

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 681.518.54

Б.Л. Герике, И. Л. Абрамов, П. Б. Герике

СТРАТЕГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГОРНЫХ МАШИН ПО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ВИБРОДИАГНОСТИКИ И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

В настоящее время ремонт техники регламентируется государственными стандартами по «Системе технического обслуживания и ремонта техники» (ГОСТ 18322-73, 20831-79, 21571-76, 21623-76, 22952-78, 23660-79 и др.). Эти стандарты не охватывают всех возникающих вопросов. В настоящее время в каждой отрасли разрабатываются свои Положения о техническом обслуживании и ремонте однотипного оборудования. Согласно ГОСТ 18322-73 под системой технического обслуживания и ремонта техники понимается «совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделия, входящих в эту систему». Основными составляющими, при разработке системы, являются: оптимизация структуры ремонтного цикла машины; определение необходимого состава работ для каждого вида ремонта и выбор объективного критерия для расчета межремонтных периодов.

На сегодняшний день на разрезах Кузбасса за основу принята система плано-предупредительных ремонтов оборудования, основной задачей которой является обеспечение работоспособности оборудования в течение заданного времени при минимальных затратах труда и материальных ценностей. Основой данной системы является плановая замена изношенных деталей. Время замены деталей вычисляется исходя из прогнозируемой скорости изнашивания детали. Наиболее характерными отказами для динамического оборудования являются постепенные (износные) отказы. В реальных условиях имеет место также усталостный и коррозионный износ.

Периодичности проведения ремонтов устанавливаются в зависимости от сроков служб группы деталей. При этом срок службы каждой детали близок к среднему сроку службы и по нему может быть установлена периодичность ремонта механизма или машины. Возможность группирования сроков службы деталей около средних значений для каждой группы является основным требованием ремонтно-эксплуатационной технологичности механизма или машины. Во всех случаях важно, чтобы периодичность ремонтов, т.е. сроки службы

деталей, были кратны друг другу. Периодичность ремонтов экскаваторов строят таким образом, чтобы в механизмах не работали детали с аварийной стадией износа (при периодичности, большей срока службы группы деталей) и чтобы при ремонте не заменяли детали с не полностью использованным ресурсом работоспособности (при периодичности, меньшей среднего срока службы группы деталей).

В системе технического обслуживания и ремонта экскаваторов пока нет теоретически обоснованного решения данных вопросов. Это приводит к слишком большому выбору рекомендаций по формированию структуры ремонтного цикла, назначению различных межремонтных периодов для одной и той же машины. Например, по инструкции №2341ИЭ НКМЗ для экскаватора ЭШ 10/70А рекомендуется проводить технические уходы №1-5 с периодичностью: смена, декада, месяц, три и шесть месяцев. Ленгипрошахт [1] рекомендует проводить ремонтный осмотр, текущие ремонты и капитальные ремонты соответственно с периодичностью 500, 5000, 12000, 24000 маш-час. Приказом Минуглепрома СССР № 313 устанавливается для этого экскаватора ежемесячный осмотр, годовой, средний и капитальный ремонты соответственно с периодичностью один месяц, один, два и четыре года; НИИОГР предлагает планировать ремонтные работы в зависимости от объемов переработанной горной массы с учетом ряда коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации экскаваторов [2].

Каждый нормативный документ устанавливает жестко регламентированные объемы работ при ремонтах экскаватора независимо от его технического состояния; объемы ремонтных работ возрастают по мере сложности ремонта. Например, при среднем ремонте необходимо дополнительно выполнять работы годового и месячного ремонтов. Независимо от условий работы деталей и сборочных единиц ремонты планируются по одному из критериев – календарному (или машинному) времени работы или переработанной горной массе.

