

Научная статья

УДК 681.518.5

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-47-55

Герике Павел Борисович¹, Ещеркин Павел Васильевич²¹ Институт угля Федерального Исследовательского Центра угля и углехимии СО РАН² Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

* для корреспонденции: am_besten@mail.ru

АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА «ТАЛДИНСКИЙ»**Информация о статье**

Поступила:

27 июля 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 марта 2026 г.

Принята к печати:

15 апреля 2026 г.

Опубликована:

04 июня 2026 г.

Ключевые слова:

вибродиагностика, карьерные экскаваторы, подшипники качения, горное оборудование, прогнозирование, механические дефекты

Аннотация.

В настоящей статье представлены данные статистического анализа непроизводительных простоев карьерных экскаваторов различных типов, эксплуатируемых в условиях филиала угольной компании «Кузбассразрезуголь» «Талдинский угольный разрез». Результаты анализа представленных данных позволили выявить основные причины выхода из строя эксплуатируемого оборудования и предложить направление для совершенствования действующей системы управления техническим обслуживанием и ремонтами, что в перспективе позволит минимизировать количество аварийных отказов горной техники и уменьшить себестоимость добычи угля. Целью работы было выявление основных групп дефектов различных типов карьерных экскаваторов, развитие которых приводит к возникновению аварийных ситуаций и росту непроизводительных простоев эксплуатируемого оборудования. Проведен сравнительный анализ аварийных, эксплуатационных и технологических простоев для гидравлических и электрических экскаваторов и показаны возможности, предоставляемые с использованием принципов анализа вибрации для уменьшения количества аварийных ситуаций и минимизации времени, затрачиваемого на их устранение. Для решения поставленных задач в рамках настоящей работы применялись методы статистического анализа и вибродиагностики. Анализ статистической и диагностической информации, полученной на энергомеханическом оборудовании карьерных экскаваторов, позволил авторам настоящего исследования предложить решение для уменьшения доли аварийных простоев экскаваторного парка на основе принципов реализации комплексного подхода к анализу параметров вибрации и использования новых единых диагностических критериев. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования действующей системы управления ремонтами и прогнозирования возникновения аварийных ситуаций.

Для цитирования: Герике П.Б., Ещеркин П.В. Анализ фактического состояния электрических и гидравлических карьерных экскаваторов на примере разреза «Талдинский» // Горное оборудование и электромеханика. 2026. № 2 (184). С. 47-55. DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-47-55, EDN: VFYQEL

В последние годы в Кузбассе осуществлялась поэтапная модернизация экскаваторного парка, в результате которой приоритет был отдан дизель-гидравлическим экскаваторам, практически вытеснившим традиционно эксплуатируемые электрические модели ЭКГ. В условиях кризиса, с которым столкнулась горнодобывающая отрасль региона в 2024-2025 годах (ограничение экспорта из-за экономических санкций, затрудненность логистики, ограничения объемов перевозок с использованием ж/д транспорта, падение цен при росте международной конкуренции и т. д.), угольным предприя-

тиям как воздух необходима возможность минимизировать непроизводительные расходы, влияющие на итоговую себестоимость добычи угля. За 2024 год добыча угля в Кузбассе уменьшилась еще на 7,5% по отношению к предыдущему году и составила порядка 198 млн т, при этом угольная промышленность впервые со времен 90-х годов стала убыточной.

Таким образом, оптимизация затрат, направляемых на поддержание эксплуатируемого экскаваторного парка в работоспособном состоянии, является одной из остро стоящих на сегодня перед от-

раслью задач. Анализ непроизводительных простоев экскаваторной техники, выполненный на примере Талдинского филиала Кузбассразрезугля, показал наличие дополнительных возможностей для оптимизации потерь времени и расходов, которые влечет за собой эксплуатация карьерной техники. Значительную долю аварийных простоев можно существенно уменьшить, если организовать на предприятиях модернизацию существующей схемы ремонтов энерго-механического оборудования экс-

Таблица 1. Структура экскаваторного парка филиала угольной компании «Кузбассразрезуголь» «Талдинский угольный разрез»

Table 1. Structure of the excavator fleet of the branch of the coal company "Kuzbassrazrezugol" Taldinsky coal mine

Марка экскаватора	Количество
EX 3600	3
EX 2600	1
НИТАСНИ EX1200-7ВН	1
НИТАСНИ EX1900-6ВН	2
WK-35	3
P&H-2800	1
P&H-4100ХРС	1
УЗТМ УГЭ-110	1
ЭКГ-15	1
ЭКГ-18	6
ЭКГ-5А	11
ЭШ 10/70	3
ЭШ 11/70	1
ЭШ 20/90	2
ЭШ 6/45	1
ЭШ 13/50	1

каваторов на основе широкого использования результатов неразрушающего контроля и технической диагностики и применения элементов системы управления ремонтами по фактическому состоянию эксплуатируемой горной техники [1, 2].

Как видно из Таблицы 1, по состоянию на 2024 год на Талдинском угольном разрезе эксплуатировалось 39 карьерных экскаваторов, причем, как и на других предприятиях Кузбассразрезугля, здесь реализуется принцип перехода на эксплуатацию экскаваторов с большей удельной мощностью, несмотря на значительные капитальные затраты.

