

## СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН

*Недашковская Е.С., Шешукова Е.И., Корогодин А.С., Мякотных А.А., Шибанов Д.А., Иванов С.Л.*

*Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** горная машина, задача технического обслуживания, система технического обслуживания, стратегия технического обслуживания, уровень разукрупнения, эшелон технического обслуживания, программа технического обслуживания, концепция технического обслуживания.

**Аннотация.** Материалы статьи являются результатом анализа и обобщения действующих национальных стандартов надежности и техническому обслуживанию и ремонту. Представлена и описана структурная схема системы технического обслуживания горных машин, как объекта производства в рамках специфического процесса поддержания горной машины на заданном уровне готовности средствами технического обслуживания. Горная машина описана как объект технического обслуживания. Даны понятия стратегий технического обслуживания, уровней разукрупнения и эшелонов технического обслуживания. Представлены концепции технического обслуживания, ее методы, виды и режимы. Все понятия увязаны иерархическую структуру, показаны связи между ее отдельными элементами. Материалы статьи будут полезны инженерам, занимающимся техническим обслуживанием и ремонтом, научным работникам и аспирантам, ведущим свои исследования в области повышения надежности горных и технологических машин.

## STRUCTURE OF THE SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR OF MINING MACHINES

*Nedashkovskaya E.S., Sheshukova E.I., Korogodin A.S., Myakotnykh A.A., Shibanov D.A., Ivanov S.L.*

*Saint-Petersburg Mining University of Empress Catherine II, Saint-Petersburg*

**Keywords:** mining machine, maintenance objective, maintenance system, maintenance strategy, maintenance level, maintenance echelon, maintenance program, maintenance concept.

**Abstract.** The materials of the article are the result of analysis and generalization of the current national standards of reliability and maintenance and repair. The structural scheme of the system of maintenance of mining machines as an object of production within the specific process of maintaining the mining machine at a given level of readiness by means of maintenance is presented and described. The mining machine is described as an object of maintenance. The concepts of maintenance strategies, levels of unbundling and echelons of maintenance are given. The concepts of maintenance, its methods, types and modes are presented. All concepts are linked hierarchical structure, the links between its individual elements are shown. The materials of the article will be useful for engineers engaged in maintenance and repair, researchers and graduate students conducting their research in the field of improving the reliability of mining and technological machines.

### Введение

Технологические машины и оборудование являются основой промышленной базы современного производства. Не являются исключением и горные машины. Для поддержания их в работоспособном состоянии на высоком уровне готовности предусматриваются мероприятия технического обслуживания и ремонта (ТОиР). В организации ТОиР задействованы многочисленные структуры предприятия от производственных и ремонтных служб до бухгалтерии и дирекции [1, 2]. Целями управления техническим обслуживанием и ремонтом горного технологического оборудования, являющегося объектом технического обслуживания, заключаются в: обеспечении безопасной эксплуатации оборудования; минимизации затрат на техническое обслуживание и ремонты; обеспечении бесперебойного функционирования процесса горного производства и других процессов для решения задач по

выпуску продукции, соответствующей требованиям и в установленные сроки (СТО 8765RISO-115-2022). Достижение указанных целей обеспечивается проведением технического обслуживания или иными словами – реализацией комплекса технологических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности горной машины при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании (ТО) (ГОСТ 18322-2016). В дальнейшем горные машины будем именовать объектом, так как именно как объект технического обслуживания она и рассматривается в данной работе. Эффективное применение горных машин в процессах горного производства и реализации соответствующих геотехнологий невозможно без построения всесторонней схемы технического обслуживания. В качестве основы для ее создания авторами взяты устоявшиеся понятия и принципы действующих ГОСТов по техническому обслуживанию и ремонту, а также надежности, как официальных документов, регламентирующих эту область деятельности при одновременной фиксации достигнутого уровня.

### **Материалы и методы исследования**

В процессе эксплуатации машин и оборудования вырабатывается их ресурс как из-за естественных деградиционных процессов, протекающих в их системах, так и усугубляемых проявлением внешних и внутренних факторов, определяемых конструктивными особенностями, горными и горно-геологическими условиями в которых функционирует оборудование, воздействием окружающей среды и погодными условиями, принятой системой технического обслуживания, а также рядом эргатических факторов – управлением горной машиной, организацией работ, политикой руководства горного предприятия, качеством проведения технического обслуживания (рис. 1).

