

К ВОПРОСУ О ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОДНОКОНТУРНЫХ АЭС

Филина О.А., Урванцев К.Д., Вахитов Х.Ф.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Ключевые слова: техническая диагностика, одноконтурные АЭС.

Аннотация. Эта статья посвящена проблеме технической диагностики на АЭС. Для решения задачи необходим перевод качественного определения ТС на некоторую количественную основу. Формализация качественных определений является необходимым условием построения формальных (вычислимых) алгоритмов диагностики.

TO THE QUESTION ABOUT A TECHNICAL DIAGNOSTICS OF SINGLE-CIRCUIT NUCLEAR POWER PLANTS

Filina O.A., Urvantsev K.D., Vakhitov H.F.

Kazan state power engineering university, Kazan

Keywords: technical diagnostics, single-circuit nuclear power plants.

Abstract. This article is devoted to the problem of technical diagnostics in of single-circuit nuclear power plants. To solve the problem, a qualitative definition of the TS must be translated into a quantitative basis. Formalization of qualitative definitions is a necessary condition for constructing formal (computable) diagnostic algorithms.

Основными источниками повышенной концентрации радиоактивных аэрозолей в гермообъеме, как показывает опыт эксплуатации двухконтурных АЭС, являются возникающие в процессе эксплуатации неплотности фланцевых соединений верхнего блока реактора ВВЭР-1000, в который введены разъемы систем управления и защиты реактора, патрубки для ввода в активную зону датчиков нейтронных измерений, датчиков термоконтроля циркулирующего теплоносителя, а в одноконтурных АЭС с реакторами РБМК-1000 неплотности систем "пробка-технологический канал" плитного настила и, в основном, фланцевые соединения контура циркуляции рабочей среды. В указанных типах АЭС также весьма важной является проблема раннего обнаружения и непрерывного контроля протечек теплоносителя из корпусов бассейнов выдержки, отработавшего ядерного топлива [1].

Герметичность основных фланцев, каналов систем управления и защиты (СУЗ), термоконтроля (ТК), каналов нейтронных измерений (КНИ) двухконтурных АЭС обеспечивается двумя последовательно расположенными прокладками: металлической и асбометаллической. Остальные фланцы уплотняются никелевыми прокладками. Величины крутящих моментов при затяжке уплотнений разъемов регламентированы требованиями технических условий на сборку составляющих элементов верхнего блока ядерного реактора. Герметичность по протечкам теплоносителя из разъемов верхнего блока реактора, согласно техническим условиям сборки, определяется визуально, с

последовательным увеличением давления и времени в процессе гидравлических испытаний при предельном давлении до 19,6Па внутри корпуса реактора [2].

Визуальные наблюдения величин и мест неплотностей при гидравлических испытаниях верхнего блока реактора ВВЭР-1000 позволяют выявлять причины неплотностей разъемов, которыми могут быть перекосы из-за некачественной сборки, отклонения размеров прокладок, температурные развертки для элементов разъемов при нестационарном изменении температурных режимов работы реактора, попадание при сборке посторонних включений на уплотнительные поверхности, непараллельность уплотняющих поверхностей, дефекты прокладок и др. Кроме названных причин, вызывающих неплотности фланцевых разъемов верхнего блока реактора, выявились эффекты облитерации теплоносителя. Для выявления неплотности в оборудовании первого контура традиционными визуальными методами (при этом возможно определить только среднеинтегральные величины, а не локальные параметры) требуются длительные периодические гидроиспытания с остановками оборудования первого контура двухконтурных АЭС, что в конечном итоге отрицательно сказывается на экономических и технических показателях АЭС. Кроме того, актуальной задачей является необходимость более детально, на основе современных численных методов выявить причины возникновения неплотностей фланцевых соединений ВВ РУ ВВЭР-1000 при работе энергоблока на мощности, особенно при переменных режимах эксплуатации АЭС [3].

