ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58341.10— 2022

ГЛАВНЫЙ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (АО «Концерн Росэнергоатом»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2022 г. № 883-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 2
5 Установление ресурсных характеристик, учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса 3
6 Продление срока службы 9
Приложение А (рекомендуемое) Управление моральным старением элементов главного циркуляционного насоса 22
Приложение Б (рекомендуемое) Форма информационной карты «Сведения об элементах главного циркуляционного насоса» 26
Приложение В (рекомендуемое) Форма информационной карты «Сведения об отступлениях от требований нормативной и проектно-конструкторской документаций» 27
Приложение Г (рекомендуемое) Форма информационной карты «Информация по результатам эксплуатации главного циркуляционного насоса» 28
Приложение Д (рекомендуемое) Форма информационной карты «Сведения об эксплуатационном контроле элементов главного циркуляционного насоса» 30
Приложение Е (рекомендуемое) Форма информационной карты «Сведения о ремонте и модернизации элементов главного циркуляционного насоса» 31
Приложение Ж (рекомендуемое) Форма информационной карты «Сведения об отклонениях от нормируемых значений» 32
Приложение И (рекомендуемое) Перечень исходных данных для выполнения расчетов на прочность при продлении срока службы 33
Приложение К (рекомендуемое) Форма информационной карты «Сведения об истории нагружения» 34
Приложение Л (рекомендуемое) Форма перечня элементов, подверженных моральному старению 35
Библиография 36

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГЛАВНЫЙ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

Main circulation pump of the energy block of atomic station. Accounting of actually worked out and assessment of residual resource

Дата введения — 2022—11—15

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к учету выработанного и оценке остаточного ресурса главных циркуляционных насосов блоков атомной станции, в том числе при продлении проектного срока эксплуатации (службы), эксплуатации при подготовке к выводу из эксплуатации блока атомной станции.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на главные циркуляционные насосы (ГЦН) блоков атомной станции с реакторными установками ВВЭР-440, ВВЭР-1000, ВВЭР-1200 и РБМК-1000 следующих типов:

а) ЦВН-7/8 (АС с РБМК-1000);

б) ГЦЭН-310/317 (АС с ВВЭР-440);

в) ГЦН-195/195М (АС с ВВЭР-1000);

г) ГЦНА-1713 (АС с ВВЭР-1000);

д) ГЦНА-1391, ГЦНА-1732, ГЦНА-1735 (АС с ВВЭР-1200).

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на электродвигатель ГЦН, вспомогательные системы ГЦН (теплообменники, встроенный центробежный электрический насос, охладители автономного контура).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 7512 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 18442 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ Р 50.05.02 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Ультразвуковой контроль сварных соединений и наплавленных покрытий

ГОСТ Р 50.05.03 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Ультразвуковой контроль и измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий

ГОСТ Р 50.05.07 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Радиографический контроль

ГОСТ Р 50.05.08 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Визуальный и измерительный контроль

ГОСТ Р 50.05.09 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Капиллярный контроль

Издание официальное

ГОСТ 50.05.11 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Персонал, выполняющий неразрушающий и разрушающий контроль металла. Требования и порядок подтверждения компетентности

ГОСТ Р 55724 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ Р 58341.1 Элемент блока атомной станции. Процедура управления ресурсом

ГОСТ Р 58341.4 Трубопровод, сосуд, насос блока атомной станции. Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

ГОСТ Р 58341.8 Электродвигатели блока атомной станции. Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

ГОСТ Р ИСО 16809 Контроль неразрушающий. Контроль ультразвуковой. Измерение толщины

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с федеральными нормами и правилами [1], [2].

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АС — атомная станция;

ВВЭР — водо-водяной энергетический реактор;

ВИК — визуальный и измерительный контроль;

ВХР — водно-химический режим;

ГИ — гидравлические испытания;

ГЦН — главный циркуляционный насос;

ГЦНА — главный циркуляционный насосный агрегат;

ГЦТ — главный циркуляционный трубопровод;

ГЦЭН — главный циркуляционный электронасос;

ИД — исполнительная документация;

ИТ — измерение твердости;

КК — капиллярный контроль;

КМПЦ — контур многократной принудительной циркуляции;

КРН — коррозионное растрескивание под напряжением;

КТД — конструкторско-техническая документация;

МКК — межкристаллитная коррозия;

МКРПН — межкристаллитная коррозия под напряжением;

МПК — магнитопорошковый контроль;

МС — моральное старение;

НД — нормативная документация;

НДС — напряженно-деформированное состояние;

НЭ — нормальная эксплуатация;
ОМ — основной металл;
ООБ — отчет по обоснованию безопасности;
ПА — проектная авария;
ПКД — проектно-конструкторская документация;
ПУР — программа управления ресурсом;
РБМК — реактор большой мощности канальный;
РУ — реакторная установка;
РХ — ресурсные характеристики;
СМР — строительно-монтажные работы;
СС — сварные соединения;
ТЗ — техническое задание;
ТОиР — техническое обслуживание и ремонт;
ТТ — технические требования;
ТУ — технические условия;
УЗК — ультразвуковой контроль;
УЗТ — ультразвуковая толщинометрия;
УМС — управление моральным старением;
УР — управление ресурсом;
ФНП — федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии;
ЦВН — центробежный встроенный насос;
ЭД — эксплуатационная документация;
ЭКИ — эрозионно-коррозионный износ;
ЭО — эксплуатирующая организация.

5 Установление ресурсных характеристик, учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса

5.1 Порядок установления и обоснования ресурсных характеристик главного циркуляционного насоса

5.1.1 Обоснование и определение РХ и критериев оценки ресурса ГЦН, на которые распространяются требования [1], следует выполнять на стадии конструирования и проектирования и включаться в проектную документацию, если ПКД разработана после ввода [1].

5.1.2 При разработке ТТ, ТУ, ТЗ на ГЦН должны быть включены требования [1] в части необходимости включения в ПКД РХ, критериев оценки ресурса. РХ ГЦН устанавливают с учетом рекомендаций [3], [4].

5.1.3 При выявлении или прогнозировании механизмов образования и роста дефектов, не учтенных в [3] и [4], необходимо обосновать и установить в конструкторской и проектной документации дополнительные РХ.

5.1.4 Для установления РХ допускается использовать:
- опыт эксплуатации ГЦН аналогичной конструкции;
- базы данных по УР ГЦН, сформированные по результатам выполнения ПУР;
- методы математического моделирования и модели эксплуатации ГЦН.

5.1.5 Для организации контроля за выработанным и остаточным ресурсом на стадии эксплуатации в ПКД должны быть включены требования к системам и/или способам контроля необходимых параметров в соответствии с требованиями [1].

5.1.6 Для ГЦН, проектная документация которых разработана до ввода [1], установление и обоснование РХ выполняется ЭО. Основанием для установления РХ является отчет «Обоснование и установление ресурсных характеристик главного циркуляционного насоса», который разрабатывается ЭО, либо отдельно, либо в рамках разработки ПУР и должен быть включен в состав ПУР как приложение.