Эти мероприятия, учитывающие специфику технологий горного производства, представляют собой систему технического обслуживания, в частности горной техники, то есть – совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления объектов ТО, входящих в эту систему (ГОСТ 18322-2016).

Техническое обслуживание представляет собой «сочетание всех технических и административных действий, включая технический надзор, направленных на поддержание или восстановление объекта в работоспособное состояние» (ГОСТ Р 27.601-2011). Первое из них, применительно к объекту ТО – это координация и надзор, позволяющие получить информацию для решения задач технического обслуживания, а также уточнить операции технологического процесса технического обслуживания и ремонта горной машины, как объекта ТО. При этом, в рамках менеджмента ТО, полученную информацию анализируют, оценивают возможность и целесообразность проведения работ с учетом выделенного бюджета и необходимых затрат на реализацию задач технического обслуживания, в процессе реализации принятой системы технического обслуживания предприятия [3-6].

Исходя из заявленных выше целей технического обслуживания, его основными задачами являются: предупреждение преждевременной деградации (изнашивания, усталости, старения) узлов и деталей горной машины и, тем самым, снижение рисков появления повреждений и отказов, уменьшение интенсивности потока отказов и их вероятности появления; выявление и устранение неисправностей и причин их возникновения; предупреждение отклонений величин параметров и характеристик за пределы установленных норм и доведения их до уровня, установленного документацией; продление межремонтных ресурсов. Задачи технического обслуживания определяются реализацией одного или комбинаций подходов (ГОСТ Р 27.601-2011) [7, 8]:

- принятие рекомендаций изготовителя;
- проработка опыта эксплуатации подобных объектов, использующих надежность-ориентированный подход к техническому обслуживанию на базе анализа выявленных причин, последствий и критичности отказов;
- обобщение и учет фактического опыта эксплуатации объекта.