Эксплуатация экскаваторов с большим объемом ковша требует применения автосамосвалов большей грузоподъемности и при этом позволяет значительно повысить производительность и эффективность горных работ. При этом экскаваторы типа ЭКГ по большей части списываются или уходят в консервацию, продолжая работать лишь на тех участках, где отсутствует необхо-

димость в высоком темпе проводимых горных работ.

Результаты и их применение. В рамках выполнения настоящей работы был проведен сравнительный анализ годовых простоев экскаваторов Hitachi EX3600 ($V_{\text{ковша}}=22\text{м}^3$) и ЭКГ-18 ($V_{\text{ковша}}=20\text{м}^3$). Эти модели экскаваторов были выбраны с целью сравнения эффективности работы машин примерно с одинаковыми объемом ковша и мощностью, и различным типом рабочего привода. Сравнительный анализ непроизводительных простоев гидравлических и электрических экскаваторов проводился на выборке из 9 машин, наблюдение за которыми осуществлялось на протяжении календарного года. Первые же результаты анализа статистических данных позволили отдать приоритет в безопасной эксплуатации экскаваторам Hitachi EX3600, аварийные простои которых оказались в 4,5 раза меньше по сравнению с экскаваторами ЭКГ-18 (см. Рис. 1). По сравнению с экскаваторами ЭКГ потери времени на эксплуатационные и технологические простои экскаваторов Hitachi на 15% меньше, а время, затрачиваемое на проведение технического обслуживания и ремонтов экскаваторов ЭКГ, в 2,1 раза больше, чем у Hitachi. Средние временные затраты, зафиксированные на проведение ТОиР экскаваторов ЭКГ-18, составляют 1785 часов в год, что с учетом значительных аварийных простоев говорит о несовершенстве применяемой на предприятии системы управления ремонтами и техническим обслуживанием эксплуатируемого горного оборудования.

Сравнение общей структуры годовых простоев экскаваторов Hitachi EX3600 и ЭКГ-18 позволило выявить еще два неочевидных факта, имеющих прямое отношение к особенностям эксплуатации данных экскаваторов.

Во-первых, специфика системы ТОиР гидравлических экскаваторов требует гораздо более частого проведения технических обслуживаний, при этом среднее время обслуживания является небольшим по сравнению с электрическими экскаваторами (7,8 часов по сравнению с 25,9 часов на

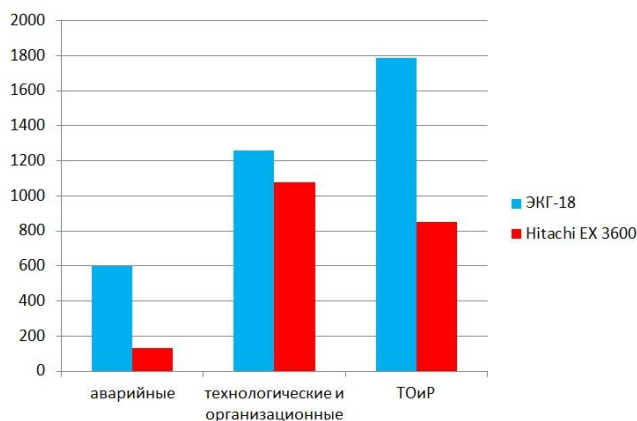


Рис. 1. Общая годовая структура простоев экскаваторов ЭКГ-18 и Hitachi EX-3600 в пересчете на один экскаватор
Fig. 1. General annual structure of downtime of EKG-18 and Hitachi EX-3600 mining shovels

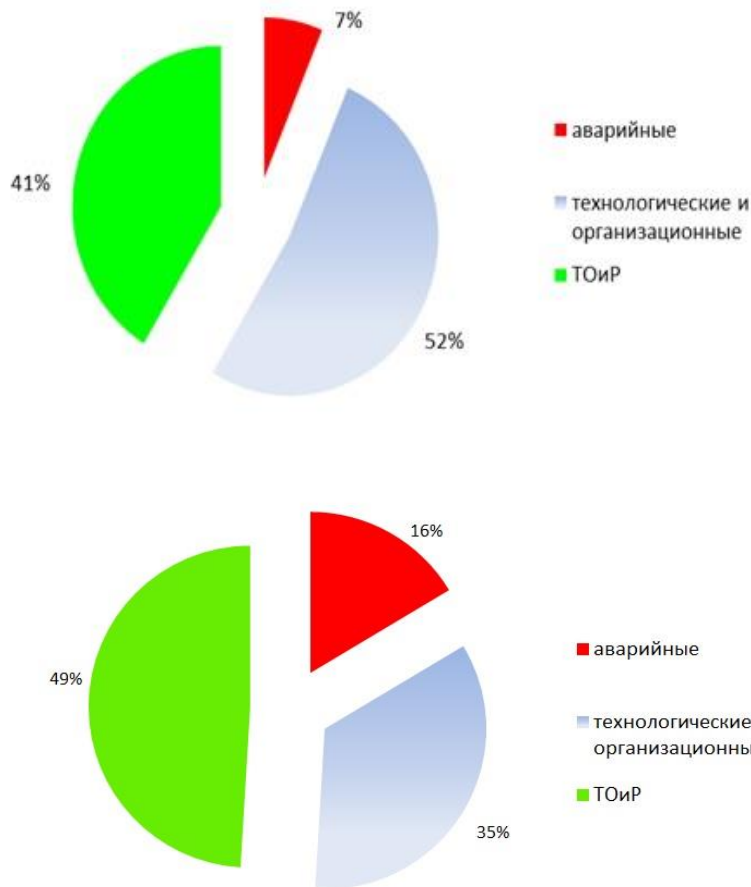


Рис. 2. Сравнительный состав годовой структуры простоев экскаваторов Hitachi EX-3600 (А) и ЭКГ-18 (Б)
 Fig. 2. Comparative composition of the annual structure of downtime for mining shovels Hitachi EX-3600 (A) and EKG-18 (B)

технической диагностики и неразрушающего контроля [3, 4].