5.1.7 При подготовке отчета «Обоснование и установление ресурсных характеристик главного циркуляционного насоса» необходимо:

- провести анализ РХ, рекомендованных [3], [4], и обосновать, какие РХ из рекомендованных [3], [4] должны быть установлены для данного ГЦН, дать краткую информацию о причинах, по которым не все рекомендованные [3], [4] РХ необходимо устанавливать для данного ГЦН;
- обосновать, какие РХ необходимо установить с учетом механизмов старения ГЦН, выявленных по результатам эксплуатации ГЦН на АС (таблицы 5.2, 5.3);
- обосновать, что для данного ГЦН установленные РХ учитывают все выявленные в процессе эксплуатации механизмы старения и РХ обеспечивают УР ГЦН в полном объеме с учетом всех выявленных механизмов старения и учитывают доминирующие механизмы старения, деградации и повреждений ГЦН.

5.1.8 Для установления и обоснования РХ допускается использовать:

- РХ, приведенные в паспортах (формулярах) ГЦН;
- результаты оценки технического состояния и остаточного ресурса, отчеты по обоснованию и установлению РХ ГЦН, которые оформляют для обоснования продления срока службы ГЦН;
- расчетные обоснования РХ, выполненные в соответствии с требованиями действующих ФНП, национальных стандартов;
- рекомендации руководства [3], [4];
- результаты мониторинга РХ при выполнении ПУР.

5.1.9 Для каждого ГЦН должна быть заполнена форма согласно таблице 5.1.

5.1.10 При обосновании и установлении РХ по результатам работ по продлению срока службы ГЦН оформляют отчет «Обоснование и установление ресурсных характеристик», на основании которого оформляют решение о продлении срока службы ГЦН и вносят необходимые изменения в ПУР. Отчет «Обоснование и установление ресурсных характеристик элементов блока АС» вносится в качестве приложения в ПУР. В ПУР помимо указанного отчета в табличной форме вносят информацию согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1 — Форма представления информации по обоснованию и установлению РХ для включения в ПУР

№ п/п	Тех. позиция	Наименование элемента	Класс по безопасности	Наименование параметров, на основе которых могут быть определены РХ	Установленная и обоснованная в ПКД РХ	Документ, устанавливающий и обосновывающий РХ	Установленная и обоснованная ЭО РХ/обоснование отсутствия необходимости установления РХ	Документ, устанавливающий и обосновывающий РХ	Примечание
Краткое заключение о достаточности установленных РХ для УР элемента: - учтены все механизмы старения (перечислить), для контроля за которыми установлены следующие РХ (указать позиции); - выявлен доминирующий механизм старения, деградации и повреждений ГЦН (указать, какие РХ установлены для контроля доминирующего механизма); - перечислить те РХ из рекомендованных руководствами [3], [4], которые устанавливать нет необходимости по причине отсутствия соответствующего механизма деградации.									

5.2 Порядок управления ресурсом и учета фактически выработанного ресурса главного циркуляционного насоса

5.2.1 В соответствии с требованиями [1] и ГОСТ Р 58341.1 ЭО разрабатывает ПУР. В ПУР включаются все ГЦН блока АС. Допускается включение в ПУР только референтных ГЦН при соблюдении рекомендаций, установленных в утвержденных руководствах [3], [4].

5.2.2 Учет выработанного ресурса и определение остаточного ресурса ГЦН проводят в рамках выполнения ПУР в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

5.2.3 Результаты работ по выполнению ПУР, выполнению работ по регламенту контроля технического состояния ГЦН вносят в базу данных по УР и используют для учета выработанного и оценки остаточного ресурса.

5.2.4 Срок службы ГЦН должен быть сокращен:

- при выявлении по результатам эксплуатации и контроля ускоренной деградации, которая может привести к ускоренному исчерпанию РХ;

- при повреждениях элементов ГЦН, которые могут привести к ускоренному исчерпанию РХ;

- при выявлении новых механизмов деградации, которые требуют изменения РХ или введения дополнительных РХ, которые могут быть исчерпаны раньше установленного срока службы.

5.2.5 Срок службы ГЦН может быть продлен, если по результатам эксплуатации и контроля выявлено, что РХ на момент истечения установленного срока службы не будут выработаны. Продление срока службы проводится в соответствии с требованиями раздела 6.

5.2.6 Организация работ по УР и учету выработанного ресурса ГЦН осуществляется ЭО с привлечением (при необходимости) специализированных организаций.

5.2.7 Методология УР должна быть реализована в процессе выполнения ПУР. Процесс управления физическим старением должен включать в себя действия, направленные на идентификацию частей оборудования, имеющих изменяющиеся во времени характеристики. Необходимо осуществлять контроль за данными характеристиками, а также корректирующие или смягчающие меры для того, чтобы гарантировать назначенный ресурс.

5.2.8 Для ГЦН актуальным является моральное старение, которое определяет возможность его использования в части обеспечения работ по техническому обслуживанию, ремонту, замене компонентов ГЦН, модернизации. Для ГЦН в обязательном порядке должна быть разработана и выполняться программа УМС. Требования к программе УМС ГЦН установлены в приложении А.

5.2.9 Срок службы ГЦН может быть увеличен, если их РХ не выработаны и остаточный ресурс с большим запасом выходит за пределы установленного разработчиком, изготовителем срока эксплуатации.

5.2.10 Установление механизмов старения металла ГЦН

5.2.10.1 По результатам анализа технической документации, с учетом сведений о ранее выполненном контроле, определяют доминирующие механизмы старения металла элементов ГЦН. Механизмы старения устанавливают на базе анализа эффектов их проявления в процессе эксплуатации и по результатам контроля металла.

5.2.10.2 Основные возможные механизмы старения металла и контролируемые эффекты, которые могут оказать влияние на работоспособность элементов ГЦН, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 — Основные возможные механизмы старения металла и контролируемые эффекты, которые могут оказать влияние на работоспособность элементов ГЦН

Контролируемый эффект старения	Механизмы старения металла						
	Термическое старение	Усталость мало/многоцикловая термическая	Коррозионная усталость	КРН/ МКК/ МКРПН	Общая коррозия	Локальная коррозия	Наводораживание
Изменение механических свойств и структуры	+	+	—	—	—	—	+
Растрескивание	—	+	+	+	—	—	+
Изменение размеров	—	—	—	—	+	—	—
Локальное утонение	—	—	—	—	+	—	—
Язвенное повреждение	—	—	—	—	—	+	—
Питтинг	—	—	—	—	—	+	—

Примечание — Основные возможные механизмы старения металла, которые проявляются в виде эффектов старения, обозначены (+).

5.2.10.3 Типовые механизмы старения, выявленные в ходе эксплуатации ГЦН, представлены в таблице 5.3. Влияние этих механизмов должно быть учтено при обосновании и установлении РХ и выполнении работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса.

Таблица 5.3 — Эффекты старения и сопутствующие им механизмы

Тип ГЦН	Элемент	Эффект проявления	Механизм старения	Причина
ГЦН всех модификаций	Рабочее колесо	Растрескивание	Многоцикловая усталость	Наличие поверхностных дефектов
		Локальная коррозия	Коррозия	
ГЦЭН-310/317	Ступица рабочего колеса	Растрескивание	Многоцикловая усталость	Термоциклирование
	Поверхность сопряжения нажимного фланца и направляющего аппарата	Растрескивание	Многоцикловая усталость	Термоциклирование
	СС приварки всасывающего и напорного патрубка	Растрескивание	Многоцикловая усталость	—
ЦВН-7	Антикоррозионная наплавка крышки с горловиной в зоне смешения горячей (контурной) и холодной (запирающей) воды	Растрескивание	Многоцикловая усталость	Термоциклирование, вызванное пульсацией температур
ГЦН-195/195М	Поверхности главного разъема	Растрескивание	Малоцикловая усталость	Особенности конструктивного исполнения
		Локальная коррозия	Коррозия	Особенности технологии изготовления
		Поверхностные несплошности	—	
ГЦЭН-310	Нихромовая перегородка	Локальные вспучивания (гофры)	Пластическая деформация	Особенности НДС

5.2.11 Установление РХ для металла элементов ГЦН, критериев оценки

5.2.11.1 РХ и критерии оценки (количественные или качественные показатели) состояния металла элементов ГЦН устанавливают в соответствии с таблицей 5.4.