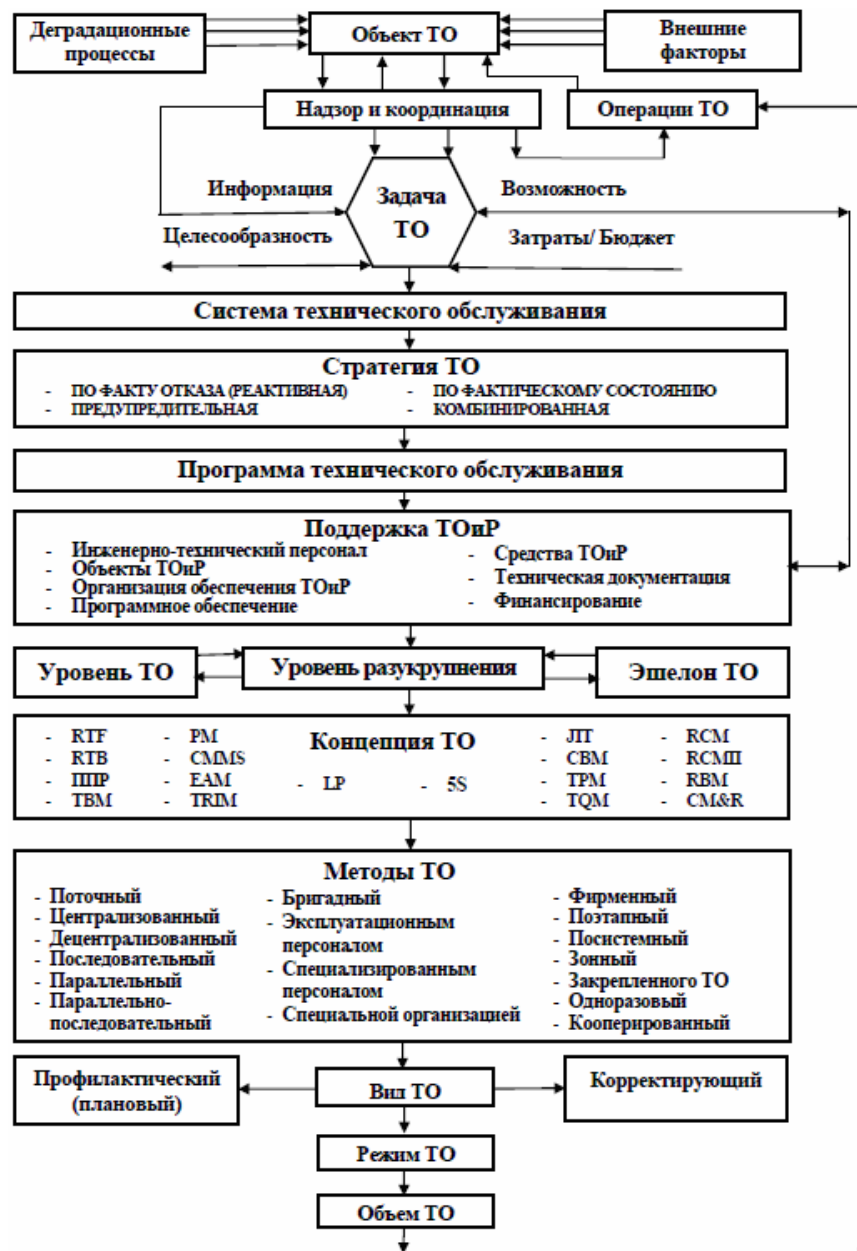


Рис. 1 Структурная схема технического обслуживания

## Результаты

Система технического обслуживания предполагает выбор стратегии технического обслуживания. В настоящее время широко используются четыре стратегии, имеющие свои достоинства и недостатки [9, 10]:

- «Стратегия реактивного технического обслуживания» (по факту отказа) предполагает ограниченный перечень простых мероприятий по поддержанию оборудования в работоспособном состоянии;

- «Предупредительная стратегия», предполагает обслуживание по регламенту. Суть этого подхода в том, чтобы провести ТОиР до перехода объекта в неработоспособное состояние, тем самым улучшить техническое состояние оборудования и снизить вероятность возникновения отказа. Как следствие, объемы и количество работ по техническому обслуживанию возрастает;

- «Стратегия обслуживания по фактическому состоянию» (ФСО) является более прогрессивной и сводится к минимизации отказов путем проведения технического обслуживания по результатам мониторинга и технической диагностики состояния с

использованием средств неразрушающего контроля. При этом для реализации стратегии необходима организация эффективной системы диагностики многочисленных параметров и значительных затрат на приборную базу, системы обработки информации, обучение персонала;

- «Комбинированная стратегия», объединяющая в себе подходы первых трех, дифференцированно сочетая их положения для интегрального повышения эффективности функционирования технического объекта.

Документ, устанавливающий стратегии, количественные характеристики видов ТОиР, порядок их корректировки на протяжении срока службы с начала эксплуатации до списания, а также эффективность системы обслуживания принято называть программой технического обслуживания и ремонта. Программа разрабатывается эксплуатирующей объект организацией. В общем случае программа ТО включает процедуры и порядок проведения: осмотров и дополнительных осмотров; плановое ТО; ремонт и капитальный ремонт; осмотр конструкции и отдельных агрегатов; обязательные работы по ТО и их периодичность; предупреждение и контроль деградиационных процессов (усталостных повреждений, изнашивания, коррозии и т.д.); конструктивные доработки и связанные с этим осмотры; методику оценки ремонтпригодности. Программа утверждается и сертифицируется. Одобренная Программа эксплуатирующей объект организацией периодически проверяется на предмет соответствия действующим требованиям и эксплуатационному опыту. Программы контроля уровня надёжности являются дополнением к основной программе ТО (ГОСТ 18322-2016, ГОСТ Р 59815-2021, ГОСТ Р 27.606-2013).

«Процесс скоординированного управления обеспечением всеми видами ресурсов, необходимых для поддержания объекта в работоспособном состоянии при установленной концепции технического обслуживания и в соответствии с выбранной стратегией ТО определяет поддержку последнего» (ГОСТ 18322-2016). «В качестве ресурсов выступают инженерно-технический персонал, объекты ТО, являющиеся средствами производства для восстановления предмета обслуживания» и поддержания его в готовности, организационные ресурсы, программное и иное обеспечение сопровождения процессов технического обслуживания, соответствующая документация и финансирование (ГОСТ Р 27.601-2011) [11, 12]. Поддержка ТОиР сопряжена с задачами ТО обратной связью и является их производной после принятия к реализации.

