

# АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ И МЕРОПРИЯТИЙ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тихомиров М.В.<sup>1</sup>, Конопкин Е.В.<sup>2</sup>, Сафонов В.И.<sup>3</sup>

Email: Tikhomirov17134@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Тихомиров Михаил Викторович - магистрант;

<sup>2</sup>Конопкин Евгений Витальевич – магистрант;

<sup>3</sup>Сафонов Валентин Иванович - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра горной электромеханики и транспортных систем,  
Стахановский учебно-научный институт горных и образовательных технологий  
Луганский национальный университет им. Владимира Даля,  
г. Стаханов, Украина

**Аннотация:** простои горно-шахтного оборудования, работающего в сложных условиях горного производства, из-за низкого уровня организации горных работ, несовершенства системы технического обслуживания и ремонта вносят значительные затраты в себестоимость добычи полезного ископаемого. Большинство простоев из-за отказов оборудования можно предупредить за счет совершенствования системы технического обслуживания и ремонта. Ремонт остается самым трудоемким вспомогательным процессом на горных предприятиях. В специфических условиях эксплуатации, трудоемкость и стоимость ремонтного обслуживания горного оборудования возрастают. Перспектива развития системы технического обслуживания и ремонта - это обслуживание оборудования горных предприятий только самими же заводами-изготовителями подземной техники с переходом на систему обслуживания оборудования по её фактическому техническому состоянию и особенно это значимо, если горными предприятиями используется арендованное у заводов-изготовителей оборудование.

**Ключевые слова:** оборудование, горное производство, горные работы, система, техническое обслуживание, ремонт, отказы, техническое состояние.

## ANALYSIS OF SOME PARAMETERS AND MEASURES THE STATUS OF TECHNICAL OPERATION OF MINING- MINING EQUIPMENT IN DIFFICULT CONDITIONS OF THE MINING INDUSTRY

Tikhomirov M.V.<sup>1</sup>, Konopkin E.V.<sup>2</sup>, Safonov V.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tikhomirov Mikhail Viktorovich - Master;

<sup>2</sup>Konopkin Evgenij Vitalievich – Master;

<sup>3</sup>Safonov Valentin Ivanovich - Candidate of technical Sciences, Associate Professor:  
DEPARTMENT OF MINING ELECTROMECHANICS AND TRANSPORT SYSTEMS (AIRCRAFT AND VEHICLE),  
STAKHANOV EDUCATIONAL-SCIENTIFIC INSTITUTE OF MOUNTAIN AND EDUCATIONAL TECHNOLOGIES  
LUGANSK NATIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER VLADYMYR DAHL,  
STAKHANOV, UKRAINE

**Abstract:** the downtime of mining equipment operating under severe conditions of mining because of the low level of organization of mining works, the imperfections of the system of technical maintenance and repair, contribute significant costs to the cost of production is reached-tion of fossil. Most downtime due to equipment failures can be prevented by improving the maintenance and repair system. Repair remains the most labor-intensive auxiliary process at the mining enterprises. In specific operating conditions, the complexity and cost of maintenance of mining equipment increase. The prospect of development of the system of technical maintenance and repair is the maintenance of the equipment of mining enterprises only by the manufacturers of underground equipment with the transition to the equipment maintenance system according to its actual technical condition and this is especially important if the mining enterprises use the equipment leased from the manufacturers.

**Keywords:** equipment, mining, mining, system, maintenance, repair, failures, technical condition.

УДК 622.34.002.5.004.67(031)

**Введение.** Технический уровень технологических процессов горного производства определяется уровнем механизации этих процессов и качеством эксплуатации горного оборудования. На горных предприятиях используют большое количество оборудования разного производства, причем наряду с оборудованием средней и малой мощности применяют мощное и сверхмощное оборудование. В последнее время наметилась тенденция к применению технологии выемки полезного ископаемого по