5.2.11.2 При установлении критериев для определяющих параметров состояния металла допускается при соответствующем обосновании использовать НД, действующие на момент изготовления и монтажа конкретного ГЦН.

5.2.12 Процедуры УР проводят ЭО в соответствии с требованиями [1] и ГОСТ Р 58341.1.

5.2.13 Учет выработанного ресурса и определение остаточного ресурса проводят в рамках выполнения ПУР в соответствии с ГОСТ Р 58341.1.

5.2.14 Оценку текущего технического состояния ГЦН проводят на основании анализа следующих данных:

- по наработке ГЦН и его компонентов с начала эксплуатации;
- соответствие параметров ГЦН параметрам, указанным в ТУ;
- положительная оценка технического состояния ГЦН по результатам контроля в процессе эксплуатации;
- по результатам осмотров и испытаний в соответствии с руководством по эксплуатации;
- положительные результаты испытаний ГЦН.

Таблица 5.4 — Параметры и критерии оценки состояния металла элементов ГЦН

Контролируемый эффект старения металла	Метод контроля	Определяющие параметры состояния металла	Документ, содержащий критерии оценки
Общее изменение размеров*	ВИК, УЗТ	Геометрические размеры (длина или высота, диаметр), наличие концентраторов напряжений	ПКД, действующая на момент изготовления ГЦН или его элементов (сборочный чертеж, чертежи деталировок)
Пластическая деформация	ВИК	Геометрические размеры (длина или высота, диаметр)	
Локальное утонение, вызванное ЭКИ или общей коррозией	УЗТ	Геометрические размеры (площадь размыва, максимальная глубина)	Допустимость определяется в ходе выполнения поверочных расчетов на прочность
Геометрия сварного шва	ВИК	Вогнутость, выпуклость корня шва	КТД
Изменение структуры	Металлографический анализ	Структура	[5]**
Локальная коррозия (питтинговая и язвенная)	ВИК, КК, МПК	Геометрические размеры (диаметр, глубина)	[5]**, типовые программы контроля металла, разработанные ЭО
Дефекты металла по толщине стенки оборудования	УЗК	Эквивалентная площадь несплошности, глубина залегания	[5]**, типовые программы контроля металла, разработанные ЭО
Растрескивание	ВИК, КК, МПК, УЗК	Геометрические размеры трещин (протяженность, глубина, раскрытие, ориентация в пространстве)	Критерии допустимости определяются расчетами для каждого конкретного случая
Изменение механических свойств	ИТ	Твердость	Для ГЦН-195М: на вал не менее 413HV или 42 HRC; на пяте упорной подушки — не менее 40 HRC; на пяте колодки — не менее 50 HRC; на плите шаровой опоры — не менее 55 HRC; на опорном винте 302—352 НВ. Для остальных участков ИТ выполняют с целью оценки фактических механических свойств и оценку значений не производят
			Для ГЦН-317: на ремонтной втулке 269—341 НВ; на балансире — не менее 40 HRC; на пяте колодки — не менее 50 HRC; на плите шаровой опоры — не менее 50 HRC; на опорном винте 302—352 НВ
		Предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение	Для сварных соединений [5], для ОМ — [6]. Результаты расчетов на прочность расчетов ***

* Без учета утонения стенок, вызванного общей коррозией или ЭКИ.

** На СС, выполненные после 1990 года, распространяется [5].

*** В случае снижения фактических механических свойств относительно нормативных. В случае если фактические значения механических свойств металла выше нормативных, то в расчет принимаются нормативные значения. Расчеты на прочность проводит конструкторская организация — разработчик ГЦН.

5.2.15 Состояние ГЦН признается работоспособным при выполнении следующих условий:

- фактическая наработка ГЦН и его компонентов не превышает значений назначенных РХ, установленных ЭО или указанных в ТУ, в руководствах по эксплуатации организаций-изготовителей, в НД;
- значения параметров технического состояния ГЦН соответствуют требованиям ТУ, руководств по эксплуатации организаций-изготовителей;
- наличие отклонений от требований ЭД;
- положительные результаты работ в рамках ПУР;
- положительные результаты эксплуатационного контроля;
- значения технических параметров ГЦН и его компонентов соответствуют значениям, указанным в ТУ, в руководствах по эксплуатации, паспортах(формулярах) организаций-изготовителей, установленным РХ.

При необходимости принимается решение о необходимости выполнения ТОиР или замены компонентов ГЦН.

5.2.16 Средства для управления ресурсом главного циркуляционного насоса

Контроль РХ ГЦН должен включать в себя:

- контроль параметров и режимов эксплуатации ГЦН, проведение периодических измерений и испытаний, выполнение контроля металла и другие мероприятия, которые могут подтвердить рабочие характеристики ГЦН и выявить любое изменение характеристик частей, подверженных старению. Цель контроля — предотвратить недопустимую деградацию вследствие старения. Если точные рабочие характеристики оборудования ГЦН измерить невозможно, следует выполнить консервативную оценку для того, чтобы определить приемлемость параметров рабочих характеристик оборудования. Периодические измерения выполняют с периодичностью и по методическим документам, которые установлены в ПУР;
- контроль уровня балансировки вращающихся деталей ГЦН проводят по уровню вибрации в соответствии с требованиями эксплуатационной документации наряду с другими технологическими параметрами и анализируют при оценке технического состояния;
- при выявлении отклонений уровня небаланса устанавливают причину и производят ремонт ГЦН;
- замену комплектующих;
- управление и замедление процесса старения путем изменения процедур ТОиР, изменяя условия эксплуатации или внешней среды вокруг оборудования либо принимая меры по восстановлению рабочих характеристик оборудования до приемлемых критериев.

5.2.17 Для контроля выработанного ресурса и оценки эффективности ПУР для каждого блока АС выпускают годовой отчет с анализом изменения РХ. Годовой отчет выпускают за период предыдущего года не позднее марта следующего года. Годовой отчет утверждается главным инженером АС.

5.2.18 Годовой отчет по УР ГЦН должен содержать:

- информацию об установлении и обосновании РХ;
- результаты периодической оценки фактического технического состояния и остаточного ресурса ГЦН;
- результаты мониторинга и прогнозирования тенденций механизмов деградации и старения;
- отчет о выполнении назначенных мероприятий по отслеживанию и/или сдерживанию деградации;
- результаты оценки эффективности выполненных мероприятий по мониторингу РХ, отслеживанию и/или сдерживанию деградации;
- выявленные при очередном контроле не предусмотренные в проекте АС факторы, способные негативно повлиять на механизмы деградации ГЦН привести к ускоренной выработке их остаточного ресурса (при их наличии);
- предложенные организацией — разработчиком АС меры по исключению или снижению влияния не предусмотренных в проекте АС факторов, способных негативно повлиять на механизмы деградации ГЦН и привести к ускоренной выработке их остаточного ресурса (при их наличии);
- информацию о сокращенных сроках службы ГЦН в случае, если обнаружены не предусмотренные в проекте факторы, негативно влияющие на механизмы старения и деградации;
- информацию о продленных сроках службы ГЦН.

