

Анализ данных показывают, что применение экранированного тороидального трансформатора тока в измерительных комплексах позволяет уменьшить величину токовой погрешности $d d.I$ и, соответственно, снижение результирующей погрешности измерительного комплекса $d w$.

В ходе эксперимента исследовалось влияние расположения трансформаторов тока в пространстве внутри ячейки КРУ. Сочетание двух способов для измерительных ТТ позволяет значительно снизить значение токовой погрешности.

Таким образом, на погрешности измерительных комплексов дополнительное влияние оказывает электромагнитное поле, которое образуется вокруг трансформаторов тока. Техническое мероприятие, предусматривающее экранирование ТТ и изменение геометрического положения его в ячейке КРУ, позволяет снизить погрешности в измерениях и добиться лучших результатов, чем при раздельном их использовании.

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ТРУБОПРОВОДОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС

Коровин К.А., Токов А.Ю.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Целью исследования является изучение возможности продления ресурса энергоблока № 3 Ленинградской АЭС, в настоящее время уже отработавшего назначенный срок службы (30 лет). Объект анализа – всасывающие и напорные трубопроводы Ду750 контура многократной принудительной циркуляции (КМПЦ). В работе получены расчетные оценки накопленного усталостного повреждения и остаточного ресурса с учетом фактической истории нагружения трубопроводов КМПЦ блока № 3 ЛАЭС.

Оценка остаточного ресурса выполнена в следующей последовательности:

1. Расчет прочности трубопроводов Ду 750 КМПЦ.
2. Выявление элементов трубопроводов с наибольшей суммарной накопленной усталостной повреждаемостью: отвод и сварные швы «Отвод – прямая труба» и «Прямая труба – прямая труба» (всего – 3 элемента).
3. Расчет циклической прочности с учетом влияния концентраторов напряжений сварных соединений, расточки, разностенности, смещения кромок и т. д., допускаемых НТД на сварку, влияния водной среды.

На первой стадии оценки остаточный ресурс определен по статической прочности трубопровода. Ввиду отсутствия данных об уменьшении толщин стенок за период эксплуатации принято, что утончение плакирующего слоя стенок элементов трубопроводов, контактирующего с теплоносителем, происходит только за счет коррозионного износа. Прибавка на коррозионный износ для аустенитной стали в соответствии с НТД составляет 0,1 мм за 30 лет эксплуатации. Учитывая толщину плакировки (не менее 4,2 мм с учетом отрицательного допуска на толщину стенки), можно сделать вывод о практически неограниченном ресурсе трубопроводов с точки зрения коррозионного износа.

Оценка справедлива при отсутствии иных утончений плакирующего слоя стенки трубопровода, кроме коррозионного. Утончение толщины основного материала трубопровода вследствие коррозионного износа не рассматривалось в связи со значительным сроком уменьшения толщины плакирующего слоя до нуля.

Данные по эксплуатации энергоблока № 3 ЛАЭС взяты за период от ее начала в 1979 г. до обследования в июле 2002 г, т. е. за 22,5 года. В результате расчета на циклическую прочность выявлено, что наибольшую величину суммарной накопленной повреждаемости, равную $a=0,2043$ по фактической истории эксплуатации, имеет сварное стыковое соединение «Отвод $\text{Ø}858 \times 63$ – прямая труба $\text{Ø}828 \times 28$ ». Далее приняты следующие предпосылки:

а) предельная величина суммарной накопленной усталостной повреждаемости с учетом запаса на сейсмические воздействия составляет $[a_N] = 0,8$;

б) на прогнозируемый срок службы сохраняется структура циклического нагружения, имевшая место за фактически отработанный период.

Корректируя число циклов нагружения с учётом неперевышения значения, равного 0,8 накопленной усталостной повреждаемости, получим долю остаточного ресурса по этому фактору $0,8 - 0,2043 = 0,5957$, что соответствует значению остаточного ресурса $(0,5957/0,2043) \times 22,5 = 65,6$ лет (сверх прошедших 22,5 лет). Следовательно, суммарный срок службы трубопроводов не должен превышать 88 лет.

Полученная оценка является консервативной, поскольку учитывает возможный контакт теплоносителя (воды) с основным металлом трубы, что для плакированных труб будет иметь место только в случае повреждения плакировки. Для реалистичной оценки остаточного ресурса и принятия решения о возможности продления срока службы необходимо знание:

1) условий эксплуатации трубопроводов и фактической истории нагружения с целью определения накопленной усталостной повреждаемости и прогнозирования дальнейшего нагружения;

2) фактических механических свойств основного металла и сварных соединений с целью определения тенденций их деградации и прогнозирования дальнейшего изменения;

3) фактического состояния трубопроводов, важнейшими характеристиками которого являются:

– исполнительная схема трубопроводов;

– данные по выполненным ремонтам, реконструкциям и модернизациям трубопроводов с указанием их целей, описания технологии выполнения, полученных результатов, контроля, состояния трубопроводов после выполнения указанных процедур, а также сроков выполнения;

– данные по выполненным корректировкам (заменам) опор, характеристикам вновь установленных и дополнительных опор;

– данные по ремонтам сварных соединений, новым сварным соединениям, дефектности, результатам контроля;

– данные по результатам контроля основных перемещений и т.д.

Настоящий расчет выполнен по проектным данным для трубопроводов Ду 750 КМПЦ с учетом имеющихся данных по фактической истории эксплуатации трубопроводов. При получении всех недостающих данных расчет остаточного ресурса трубопроводов должен быть откорректирован.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЮКЗАКА-ГЕНЕРАТОРА

*Крымов Б.С., Полихач Е.А.
Уфимский государственный авиационный технический университет
bk1389@yandex.ru*

Появление разнообразных маломощных потребителей, в том числе мобильных телефонов, GPS-навигаторов, датчиковой аппаратуры и микроконтроллеров, работающих в автономных условиях без связи со стационарными энергосистемами, создает спрос на компактные и мобильные системы электропитания.

В качестве источников энергии могут быть использованы солнечные батареи, малогабаритные ветряные установки, портативные электрогенераторы, приводимые во вращение человеком. Отсутствие их влияния на энергетический баланс планеты, неисчерпаемость и экологическая чистота послужили причиной бурного развития, что подтверждается появлением значительного количества патентов и опытных образцов во всем мире [1].

На сегодняшний день уже существуют такие портативные источники электроэнергии, как линейный генератор возвратно-поступательного движения nPower PEG [2], небольшое наколенное устройство [3], способное преобразовывать энергию движения в электричество, не мешая процессу ходьбы, сандалии-генераторы [4]. Во всех этих устройствах преобразуется энергия движения человека в электроэнергию.

Для исследования преобразования энергии движения человека в электричество разработана система «рюкзак–генератор» по материалам патента Лоуренса Рома. Из результатов проведенных исследований известно, что центр масс человека колеблется с синусоидальной амплитудой, что позволяет передавать кинематическое воздействие грузу, за плечами человека. Конструкция рюкзака предусматривает колебания груза. Внешний вид макетного образца рюкзака-генератора представлен на рисунке. В качестве электромеханического преобразователя выбрана синхронная машина на постоянных магнитах с редуктором 1. На валу редуктора закреплена шестерня 2, которая сцепляется с рейкой 3, закрепленной на пластине основания. Колебания подвижной части с помощью рейки-шестерни преобразуются во вращение входного вала редуктора, который используется в качестве мультипликатора. Выход микрогенератора подключается к электронной плате стабилизатора 4, которая также закрепляется на подвижной части.