схеме «шахта-лава» с увеличением концентрации очистных работ в лаве, достигнутых путем резкого повышения нагрузки на забой. Концентрация работ в очистных лавах сопровождается качественным изменением оборудования за счет увеличения единичной мощности и производительности выемочных комплексов и увеличением длины лав. Рост единичной мощности оборудования обуславливает повышение требований к его работоспособности и использованию во времени. Но вместе с тем, как известно, например, ресурс узлов и агрегатов, восстановленных в условиях ремонтных баз горных предприятий, сокращается почти 1,5 раза по сравнению с ресурсом заводских узлов из-за низкого уровня технологии [1]. Значительное снижение уровня эксплуатационной надежности оборудования после длительной его эксплуатации, особенно в специфических условиях горного производства, вызывает дополнительные издержки на содержание. Оборудование, работающее на угольных шахтах, относится к классу горно-шахтного оборудования (ГШО), работающих в экстремальных режимах, обусловленных сложными горно-геологическими и горно-техническими условиями эксплуатации. Учитывая реальные условия эксплуатации угольных шахт, например, увеличение глубины залегания разрабатываемых пластов приводит к тому, что даже неопасные пласты по пылегазовому и выбросоопасному режиму становятся таковыми. Поэтому основные мероприятия активного воздействия на угольный массив пласта, необходимое для предупреждения внезапных выбросов угля, породы и газа, станут обязательными элементами технологической цепи выемки полезного ископаемого [2]. А это дополнительные технические системы взаимозавязанные с основным оборудованием. Появление специфической (с другими свойствами) рудничной атмосферы (температура, влажность, агрессивность-образивность газовой и жидкой среды, запыленность, акустичность и т.д.). На транспорте, постоянно возникающие изменения реальных условий эксплуатации оборудования, вызывают, необходимость в непривычном (необычном; нетипичном; особом) управлении приводами конвейеров и станциями натяжения ленты, которое побуждает внесения изменений в системы функционирования, регулирования и контроля. Например, специфические условия работы привода и устройств натяжения ленты, ленточных конвейеров повышенной протяженности требуют регулирования скорости движения ленты в зависимости от грузопотока полезного ископаемого или горной массы. Кроме того, возникает необходимость непривычного управления приводами конвейеров и станциями натяжения ленты: При реверсе, в случае транспортировки по транспортной магистрали, например, горной массы для закладки выработанного пространства шахты, вспомогательных сыпучих материалов, например, строительных, инертных и т.д. При конвейеризации подземных выработок, проводимых по пласту со сложной гипсометрией (трасса конвейера может быть выпуклой или вогнутой). Следствием этого являются разные углы наклона участков трассы или появление участков спуска и подъема. При наличии нескольких пунктов погрузки, распределенных по длине трассы и т. д.

Простои оборудования из-за низкого уровня организации горных работ, несовершенства системы технического обслуживания и ремонта (ТОР), и перечисленных факторов приносят высокие затраты на себестоимость добычи полезного ископаемого. Поэтому вопросы технической эксплуатации горного оборудования находятся в поле повышенного внимания. Основными требованиями, предъявляемыми к эксплуатации ГШО, являются гарантированное выполнение производственного плана с минимальными издержками на содержание. Однако существующие технологии технической эксплуатации горного оборудования не обеспечивают выполнение предъявляемых требований, особенно если оборудование работает в специфических условиях горного производства.

**Постановка задачи и анализ.** Как известно, что более 50% всех простоев из-за отказов оборудования можно предупредить за счет совершенствования системы ТОР [3]. Ремонт остается самым трудоемким вспомогательным процессом на горных предприятиях. На его долю приходится до 70% трудоемкости всех вспомогательных работ. В специфических условиях использования, трудоемкость и стоимость ремонтного обслуживания горного оборудования возрастают.