5.2.19 В годовом отчете определяют ГЦН, ресурсные характеристики которых выработаны более чем на 80 %. Для таких ГЦН в ПУР вносят изменения в части увеличения объема контроля технического состояния и/или уменьшения интервалов между периодическими оценками остаточного ресурса. Результаты периодических оценок остаточного ресурса учитывают в отчетах по периодической оценке безопасности.

5.2.20 Учет выработки остаточного ресурса проводится в соответствии с требованиями раздела 5 и должен включать следующие этапы работ:

- обоснование и установление РХ, разработку ПУР, в которых устанавливают РХ (контролируемые параметры), критерии оценки ресурса, мероприятия по УР, контролю параметров, его определяющих, периодичность (сроки выполнения мероприятий);

- в соответствии со сроками, установленными в ПУР, выполняют предусмотренные в ней мероприятия и устанавливают (при необходимости) новые значения параметров, определяющих РХ;

- по результатам выполнения ПУР АС выпускается годовой отчет, в котором приводят актуальные значения РХ для тех ГЦН, по которым в течение года выполнены мероприятия, предусмотренные ПУР;

- результаты работ по УР на основании годовых отчетов вносят в базу данных по УР, по каждому ГЦН, для которого были проведены работы УР или контролю состояния либо выявлены дефекты, неисправности или другие факторы, влияющие на РХ;

- актуальные значения РХ на основании годового отчета вносят в ПУР для тех РХ, по которым они вновь установлены по результатам выполнения ПУР за отчетный период. Изменения в ПУР оформляют извещением, которое утверждает ЭО и согласовывает с главным конструктором РУ (в зоне проектирования) и генеральным проектировщиком (в зоне проектирования).

5.2.21 Сбор, систематизация и хранение данных по ГЦН

5.2.21.1 Персонал АС организовывает сбор, обработку, систематизацию, анализ и хранение информации по исходным и фактическим значениям параметров, определяющих установленные РХ ГЦН, отказам и нарушениям в работе, а также по режимам работы, включая переходные режимы, испытания, а также предаварийные ситуации и аварии. Указанная информация должна храниться в течение всего срока службы ГЦН в формате, позволяющем в случае необходимости оперативно на этапе эксплуатации провести сравнение исходных и фактических значений параметров, определяющих РХ ГЦН. Всю информацию вносят в базу данных по УР.

5.2.21.2 С момента монтажа ГЦН формируют электронное дело изделия, куда вводят следующие данные в соответствии с приложениями Б, В, Г, Д, Е, Ж, а также:

- данные паспортов и формуляров компонентов ГЦН;

- данные изготовителей и монтажных организаций о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на компоненты ГЦН и от технологии его изготовления, данные о ремонтах и данные о дополнительных испытаниях;

- данные по специализированным организациям, оказывающим услуги ЭО по сопровождению эксплуатации и технической диагностике ГЦН;

- сведения о наличии или отсутствии отклонений от ПКД на компоненты ГЦН при его хранении и транспортировании;

- данные по изменениям РХ;

- технические характеристики имеющихся отклонений (при их наличии) при изготовлении, хранении, транспортировании и монтаже;

- параметры испытаний ГЦН при вводе в эксплуатацию;

- данные по опыту эксплуатации ГЦН;

- данные по мониторингу фактических условий эксплуатации ГЦН;

- данные по повреждениям, их накоплению и развитию, отказам и нарушениям в работе ГЦН;

- данные по оценкам остаточного ресурса ГЦН.

5.2.21.3 Для всех ГЦН оформляют электронное дело ГЦН. В электронное дело включают информацию по п. 5.2.21.2. Электронное дело ГЦН включают в базу данных по УР элементов блока АС. База данных ведется персоналом АС.

6 Продление срока службы

6.1 Администрация АС организовывает разработку, оформление и выполнение программы обследования, оценки технического состояния и остаточного ресурса ГЦН (далее — программа обследования).

6.2 Распорядительным документом эксплуатирующей организации создается комиссия, которая анализирует результаты выполненных работ, рассматривает и согласовывает заключение о техническом состоянии и остаточном ресурсе (далее — заключение), разрабатывает решение о возможности, сроках и условиях дальнейшей эксплуатации или замене (модернизации) ГЦН (далее — решение). В состав комиссии включаются представители ЭО, АС, конструкторской организации — разработчика ГЦН, главного конструктора РУ, головной материаловедческой организации, других специализированных организаций, имеющих соответствующие лицензии и привлекаемых к участию, разработке и выполнению программы обследования.

6.3 Исполнителем работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса ГЦН (разработка программы обследования, разработка документации, обосновывающей возможность эксплуатации ГЦН за пределами проектного срока службы, включая расчеты на прочность) является конструкторская организация — разработчик ГЦН.

6.4 Оценку технического состояния и остаточного ресурса оборудования и трубопроводов, вспомогательных систем выполняют в соответствии с ГОСТ Р 58341.4.

6.5 Оценку технического состояния и остаточного ресурса электродвигателей ГЦН выполняеют в соответствии с действующим ГОСТ Р 58341.8.

6.6 Порядок выполнения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса ГЦН следующий:

- анализ технической документации;
- выявление повреждающих факторов и механизмов старения (в т.ч. доминирующих);
- установление определяющих параметров технического состояния и старения, определяющих критериев предельных состояний;
- установление критериев оценки технического состояния элементов ГЦН;
- установление видов параметров и критериев предельных состояний элементов ГЦН;
- анализ результатов выполнения работ в рамках ПУР;
- анализ отказов и повреждений элементов ГЦН;
- обработка данных по опыту эксплуатации с оценкой достигнутых показателей надежности;
- анализ фактических режимов нагружения и наработки;
- анализ стратегии дальнейшей эксплуатации;
- разработка программы обследования;
- разработка рабочей программы контроля;
- обследование металла с применением неразрушающих методов контроля;
- анализ результатов выполненного контроля определяющих параметров и оценка технического состояния элементов ГЦН;
- анализ результатов эксплуатации аналогичных ГЦН на других блоках АС;
- оценка достигнутых показателей надежности;
- выполнение поверочных расчетов на прочность и оценка остаточного ресурса ГЦН, его деталей и сборочных единиц.

6.7 По результатам работ следует подготовить и оформить:

- отчет, обобщающий результаты контроля и обследования деталей и сборочных единиц ГЦН, выполненных в рамках работ по управлению РХ;
- расчет на прочность;
- заключение о техническом состоянии и остаточном ресурсе (в том числе предложения и рекомендации по условиям эксплуатации, методам, периодичности и объемам контроля, модернизациям и т.д.);
- акт, подтверждающий возможность выполнения ГЦН своих функций в течение продлеваемого срока службы с обеспечением всех требований по ядерной, радиационной и технической безопасности;
- обоснование и решение о возможности, сроках и условиях дальнейшей эксплуатации или замене (модернизации) ГЦН;
- приложение к ПУР — отчет об обосновании и установлении РХ ГЦН по результатам работ по продлению срока службы ГЦН.

6.8 По завершении работ внести необходимые изменения в ПУР ГЦН блока АС.

