (weak repair discipline of the implementation of the schedule of maintenance work, the age qualification of personnel, professionalism and skills of excavator management); the quality of spare parts and materials (lack of supply of high-quality spare parts for foreign-made machinery, poor quality of spare parts manufacturing at domestic enterprises, long production and delivery times to the Customer's enterprise). It was also noted that long downtime in the repair of large-scale mining equipment related to climatic conditions and the lack of necessary components affect the technical and economic performance of the enterprise and hinder the development of mining operations. It should be noted that, compared with other types of machine-building products, walking excavators with significant dimensions and weights have a number of features as repair facilities: the need for powerful lifting mecha-

Keywords: quarry excavators; draglines, damaging factors, reliability, safety, sustainable operation of coal mining enterprises.

nisms; equipment for storage of components and assemblies of a walking excavator; the need to equip special repair sites; a large amount of dismantling and installation repairs, etc.

Obviously, due to the extreme importance of the problem of reliability of mining machinery and equipment for transportless stripping, research needs to be significantly intensified and excavator manufacturers, production associations and the scientific community must be involved in this research.

For citation: Kritsky D.Y., Fedorov A.V., Andreeva L.I. Comprehensive assessment of factors that have a significant impact on the technical condition of draglines. Static calculation. Mining Equipment and Electromechanics, 2025; 3(179):41-47 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2025-3-41-47, EDN: IMDGAK

REFERENCES

1. Electronic resource: <https://minenergo.gov.ru/industries/coal/about>

2. Cheskidov V. I., Norrie V. K., Sakantsev G. G.. Expansion of the field of application of open-pit mining systems for coal deposits with overburden transshipment by draglines. RAS SB Physico-technical problems of mining, No. 4, 2014. pp. 89-96.

3. Ryakhin V.A. [et al.] Construction and road vehicles for areas with a cold climate. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 197 p.

4. Koch P.I. Reliability and durability of single-bucket excavators. Moscow: Mashinostroenie, 1966. - 135 p.

5. Demin A.A., Kochetov E.V. Reliability of walking draglines. - Mining equipment (Niiformtyazhmash), 1977, No. 32, 52 p.

6. Demin A.A., Ignatiev A.A., Kochetov E.V. Ways to improve the reliability of powerful excavators. // Mining equipment (Tsniiiteityazhmash), № 34. – 1979. - 50 p.

7. Moskvichev V.V. [et al.] Modeling the strength and destruction of load-bearing structures of technical systems. Novosibirsk: Nauka Publ., 2005. 250 p.

8. Kostogryzov A.I., Kosterenko V.N., Timchenko A.N., Artemyev V.B. Fundamentals of emergency resistance of coal mines, Moscow: Gornoe Delo Publishing House, Kimmeri Center LLC, 2014. 336 p

9. Expertise of constructive solutions and technology for designing innovative engineering products / S.V. Doronin et

al. - Krasnoyarsk: L.V. Kerensky Institute of Physics SB RAS, 2011. Preprint No. 1. 72 p.

10. Stepnov M.N. Probabilistic methods for assessing the characteristics of the mechanical properties of materials and the bearing capacity of structural elements. Novosibirsk: Nauka Publ., (2005), 342 p. (in Russ).

11. Moskvichev V.V. Fundamentals of structural strength of technical systems and engineering structures: in 3 parts. Part 1: Problem statement and analysis of limit states. Novosibirsk: Nauka Publ., 2002. 106 p.

12. Yaskovsky P.P. Mining and geological conditions in the assessment of deposits. Moscow: Moscow State Geological Exploration Academy. 2001. - 35 p.

13. Pobegailo P.A., Kritsky D.Yu. Elements of an express diagnostic system for the condition of quarry excavators under operating conditions: a stress concentrator evaluation unit in metal structures with butt joints // GIAB. 2018. 50. pp. 216-229. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-50-216-229.

14. Andreeva L.I., Kritsky D.Yu., Shangareev I.M. Grinenko E.V. The results of the pilot industrial inspection of the upgraded ASH 10/70 excavator boom // Ugol.2024. No. 4. pp. 113-117. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-8-113-117>.

15. Andreeva L.I., Krasnikova T.I., Ushakov Yu.Y., Methodology of forming an effective system for ensuring the operability of mining equipment // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mining Journal, No. 5. 2019. pp. 92-106.

© 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:

Dmitry Y. Kritsky, engineer, SUEK – Krasnoyarsk, 660049, Russia, st. Lenina 35, building 2, e-mail: KritskijDY@suek.ru,

Andrey V. Fedorov, Doctor of Technical Sciences, Deputy General Director for Research, SUEK - Krasnoyarsk, 660049, Russia, st. Lenina 35, building 2, e-mail: FedorovAV@suek.ru

Lyudmila I. Andreeva, Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Chelyabinsk Branch of the Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, (30 Entuziastov St., Chelyabinsk, 454048, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8071-4553>, e-mail: tehnorem74@list.ru

Contribution of the authors:

Dmitry Y. Kritsky – formulation of a research task in collaboration; review of relevant literature; data collection and analysis; writing a text; analytical calculations; formulation of conclusions.

Andrey V. Fedorov – formulation of a research task in collaboration; scientific management; review of relevant literature; conceptualization of research; formulation of a risk management methodology; formulation of a conclusion.

Lyudmila I. Andreeva – formulation of a research task in collaboration; scientific management; formation of the structure of the main tasks; conclusions; formulation of the conclusion.

Authors have read and approved the final manuscript.

