

УДК 669.02.004

В. А. СИДОРОВ (канд. техн. наук, доц.)

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТЬЮ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Повышение безотказности работы металлургических предприятий возможно путем создания оптимальных информативных потоков об эксплуатационных свойствах деталей и узлов. Основными источниками информации определены данные об отказах оборудования, результаты технического диагностирования и причины износа и разрушения деталей.

металлургическое предприятие, безотказность работы, оборудование, отказ

Работа ремонтных служб металлургических предприятий в настоящее время ориентируется на поддержание и восстановление работоспособного состояния механического оборудования путем проведения технического обслуживания и предупредительного ремонта. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР), доминирующая на металлургических предприятиях, предполагает, что проведение определенного объема ремонтных работ через равные промежутки позволит обеспечить безотказную работу механизмов. Однако, проведенный ремонт повышает вероятность отказов оборудования из-за значительного влияния на качество ремонта субъективных и объективных факторов. Оценка качества проведенных ремонтов проводится формально, не позволяя определить степень восстановления уровня работоспособности механизма.

Индивидуальные свойства металлургических машин изготовленных в одном экземпляре или малой серией приводят к тому, что ремонтная служба занимается срочной ликвидацией внезапных отказов. В результате - внеплановые остановки технологических линий, снижение эффективности производства, увеличение затрат на содержание оборудования и объемов проводимых ремонтных работ, увеличение скорости старения узлов, приводя к новым затратам по преждевременной замене изношенных узлов.

Проблема состоит в изначально неверном определении термина «техническая система обслуживания оборудования». Предполагается, что это совокупность организационных, технических и других мероприятий, необходимых для поддержания в технически исправном состоянии оборуду-

дования при использовании по назначению, нахождению в резерве, ожидании, хранении и транспортировке [1]. В функции системы не входит управление безотказностью механического оборудования.

Более раннее определение - система технического обслуживания и ремонта техники - совокупность взаимосвязанных средств, документации, технического обслуживания и ремонта, исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему [2]. Функции управления отсутствуют и в этом определении. Пассивная позиция ремонтных служб приводит к внеплановым простоям, которые становятся традиционным явлением.

Необходимо сформировать активную позицию ремонтных служб в процессе управления эксплуатационными свойствами и параметрами надежности металлургических машин. В настоящее время это единственный путь коренным образом изменить сложившееся положение.

С позиций кибернетики управление – это получение, хранение и обработка информации для организации целенаправленных действий. Следовательно, для управления безотказностью механического оборудования система технического обслуживания и ремонта должна содержать функции получения и обработки информации о техническом состоянии оборудования. Наличие информации преобразует техническую систему с непредсказуемыми реализациями, обычно представляемую в виде «черного ящика» (рисунок 1) в объект управления с обратной связью на основании анализа информации о результатах функционирования (рисунок 2). Предлагается рассмотреть функционирование механического оборудования как динамическую систему взаимосвязанных элементов с неопределенными параметрами внешних воздействий и переменными внутренними связями.

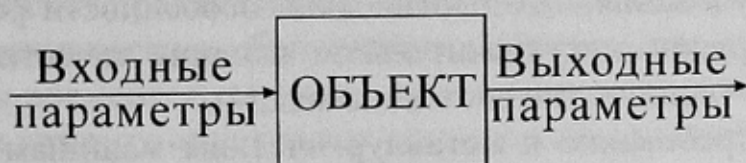


Рисунок 1 – Представление объекта в виде модели «черного ящика»

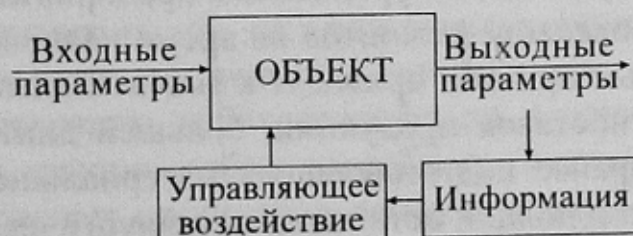


Рисунок 2 – Управление объектом на основании анализа информации о результатах функционирования

Вопросы повышения параметров надежности металлургического оборудования в процессе эксплуатации рассматривались во многих работах [3, 4]. Основной подход, использованный в подавляющем числе работ – рассмотрение оборудования с позиций модели «черного ящика». Проводились исследования потока отказов, определение законов распределения интенсивности отказов. Однако при рассмотрении параметров надежности металлургического оборудования следует учитывать точку зрения, высказанную А.И.Целиковым [5]. «Индивидуальный характер производства металлургических машин, их исключительно высокая стоимость, металлоёмкость и специфические условия эксплуатации, относительно большой интервал времени между изготовлением машин-прототипов – всё это делает невозможным применение для расчётов количественных методов теории надёжности, основанной на законах больших чисел. Нельзя совершенствовать надёжность прокатного стана такими же методами, как это делается, например, в автотракторной промышленности. Не статистика отказов является ключом для обеспечения надёжности металлургических машин, а целенаправленное воздействие на эксплуатационные свойства их элементов».