Во-вторых, технологические и организационные простои в абсолютном годовом значении для экскаваторов обоих типов практически сравнялись, при этом их относительная доля для экскаваторов Hitachi оказалась даже больше на 17% по сравнению с экскаваторами ЭКГ, что объясняется следствием несовершенства системы управления горным производством (см. Рис. 2).

Анализ структуры технологических и организационных простоев ЭКГ-18 и Hitachi EX-3600 позволил выявить в качестве основной причины простоев данного типа отсутствие технологического автомобильного транспорта, составившее 809 и 753 часа в год соответственно на каждый экскаватор. В общей структуре доля таких простоев составляет от 64% у экскаваторов ЭКГ-18, до 70% у Hitachi (см. Рис. 3).

Однако с точки зрения поиска возможностей для совершенствования системы управления техническим обслуживанием и ремонтами эксплуатируемой техники наибольший интерес представляют результаты анализа аварийных простоев карьерных экскаваторов, фиксируемых на данной выборке в течение года [5, 6].

На Рис. 4 представлены результаты анализа данных, позволившие сгруппировать причины отказов оборудования по нескольким базовым группам.

Как видно из представленных на Рис. 4 диаграмм, основную долю аварийных простоев экска-

в примере рассмотренной выборки, без учета капитальных ремонтов), однако общее время, затрачиваемое на обслуживание экскаваторов в год, возрастает пропорционально количеству проводимых регламентных работ. Время, затрачиваемое на проведение ТОиР карьерных экскаваторов, можно было бы сократить, используя более совершенные схемы управления техническим обслуживанием, основанные на широком применении результатов

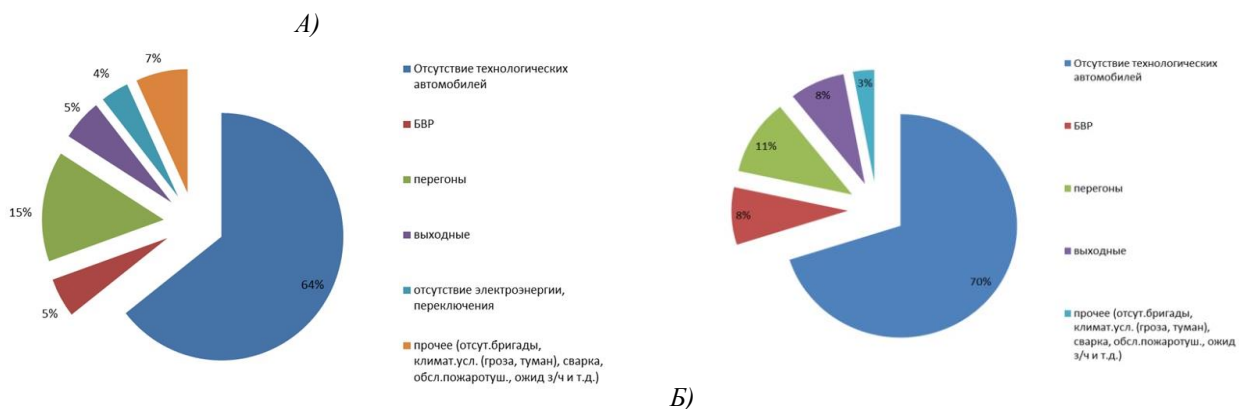


Рис. 3. Сравнительный состав структуры технологических и организационных простоев экскаваторов ЭКГ-18 (А) и Hitachi EX-3600 (Б)
 Fig. 3. Comparative composition of the structure of technological and organizational downtime of mining shovels EKG-18 (A) and Hitachi EX-3600 (B)

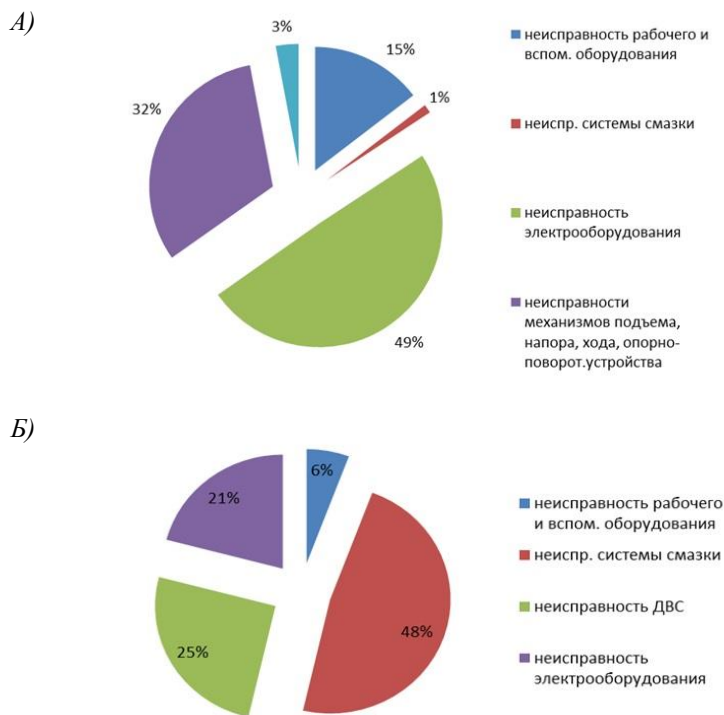


Рис. 4. Сравнительный состав структуры аварийных простоев экскаваторов ЭКГ-18 (А) и Hitachi EX-3600 (Б)