6.9 Программу обследования разрабатывают для определения и конкретизации методов, объемов и порядка выполнения работ.

6.10 Программа обследования должна содержать:

- общие положения, назначение и область применения, цели работ; основания для разработки; основные сведения о ГЦН по форме, приведенной в приложении А; организацию и порядок выполнения работ с указанием исполнителей и сроков выполнения;
- определение методов, средств, объемов, методик контроля;
- перечень повреждающих факторов и механизмов старения (в том числе доминирующих);
- определяющие параметры технического состояния и критерии, определяющие ресурс элементов ГЦН;
- требования к оценке технического состояния, показателей надежности и остаточного ресурса;
- требования к безопасности при проведении работ;
- перечень ответственных исполнителей и сроки выполнения работ по подготовке и выполнению контроля;
- требования к выполнению подготовительных операций перед проведением обследования (разборка, зачистка и дезактивация поверхностей под контроль);

- требования к оформлению отчетной документации по результатам отдельных работ (этапов работ), к согласованию и утверждению заключения и решения;

- требования к процедурам подтверждения РХ; ведомость объемов работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса ГЦН;

- спецификацию запасных частей и материалов, необходимых для выполнения всего объема работ по выпускаемой программе (например, комплект шпилек, заменяемые детали — одноразового использования и т.д.);

- схему выполнения контроля в виде эскиза детали с указанием зон контроля, применяемого метода и необходимых пояснений.

6.11 Программа обследования должна предусматривать:

- возможность корректировки объема работ при соответствующем обосновании и согласовании сторон, подписавших программу. Для оборудования 1-го класса по безопасности в соответствии с [7] объем обследования должен быть 100 %;

- контроль участков элементов ГЦН, где отмечались случаи повреждений из-за конструктивных недостатков (в т.ч. на других блоках АС при наличии подобной информации), для оценки полноты выполнения и эффективности принятых компенсационных мер;

- проведение комплекса материаловедческих исследований. Решение об их необходимости принимает разработчик программы.

6.12 Программу обследования разрабатывают для всех ГЦН одного блока.

6.13 По результатам анализа технической документации и условиям эксплуатации для детального обследования должно быть выбрано несколько ГЦН (элементов ГЦН, например двух улиток и двух выемных частей) (не менее двух). ГЦН (элементы ГЦН) для детального обследования выбирают по результатам анализа технической документации.

6.14 Критерием выбора является:

- наработка при нормальных условиях эксплуатации (включая горячий резерв);

- количество циклов нагружения и их параметры;

- наличие аварийных режимов;

- наличие нарушений нормальных условий эксплуатации;

- наличие отклонений от требований ЭД;

- результаты работ по управлению РХ;

- результаты анализа эксплуатационного контроля (наличие утонений, повреждений, дефектов);

- результаты анализа выполненных ремонтов (наличие элементов, для которых выполнялся ремонт с применением сварки).

6.15 Оценку технического состояния и остаточного ресурса, выполненную по результатам детального обследования ГЦН (элементов ГЦН), возможно распространять на все ГЦН (элементы ГЦН), находящиеся в эксплуатации на блоке АС, при выполнении следующих условий:

- изготовление всех насосов проводилось на одном и том же заводе по одной и той же документации, по серийной технологии; обработка давлением и термическая обработка заготовок, которые формируют структуру и свойства деталей, проводились на одном и том же оборудовании по серийным технологическим процессам;

- в процессе изготовления проводился контроль химического состава, режимов термической обработки, испытания на межкристаллитную коррозию (для аустенитных сталей), УЗК с заполнением паспортов на каждый элемент;

- сварные соединения выполнены и проконтролированы в соответствии с действующей НД на момент изготовления квалифицированным персоналом;

- регламентным контролем на основных деталях и сварных соединениях всех ГЦН не выявлено повреждений, дефектов, препятствующих дальнейшей эксплуатации.

6.16 Для других ГЦН, эксплуатирующихся на данном блоке АС, допускается выполнение работ по сокращенной программе с обязательным выполнением анализа технической документации, результатов технических освидетельствований, выполненного эксплуатационного контроля, выполненных ремонтов, а также анализа фактических значений определяющих параметров.

6.17 В случае обнаружения недопустимых повреждений, наличие которых приводит к ремонту и/или замене элементов ГЦН, количество обследуемых насосов (выемных частей) должно быть увеличено не менее чем в два раза. В случае, если на вновь обследуемых насосах выявлены аналогичные повреждения, обследованию необходимо подвергнуть все насосы (выемные части).

6.18 Отчет, обобщающий результаты выполненного контроля, должен содержать:

- описание методов и средств, примененных при выполнении контроля;
- обобщение результатов контроля металла элементов ГЦН, включая оценку допустимости выявленных повреждений, оценку развития имеющихся повреждений, скорости общей коррозии и ЭКИ, выполненную с использованием сведений об эксплуатационном контроле;
- оценку фактических и прогнозируемых механических свойств относительно нормативных значений;
- результаты выполненных металлографических исследований (в случае их выполнения).

6.19 Расчет на прочность элементов ГЦН выполняется в соответствии с требованиями [6], [8] и должен содержать:

- перечень рассчитываемых элементов насоса;
- исходные данные (результаты контроля, сведения о режимах, материалах и т.д.);
- описание используемых методов расчета;
- результаты расчетов, выполненных в соответствии с требованиями НД (расчет на статическую прочность, циклическую усталость, внешние динамические воздействия);
- обоснование допустимости имеющихся дефектов (при необходимости в случае их наличия);
- оценку остаточного ресурса по критериям прочности.

6.20 Заключение должно содержать следующие разделы (информацию):

- основные положения;
- основные сведения о ГЦН по форме, приведенной в приложении А;
- результаты контроля;
- результаты оценки технического состояния;
- результаты анализа опыта эксплуатации;
- результаты оценки показателей надежности;
- результаты оценки остаточного ресурса;
- сведения о процедурах подтверждения расчетных значений остаточного ресурса;
- выводы и рекомендации с указанием возможности и сроков дальнейшей эксплуатации ГЦН при разрешенных параметрах и условиях эксплуатации;
- рекомендации по изменению проекта АС, ООБ, условий действия лицензии на эксплуатацию блока с учетом дополнительного срока эксплуатации ГЦН.

6.21 Заключение может содержать рекомендации:

- по оптимизации ТОиР; модернизации (замене) элементов или их составных частей;
- использованию дополнительных методов и средств контроля и диагностирования технического состояния;
- изменению (смягчению) условий и режимов эксплуатации.

6.22 К заключению должны быть приложены:

- акт, подтверждающий возможность выполнения ГЦН своих функций в течение продлеваемого срока службы с обеспечением всех требований по ядерной, радиационной и технической безопасности, утвержденный главным инженером АС (приложение И);
- программы обследования и все отчетные документы по результатам выполненных работ.

6.23 Заключение о техническом состоянии и остаточном ресурсе ГЦН согласовывается с главным инженером АС, головной материаловедческой организацией, разработчиком (конструкторской организацией), привлекаемыми к работам предприятиями и утверждается организацией, которая определена программой обследования, ответственной за подготовку и оформление заключения.

6.24 Заключение о техническом состоянии и остаточном ресурсе ГЦН разрабатывают для всех ГЦН одного блока АС, в том числе не подвергавшихся дополнительному контролю технического состояния.