Рассматривая задачи технического обслуживания применительно к конкретному объекту, обязательно учитывают структуру последнего. Эта структура может быть представлена в виде некоторой иерархической конструкции, отражающей соответствующую организацию объекта, например, система, подсистема, сборка, компонент, элемент, либо как уровни структур внутренней организации объекта и соотношения его элементов, то есть по уровням разукрупнения. Комплект задач по техническому обслуживанию, подлежащих выполнению на конкретном уровне разукрупнения, рассматривается как уровень ТО (ГОСТ Р 27.601-2011). «Уровень технического обслуживания подразделяют на элементы соответствующих работ и элементарные мероприятия, суть дифференцированные операции технологического процесса ТОиР, логическая последовательность которых, объединенных единой целью формируют технологический процесс технического обслуживания с обязательной задачей его качественного и своевременного выполнения».

«Организационные подразделения, выполняющие ТО, рассматриваются как линии ТО или эшелоны ТО» или место в организационной структуре, где предусмотрено выполнение определенных уровней технического обслуживания формирующих систему упорядоченных этапов и процессов, гарантирующих эффективность и качество выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту различного оборудования (ГОСТ Р 27.601-2011, ГОСТ Р 57329-2016). Она помогает оптимизировать распределение ресурсов, сократить время и затраты на ремонт, а также повысить надежность и безопасность обслуживаемого оборудования.

В зависимости от стратегии технического обслуживания применяю следующие концепции (способы или системы) ТО. *Run-to-Failure* – **RTF** или *Run-to-Breakdown* – **RtB**, где проводится ограниченный перечень мероприятий по поддержанию оборудования в работоспособном состоянии. Концепция планово-предупредительных ремонтов – **ППР**, проводимых по календарному времени, или по наработке *Time-Based Maintenance* – **TBM**, *Preventive Maintenance* – **PM** профилактическое обслуживание. Современные автоматизированные системы управления ТОиР – это **CMMS**- и **EAM**-системы (**CMMS** – *Computerized Maintenance Management System*, **EAM** – *Enterprise Asset Management*), в частности широко известная **EAM**-система – система **TRIM**. Концепция *Condition-Based Maintenance* – **CBM**, сводится к минимизации отказов путем проведения технического обслуживания по результатам мониторинга и технической диагностики состояния. Системы бережливого производства (*Lean Production*), призванные к устранению всех видов потерь: **5S** (пять японских слов или 5 шагов: Сортировка (нужное-ненужное), Соблюдение порядка (всё на своём месте), Содержание в чистоте (возврат в исходное состояние), Стандартизация, Совершенствование), **TQM** (Всеобщий менеджмент качества *Total quality management*), **JIT** («точно в срок» *Just-in-time*) и **TPM** (*total productive maintenance* – всеобщий уход за оборудованием). Системы технического обслуживания *Reliability-centered Maintenance* – **RCM** и **RCMII** (*Risk-Based Maintenance* – **RBM**). Перспективной является система добросовестного технического обслуживания **CM&R** (*Conscientious Maintenance and Repair*) и **MPM** (*Mechanical Precision Maintenance*) точного технического обслуживания [10, 11, 13, 14].

Реализация концепций осуществляется различными методами технического обслуживания, отличающимися друг от друга совокупностью технологических и организационных правил выполнения операций технического обслуживания. К таким методам относят поточный, выполняемый с заданными технологической последовательностью и ритмом на специализированном рабочем месте, как правило в цеху или мастерской, централизованный (де централизованный), выполняемый персоналом и средствами одного (нескольких) подразделения(-й) организации(-й) или предприятия(-й). Последовательный при котором каждый последующий объект обслуживается только после полного завершения соответствующего обслуживания предыдущего. Такой метод целесообразен при обслуживании малого числа однотипного оборудования и небольшой численности соответствующего персонала. По принципам построения он схож с индивидуальным методом ремонта. Параллельный метод предполагает одновременное конкретное обслуживание всей группы закрепленных объектов. При параллельно-последовательном методе вся группа оборудования разбивается на отдельные подгруппы внутри которых обслуживание осуществляется параллельным методом. Этот метод схож по принципам формирования и осуществления работ сменно-узловому методу ремонта. «Бригадный метод, при котором бригада исполнителей, специализированных по типам объектов или по операциям, выполняет операции на группе объектов одного или нескольких типов». Метод технического обслуживания эксплуатационным персоналом предполагает обслуживание объекта при его функционировании этим персоналом, в отличие от метода ТО специальным персоналом, специализирующихся на соответствующем виде работ по техническому обслуживанию. Метод ТО специализированной организацией предполагает проведение частичного или полного технического обслуживания и ремонт в течение установленного в контракте периода времени. В случае полного аутсорсинга всех работ по техническому обслуживанию и ремонту его называют «аутсорсингом технического обслуживания и ремонта в полном объеме» (ГОСТ 18322-2016, ГОСТ Р 59815-2021, ГОСТ Р 57329-2016, ГОСТ Р 27.102-2021). Метод выполнения технического обслуживания предприятием-изготовителем или лицензированным ремонтным предприятием носит название фирменного ТО. «Поэтапный метод технического обслуживания предполагает расчленение периодического ТО на отдельные этапы и распределяется по видам меньшей трудоемкости с сохранением установленной периодичности работ». «Посистемный и зонный методы ТО предполагают при котором его организация и специализация исполнителей