Класс металлургических машин имеет значительные отличия в конструкции, процессах эксплуатации и технического обслуживания. Эксплуатационные особенности: работа в условиях запыленности и высоких температур; нестабильность рабочих нагрузок; наличие значительных динамических нагрузок, часто близких к ударным. Особенности технического обслуживания: наличие разветвленных систем жизнеобеспечения (система смазывания; система охлаждения; система вентиляции); необходимость постоянного контроля технического состояния и поддержания работоспособного состояния ремонтной службой; большие потери при аварийных остановках оборудования; технологические особенности ремонта крупногабаритного оборудования; значительное влияние качества технического обслуживания на техническое состояние машин.

Основное требование к металлургическим машинам – обеспечение проектной производительности технологического агрегата при заданном уровне безотказности. Поддержание работоспособности машин – основная задача ремонтных служб металлургических предприятий. При этом главное требование – проведение ремонтов во время плановых остановок оборудования. Аварийные простои приводят к значительным потерям средств из-за срыва сроков поставок продукции, большей длительности ремонта ввиду отсутствия заранее подготовленных материальных и трудовых ресурсов, невозможности полной остановки металлургического агрегата.

Следует отметить недостаточность информации о параметрах надежности металлургического оборудования на стадиях жизненного цикла.

На этапе проектирования конструктор руководствуется номинальными технологическими нагрузками, пренебрегая паразитными нагрузками, во многом определяющими реальный спектр нагрузок. При определении нагрузок сложно учесть динамические силы, которые часто являются причиной разрушения деталей. Реальные детали имеют сложную форму и определение напряжений в них методами сопротивления материалов невозможно. Необоснованно свойства материала переносятся на свойства детали. В конструкторской документации отсутствуют требования регламентирующие режимы работы, обоснования необходимости проведения ремонта, долговечности оборудования и рекомендуемые методы ремонта [5].

Технология изготовления и сборки металлургических машин определяет уровень технологической безопасности и безотказности. Отсутствует единый подход к качеству изготавливаемых деталей и техническому обслуживанию механизмов. На любой стадии изготовления или сборки могут возникнуть дефекты, как результат нарушения технологического процесса или неблагоприятного сочетания воздействий. Дефекты, возникающие на промежуточных технологических операциях, могут оставаться незамеченными и перейти в готовую деталь. Эксплуатационные свойства деталей, как правило, контролю не подлежат.

Таким образом, к потребителю приходит машина с неизвестными эксплуатационными характеристиками и неизвестным регламентом ремонта. На стадии эксплуатации к этим неизвестным добавляются неопределенные эксплуатационные воздействия, неизвестное качество технического обслуживания и ремонтных воздействий.

Процесс функционирования механизма определяют не только внутренние свойства элементов механизма. На работоспособность механической системы влияют практически равнозначно как прикладываемые силы, так и качество технического обслуживания. Именно эти три фактора: внутренние свойства элементов, прикладываемые силы, качество технического обслуживания и ремонта определяют техническое состояние.

В этих условиях ремонтная служба должна определить периодичность и объемы ППР. Вполне понятно, что это невозможно. Все ошибки в выборе объемов и времени ремонтов проявляются в виде отказов.

Необходимо отметить, что на этапе эксплуатации наиболее характерным показателем надежности является безотказность, представляемая как свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторого времени [6]. Выход за границы работоспособного состояния рассматривается как отказ и предполагает проведение ремонтных воздействий для восстановления функционирования объекта.

Сформировавшиеся представления об управлении надежностью оборудования на этапе эксплуатации базируются на изучении времени наступ-

ления отказа, используя понятия – поток отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, вероятность безотказной работы и так далее. После нарушения работоспособности изделия определяется вид отказа [7]. Характер отказа устанавливается для разработки мероприятий по недопущению аналогичных событий. Несмотря на предпринимаемые в этом направлении усилия отказы происходят с различной периодичностью.

Недостатком данного подхода является попытка предположить повторяемость явлений при однотипных условиях производства. Неоспоримым фактом является постоянное изменение условий работы деталей механического оборудования. Меняется характер нагружения, меняются характеристики материала заменяемых деталей, меняются значения циклов нагружений деталей с различной наработкой, меняется характер взаимодействия контактирующих деталей. В таких изменчивых условиях прогнозировать время следующего отказа, основываясь на опыте предыдущих событий – безнадёжное занятие.

