DOI: 10.17117/na.2016.04.03.133

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.03.133.pdf>

Поступила (Received): 04.04.2016

Мирошниченко А.Н., Яскевич А.А. Аспекты долгосрочной эксплуатации производственного оборудования

Miroshnichenko A.N., Yaskevich A.A.
Long-term operation aspects of industrial equipment

Работа посвящена анализу долгосрочной эксплуатации оборудования и определению основных аспектов её оценивания. В работе рассмотрены понятие остаточной дефектности оборудования, причины и следствия невыявляемости дефектов, показано её соответствие основным критериям надёжности и безопасности оборудования

Ключевые слова: надёжность, безопасность, работоспособность, долгосрочная эксплуатация, остаточная дефектность, деградационный отказ, критерии надёжности, оборудование

This paper devoted to the analysis of the long-term operation equipment in conditions of the uncertainty and determination of basic aspects of her evaluation. The paper discusses the concept of residual defects in the equipment, causes and consequences of undiagnosed defects. Was shown it's conformity with the basic criteria of reliability and safety equipment

Key words: reliability, a safety, efficiency, long-term operation, residual imperfection, wear-out failure, criteria of reliability, industrial equipment

Мирошниченко Андрей Николаевич
Аспирант, преподаватель
Севастопольский государственный университет
г. Севастополь, ул. Университетская, 33

Miroshnichenko Andrey Nikolaevich
Graduate, teacher
Sevastopol state university
Sevastopol, University st., 33

Яскевич Анастасия Александровна
Студент
Севастопольский государственный университет
г. Севастополь, ул. Университетская, 33

Yaskevich Anastasia Aleksandrovna
Student
Sevastopol state university
Sevastopol, University st., 33

Проблема оценивания и прогнозирования ресурса оборудования является актуальной, сложной и недостаточно исследованной, как в нашей стране, так и за рубежом. Изменения технического состояния оборудования, во время эксплуатации, определяют возможность его долгосрочной эксплуатации, основными и необходимыми условиями, которой являются высокое качество проектирования, изготовления, монтажа оборудования, мониторинг факторов, влияющих на развитие остаточной дефектности, а также выявление коренных причин возникновения деградационных отказов.

Существующие способы определения исходной и остаточной дефектности с использованием результатов неразрушающего контроля, не обеспечивают полное устранение последней, не позволяют произвести ее оценку, что отрица-

тельно влияет на надежность и работоспособность изделия. При этом не учитываются: влияние наследственных отказов, а также ложных и необнаруженных отказов; необходимость обязательного рассмотрения предотказного и предельного состояния оборудования [1]; ресурсные характеристики оборудования, определяемые дефектами, предусмотренными при его проектировании; вероятность, при установленных на этапе разработки требованиях к процессам проверки, пропустить дефект.

В соответствии с существующей практикой, для обеспечения долгосрочной эксплуатации оборудования, в современной технике проводится оценивание показателей надежности при проектировании, а также его неразрушающий контроль после изготовления, монтажа и непосредственно во время эксплуатации. При этом предполагается, что после неразрушающего контроля и ремонта выявленных дефектов прочность в течение всего проектного срока обеспечена, а дефекты во время эксплуатации не должны появляться. Однако, при оценке, как исходной дефектности изделия, которая зависит от качества проектирования, изготовления, монтажа оборудования [2], так и остаточной дефектности, оставшейся в изделии после его контроля и ремонта выявленного дефекта, не учитывают реальную выявляемость дефектов присущую использованным методам неразрушающего контроля и операторам с определенным уровнем классификации.

В следствии чего на практике оказывается, что всегда после изготовления, испытаний и исправления обнаруженных дефектов в действующем, восстановленном оборудовании остаются не выявленные дефекты (остаточная дефектность). Именно эти оставшиеся дефекты в конечном итоге и определяют надежность, работоспособность и ресурсоспособность конкретного исследуемого оборудования [3].

Таким образом, при оценивании остаточной дефектности следует обеспечивать не только высокую достоверность неразрушающего контроля, но и выявление дефектов [4], обусловленных наследственностью и накоплением дефектов на разных этапах жизненного цикла, применительно к латентным отказам деградационного характера.