осуществляются по определенным функциональным системам или соответственно зонам конструкций обслуживаемого объекта». Метод закрепленного технического обслуживания, при котором исполнители выполняют техническое обслуживание только данного объекта. «Одноразовый метод предполагает весь объем работ заданной формы регламента выполнять в течение одного обслуживания до окончания всех регламентных и дополнительных работ. Кооперированный метод технического обслуживания и доработки выполняются на нескольких типах объектов разных эксплуатирующих их предприятий одним специализированным предприятием на основе их кооперирования и взаимодействия» (ГОСТ 18322-2016, ГОСТ Р 59815-2021, ГОСТ Р 57329-2016, ГОСТ Р 27.102-2021).

Под термином вид ТО понимают квалификационную категорию технического обслуживания, выделяемую по одному из отличительных признаков, таких как: регламентация и организация выполнения работ, их объем, место и условия выполнения в соответствии с принятыми методами их осуществления. Условия выполнения технического обслуживания или ремонта объекта, включающие перечень и периодичность выполнения работ и, при необходимости, значения эксплуатационных характеристик применяемых средств носит название режим технического обслуживания. Основными видами ТО являются:

- плановое ТО (другие отраслевые названия: профилактическое, регламентированное, предварительно установленное, по состоянию на основании оценки результатов мониторинга, предупредительное) – «техническое обслуживание, выполнение которого осуществляется в соответствии с требованиями документации, проводимое в заданные интервалы времени или согласно установленным критериям с целью уменьшения вероятности отказа или ухудшения функционирования объекта»;

- внеплановое ТО (другие отраслевые названия: корректирующее, нерегламентированное, отложенное внеплановое, оперативное внеплановое) – «техническое обслуживание, выполнение которого осуществляется по техническому состоянию объекта без предварительного назначения проводимые после обнаружения неисправности с целью возвращения объекта в состояние, в котором он способен выполнять требуемую функцию» (ГОСТ 18322-2016, ГОСТ Р 57329-2016, ГОСТ Р 27.102-2021).

Имеют место быть так же текущее техническое обслуживание, осуществляемое во время работы объекта (без влияния на рабочие характеристики, а также техническое обслуживание и ремонт на месте эксплуатации).

### **Выводы и заключение**

Подводя итог, можно констатировать, что созданная на основе анализа и обобщения материалов, представленных в официальных литературных источниках, и реального опыта организации систем технического обслуживания и ремонта горных предприятий предложенная структура системы ТО, описанная в данной работе, представляет собой системный комплекс, целью которого как системы является обеспечение заданного уровня готовности горного оборудования при минимизации ресурсов (материальных, трудовых, временных и организационных) для этого обеспечения. Обладая иерархической структурой, прямыми и обратными связями отдельных элементов, рассматриваемых с одной стороны как отдельные объекты, а с другой как соответствующие подсистемы общей структуры, она эмерджентна и способна к созданию неординарного взаимопревращения ресурсов системы направленных на повышение ремонтпригодности и восстанавливаемости оборудования в рамках добросовестного выполнения принципов теротехнологии [15], а именно технологии обеспечения эффективной работы оборудования в течение всего срока его службы с учетом технических, технологических и организационных факторов и связей между ними.

### **Список литературы**

1. Хажиев В.А. Методический подход к оценке эффективности системы эксплуатации оборудования технологического комплекса горного предприятия // Горное оборудование и электромеханика. – 2022. – №2(160). – С. 14-21. – doi.org/10.26730/1816-4528-2022-2-14-21.