Все это приводит [3]:

– к недоиспользованию ресурса отдельных деталей, агрегатов и сборочных единиц экскавато-

ров;

- к увеличенному объему разборочно-сборочных работ, не соответствующих техническому состоянию механизмов и устройств, и в то же время, к увеличению вероятности быстрого износа деталей, вызываемого приработкой из-за частой разборки и сборки;

- к значительному времени нахождения экскаваторов в ремонте (20-25% от календарного фонда времени).

Система планово-предупредительных ремонтов во многих случаях может быть принята за основу при обслуживании несложных машин и механизмов, но для основного безрезервного оборудования ее применение нецелесообразно. Поэтому дальнейшее развитие системы ремонтов должно предусматривать: установление дифференцированных критериев оценки ресурса деталей, сборочных единиц и механизмов экскаваторов, учитывающих конкретные условия их работы; назначение конкретных сроков и объемов работ при ремонтах экскаваторов в зависимости от фактического технического состояния его деталей, сборочных единиц и механизмов.

Основная идея системы обслуживания и ремонта оборудования по фактическому техническому состоянию заключается в устранении отказов оборудования на этапе их зарождения. Это становится возможным при применении методов распознавания технического состояния оборудования по совокупности его эксплуатационных характеристик, позволяющих выявить имеющиеся или развивающиеся дефекты для рационального планирования оптимальных сроков проведения ремонтных работ.

Техническая база обслуживания и ремонта оборудования по фактическому техническому состоянию основана на том, что существует взаимосвязь между возможными техническими неисправностями агрегата и диагностическими параметрами, которые возможно контролировать. Другими словами, большинство распознаваемых дефектов, которые могут возникать в машине или механизме, имеют определенные диагностические признаки и параметры, предупреждающие о том, что дефекты присутствуют, развиваются и могут привести к отказу. Диагностические признаки дефектов могут включать в себя параметры вибрации, технологические и режимные параметры (нагрузку, температуру, силу тока и др.), примеси в смазке и т.д.

Следовательно, проводя мониторинг различных параметров, характеризующих работу оборудования, можно вовремя обнаружить изменение технического состояния оборудования и провести техническое обслуживание только тогда, когда возникает реальная возможность ухода параметров оборудования за недопустимые пределы, что соответственно сигнализирует о невозможности дальнейшей работы объекта наблюдения.

Обслуживание по фактическому техническому состоянию имеет ряд преимуществ по сравнению с системой планово-предупредительного ремонта:

- наличие постоянной информации о состоянии оборудования, охваченного мониторингом (возможность определения «проблемных» и «нормальных» узлов), позволяет планировать и выполнять обслуживание и ремонт без длительной и, зачастую, ненужной остановки, практически исключить аварийные отказы оборудования. Посредством внедрения системы обслуживания по фактическому техническому состоянию возникает возможность увеличения эффективности производства;

- прогнозирование и планирование объемов технического обслуживания и ремонта «проблемного» оборудования, снижение расходов по техническому обслуживанию за счет минимизации ненужного ремонта (увеличение межремонтного интервала) «нормального» оборудования. В результате проведения мониторинга технического состояния агрегатов и их обслуживания по фактическому техническому состоянию внеплановый объем работ, вызванный чрезвычайными ситуациями, обычно составляет менее 5% от общего объема работ, а время простоя оборудования составляет не более 3% от времени, затраченного на техническое обслуживание. Установлено, что типичные расходы на ремонт при аварийных отказах оборудования в среднем в 10 раз превышают стоимость ремонта при вовремя обнаруженном дефекте [5];

- обеспечение эффективности ремонта за счет послеремонтного обследования. Опыт показывает, что примерно от 2 до 10% новых деталей имеют дефекты изготовления, которые могут привести к быстрому выходу из строя замененной детали и отказу оборудования, а также вызвать повреждение других сопряженных нормально функционирующих деталей. Дефектная деталь или нарушенная технология сборки в ряде случаев могут быть обнаружены в процессе испытаний после ремонта [6];

- эффективное планирование распределения обслуживающего персонала, запасных частей, инструмента и др.;

- возможность сокращения резервного оборудования;

- улучшение охраны труда и устранение нарушений экологических требований. Проведение ремонтных работ в чрезвычайной обстановке внезапного отказа и опасности внеплановой остановки производства приводит к повышению травматизма [7];

- эффективность переговоров с поставщиками оборудования относительно его гарантийного и послегарантийного ремонта, восстановления или замены. Регистрируемые диагностические параметры являются объективными данными при

решении спорных вопросов о причинах входа механизма из работоспособного состояния.