В работе [5] указывается, что «статистика отказов даёт представление об уровне надёжности с большим опозданием, так как для накопления информации об отказах требуется большой промежуток времени». Отсутствие анализа и причин отказов, большая часть которых не связана со свойствами машины, вызывает сомнения в достоверности такой оценки и не даёт возможности прогнозирования надёжности [5].

В тоже время анализ записей в агрегатных журналах, выполненных в соответствии с требованиями, изложенными в работе [8] позволяет определить эффективность работы ремонтной службы, наиболее характерные поломки и предполагаемые мероприятия по повышению надёжности. Необходимым является разработка алгоритмов анализа отказов и последовательности устранения «слабых мест» с характерными примерами решения конкретных практических задач. Целесообразно восстановление основных принципов работы системы учета и анализа отказов, внедренных на ряде металлургических предприятий Украины в 70...80-х годах.

Появление новых технологий в металлургической отрасли, таких как разливка длительных серий на МНЛЗ, технология доводки стали в установках печь-ковш, вакуумирование металла, потребовали использования иных подходов в обеспечении работоспособного состояния оборудования. Внеплановая остановка оборудования нарушает ход технологического процесса, приводя к значительным потерям из-за срыва сроков поставок продукции, большей длительности ремонта ввиду отсутствия заранее подготовленных материальных и трудовых ресурсов, невозможности полной остановки всех взаимосвязанных машин металлургического агрегата. Принудительные замены и частые необоснованные ремонты увеличивают риск появления дефектов в результате ошибок монтажа, нарушений технологии

изготовления и снижают ресурс оборудования из-за возобновления процесса приработки. Возможное решение – использование стратегии ремонтов по техническому состоянию и технологий безразборного технического диагностирования. Проведение ремонтов по состоянию в настоящее время для металлургических предприятий является актуальной задачей. Преимущество заключается в исключении внеплановых простоев, четком определении объемов и сроков проводимых ремонтов, проведении ремонтов во время плановых остановок оборудования. Реализация данной стратегии требует определения технического состояния оборудования, объемов и сроков ремонтных работ.

Обычно последовательность выполнения ремонтных работ включает: обнаружение симптомов неисправности; установление причины, вида повреждения; принятие решения о выполнении ремонтных работ; подготовку материальных и трудовых ресурсов; остановку оборудования и подготовку к ремонту; выполнение операций по замене узлов оборудования; регулировку и настройку машины; пробные запуски на холостом и рабочем ходу.

Обнаружение симптомов неисправности в производственных условиях происходит: по сообщениям дежурного и технологического персонала, по результатам осмотра оборудования и по результатам технического диагностирования. Данные сообщения отличаются временем упреждения события – отказа. Сообщения дежурного и технологического персонала о замеченных неисправностях требуют принятия немедленных решений и не позволяют подготовиться к проведению ремонта.

В системе ППР осмотры являются основным источником информации при определении сроков и объемов ремонтных работ. Осмотры проводятся при работающем и остановленном оборудовании, при частичной или полной разборке. К сожалению, работа по накоплению опыта проведения осмотров, начатая в 70-х в рамках формирования правил технического обслуживания механического оборудования металлургических агрегатов, прервана. Необходима разработка карт осмотров оборудования с указанием видов износа, признаков ранних и развитых повреждений, допустимых зазоров и обоснования необходимости проведения ремонтов.

Использование результатов технического диагностирования позволяет практически исключить внеплановые остановки оборудования, проводить стратегию ремонтов оборудования по состоянию. Работы по формированию служб технического диагностирования и обучению персонала получению и использованию диагностических данных проведены на ряде металлургических предприятий. Внедрение данных работ показали высокую эффективность использования диагностической информации.

На основании информации о техническом состоянии решаются задачи: определения рациональных сроков и объемов ремонта; выявление

механизма с наихудшими параметрами, требующего немедленной замены; оценка качества проведенного ремонта; оценка состояния и качества монтажа оборудования. Эффективность решения этих задач обеспечивается за счет ремонта наиболее изношенного оборудования, ликвидации ошибок монтажа и контроля состояния оборудования, вступающего в эксплуатацию после ремонта.

Исходя из методологии теории катастроф - авария начинается развитием подготовительных процессов, дальнейшим доминированием нескольких процессов и завершается инициирующим событием. Соответственно, развитие отказа, можно замедлить и предотвратить, влияя на скорость развития подготовительных процессов. Это обосновывает актуальность проведения предупредительных ремонтных воздействий для обеспечения безотказности и повышения долговечности оборудования. Необходимым условием для успешной реализации данного предложения является обнаружение повреждений на ранней стадии развития методами технического диагностирования.