2. Андреева Л.И. Выбор стратегии ремонтного обслуживания горной техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2021. – №4. – С. 83-91. – doi.org/10.21440/0536-1028-2021-4-83-91.
3. Теплякова А.В., Азимов А.М., Алиева Л., Жуков И.А. Обзор и анализ технических решений для повышения долговечности и улучшения технологичности элементов ударных узлов бурильных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – №9. – С. 120-132. – doi.org/10.25018/0236\_1493\_2022\_9\_0\_120.
4. Великанов В.С. Прогнозирование нагруженности рабочего оборудования карьерного экскаватора по нечетко-логистической модели // Записки Горного института. – 2020. – Т. 241. – С. 29-36. – doi.org/10.31897/PMI.2020.1.29.
5. Хорешок А.А., Хажиев В.А. Оценка влияния системы эксплуатации оборудования технологического комплекса на надежность производственного цикла горнодобывающего предприятия // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2022. – №16. – С. 117-126. – doi.org/10.26160/2658-3305-2022-16-117-126.
6. Князькина В.И., Сафрончук К.А., Иванов С.Л., Мякотных А.А. К вопросу оценки технического состояния и качества обслуживания трансмиссии горной машины по параметрам акустического сигнала с учетом смазки ее элементов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – №S2. – С. 3-15. – doi.org/10.25018/0236\_1493\_2021\_2\_2\_3.
7. Шибанов Д.А., Иванов С.Л., Шешукова Е.И., Недашковская Е.С. Эффективность функционирования карьерного экскаватора, как эргатической системы // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – №11-1. – С. 144-158. – doi.org/10.25018/0236\_1493\_2023\_111\_0\_144.
8. Андреева Л.И., Красникова Т.И., Ушаков Ю.Ю. Методология формирования эффективной системы обеспечения работоспособности горной техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2019. – №5. – С. 92-106. – doi.org/10.21440/0536-1028-2019-5-92-106.
9. Пумпур Е.В., Князькина В.И., Сафрончук К.А., Иванов С.Л. Оценка факторов влияния на выбор стратегии технического обслуживания экскаваторов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – №S41. – С. 3-19. – doi.org/10.25018/0236-1493-2019-12-41-3-19.
10. Чуксин А.И., Иванов С.Л. Политика управления отказами // Актуальные проблемы машиноведения, безопасности и экологии в природопользовании. Материалы IV-ой Международной научно-практической конференции: в 2 частях. Часть 1. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2018. – С. 286-297.
11. Андреева Л.И. Методический подход к определению сроков эксплуатации и цены владения карьерными экскаваторами в условиях горнорудных карьеров // Горное оборудование и электромеханика. – 2023. – №5(169). – С. 61-67. – doi.org/10.26730/1816-4528-2023-5-61-67.
12. Баскакова Н.Т. К вопросу организации ремонтных работ металлургического оборудования // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2016. – №1(6). – С. 18-30.
13. Авершин А.А., Банник Н.В., Тугай В.В., Джумский А.В. Основные положения системы планово-предупредительных ремонтов в процессе эксплуатации горных машин и оборудования // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2023. – №S1. – С. 187-192.
14. Дрыгин М.Ю. Анализ систем технического обслуживания и ремонта горного оборудования // Горное оборудование и электромеханика. – 2020. – №2(148). – С. 35-43. – doi.org/10.26730/1816-4528-2020-2-35-43.
15. Корогодин А.С., Иванов С.Л., Князькина В.И. Теротехнология динамического горного оборудования дезинтеграции при освоении месторождений в природно-климатических условиях Арктики // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2021. – №13. – С. 42-47 – doi.org/10.26160/2658-3305-2021-13-42-47.

## References

1. Khazhiev V.A. Methodical approach to assessing the efficiency of the equipment operation system of the technological complex of a mining enterprise // Mining equipment and electromechanics. 2022, no. 2 (160), pp. 14-21. doi.org/10.26730/1816-4528-2022-2-14-21.
2. Andreeva L.I. Choice of strategy of repair maintenance of mining equipment // News of higher educational institutions. Mining journal. 2021, no. 4, pp. 83-91. doi.org/10.21440/0536-1028-2021-4-83-91.
3. Teplyakova A.V., Azimov A.M., Alieva L., Zhukov I.A. Review and analysis of technical solutions to increase the durability and improve the manufacturability of elements of impact units of drilling machines // Mining information-analytical bulletin. 2022, no. 9, pp. 120-132. doi.org/10.25018/0236\_1493\_2022\_9\_0\_120.
4. Velikanov V.S. Prediction of loading of the working equipment of the quarry excavator by the fuzzy-logistic model // Journal of Mining Institute. 2020, vol. 241, pp. 29-36. doi.org/10.31897/PMI.2020.1.29.
5. Khoreshok, A.A.; Khazhiev, V.A. Assessment of the influence of the equipment operation system of the technological complex on the reliability of the production cycle of the mining enterprise // Transport, Mining and Construction Engineering: Science and Production. 2022, no. 16, pp. 117-126. doi.org/10.26160/2658-3305-2022-16-117-126/
6. Knyazkina V.I., Safronchuk K.A., Ivanov S.L., Myakotnykh A.A. To the issue of assessing the technical condition and quality of maintenance of the transmission of a mining machine by the parameters of the acoustic signal taking