Идея обслуживания оборудования по фактическому техническому состоянию заключается в обеспечении максимально возможного межремонтного периода эксплуатации оборудования за счет применения современных технологий обнаружения и подавления источников отказов [8].

Основой этой системы являются:

- идентификация и устранение источников повторяющихся проблем, приводящих к сокращению межремонтного интервала обслуживания оборудования;

- устранение или значительное снижение факторов, отрицательно влияющих на межремонтный интервал или срок эксплуатации оборудования;

- распознавание состояния нового или восстановленного оборудования с целью проверки отсутствия признаков дефектов, уменьшающих межремонтный интервал;

- увеличение межремонтного интервала и срока эксплуатации оборудования за счет проведения монтажных, наладочных и ремонтных работ в точном соответствии с техническими условиями и регламентом.

Анализ эксплуатационных расходов показывает, что переход от только устранения аварийных простоев к системе ППР одного и того же парка оборудования приводит к снижению затрат в 1,5 раза, а при внедрении системы обслуживания и ремонта оборудования по фактическому техническому состоянию – почти в 2 раза [9].

Сокращение удельных эксплуатационных расходов на техническое обслуживание при эксплуатации основного и вспомогательного карьерного оборудования является, в настоящее время, одним из основных резервов повышения эффективности производства.

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [10] все машины и оборудование, эксплуатируемые на опасных производственных объектах, в том числе на шахтах, разрезах, карьерах, должны проходить экспертизу промышленной безопасности. Для решения этой задачи специалистами ГОУ КузГТУ, Института угля и углехимии СО РАН, ЗАО «НИИЦ КузНИУИ», НФ «КузбассНИИОГР» и ОАО «Кузбассэнергоуголь» разработаны «Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности одноковшовых экскаваторов» [11].

Методические указания определяют сроки и порядок проведения экспертизы одноковшовых механических карьерных экскаваторов с вместимостью ковша 4 м³ и более (отечественного и импортного производства) двух типов – драглайнов и механических лопат.

Методические указания состоят из 6 разделов, списка литературы из 69 наименований и 22 при-

ложений.

В основной части рассматриваются следующие вопросы:

- планирование и организация экспертизы;
- программа проведения экспертизы;
- методика проведения экспертизы;
- определение срока безопасной эксплуатации;

- оформление результатов экспертизы;
- требования безопасности при проведении экспертной группой диагностических работ в процессе экспертизы промышленной безопасности одноковшовых экскаваторов.

В приложениях приведены требования по нормам и порядку проведения технической диагностики и неразрушающего контроля с применением различных методов (визуально-измерительного, проникающими веществами, вибрационного, ультразвукового, теплового, акустико-эмиссионного, вихретокового) для различных деталей, узлов и агрегатов, которые включают в себя:

- карты обследования карьерного экскаватора типа механическая лопата;
- карты обследования экскаватора типа драглайн;

- технические средства, применяемые при экспертном обследовании экскаваторов;
- критерии предельных состояний узлов и агрегатов экскаваторов типа механическая лопата;
- критерии предельных состояний узлов и агрегатов экскаваторов шагающих типа драглайн;