Практический аспект технического диагностирования требует не только постановки диагноза, но и выдачи четких рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонтным воздействиям. Основанием для решения может послужить ограниченное число реальных ремонтных воздействий применительно к конкретному механизму. Для воздействия на работоспособность механизма могут быть использованы ремонтные воздействия: регулировка, настройка механизма; затяжка резьбовых соединений; смазывание узлов и деталей; замена быстроизнашиваемых деталей; восстановление или замена корпусных деталей. Необходимым является определение диагностических параметров соответствующих перечисленным ремонтным воздействиям. Это позволит минимизировать объемы ремонтов, снизить паразитные нагрузки из-за вибрации, неточности регулировки и ошибок монтажа.

Правильный выбор вида ремонтного воздействия, своевременность проведения обеспечивают безотказность оборудования и влияют на экономические показатели работы предприятия. Целесообразным является использование комплекса взаимодополняющих диагностических параметров, позволяющих установить техническое состояние оборудования с наибольшей точностью. Можно сформулировать зависимость - чем раньше выявлена неисправность, тем меньше требуется затрат на устранение.

Наиболее неблагоприятное развитие повреждений приводит к поломкам деталей механизмов. Одной из задач технической диагностики является задача генезиса - определяющая причины повреждений. Появится возможность установить зависимость между видами износа, характером повреждений и разрушений деталей с причинами неисправностей. Это по-

зволит сформувати ще один джерело інформації про процеси руйнувань, що відбуваються в механізмах, підвищить ефективність робіт і розробляються заходів по розслідуванню аварій.

Таким чином, підвищення ефективності роботи металургічних підприємств можливо шляхом створення оптимальних інформативних потоків про експлуатаційні властивості деталей і вузлів. Для цього необхідно: розробити принципи роботи системи обліку і аналізу відмов; розробити нормативи оглядів обладнання з вказанням видів износу, ознак раних і розвинених пошкоджень, допустимих зазорів і обґрунтування необхідності проведення ремонтів; активне використання результатів технічного діагностування; проведення попереджувальних ремонтних впливів; визначення діагностичних параметрів, що відповідають ремонтним впливам; встановлення залежності між видами износу, характером пошкоджень і руйнувань деталей з причинами несправностей.

Список літератури

1. Положення про технічне обслуговування обладнання підприємств гірничо-металургічного комплексу. Приказ Міністерства промислової політики України №285 від 15.06.2004 г.
2. Временне положення про технічне обслуговування і ремонті (ТО і Р) механічного обладнання підприємств системи міністерства чорної металургії СРСР. – Тула, 1983. – 390 с.
3. Болотин В.В. Прогнозування ресурсу машин і конструкцій. — М.: Машинобудування, 1984. — 312 с.
4. Богданов Дж., Козин Ф. Вероятнісні моделі накоплення пошкоджень. — М.: Мир, 1989. — 344 с.
5. Ловчиновський Э.В., Вагин В.С. Експлуатаційні властивості металургічних машин. – М.: Metallургія, 1986. – 160 с.
6. Логов А.Б., Замараєв Р.Ю. Математичні моделі діагностики унікальних об'єктів. – Новосибірськ: Изд-во СО РАН, 1999. – 228 с.
7. ГОСТ 27002–89. Надійність в техніці. Основні поняття. Терміни і визначення. – М.: Госстандарт СРСР, 1990. – 18 с.
8. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургічних машин: Учебник. – 3-е изд., перераб. і доп. – К.: НМК ВО, 1992. – 368 с.

Надійшла до редколегії 12.05.2009.

В. А. СІДОРОВ

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Інформаційне забезпечення управління безвідмовністю механічного обладнання. Підвищення безвідмовності роботи металургійних підприємств можливе шляхом створення оптимальних інформативних потоків про експлуатаційні властивості вузлів і деталей. Основними джерелами інформації визначені дані про відмови обладнання, результати технічного діагностування і причини зносу деталей.

металургійне підприємство, безвідмовність роботи, обладнання, відказ

V. A. SIDOROV

SHSI «Donetsk national technical university»

Supply with information managements of non-failure operation the mechanical equipment. Increase of non-failure operation of work of the metallurgical enterprises probably by creation of optimum informative streams about operational properties of details and knots. The basic sources of the information define data about equipment refusals, results of technical diagnosing and a cause of wear and destructions of details.

Metallurgical work, non-failure operation, equipment, failure

© В. А. Сидоров, 2009