Fig. 4. Comparative composition of the structure of emergency downtime of mining shovels EKG-18 (A) and Hitachi EX-3600 (B)

ваторов ЭКГ-18 составляют неисправности электрооборудования (49%) и неисправности энергомеханического оборудования – механизмов подъема, напора, поворота и хода (32%), а у экскаваторов Hitachi EX-3600 львиную долю аварийных простоев занимают неисправности системы смазки (48%), в то время как на неисправности ДВС и поломки электрооборудования приходится примерно одинаковые доли времени (25% и 21% соответственно).

Основной группой аварийных повреждений

оборудования экскаваторов Hitachi стали неисправности гидравлической системы и системы смазки – такие как повреждения рукавов высокого давления, неисправности гидравлических насосов, гидромоторов, повреждения уплотнений и гидрораспределителей. Уменьшить долю этих аварийных простоев можно путем совершенствования логистики и снабжения расходными запасными частями [7, 8], а также корректным исполнением норм технического обслуживания, разработанных специально для гидравлических карьерных экскаваторов производства Hitachi [9, 10].

Значительную долю аварийных простоев ЭКГ-18 составляют неисправности основного энергомеханического оборудования, и именно эти непроизводительные простои можно попытаться уменьшить, применяя средства и методы технической диагностики.

На сегодняшний день в Кузбассе имеется значительный научный задел, включающий представительные базы данных по результатам контроля вибрации различного горного

оборудования, разработаны новые единые диагностические критерии (ЕДК) для оценки фактического состояния основных агрегатов и узлов карьерных экскаваторов. Проведена их апробация в качестве моделируемых параметров адаптивной модели, что позволило осуществлять прогнозирование развития деградиционных процессов на оборудовании экскаваторов ЭКГ на период до 60 календарных суток. Разработаны базы данных для расчета новых ЕДК и программное обеспечение для про-

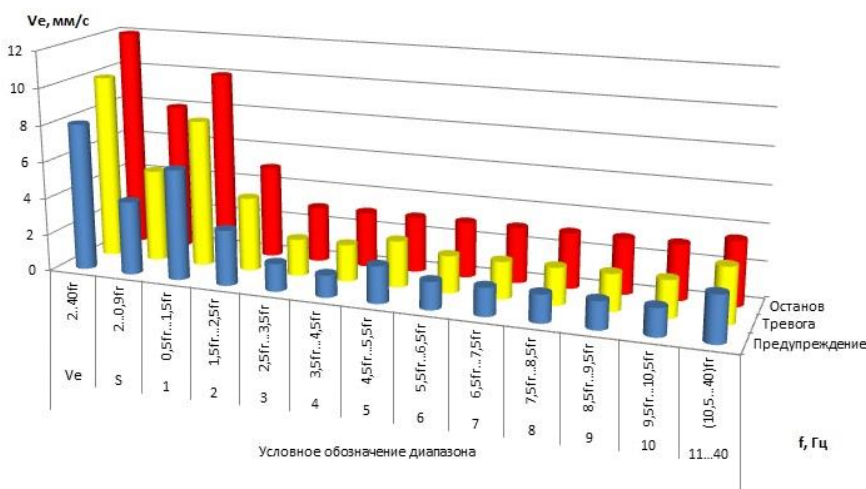


Рис. 5. Спектральная маска, разработанная для нормирования уровня механических колебаний двигателя механизма поворота драглайна

Fig. 5. Spectral mask developed to normalize the level of mechanical vibrations of the dragline turning mechanism engine

гнозирования аварийных отказов оборудования электрических экскаваторов, на эти разработки получены свидетельства о государственной регистрации в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, кроме того, в настоящее время ведется работа над патентной защитой новых единых критериев для оценки и прогнозирования фактического состояния диагностируемого оборудования [11, 12].

Новые ЕДК разработаны с учетом конструктивных и кинематических особенностей диагностируемого оборудования с применением принципов оптимальной скаляризации диагностических данных, полученных на предельно изношенном оборудовании карьерных экскаваторов. Для каждой большой группы дефектов энерго-механического оборудования (повреждения подшипников, дефекты зубчатых передач, расцентровка валов, нарушение жесткости опорной системы и т. д.) был обос-

нован и предложен свой уникальный набор диагностических признаков, на основе скаляризации которых и были получены новые критерии [3].

В частности, проведенные исследования позволили предложить для формирования ЕДК для подшипников качения сразу несколько информативных параметров, позволяющих оценить и спрогнозировать их техническое состояние, среди которых оценка общего уровня подшипниковых составляющих, анализ по общему уровню виброускорения, сравнительный анализ спектров огибающей и высокочастотный эксцесс. Таким образом, например, при оценке состояния подшипников удалось уйти от использования крайне трудозатратных спектральных масок [13, 14], которые прежде разрабатывались для каждой отдельной модели экскаватора (см. пример на Рис. 5).