В общем случае каждый такой отказ определяется реальной конструкторской или производственно-технической причинами, заложенными при его создании, что указывает на наследственность возникновения отказа оборудования, которая определяется скрытым (латентным) характером протекающих процессов, прежде всего из-за низкого качества проектирования, изготовления, недостаточной кондиции покупных элементов и материалов, монтажа, эксплуатации, циклических изменений нагрузки, а так же других неблагоприятных внешних факторов, определяемых, как физическими процессами при нормальной эксплуатации, так и влиянием человеческого фактора. По тяжести последствий отказы можно классифицировать по четырём категориям, представленным в работе [5].

Тогда надежность оборудования можно оценивать по следующим критериям:

надежность 1-го рода, H_1 – критерий сопротивления полному разрушению конструкции или ее элемента;

надежность 2-го рода, H_2 – критерий сопротивления частичному разрушению элемента конструкции с образованием неплотностей, течей, потерей герметичности и т.п.;

надежность 3-го рода, H_3 – критерий сопротивления возникновению в конструкции или ее элементе дефекта сплошности металла;

надежность 4-го рода, H_4 – критерий, определяемый сопротивлением зарождению трещины усталости, ползучести, коррозионного растрескивания или недопустимому формоизменению.

Каждому критерию надёжности соответствует свой уровень остаточной дефектности (рисунок1).

Рис. 1. Соответствие остаточной дефектности оборудования критериям надёжности, где обозначены: $N_{ост.доп.1,2,3,4}$ – допустимые значения остаточной дефектности оборудования, соответствующие критериям надёжности $H_{4,3,2,1}$, соответственно; $N_{ост.кр.}$ – величина критического значения остаточной дефектности; $t_n, t_{нэ}, t_{дэ}$ – соответственно периоды изготовления, нормальной и долгосрочной эксплуатации

Рост остаточной дефектности соответствует периоду старения объекта и вызван увеличением влияния деградационных и ресурсных отказов.

Таким образом прослеживается взаимосвязь возможности долгосрочной эксплуатации и остаточной дефектностью оборудования, которую определяют: деградационные, метрологические, скрытые (латентные), наследственные и параметрические отказы, оценка которых может дать представление о действительном характере остаточной долговечности и остаточной дефектности конкретного оборудования. При этом в целях прогнозирования возможности долгосрочной эксплуатации оборудования необходим мониторинг деградации его технического состояния с последующим прогнозом вероятности отказа, который позволяет принять наиболее оптимальное и обоснованное решение.

Исходя из изложенного выше можно предположить, что вопрос получения информации о характеристиках остаточной дефектности является принципиально важным, так как чем точнее проведена оценка остаточной дефектности, тем достоверней можно прогнозировать вероятность долгосрочной эксплуатации и безопасности оборудования до того, как оно достигнет предельного состояния.

Список используемых источников:

1. Аркадов. Г.В., Гетман А.Ф., Маловик К.Н., Смирнов С.Б. Ресурс и надежность оборудования и трубопроводов АЭС. Монография. Севастополь: СКУЭИП, 2012. 348 с.
2. Маловик К.Н., Мирошниченко А.Н. Анализ нормативной базы по оценке остаточной дефектности оборудования АЭС // Устойчивое развитие. Варна. 2014. № 14. С. 83-91.
3. Маловик К.Н. Развитие научных основ повышения качества оценивания и прогнозирования ресурсных характеристик сложных объектов. Монография. Севастополь: СКУЭИП, 2013. 332 с.
4. Бережной Д.А., Елисеева М.А., Маловик К.Н., Мирошниченко А.Н., Нукишин В.В. *Forecasting aspects of resourceability of dangerous industrial objects* // *Asian Journal of Scientific and Educational Research*, "Seoul National University Press". 2015. № 1(17). P. 819-828.
5. Додолев С.Г. Диагностирование технических объектов методами неразрушающего контроля. Гомель: БелГУТ, 2013. 40 с.

© 2016, Мирошниченко А.Н., Яскевич А.А.
Аспекты долгосрочной эксплуатации
производственного оборудования

© 2016, Miroshnichenko A.N., Yaskevich A.A.
Long-term operation aspects of industrial equipment