Действующая система планово-предупредительных ремонтов (ППР) базируется на выявленных закономерностях возникновения отказов и средних сроках наступления предельных состояний узлов, агрегатов и систем оборудования. Исходя из этого, устанавливаются единые нормативы на ремонт. Развитие основных технологических процессов горного производства сопровождается изменениями и в системе ППР. Однако ремонт продолжает носить локальный характер, а его структура и управление остаются тормозом на пути повышения качества технической эксплуатации ГШО. Отсутствие нужной информации, сложность ее получения, недостаточная достоверность полученной информации делают установленные ремонтные нормативы малообоснованными, а саму действующую систему ППР малоэффективной. Систему ППР на горных предприятиях нужно перестраивать. Например, стратегия ремонта по наработке, долгое время служившей основой системы ППР, постепенно сменить стратегией ремонта по фактическому состоянию на базе агрегатно-узлового метода ремонта. Т.е. переход ремонтных и обслуживающих подразделений шахт на систему обслуживания оборудования по её фактическому техническому состоянию, основой для реализации базовых элементов которой служат диагностические системы выявления дефектов с помощью методов проведения разрушающего и

неразрушающего контроля.

Внедрение стратегии ремонта оборудования по состоянию, позволяет снизить затраты на ремонт, уменьшить простои ГШО в ремонте, частично или полностью отказаться от единовременного капитального ремонта и решить задачу достижения минимума ремонтных воздействий в процессе эксплуатации оборудования при полном использовании ресурса его элементов. Своевременное обнаружение возникающих отказов и правильная диагностика имеют важное значение для предупреждения длительных простоев ГШО на ремонт. А это невозможно без организации мониторинга технического состояния оборудования на горных предприятиях с использованием методов и средств технической диагностики, и особенно с применением ультразвукового и виброакустического методов [4]. И кроме этого, еще не решена проблема разработки математических моделей, алгоритмов, компьютерных программ и баз данных, позволяющих оптимизировать управленческие решения. При минимизации затрат на эксплуатацию ГШО не учитывается технологическая нагрузка, гарантированное выполнение которой является одним из основных требований к процессу эксплуатации оборудования. Существующая структура и мощность ремонтной базы горных предприятий не обеспечивает в полном объеме потребности в ремонте оборудования. Увеличение мощности собственных ремонтных баз становится нерациональным. Скорее всего перспективой развития системы ТОР можно считать - это обслуживание оборудования горных предприятий только самими же заводами-изготовителями подземной техники и особенно это значимо, если горными предприятиями используется арендованное у заводов-изготовителей оборудование.

Анализ литературных источников состояния технической эксплуатации горного оборудования показывает, что до настоящего времени к решению проблемы не применялся обобщенный подход. Решения отдельных вопросов технической эксплуатации разрабатывались на основе анализа отдельных сторон процесса. Для снижения затрат на содержание и обеспечения гарантированного выполнения своих функций к горному оборудованию должен предъявляться комплекс научно обоснованных технических и экономических требований к сроку службы, прогнозированию остаточного ресурса сборочных единиц, оценке живучести узлов металлоконструкций, планированию, подготовке, организации и проведению технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию машин, а также к структуре, мощности и размещению ремонтной базы на основе централизации, специализации и кооперации ремонтных работ.

С точки зрения процесса добычи полезного ископаемого и экономических условий работы горного предприятия техническая эксплуатация оборудования должна обеспечить такой уровень его эксплуатационной надежности, который, с одной стороны, был бы достаточным для выполнения технологической нагрузки в соответствии с планом горных работ, а с другой, - потребовал бы минимальный объем материально-технических ресурсов. А для этого необходимо научное обоснование комплекса технических и экономических мероприятий, корректировка нормативной документации по управлению технической эксплуатацией горных машин и оборудования, обеспечивающих гарантированное выполнение ими планируемой технологической нагрузки с минимальными затратами на содержание техники с учетом постоянно изменяющихся специфических условий горного производства. Т.е. синтез технико-экономических характеристик процесса технической эксплуатации горных машин и оборудования на основе моделирования показателей эксплуатации в зависимости от срока эксплуатации, уровня и режима нагрузки основных деталей машин, горно-геологических-атмосферно-специфических факторов, сроков ремонта узлов и агрегатов машин, ремонтного фонда, структуры, мощности и размещения ремонтного производства, что обеспечивает гарантированное выполнение планируемой технологической нагрузки с минимальными затратами на содержание машин.