Результаты реализации ЕДК в качестве параметров адаптивной математической модели позво-

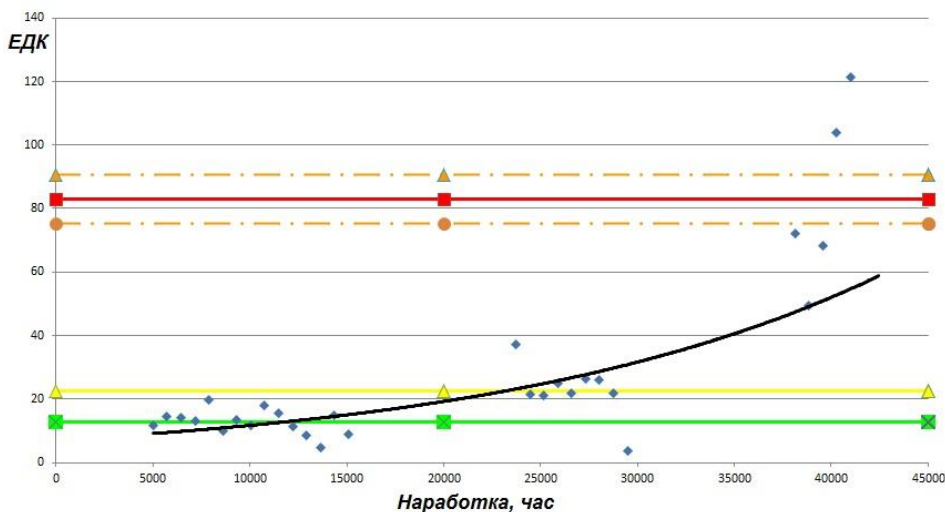


Рис. 6. Обобщение результатов расчета ЕДК и построение среднесрочного прогноза в зависимости от наработки подшипников

Fig. 6. Generalization of the results of the calculation of the EDC and the construction of a medium-term forecast depending on the operating time of the bearings

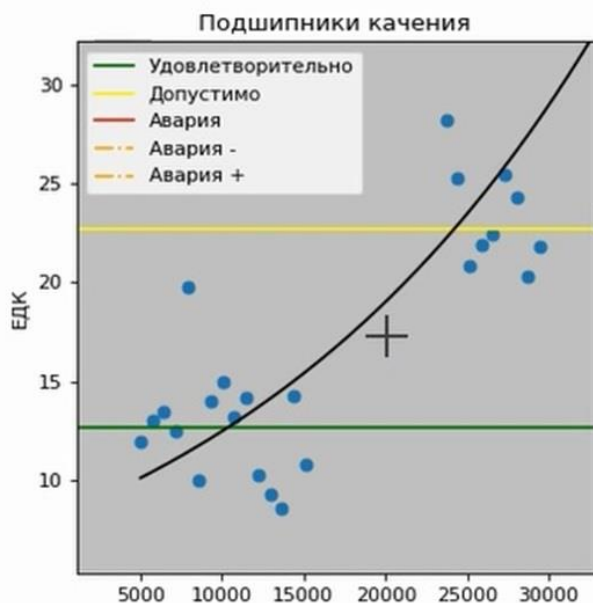


Рис. 7. Результаты прогнозирования развития дефекта подшипника качения, полученные с использованием разработанного программного обеспечения

Fig. 7. Results of predicting the development of a rolling bearing defect, obtained using the developed software

лили получить результаты среднесрочного прогнозирования процессов изменения технического состояния всего базового оборудования и конструктивных элементов приводов экскаваторов ЭКГ, включая подшипники качения (см. пример на Рис. 6).

Использование оригинального программного обеспечения, разработанного в среде программирования Python, позволило автоматизировать расчеты и быстро получать результаты прогнозирования, основанные на комплексном подходе к анализу параметров вибрации энерго-механического оборудования карьерных экскаваторов (см. Рис. 7).

Таким образом, в рамках проведения цикла исследований учеными ФИЦ УУХ СО РАН и КузГТУ было предложено инновационное техническое решение, направленное на оптимизацию системы управления ремонтами горной техники и сокращение числа аварийных простоев, нередко происходящих по причине недопустимого технического состояния эксплуатируемой техники.

Однако предложенная концепция имеет ряд недоработок, исправление которых могло бы способствовать более эффективному решению поставленных задач.

В частности, апробация критериев проводилась на ограниченном модельном ряде экскаваторов. Во-вторых, результаты расчетов показали, что некоторые критерии нуждаются в существенной доработке. В частности, в доработке и дополнительном нормировании нуждаются критерии для выявления дисбаланса и диагностики дефектов зубчатых передач. В-третьих, разработанные критерии имеют ограниченную область применения, и для использования их на гидравлических экскаваторах существующие ЕДК нужно существенно модернизировать и расширить. Все это ставит новые задачи для выполнения дальнейших исследований.

Выводы. Анализ аварийных отказов горной техники, выполненный на примере экскаваторов разреза «Галдинский», позволил выявить и сгруппировать по причинам возникновения основные неисправности эксплуатируемого оборудования. Было установлено, что по причине выхода из строя энерго-механического оборудования экскаваторов ЭКГ происходит до 1/3 от общего количества аварийных простоев экскаваторов данного типа.

