

Вишневский Д. А.
д.т.н., доцент,
Бондарь Н. А.
старший преподаватель,
Гайдар А. И.
м.н.с.

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ МЕТОДОМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ

Машины и агрегаты металлургических предприятий обычно включены в какую-либо производственную линию, состоящую из набора технологических агрегатов, выполняющих различные технологические функции. Основным требованием к оборудованию этих технологических линий является обеспечение таких режимов работы, которые позволяли бы безотказно выполнять все технологические функции. Обеспечить рациональный режим их функционирования, когда показатели надежности всех без исключения входящих в них агрегатов имеют различные характеристики надежности, практически невозможно. Структурные единицы, включаемые в рассмотрение, имеют неоднородные характеристики. При построении модели подобной линии отдельные элементы соединяются в последовательные цепи, другие — в параллельные, а в целом — в комбинированные [1, 2].

Разнообразие физических основ, на которых построены рассматриваемые технические объекты, и принципов их функционирования обусловило применение адекватных им методов и алгоритмов прогнозирования. Наиболее наглядным является прогнозирование функционирования объектов, поведение которых можно описать детерминированными функциями в пределах погрешностей измерения.

В зависимости от решаемой задачи степень детализации элементного состава может изменяться в широких диапазонах. Элементы сложной системы путем декомпозиции разделяются на составляющие. Степень декомпозиции определяется принятой на том или ином производственном участке степенью документированности причин отказов.

Структура отказов оказывается существенно неоднородной, особенно для относительно нового оборудования, по которому информация об отказах может оказаться ограниченной.

Поэтому для описания статистики наработки на отказ и определения закона распределения случайных величин требуются выборки достаточного количества случаев, что не всегда и не для всех элементов выполнимо. Поэтому при построении алгоритмов обработки массивов информации ставилась задача применения таких критериев, которые гарантировали бы определение закона распределения с требуемой достоверностью при ограниченном объеме информации.

Реальные законы распределения случайных величин зачастую обладают различными отклонениями от канонических, поэтому анализирующий алгоритм должен обладать способностью критериальной оценки степени соответствия информационного потока случайной величины тому или иному закону распределения.

Для описания характерных задач математической теории надежности восстанавливаемых технических систем, выбор функции распределения наработок элементом до отказа в процессе восстановления, нахождение функции восстановления и определение оптимальной стратегии эксплуатации по критерию минимума интенсивности эксплуатационных затрат. В теории надежности технических систем первичными понятиями являются случайная наработка (время) элемента (системы) до отказа и ее функция распределения. Именно они задают важнейшее понятие в теории надежности — процесс восстановления.

Если механические отказы зависят от повреждений самих элементов оборудования, то технологические и отказы, вызванные нарушениями при эксплуатации, напрямую или косвенно связаны с человеческим фактором (ЧФ).

Целью создания автоматизированной системы прогнозирования отказов оборудования является заблаговременное предупреждение ремонтных служб о выходе из строя детали, узла или машины, что, в свою очередь, позволит своевременное и качественное ремонтное воздействие на эксплуатируемое металлургическое оборудование (МО).

Данная система состоит из двух крупных блоков. Первый блок, назовем его А, отвечает за накопление и хранение данных наработок на отказ всех элементов агрегата. Вторым блоком, назовем его Б, отвечает за расчет показателей надежности, используя статистические данные из первого блока, выдает предупреждения о скором выходе из строя элемента системы, опираясь на методику статистической теории надежности рисунок 1. В системе предусмотрены математические методы расчета показателей надежности, определяющие принадлежность законам распределения наработки на отказ при наличии малого количества численных значений выборки [3].

Исходя из того, что срок службы — это случайная величина, для ее описания необходимо использовать вероятностные модели.

Необходимо разделить теоретическое и эмпирическое распределение вероятностей. При наличии статистических данных построить эмпирическое распределение не составит труда, но, чтобы его использовать для установления теоретического распределения, требуются большие объемы данных. В связи с этим все выводы о теоретическом распределении делают, анализируя природу данных, характер процессов, приводящих к предельному состоянию [4–6].

При анализе и расчетах надежности одной из необходимых операций является установление на основании статистических данных закона распределения вероятности наработки объекта на отказ или других случайных величин — времени восстановления, числа отказов за некоторый период эксплуатации, срока службы и др.