6.25 При разработке заключения (при необходимости) учитывают результаты работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса трубопроводов обвязки электродвигателя и вспомогательного оборудования ГЦН (в случае наличия ограничений или изменений условий эксплуатации на проектный срок службы).

6.26 На основании заключения о техническом состоянии и остаточном ресурсе разрабатывают обоснование возможности продления срока службы и решение о продлении срока службы ГЦН.

6.27 Порядок оформления и состав необходимых документов определены ГОСТ Р 58341.1.

6.28 На основании решения о продлении срока службы на АС в установленном порядке вносят соответствующие изменения в паспорта и ЭД в части РХ, режимов и условий эксплуатации, оформляют изменения в ПУР.

6.29 Порядок выполнения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса

6.29.1 Анализ технической документации проводят с целью определения наиболее критичных зон, возможных дефектов, механизмов образования повреждений и мест их локализации, выявления нарушений условий эксплуатации ГЦН, составления или уточнения программы обследования, а также получения необходимых исходных данных для проведения оценки технического состояния надежности и остаточного ресурса ГЦН.

6.29.2 Анализу подвергают следующую техническую документацию:

- ПКД (паспорт, чертежи, ТУ, техническое описание, проектные расчеты на прочность и др.);
- данные по фактическим режимам и условиям эксплуатации; технологический регламент безопасной эксплуатации блока АС; инструкции по эксплуатации ГЦН и смежных систем; сведения из базы данных по опыту эксплуатации оборудования (в т.ч. ГЦН);
- данные по параметрам, характеристикам насосов, контролируемых измерительными системами (включая данные по вибрациям);
- журналы по ведению ВХР, акты выполненных химических промывок и дезактиваций; документация по выполненным ремонтам, заменам отдельных деталей, модернизациям и изменениям проектных решений;
- акты выполненного эксплуатационного контроля и технических освидетельствований; рабочие программы контроля; результаты работ по продлению срока службы (в случае наличия таковых);
- результаты комплексного обследования системы блока АС.

6.29.3 Анализ документации должен начинаться с проверки: наличия ПКД (паспортов, технического описания и инструкции по эксплуатации, расчетов на прочность и т.д.); полноты данных и правильности внесения изменений в паспорта в процессе эксплуатации; полноты данных и правильности их внесения в документацию; соответствие установленным требованиям эксплуатационной документации.

6.29.4 При сборе и анализе информации определяются и систематизируются следующие сведения:

- наработка в часах и циклах;
- отступления от требований НД (по форме, приведенной в приложении А);
- отступления от проекта при изготовлении, монтаже и эксплуатации элементов ГЦН (по форме, приведенной в приложении А);
- результаты технических освидетельствований (включая гидравлические испытания) при эксплуатации ГЦН;
- результаты контроля металла при эксплуатации ГЦН;
- отказы (по форме, приведенной в приложении В);
- выявленные при эксплуатации повреждения и дефекты (по форме, приведенной в приложении Г);
- ремонты, замены элементов и модернизации ГЦН (по форме, приведенной в приложении Д);
- случаи превышения уровня вибрации ГЦН;
- случаи отклонения параметров режимов эксплуатации (включая параметры среды) от нормируемых значений и/или требований ТУ (по форме, приведенной в приложении Е);
- фактическое количество режимов нагружения (по форме, приведенной в приложении Ж);
- реальные режимы и условия эксплуатации систем и элементов (в том числе водно-химический режим сред и коррозионное состояние элементов). Особое внимание должно быть обращено на случаи, при которых существовали режимы, выходящие за пределы, установленные в ТУ и эксплуатационной документации АС.

6.29.5 При наличии отклонений от нормальной эксплуатации в примечании к информационной карте (по форме, приведенной в приложении К) приводят отклонения от рабочих режимов, имевших место за период предыдущей эксплуатации:

- внешние динамические воздействия;
- термические удары;
- нарушения эксплуатационных режимов и отказы ГЦН;
- случаи, при которых существовали режимы, выходящие за пределы требований ТУ;
- другие отклонения.

6.29.6 На основе анализа технической документации уточняют расположение наиболее критичных зон конструкции и интенсивности развития повреждений, дефектов.

6.29.7 Определяющими критериями при анализе технической документации являются:

- соответствие документации требованиям ФНП;
- выполнение персоналом всех регламентных работ, предусмотренных эксплуатационными документами;
- соответствие реальных параметров эксплуатации требованиям ТУ и эксплуатационной документации АС.

6.29.8 По результатам анализа технической документации должны быть составлены:

- перечень проанализированной документации;
- перечень отклонений от требований инструкций и требований, действующих на каждом временном этапе, рекомендаций по устранению выявленных отклонений;
- перечень доминирующих механизмов старения, параметров, характеризующих техническое состояние;
- перечень наиболее критичных зон элементов ГЦН, возможных повреждений, дефектов, механизмов образования повреждений и дефектов в материале при его эксплуатации и мест их локализации;
- перечень ГЦН (элементов ГЦН) для детального обследования.

6.29.9 Должны быть определены методы (методики), зоны и объемы обследований (контроля, диагностики) основного металла, сварных соединений и наплавок.

6.30 Установление механизмов старения металла

6.30.1 По результатам анализа технической документации, с учетом сведений о ранее выполненном контроле, определяются доминирующие механизмы старения металла элементов ГЦН. Механизмы старения устанавливают на базе анализа эффектов их проявления в процессе эксплуатации и по результатам контроля металла.

6.30.2 Типовые механизмы старения, выявленные в ходе эксплуатации ГЦН, представлены в таблицах 5.1—5.3. Влияние этих механизмов должно быть учтено при выполнении работ по оценке технического состояния и ресурса.

6.31 Установление определяющих параметров технического состояния, критериев оценки

6.31.1 Устанавливают определяющие параметры и критерии оценки (количественные или качественные показатели) состояния металла элементов ГЦН в соответствии с таблицей 5.3.

6.31.2 При установлении критериев для определяющих параметров состояния основного металла допускается при соответствующем обосновании использовать нормативные документы, действующие на момент изготовления и монтажа конкретного ГЦН.

6.32 Контроль состояния металла

6.32.1 Требования к организации выполнения контроля

6.32.1.1 Для контроля параметров состояния металла элементов ГЦН должны применяться методы и средства, отвечающие требованиям действующей НД. Допускается при соответствующем обосновании применение импортных средств контроля, не указанных в стандартах, методиках и инструкциях для обеспечения выполнения требований действующей НД.

6.32.1.2 Контроль состояния металла элементов ГЦН осуществляется администрацией АС с привлечением при необходимости специализированных организаций, аккредитованных в области использования атомной энергии в качестве испытательных лабораторий (центров) с областью аккредитации, соответствующей объектам и методам обследования и контроля. Допускается выполнение дополнительного контроля специализированными организациями в 100 %-ном объеме.

6.32.1.3 Специалисты, выполняющие работы по контролю, должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ Р 50.05.11 и [5].

6.32.1.4 Контроль выполняют в соответствии с технологическими картами контроля, которые разрабатывают (в случае их отсутствия на АС) в соответствии с [9] и включают в программы обследования. В технологических картах контроля должны быть указаны зоны проведения контроля на конкретном элементе, схемы контроля, средства измерения контролируемого параметра, нормы оценки качества, формы фиксации результатов контроля и измерений.

6.32.1.5 Перечень элементов, методы и объемы контроля могут быть дополнены по результатам анализа технической документации на этапе разработки программы обследования.