Таким образом, после очередной перегрузки ядерного топлива и готовности к несению нагрузки верхним блоком реактора ВВЭР-1000, одним из важнейших составляющих двухконтурных АЭС, вопросам герметичности фланцевых соединений, а также диагностике герметичности при гидроиспытаниях теплогидравлических систем первого контура отводится ключевая роль. Эта проблема актуальна, недостаточно разработана для эксплуатируемых АЭС и может быть решена путем создания новых специальных методов контроля и аппаратуры на основе использования новых научных достижений в области теплогидравлики, теплофизики, физики металлов, молекулярной физики и электроники, а также средств вычислительной техники и автоматики [4].

Полагая, что функция распределения наработки τ до отказа $F_{\text{нор}}=1$, изменение технического (механического) состояния в зависимости от измеряемого сигнала качественно можно представить в виде некоторой убывающей функции (рис. 1) [5].

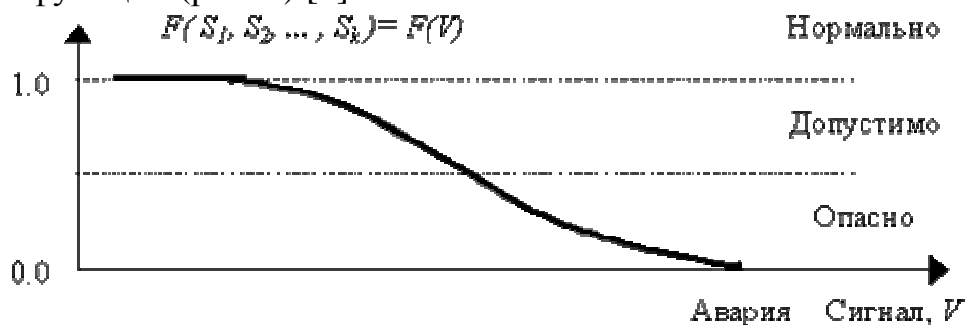


Рис. 1. Качественная иллюстрация изменения оценки технического (механического) состояния в зависимости от значений измеряемого сигнала (сигналов)

Структура процесса оценки технического (механического) состояния некоторого объекта техники для принятых возможных классов состояний и их границ в общем виде представлена на рисунке 2 [6].



Рис. 2. Общая структура процесса получения оценки ТС

Таким образом,

– повышение достоверности оценок достигнуто за счет контроля фактических режимов эксплуатации и мониторинга диагностических параметров (вибрация, высота износа, биение, сила нажатия), характеризующих процесс деградации фактического технического состояния;

– в общем случае выбор метода прогнозирования остаточного ресурса должен обосновываться точностью и достоверностью полученных экспериментальных данных и при эксплуатации, а также требованиями точности и достоверности прогнозируемого ресурса и риска его дальнейшей эксплуатации, наличия и надежности системы контроля его технического состояния.

Список литературы

1. Филина О.А., Муратов А.А. Классификация систем технической диагностики и неразрушающего контроля // Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы. Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции. Уфа: Изд-во ООО "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. С. 48-51.
2. Закирова Н.Ж., Заббарова К.Р., Сафиуллин Б.И., Зайнуллин И.И. Современные средства и методики диагностики оборудования // Современные научные исследования: теория, методология, практика. Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Уфа: Изд-во ООО "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2020. С. 31-37.
3. Гилязова К.Р., Филиппов А.Н., Зайнуллин И.И., Колясев Д.Ю., Филина О.А. Эксплуатационная диагностика элетродвигателей постоянного тока // Наука России: цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XIII международной научной конференции. Екатеринбург: Международная Объединенная Академия Наук, Изд-во НИЦ «Л-Журнал», 2019. С. 25-29.
4. Филина О.А., Сидорова А.А., Мукимов А.Х. Диагностика инжекторного двигателя // Студенческая наука: современные реалии. Сборник материалов III Международной студенческой научно-практической конференции. Редколлегия: О.Н. Широков и др.

Чебоксары: Изд-во ООО "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2017. С.119-121.

5. Филина О.А., Маликов И.Р., Бикчуров И.Р. Техническая диагностика транспортных систем // Вестник научных конференций. 2017. №4-3(20). С. 118-119.
6. Филина О.А. Повышение эффективности щеткодержателей // В мире научных открытий. 2010. № 6-1 (12). С. 227-230.

Сведения об авторах:

Филина Ольга Алексеевна – старший преподаватель;

Урванцев Константин Дмитриевич – студент;

Вахитов Халил Фаритович – магистрант.