Например; выработать единый динамический критерий суммарных затрат на эксплуатацию, позволяющего оценивать рациональный срок службы, формировать стратегию капитального ремонта; разработать методику прогнозирования остаточного ресурса деталей и узлов оборудования по количеству циклов выемки полезного ископаемого, основанную на зависимости скорости роста усталостной трещины в основных узлах металлоконструкций от материала, нагрузки и показателей рудничной атмосферы рабочей среды; составить методику оптимизации регламента ремонта машин и оборудования по техническому состоянию; разработать методику и мероприятия по перспективному развитию системы ТОР по обслуживанию оборудования горных предприятий заводами-изготовителями подземной техники и особенно, если горными предприятиями используется арендованное у заводов-изготовителей оборудование.

Конечно обоснованность выводов и рекомендаций при установлении закономерностей влияния горно-геологических факторов и специфических условий, и длительности эксплуатации на уровень эксплуатационной надежности горного оборудования и его технических систем, должна базироваться на системном анализе процесса технической эксплуатации, использовании аппарата математической статистики, теории вероятностей, теории надежности, фундаментальных положений теории разрушения конструкционных материалов, математического моделирования, информационных технологий,

математического аппарата исследования операций при проведении экспериментальных и теоретических исследований эксплуатационной надежности и эффективности эксплуатации горных машин и оборудования.

Реализация стратегии ремонта по состоянию и создание условий для рационального управления процессом технической эксплуатации оборудования зависит от точности прогнозирования остаточного ресурса деталей и сборочных единиц. Оценка живучести узлов и агрегатов очистных комбайнов и конвейеров имеет большое значение при назначении обоснованных сроков их дефектоскопии и сроков ремонта. Выполнение анализов работающих смазочных материалов является сегодня одним из наиболее эффективных современных способов диагностики состояния узлов и агрегатов ГШО и степени их износа, наряду с другими методами. Метод не требует остановки оборудования, разборки агрегатов, высоких временных и трудовых затрат. Это очень информативный и точный способ, предоставляющий полную информацию о работоспособности масел для осуществления программы увеличения интервалов замены масел в оборудовании и контроля состояния техники. Выполнение анализов масел в специализированной лаборатории с интерпретацией результатов каждого анализа и предоставление отчета о диагностике в течение нескольких дней после получения образца, позволяет переключиться с аварийно-ремонтного на предупредительное обслуживание и снизить риск внезапной остановки ГШО. Можно спланировать остановки производства и проведение ТО в наиболее оптимальное (по фактическому состоянию) для производственного процесса время. Анализ смазочных материалов в процессе эксплуатации техники позволяет обоснованно продлить межремонтные интервалы почти на 25% [5].

**Заключение.** Перспективой развития системы ТОР можно считать - это обслуживание оборудования горных предприятий только самими же заводами-изготовителями подземной техники с переходом на систему обслуживания оборудования по её фактическому техническому состоянию и особенно это значимо, если горными предприятиями используется арендованное у заводов-изготовителей оборудование,

#### *Список литературы / References*

1. *Шадрин А.И.* Прогнозирование остаточного ресурса и уровня надежности горного оборудования / А.И. Шадрин, Ю.М. Краковский // Известия вузов. Горный журнал. № 3, 1995. С. 80-84.
2. *Степанов Е.И.* Совершенствование системы пылеподавления увлажнением угольного массива / Е.И. Степанов, А.Г. Петров, А.А. Авершин // - Горное оборудование и электромеханика. М.: Изд-во «Новые технологии», 2017. № 6. С. 15-19.
3. *Махно Д.И.* Эксплуатация горных машин и оборудования: Учебное пособие / Д.Е. Махно, Н.Н. Страбыкин, С.С. Леоненко и др. // Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2001. 550 с.
4. *Герике П.Б.* Новое в методике проведения испытаний энерго-механического оборудования горной техники / Вестник Кузбасского государственного технического университета. Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2017. № 3. С. 126-133.
5. *Федоров А.М.* Система мониторинга смазочных материалов для предприятий угольной промышленности. Уголь, 2018. № 3. С. 50-51.