- технологические схемы контроля сварных швов стрел экскаваторов ЭШ 10/70А (модификации ЭШ 10/70), ЭШ 13/50 методом ультразвукового контроля;
- технические характеристики средств измерения параметров акустического поля работающего оборудования;
- схемы измерения вибрации основных узлов и агрегатов экскаваторов;
- предельные значения интенсивности вибрации механического оборудования одноковшовых экскаваторов;
- предельные значения интенсивности вибрации электрических машин;
- опорные маски для оценки степени опасности спектральных составляющих механических колебаний;
- допустимый уровень вибрации на рабочем месте машиниста экскаватора (по ГОСТ 12.1.012-90);
- допустимые температуры нагрева;
- оценка технического состояния контактных соединений по величине избыточной температуры;
- объем теплового контроля контактов и контактных соединений выключателей;
- оценка теплового состояния токоведущих

частей;

- расчетная оценка остаточного ресурса металлоконструкций экскаваторов;
- план мероприятий по устранению недостатков, выявленных в процессе экспертизы экскаваторов.

Главной особенностью Методических указаний является применение подходов к оценке остаточного ресурса безопасной эксплуатации карьерных экскаваторов на основе комплекса научных исследований, опирающихся на современные инструментальные физические методы контроля. В методике подробно изложены требования к оборудованию и аппаратуре для проведения диагно-

стики и неразрушающего контроля, выполнения и оформления экспертизы технической безопасности, впервые сформулированы четкие и ясные критерии предельного технического состояния для карьерных экскаваторов.

Методические указания как нормативная база для внедрения системы технического обслуживания карьерных экскаваторов по фактическому состоянию позволит не только своевременно выявлять зарождающиеся дефекты и оценивать степень их опасности, но и явится основой для разработки экспертной системы диагностики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временные нормативы межремонтных сроков, продолжительности и трудоемкости ремонтов оборудования для проектирования угольных разрезов. Инструкция. - Л., Гипрошахт, 1974.
2. *Шехет Я. М.* Централизация ремонта экскаваторов. Добыча угля открытым способом. М. ЦНИЭИУголь, 1980, №3.
3. *Бубновский Б. И. и др.* Ремонт шагающих экскаваторов. - М. Недра, 1982.
4. *Кох П. И.* Ремонт экскаваторов. - М. Недра. 1967.
5. *Ширман А. Р., Соловьев А. Б.* Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования.- М. 1996.
6. *Герике Б. Л., Абрамов И. Л., Герике П. Б., Дрыгин С. Ю.* Оценка состояния главных приводов карьерных экскаваторов / Тр. Межд. науч.-практ. конф. «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов» // - Новокузнецк: СибГИУ, 6-8 июня 2006, -с. 7 – 11.
7. *Квагинидзе В. С., Зарипова С. Н.* Статистический анализ и прогнозирование производственного травматизма на угледобывающих предприятиях./ГИАБ. Приложение «Якутия». Изд-во МГГУ. – 2006. - №2. – С. 221-232.
8. *Герике Б. Л., Абрамов И. Л., Герике П. Б.* Вибродиагностика горных машин и оборудования. - Кемерово, 2007. – 167 с.
9. *Герике Б.Л.* Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. – В 2-х ч.: Ч.1. Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов. – Кемерово: Кузбас.гос.техн.ун-т., 1999. – 189 с..
10. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-93 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 3588).
11. Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности одноковшовых экскаваторов. ГУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет». Согласовано с Управлением по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора России по Кемеровской области, 2007, 125 с.

□ Авторы статьи:

Герике
Борис Львович
- докт. техн. наук, проф., главный
научный сотрудник Института угля
и углехимии СО РАН, проф. каф.
"Стационарные и транспортные ма-
шины" КузГТУ

Абрамов
Игорь Леонидович
- канд. техн.наук, доц. каф. "Стацио-
нарные и транспортные машины"
КузГТУ, ученый секретарь Институ-
та угля и углехимии СО РАН

Герике
Павел Борисович
- канд. техн. наук, доцент, научный
сотрудник Института угля
и углехимии СО РАН