6.32.1.6 При обнаружении дефектов согласно [8] в процессе контроля сварных соединений объем контроля должен быть увеличен не менее чем вдвое: в первую очередь следует расширить зоны контроля сварных швов в местах обнаружения дефектов. При отрицательных результатах удвоенного объема контроля необходимо провести 100 %-ный контроль сварных соединений. Должен быть предусмотрен дополнительный контроль ранее выявленных повреждений (в случае их наличия) и участков элементов, на которых был выполнен ремонт с применением сварки.

6.32.1.7 Если на каких-либо ГЦН (в т.ч. на других блоках АС) выявлены случаи повреждений из-за конструктивных недостатков, то на этих участках должно быть предусмотрено выполнение контроля с применением методов, позволяющих оценить полноту выполнения и эффективность принятых компенсационных мер.

6.32.1.8 При обнаружении повреждений, дефектов (в процессе контроля сварных соединений объем контроля должен быть увеличен не менее чем вдвое: в первую очередь следует расширить зоны контроля сварных швов в местах обнаружения дефектов. При отрицательных результатах удвоенного объема контроля необходимо провести 100 %-ный контроль сварных соединений.

6.32.1.9 При проведении дополнительного контроля допускается учитывать результаты эксплуатационного контроля, выполненные не позднее 18 мес до начала выполнения работ, по оценке технического состояния.

6.33 Визуальный осмотр, визуальный и измерительный контроль

6.33.1 Визуальный осмотр, визуальный и измерительный контроль элементов ГЦН производят в соответствии с ГОСТ Р 50.05.08 с целью выявления отклонений размеров от требований ПКД, выявления и определения размеров повреждений.

6.33.2 Визуальному осмотру, визуальному и измерительному контролю подвергают следующие основные элементы ГЦН:

а) для АС с ВВЭР: корпус (улитка), рабочее колесо, вал, направляющий аппарат (для ГЦН-310, 317), нажимной фланец, проставка (выемная часть) (ГЦН-310), корпус экрана электродвигателя (ГЦН-310), наружная диафрагма (ГЦН-310), поверхность плит шаровой опоры, опорный винт, внутренние поверхности выемной части (ГЦН-310), гребень упорный (ГЦН 317,195,195М, ГЦНА-1713, ГЦНА-1391, ГЦНА-1732, ГЦНА-1753), корпус уплотнения (ГЦН-317), корпус торцевого уплотнения (ГЦН-195), пята колодки (ГЦН-317,195), верхний балансир (ГЦН-317), шпильки главного разъема (в объеме 100 %), корпус выемной части (ГЦН-195/195М, ГЦНА-1713), тепловой барьер (ГЦН-195М, ГЦНА-1713), упорная нижняя подушка (ГЦН-195/195М, ГЦНА-1713), торсион (ГЦН-195/195М, ГЦНА-1713, ГЦНА-1391, ГЦНА-1732), полумуфта с зажимным кольцом (ГЦНА-1753);

б) для АС с РБМК-1000 (ЦВН-7/8): бак (корпус насоса), нажимной фланец, торсион соединительной муфты, крышка с горловиной, рабочее колесо, корпус гидростатического подшипника, вал, пята, подшипник верхний, корпус подшипника упорного, промежуточная плита, направляющий аппарат, покрывной диск, корпус уплотнения вала, крышка уплотнения вала, шпильки главного разъема.

6.33.3 По результатам визуального осмотра, визуального и измерительного контроля при необходимости уточняются объемы дальнейшего обследования.

6.33.4 Для элементов (поверхностей элементов), не доступных (ограниченно доступных; например, внутренние поверхности выемной части) для внутреннего осмотра с целью обнаружения дефектов, следует использовать дистанционные средства, например эндоскопы, телевизионные средства контроля и др.

6.33.5 При проведении ВИК особое внимание должно быть обращено на выявление:

- трещин в основном металле и сварных соединениях;
- коррозионных повреждений поверхностей элементов; дефектов сварки;
- ЭКИ поверхностей элементов.

6.33.6 В ходе визуального контроля для повышения надежности выявления повреждений, дефектов при необходимости отдельные участки зачищают, а также используют лупу с увеличением не менее четырехкратного.

6.33.7 Необходимо контролировать, места концентрации напряжений, поверхности контакта разнородных металлов, места, подверженные коррозионному, кавитационному и механическому изнашиванию, места возможного попадания воды на наружные поверхности элементов.

6.33.8 При обнаружении коррозионного повреждения в виде одиночных язв, цепочек и скоплений язв измеряют размеры наибольших язв (диаметр, глубина) или скоплений и указывают на схеме или в формуляре.

6.33.9 Измерительный контроль (элементов ГЦН и сварных соединений) проводят для подтверждения соответствия их геометрических размеров требованиям ПКД и допустимости повреждений основного материала и сварных соединений, выявленных при визуальном контроле.

6.33.10 Измерения для определения овальности цилиндрических элементов ГЦН по всей длине элемента, сечения замера овальности определяют в каждом конкретном случае с учетом его конструкции.

В тех случаях, когда овальность превышает требования, установленные в НД, необходимо провести уточненные измерения контура поперечного сечения, как правило, от натянутой струны в равноотстоящих точках по периметру его окружности.

Допускается также измерять радиусы окружности поперечного сечения не от натянутой струны, а от неподвижной точки отсчета, располагающейся вблизи центра рассматриваемого поперечного сечения, ориентировочное расположение которой определяется посредством предварительного расчета.

Для фиксации точки отсчета в каждом из поперечных сечений устанавливается распорка перпендикулярно к продольной оси элемента и на ней отмечается упомянутая точка.

В тех случаях, когда элемент имеет малый диаметр, не позволяющий осуществлять измерения изнутри, он должен быть обмерен снаружи; для обмера используется шаблон, имеющий отверстие в виде круга, перемещаемый по длине элемент от одного измеряемого сечения к другому.

Рекомендуемое количество равноотстоящих точек обмера по периметру окружности N составляет при величине диаметра d, в м:

$D < 0{,}8$ $N = 12$;

$0{,}8 < D < 3{,}5$ $N = 16$;

$D > 3{,}5$ $N = 24$.

В случае обнаружения при визуальном осмотре вмятин, выпучин в стенках элемента измеряют их максимальные размеры по длине во взаимно перпендикулярных направлениях (l и b) и максимальную глубину h. По выполненным измерениям определяют относительный прогиб по формуле

$$\frac{100h}{l} \text{ и } \frac{100h}{b}. \quad (1)$$

Если максимальный из размеров вмятины (выпучины) l или b превышает 20S (где S — толщина стенки элемента) или превышает 200 мм, то необходимо измерить глубину вмятины (выпучины) в нескольких точках. В качестве таких точек следует принять узловые точки сетки, ячейки которой не превышают $5S \times 5S$, но не более 50×50 мм, а результаты измерений представить в виде таблицы. При этом одна из узловых точек сетки должна быть совмещена с центром вмятины (выпучины), где ее глубина является максимальной. Если вмятина (выпучина) имеет плоский участок, то необходимо измерить его размеры и указать их в формуляре или на схеме.

6.33.11 Возможность дальнейшей эксплуатации при рабочих параметрах, необходимость снижения рабочих параметров или проведения ремонта поврежденных элементов следует определять с учетом результатов расчета на прочность.