Вернемся к блоку А (рис. 1). Электронный агрегатный журнал выполняет те же функции, что и бумажный носитель, а именно: накапливает данные о техническом состоянии и работоспособности действующего оборудования в процессе эксплуатации; является основным исходным документом для установления характера и объема работ периодического ТО и ремонтов, сроков службы узлов и деталей оборудования, а также работ по совершенствованию оборудования. Преимущество электронного агрегатного журнала (рис. 2) — может работать в сети: возможно открыть доступ для просмотра данных различным службам, установить ограничение о внесении или изменении данных согласно должностным инструкциям, и самое главное — вся база статистических данных (сроки службы деталей, узлов, сборочных единиц) по запросу передается в блок Б (рис. 1) для проведения дальнейших расчетов.



Рисунок 1 — Схема описания системы прогнозирования отказа оборудования

В агрегатном журнале для каждого агрегата имеется своя структура, в которую входят: машина, узел, механизм, сборочный узел, деталь (рис. 3).

№ п/п	Дата технического осмотра	Наименование узла	Результаты осмотра, краткая характеристика дефектов	Табельный номер и электронная подпись лица производившего осмотр

Дата и вид ТОиР	Перечень работ, выполняемых для устранения дефектов	Узлы и детали замененные при ТОиР			Причина выхода из строя	Табельный номер и электронная подпись лица производившего ремонт
		наименование	количество	Срок службы, месяц		

Рисунок 2 — Вид агрегатного журнала

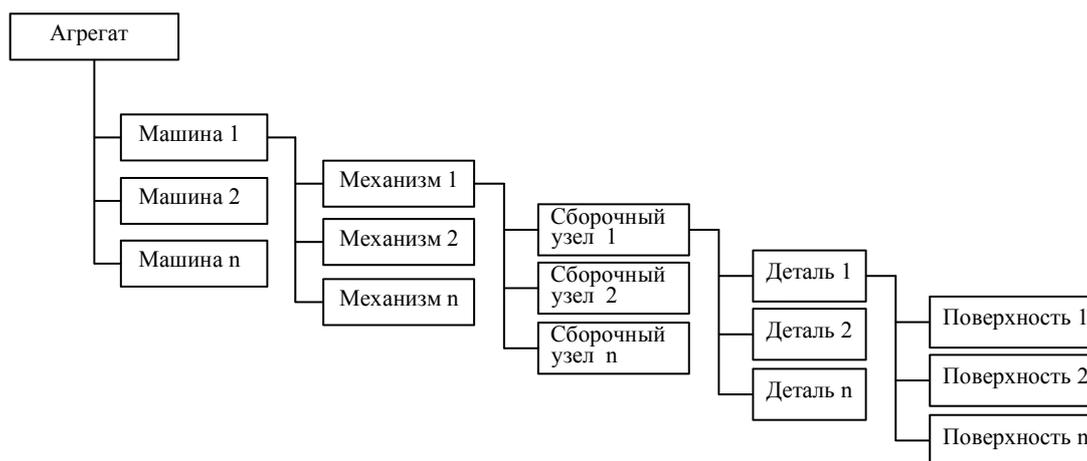


Рисунок 3 — Структура элементов электронного агрегатного журнала

Выводы. Внедрение данной системы позволит повысить культуру планирования всех видов ремонтов, уменьшить аварийные выходы из строя узлов механизмов, уменьшить время восстановления после отказов за счет грамотно спланированных ремонтов. Все вышесказанное приведет к повышению коэффициента готовности оборудования.

Список литературы

1. Вишнеvский, Д. А. Исследование моделей представления знаний в экспертных системах, используемых в металлургической отрасли / Д. А. Вишнеvский, Р. Ю. Коробов // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сб. науч. тр. III междунар. молодеж. науч.-практ. конф., (Курск, 17–18 нояб. 2016 г.) / отв. ред. Е. В. Павлов. — Курск : Университетская книга, 2018. — Т. 1. — С. 165–168.

2. Вишнеvский, Д. А. Анализ применения экспертных систем диагностики и ремонта на металлургических предприятиях с полным циклом / Д. А. Вишнеvский, Р. Ю. Коробов // Пути

совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : материалы международной науч.-техн. конф., посвящ. 50-летию кафедры «Машины металлургического комплекса» ДонГТУ. — Алчевск, 2016. — С. 33–34.

3. Кобзар, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзар. — М. : Физматиздат, 2006. — 816 с

4. Лейфер, Л. А. Методы прогнозирования остаточного ресурса машин и их программное обеспечение / Л. А. Лейфер. — М. : Знание, 1988. — 60 с.

5. Решетов, Д. Н. Надежность машин / Д. Н. Решетов, А. С. Иванов, В. З. Фадеев. — Высшая школа, 1988. — 238 с.

6. Вишневский, Д. А. Надежность человека-оператора в системе «человек — машина» / Д. А. Вишневский, Н. А. Бондарь, А. Л. Сотников // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов V междунар. науч.-техн. конф., 15 окт. 2020 г. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2020. — С. 38–40.