Уменьшить эту значительную долю непроизводительных простоев можно, используя современные подходы к обслуживанию эксплуатируемой техники, включая проактивное обслуживание или обслуживание по фактическому состоянию [15, 16].

Разработанные единые критерии для диагностики технического состояния горных машин в данных условиях можно использовать для выполнения оценки фактического состояния работающей техники и прогнозирования его изменения в кратко- и среднесрочной перспективе, что полностью удовлетворяет требованиям действующей на предприятии системы управления ремонтами [17, 18]. Возможность спрогнозировать вероятность возникновения аварийных отказов при условии совершенствования разработанного программного обеспече-

ния и используемых критериев позволит даже в условиях системы планово-предупредительных ремонтов тщательнее планировать поставки необходимых запасных частей и вовремя проводить необходимые ремонтные и наладочные мероприятия, что позволит уменьшить долю аварийных простоев и создаст предпосылки для перехода предприятия на более совершенные формы управления техническим обслуживанием эксплуатируемого оборудования [19, 20].

Заключение. Дальнейшее развитие единых диагностических критериев должно осуществляться в направлении совершенствования методологии их нормирования и разработки новых критериев для диагностики ДВС и другого оборудования гидравлических карьерных экскаваторов. Соответственно, в доработке нуждается и разработанное программное обеспечение для проведения анализа с использованием новых критериев, и используемые математические прогнозные модели, которые необходимо скорректировать с учетом специфики конструкции и особенностей эксплуатации гидравлической техники в условиях угольных предприятий Кузбасса.

Развитие данного направления в диагностике горных машин откроет дополнительные перспективы для оптимизации действующей системы обслуживания и ремонтов горной техники и позволит осуществлять поставки необходимых запасных частей точно к началу проведения ремонтов, что приведет к снижению непроизводительных аварийных и организационных простоев карьерных экскаваторов и позволит уменьшить долю эксплуатируемой техники, находящейся в недопустимом техническом состоянии, а также минимизировать риски возникновения аварий при проведении открытых горных работ.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» проект FWEZ-2024-0024 «Разработка эффективных технологий добычи угля роботизированными горнодобывающими комплексами без постоянного присутствия людей в зонах ведения горных работ, систем управления и методов оценки технического состояния и диагностики их ресурса и обоснование обеспечения воспроизводства минерально-сырьевой базы. 2024-2025 гг.» (рег. № 124041100071-9).

The work was performed within the framework of the state assignment of the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, : Project FWEZ-2024-0024 «Development of efficient technologies of coal mining by robotic mining complexes operating without permanent presence of personnel in mining zones, design of control systems and methods to assess their technical condition and operating life as well as justification of the mineral resource base reproduction. 2024-2025» (Reg. No. 124041100071-9).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 томах под редакцией чл.-корр. РАН В. В. Клюева. Т. 7. Москва, 2005. 828 с.
2. Сушко А. Е., Быков Д. В. Опыт использования данных о текущем техническом состоянии оборудования при корректировке стратегии ТОиР // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2024. № 1 (74). С. 35-44.
3. Исследование процессов формирования и распространения виброакустических волн для создания единых диагностических критериев оценки технического состояния горных машин. НИР: грант № 20-48-420010. Российский фонд фундаментальных исследований. 2020.
4. РД 15-14-2008. Методические рекомендации о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов.
5. Puchalski A., Komorska I. Stable distributions and fractal diagnostic models of vibration signals of rotating systems. Applied Condition Monitoring. 2018. Vol. 9. Pp. 91-101. DOI: 10.1007/978-3-319-61927-9_9.
6. Сундуков А. Е., Шахматов Е. В. Субгармоники зубцовой частоты в вибродиагностике износа зубьев редуктора газотурбинного двигателя. Динамика и виброакустика. 2022. Т. 8. № 2. С. 6-11.
7. Trebuna F., Šimcak F., Bocko J., Hunady R., Pastor M. Complex approach to the vibrodiagnostic analysis of excessive vibration of the exhaust fan // Engineering Failure Analysis. 2014. № 37. P. 86-95.
8. Xu Hong-yang, Zhao Xiang, Ma Hui, Luo Zhong, Han Qing-kai, Wen Bang-chun. Vibration analysis of a gear-rotor-bearing system with outer-ring spalling and misalignment // J. Cent. South Univ. 2024. Vol. 31. DOI: 10.1007/s11771-024-5576-9.
9. Руководство для оператора EX3600-5. Гидравлический экскаватор с двигателем Cummins. Hitachi Construction Machinery Co., Ltd. Tokyo, Japan. 2007. 294 с.
10. Hitachi. Training Text EX3600-6 Maintenance (Russian). Career Development Center/ Руководство по техническому обслуживанию экскаваторов Hitachi EX3600-6. 196 с.
11. Герике П. Б., Герике Б. Л., Телегуз А. С. Программа для прогнозирования технического состояния оборудования горных машин и расчета единых диагностических критериев. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2025665712 от 19.06.2025.
12. Герике П. Б., Герике Б. Л., Телегуз А. С. База данных по параметрам вибрации оборудования электрических карьерных экскаваторов для расчета единых диагностических критериев. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № RU 2025622208 от 24.05.2025.
13. Shardakov I., Shestakov A., Tsvetkov R., Yepin V. Crack diagnostics in a large-scale reinforced concrete structure based on the analysis of vibration processes // AIP Conference Proceedings. 2018. Vol. 2053. P. 040090. DOI: 10.1063/1.5084528.
14. Wang T., Han Q., Chu F., Feng Z. Vibration based condition monitoring and fault diagnosis of wind turbine planetary gearbox : A review // Mechanical Systems and Signal Processing. 2019. V.1 26. Pp. 662-685. DOI: 10.1016/j.ymssp.2019.02.051.
15. Ghasemloonia A., Rideout D. G., Butt S. D. Vibration Analysis of a Drillstring in Vibration-Assisted Rotary Drilling: Finite Element Modeling With Analytical Validation // Journal of Energy Resources Technology. 2013. Vol. 135. P. 032902-1.
16. Десятников В. Е., Пичков С. Н. Особенности диагностирования подшипников качения методом огибающей // Контроль. Диагностика. 2023. Т. 26. № 9 (303). С. 58-64.
17. Насонов Д. А., Пузакина А. К. Влияние выбора точек контроля при вибродиагностике подшипниковых узлов электродвигателей // Машиностроение и инженерное образование. 2023. № 4 (73). С. 26-30.
18. Wrzochal M. New method of metrological evaluation of industrial rolling bearing vibration measurement systems // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2023. Vol. 124. Pp. 587-600. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-10359-0>
19. Hemati Ali, Shooshtari Alireza Bearing failure analysis using vibration analysis and natural frequency excitation // Journal Of Failure Analysis And Prevention. 2023. № 23(4). Pp. 1431-1437. DOI: 10.1007/s11668-023-01700-0.
20. Kumar R., Anand R.S. Statistical Analysis of Vibration Signal Frequency During Inner Race Fault of Rolling Ball Bearings // Journal of Failure Analysis and Prevention. 2023. № 23. Pp. 2260-2274. DOI: 10.1007/s11668-023-01760-2.