into account the lubrication of its elements // Mining information and analytical bulletin. 2021, no. S2, pp. 3-15. doi.org/10.25018/0236\_1493\_2021\_2\_2\_3.

7. Shibanov D.A., Ivanov S.L., Sheshukova E.I., Nedashkovskaya E.S. Efficiency of functioning of a quarry excavator as an ergative system // Mining information and analytical bulletin. 2023, no. 11-1, pp. 144-158. doi.org/10.25018/0236\_1493\_2023\_111\_0\_144.
8. Andreeva L.I., Krasnikova T.I., Ushakov Yu.Yu. Methodology of forming an effective system to ensure the serviceability of mining equipment // News of higher educational institutions. Mining journal. 2019, no. 5, pp. 92-106. doi.org/10.21440/0536-1028-2019-5-92-106.
9. Pumpur E.V., Knyazkina V.I., Safronchuk K.A., Ivanov S.L. Evaluation of the factors of influence on the choice of maintenance strategy for excavators // Mining information and analytical bulletin. 2019, no. S41, pp. 3-19. doi.org/10.25018/0236-1493-2019-12-41-3-19.
10. Chuksin A.I., Ivanov S.L. Failure management policy // Actual problems of mechanical engineering, safety and ecology in nature management. Proceedings of the IV-th International Scientific and Practical Conference: in 2 parts. Part 1. – Tver: Tver state technical university, 2018. – P. 286-297.
11. Andreeva, L.I. Methodical approach to determining the operating time and the price of ownership of quarry excavators in the conditions of mining quarries // Mining equipment and electromechanics. 2023, no. 5 (169), pp. 61-67. doi.org/10.26730/1816-4528-2023-5-61-67.
12. Baskakova N.T. To the issue of organization of repair works of metallurgical equipment // Mechanical equipment of metallurgical plants. 2016, no. 1(6), pp. 18-30.
13. Avershin A.A., Bannik N.V., Tugay V.V., Dzhumskiy A.V. Basic provisions of the system of preventive maintenance during the operation of mining machinery and equipment // Bulletin of Vladimir Dahl Lugansk State University. 2023, no. S1, pp. 187-192.
14. Drygin, M.Yu. Analysis of the systems of maintenance and repair of the mining equipment // Mining equipment and electromechanics. 2020, no. 2(148), pp. 35-43. doi.org/10.26730/1816-4528-2020-2-35-43.
15. Korogodin A.S., Ivanov S.L., Knyazkina V.I. Terotechnology of dynamic mining disintegration equipment for field development in natural-climatic conditions of the Arctic // Transport, Mining and Construction Engineering: Science and Production. 2021, no. 13, pp. 42-47. doi.org/10.26160/2658-3305-2021-13-42-47.

*Сведения об авторах:*

*Information about authors:*

<b>Недашковская Евгения Сергеевна</b> – аспирант	<b>Nedashkovskaya Evgeniya Sergeevna</b> – postgraduate student
<b>Шешукова Екатерина Игоревна</b> – аспирант	<b>Sheshukova Ekaterina Igorevna</b> – postgraduate student
<b>Корогодин Артур Сергеевич</b> – аспирант	<b>Korogodin Artur Sergeevich</b> – postgraduate student
<b>Мякотных Алина Алексеевна</b> – аспирант	<b>Myakotnykh Alina Alekseevna</b> – postgraduate student
<b>Шибанов Даниил Александрович</b> – кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроения	<b>Shibanov Daniil Aleksandrovich</b> - candidate of Technical Sciences, Associate Professor of mechanical engineering Department
<b>Иванов Сергей Леонидович</b> – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машиностроения	<b>Ivanov Sergey Leonidovich</b> – doctor of technical sciences, professor, professor of mechanical engineering Department
lisa_lisa74@mail.ru	

Получена 20.03.2024