Алгоритм и программная реализация прогнозирования состояния механических агрегатов роторного типа с пошаговой коррекцией результатов

Изилов С. А.

ООО "Метроон"

Одним из направлений развития методов обеспечения надежности техники на современном этапе является переход от обеспечения надежности к обеспечению безотказности.

При решении проблемы безотказности сложных технических объектов, таких как двигатели, компрессоры и другие агрегаты роторного типа, в процессе их эксплуатации различают случайные и деградационные отказы. Точка бифуркации этих различий характеризует их принципиальные особенности. Случайные отказы рассматриваются в теории надежности, основанной на хорошо известных методах теории вероятности и математической статистики. Деградационные отказы, возникающие в процессе деградации свойств и строения объектов, представляют собой детерминированные процессы. Процедура их отслеживания позволяет оценить степень приближения к допустимому пределу эксплуатации объектов и при необходимости упредить отказ. Физической основой упреждения деградационных отказов служит тот факт, что в процессе функционирования объектов, в результате деградации свойств, наблюдается их полное или частичное вырождение. При этом на характере информативных процессов, сопровождающих функционирование объектов, проявляются определенные симптомы, характеризующие состояние этих объектов. Соответственно, отслеживая во времени деградационные процессы, можно упредить связанные с ними деградационные отказы. Это тем более важно, что во многих случаях пользователя интересует не столько причина отказа, сколько возможность его своевременного упреждения.

В свою очередь, названные технические объекты, рассматриваемые как сложная динамическая система, характеризуются многокомпонентностью. Отдельные компоненты этой системы, вступая в определенные устойчивые связи, образуют между собой и с окружающей средой относительно автономную систему. При этом компоненты системы обобществляются и теряют свою индивидуальность. Образованная система, как и ее исходные компоненты, подвержена эволюции своего состояния, поскольку связана с наблюдаемой деградацией.

Деградация свойств рассматриваемых объектов может сопровождаться разбалансировкой элементов ее конструкции, выработкой подшипников, перекосами между отдельными конструктивными элементами, ослаблением затяжки креплений и т. д. Все эти факторы оказывают существенное влияние на такие сопутствующие явления как вибрация, температура, перенапряжения в отдельных узлах и т.д. Это ведет, особенно в период функционирования объекта, к значительному изменению его состояния.

Интенсивность изменения состояния объектов на начальном этапе их эксплуатации незначительна, однако по мере приближения к своему пределу, растет лавинообразно. В целом такой рост носит непрерывный, гладкий и монотонный характер и не подчиняется строгой математической закономерности. Поэтому наблюдаемые изменения названного состояния приходится непрерывно отслеживать во времени. Для этого может быть использован известный в математике принцип последовательного приближения. В соответствии с этим принципом осуществляют оценку степени приближения названного состояния к допустимому пределу.

Для решения проблемы обеспечения надежности рассматриваемых объектов непосредственно в процессе их эксплуатации особое значение приобретает, прежде всего, выбор показателя состояния рассматриваемых объектов в каждый данный момент времени их функционирования. В нашем случае, таким показателем может служить показатель, который непрерывно возрастает (или убывает) в период отработки объектом его ресурса. Одновременно с выбором названного показателя возникают дополнительные вопросы, связанные с регистрацией исходной информации в процессе эксперимента и с разработкой методов ее анализа, с выбором измерительной аппаратуры и подключением этой аппаратуры к сопутствующим средствам обработки информации, с системой согласования и преобразования информационных потоков.

Кроме того, при решении задачи прогнозирования текущего состояния, используется экстраполяция параметров, характеризующих качество изделия на один шаг вперед. Указанная специфика определяет наиболее целесообразный алгоритм идентификации параметров изделия – рекуррентный.

Данный алгоритм реализован в программном комплексе, результаты работы которого позволяют производить краткосрочное пошаговое прогнозирование состояния эрготехнической системы с пошаговой коррекцией результатов.