© 2026 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:

Герике Павел Борисович – канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории угольного машиноведения ФИЦ УУХ СО РАН, e-mail: am_besten@mail.ru 650065, г. Кемерово, пр-т Ленинградский, 10.

Ещеркин Павел Васильевич – канд. техн. наук, доцент филиала КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева в г. Белово 652644, Россия, г. Белово, пгт. Инской, ул. Ильича, 32а e-mail: esherkinpv@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

Герике Павел Борисович – формулировка задач исследования, научный менеджмент, концептуализация исследования, формулировка выводов по результатам исследований, изложенных в настоящей статье.

Ещеркин Павел Васильевич – выполнение задач научного менеджмента, сбор и анализ данных, обзор литературы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-47-55

Pavel B. Gericke ¹, Pavel V. Eshherkin ²

¹ Institute of Coal of the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: am_besten@mail.ru

ANALYSIS OF THE ACTUAL CONDITION OF ELECTRIC AND HYDRAULIC MINING EXCAVATORS USING THE EXAMPLE OF THE TALDINSKY MINE



Article info

Received:

27 July 2025

Accepted for publication:

15 March 2026

Accepted:

15 April 2026

Published:

04 June 2026

Keywords: vibration analysis, mining shovels, rolling bearings, mining equipment, forecasting, mechanical defects

Abstract.

This article presents the data of statistical analysis of unproductive downtime of mining shovels of various types, operated in the conditions of the branch of the coal company "Kuzbassrazrezugol" "Taldinsky coal mine". The results of the analysis of the presented data allowed us to identify the main reasons for the failure of the equipment in operation and to propose a direction for improving the current system of technical maintenance and repair management, which in the long term will minimize the number of emergency failures of mining equipment and reduce the cost of coal mining. The main objective of the work is to identify the main groups of defects of various types of mining shovels, the development of which leads to the occurrence of emergency situations and the growth of unproductive downtime of the equipment in operation. In addition, it is necessary to conduct a comparative analysis of emergency, operational and technological downtime for hydraulic and electric mining shovels and to show the possibilities opened up by using the principles of vibration analysis to reduce the number of emergency situations and minimize the time spent on their elimination. To solve the tasks set within the framework of this work, methods of statistical analysis and vibration diagnostics were used. Analysis of statistical and diagnostic information obtained on the energy-mechanical equipment of mining shovels allowed the authors of this research to propose a solution to reduce the share of emergency downtime based on the principles of implementing an integrated approach to the analysis of vibration parameters and the use of new unified diagnostic criteria. The obtained results can be used to improve the current repair management system and predict the occurrence of unexpected situations.

For citation: Leonova Yu.Yu., Negadaev V.A. The analysis and the selection of filtrocompensating devices in networks with pulse converters. Mining Equipment and Electromechanics, 2026; 2(184):47-55 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-47-55, EDN: VFYQEL

REFERENCES

1. Nerazrushayushchiy kontrol': spravochnik. V 7-kh tomakh [Non-destructive testing: Handbook. In 7 Vol. V. 7. Pod. red. V.V. Klyueva. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 2005. 828 p. (rus)
2. Sushko A.E., Bykov D.V. Experience of using data on the current technical condition of equipment when adjusting the maintenance and repair strategy. ALITinform: Cement. Concrete. Dry mixes.= ALITin-

form: Cement. Beton. Suhie smesi. 2024; 1(74):35-44. (rus)

3. Research of the processes of formation and propagation of vibroacoustic waves for the creation of uniform diagnostic criteria for assessing the technical condition of mining machines. Research work: grant No. 20-48-420010. Russian Foundation for Basic Research. 2020. (rus)

4. RD 15-14-2008. Metodicheskie rekomendacii o porjadke provedeniya jekspertizy promyshlennoj bezopasnosti kar'ernyh odnokovshovyh jekskavatorov [Methodological recommendations on the procedure for conducting industrial safety examinations of single-bucket mining shovels]. (rus)

5. Puchalski A., Komorska I. Stable distributions and fractal diagnostic models of vibration signals of rotating systems. Applied Condition Monitoring. 2018; 9:91-101. DOI: 10.1007/978-3-319-61927-9_9. (eng)

6. Sundukov A.E., Shahmatov E.V. Subharmonics of tooth frequency in vibration diagnostics of wear of gearbox teeth of gas turbine engine. Dinamika i vibroakustika= Dynamics and vibroacoustics. 2022; 8(2):6-11. (rus)

7. Trebuna F., Šimcak F., Bocko J., Hunady R., Pastor M. Complex approach to the vibrodiagnostic analysis of excessive vibration of the exhaust fan. Engineering Failure Analysis 2014; 37:86-95. (eng)

8. Xu Hong-yang, Zhao Xiang, Ma Hui, Luo Zhong, Han Qing-kai, Wen Bang-chun. Vibration analysis of a gear-rotor-bearing system with outer-ring spalling and misalignment. J. Cent. South Univ. 2024; 31. DOI: 10.1007/s11771-024-5576-9. (eng)

9. EX3600-5 Operator's Manual. Hydraulic Excavator with Cummins Engine. Hitachi Construction Machinery Co., Ltd. Tokyo, Japan, 2007. 294 p. (rus)

10. Hitachi. Training Text EX3600-6 Maintenance (Russian). Career Development Center. 196 p. (rus)

11. Gerike P.B., Gerike B.L., Teleguz A.S. Program for forecasting the technical condition of mining equipment and calculating uniform diagnostic criteria. Certificate of state registration of computer program No. RU 2025665712 dated 06/19/2025. (rus)

12. Gerike P.B., Gerike B.L., Teleguz A.S. Database of vibration parameters of electric quarry excavator equipment for calculating unified diagnostic criteria. Certificate of state registration of the database No. RU 2025622208 dated 05/24/2025 (rus)

13. Shardakov I., Shestakov A., Tsvetkov R., Yepin V. Crack diagnostics in a large-scale reinforced concrete structure based on the analysis of vibration processes. AIP Conference Proceedings. 2053; 040090. 10.1063/1.5084528. (eng)

14. Wang, T., Han, Q., Chu, F., Feng, Z. Vibration based condition monitoring and fault diagnosis of wind turbine planetary gearbox : A review. Mechanical Systems and Signal Processing. 2019; 126:662-685. DOI: 10.1016/j.ymsp.2019.02.051. (eng)

15. Ghasemloonia A., Rideout D.G., Butt S.D. Vibration Analysis of a Drillstring in Vibration-Assisted Rotary Drilling: Finite Element Modeling With Analytical Validation. Journal of Energy Resources Technology. 2013; 135:032902-1. (eng)

16. Desjatnikov V.E., Pichkov S.N. Features of diagnostics of rolling bearings using the envelope method. Kontrol'. Diagnostika = Control. Diagnostics. 2023; 26(9(303)):58-64. (rus)

17. Nasonov D.A., Puzakina A.K. The influence of the choice of control points in vibration diagnostics of bearing units of electric motors. Mashinostroenie i inzhenernoe obrazovanie = Mechanical engineering and engineering education. 2023; 4(73):26-30. (rus)

18. Wrzochal M. New method of metrological evaluation of industrial rolling bearing vibration measurement systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2023; 124:587-600. DOI: 10.1007/s00170-022-10359-0. (eng)

19. Hemati Ali, Shooshtari Alireza Bearing failure analysis using vibration analysis and natural frequency excitation. Journal Of Failure Analysis And Prevention. 2023; 23(4):1431-1437. DOI: 10.1007/s11668-023-01700-0. (eng)

20. Kumar R., Anand R.S. Statistical Analysis of Vibration Signal Frequency During Inner Race Fault of Rolling Ball Bearings. Journal of Failure Analysis and Prevention. 2023; 23:2260-2274. DOI: 10.1007/s11668-023-01760-2. (eng)

© 2026 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:

Pavel B. Gerike – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Coal Machine Science of the Russian Academy of Sciences, e-mail: am_besten@mail.ru 10 Leningradsky Ave., Kemerovo, 650065.

Pavel V. Esherkina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the T. F. Gorbachev KuzSTU branch in Belovo, 652644, Belovo, Russia. 32a Ilyich Street, Inskoi, e-mail: esherkinpv@gmail.com

Contribution of the authors:

Pavel B. Gerike – formulation of research objectives, scientific management, conceptualization of research, formulation of conclusions based on the results of research presented in this article.

Pavel V. Esherkina – performing scientific management tasks, collecting and analyzing data, reviewing literature, writing a text.

Authors have read and approved the final manuscript.