6.34 Ультразвуковая толщинометрия стенок

6.34.1 Ультразвуковую толщинометрию стенок элементов проводят с целью определения утонения в процессе эксплуатации, расчета (при необходимости) скорости коррозионного или коррозионно-эрозионного износа и прогнозирования остаточного ресурса по скорости коррозии, определения фактической толщины металла для последующего выполнения прочностных расчетов и прогнозирования остаточного ресурса. Измерения проводят в соответствии с ГОСТ Р ИСО 16809 и ГОСТ Р 50.05.03. Измерения выполняют в соответствии со схемой ультразвуковой толщинометрии, а также в местах коррозионных повреждений, выявленных при визуальном контроле.

6.34.2 Толщину стенки элементов ГЦН измеряют ультразвуковым методом, с использованием ультразвуковых толщиномеров или ультразвуковых дефектоскопов.

6.34.3 Обязательной толщинометрии подвергают корпус (улитку) ГЦН на участке перехода напорного и всасывающего патрубка, а также всасывающий и напорные патрубки. Количество зон должно быть достаточным для обнаружения локального утонения, но их должно быть не менее четырех (т.е. через 900). В каждой зоне должно быть выполнено не менее трех измерений. При обнаружении расслоения контролируемых участков металла число точек измерения в этом месте должно быть увеличено до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны расслоения.

6.34.4 Дополнительно толщинометрия выполняется в местах, где по результатам визуального контроля и/или измерительного контроля выявлены локальные утонения.

6.34.5 Возможность дальнейшей эксплуатации при рабочих параметрах, необходимость снижения рабочих параметров или проведения ремонта поврежденных элементов следует определять по результатам расчета на прочность.

6.35 Неразрушающий контроль капиллярным методом

6.35.1 Неразрушающий контроль капиллярным методом выполняется в местах, вызывающих сомнение по результатам визуального и измерительного контроля, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.05.09, с целью выявления или уточнения результатов, а также определения размеров и конфигурации поверхностных повреждений. Контроль выполняют в соответствии с ГОСТ 18442 и ГОСТ Р 50.05.09.

6.35.2 Неразрушающий контроль капиллярным методом выполняют для элементов ГЦН, для которых по результатам ВК были обнаружены повреждения (или подозревается их наличие).

Обязательному капиллярному контролю подвергают:

- сварные соединения корпуса ГЦН (бак, улитка);
- верхние витки резьбы шпилечного отверстия главного разъема;
- сварные соединения рабочего колеса;
- поверхность сопряжения нажимного фланца и направляющего аппарата (для ГЦН-310);
- сварные соединения корпуса экрана электродвигателя (для ГЦН-310);
- сварные соединения корпуса уплотнения (для ГЦН-317);
- вал;
- сварные соединения снаружи и наплавки крышки с горловиной изнутри в 100 %-ном объеме (ЦВН-7/8);
- сварные соединения корпуса уплотнения вала в 100 %-ном объеме (ЦВН-7/8);
- места ремонтных заварок.

Конкретные объемы и зоны капиллярного контроля элементов определяются программой обследования и/или рабочей программой контроля.

6.35.3 Капиллярный контроль сварных соединений выполняют для зоны сварного шва, включая околошовную зону и основной металл на 50 мм с каждой стороны.

6.36 Неразрушающий контроль ультразвуковым методом

6.36.1 Неразрушающий контроль ультразвуковым методом выполняют в соответствии с ГОСТ Р 55724 и ГОСТ Р 50.05.02 с целью выявления подповерхностных несплошностей в сварных соединениях и наплавочных поверхностях.

6.36.2 Обязательному контролю с применением ультразвукового метода подвергают:

- сварные соединения приварки напорного и нагнетательного патрубков к корпусу ГЦН (улитка) (для ГЦН-310,317,195,195М, ГЦНА-1713, ГЦНА-1391, ГЦНА-1732, ГЦНА-1753);
- сварные соединения корпуса экрана электродвигателя (для ГЦН-310);
- сварные соединения корпуса уплотнения (для ГЦН-317); торсион (для ГЦН-317,195,195М, ГЦНА-1713, ГЦНА-1391);
- шпильки главного разъема;
- вал;
- сварные соединения бака ГЦН (для ЦВН-7/8) (за исключением монтажных);
- наплавки кольцевого шва бака ГЦН (для ЦВН-7/8) на отрыв;
- сварные соединения крышки с горловиной (для ЦВН-7/8);
- наплавки сварных соединений крышки с горловиной ГЦН (для ЦВН-7/8) на отрыв в доступных местах.

6.36.3 Дополнительно ультразвуковой контроль должен быть предусмотрен для участков, для которых по результатам визуального контроля подозревается образование повреждений.

6.37 Неразрушающий контроль радиографическим методом

6.37.1 Неразрушающий контроль радиографическим методом выполняют в соответствии с ГОСТ 7512 и ГОСТ Р 50.05.07 с целью выявления подповерхностных несплошностей в сварных соединениях.

6.37.2 Радиографический контроль применяют при обследовании элементов выемных частей ГЦН, в т.ч. вместо УЗК, например, при контроле сварных соединений крышки с горловиной (ЦВН-7/8).

6.38 Оценка механических свойств неразрушающим методом

6.38.1 Измерение твердости и расчет механических свойств основного металла и сварных соединений должны осуществляться в соответствии с требованиями действующих национальных стандартов.

6.38.2 Контроль механических свойств металла выполняют с целью:

- подтверждения соответствия значений твердости и механических свойств элементов ГЦН требованиям ПКД (в случае, если таковые предъявляются);
- использования полученных значений фактических механических свойств при выполнении поверочного расчета на прочность.

6.38.3 Измерение твердости и оценку механических свойств металла выполняют в наиболее нагруженных зонах (наибольших значений напряжений). Зоны и объемы измерений определяют с использованием проектных или выполненных на стадии эксплуатации дополнительных поверочных расчетов на прочность и фактических условий эксплуатации на этапе разработки программы обследования.

6.39 Металлографические исследования

6.39.1 Металлографические исследования основного металла и сварных соединений металла должны быть выполнены неразрушающими методами в соответствии с требованиями с целью определения фактической фазовой структуры металла.

6.39.2 Металлографические исследования основного металла и сварных соединений металла осуществляются в том случае, если за все время эксплуатации существовали условия (температура, давления, контактные нагрузки и скорости изменения температуры и т.д.), которые могли привести к изменению фазовой структуры металла.

6.39.3 Необходимость металлографических исследований, зоны и объемы исследований определяются на этапе разработки программы.

6.39.4 При обнаружении изменений структуры, выходящих за пределы требований ИД на металл в исходном состоянии, следует рассмотреть возможность выполнения исследования на образцах из вырезок (проб) металла, отобранных по технологии, разработанной специализированной организацией. Вырезку проб допускается не выполнять по заключению специализированной организации, основанному на расчетах на прочность с учетом фактических размеров элементов.

6.39.5 При неудовлетворительных результатах контроля металла дальнейшая эксплуатация ГЦН допускается только после устранения дефектов или обоснования возможности продолжения эксплуатации до следующего останова блока АС. Решение о возможности дальнейшей эксплуатации и сроках проведения последующего эксплуатационного контроля ГЦН принимается ЭО по результатам выполненного обоснования. Данное решение должно быть согласовано разработчиком проекта РУ, организацией-изготовителем, материаловедческой организацией и направлено вместе с результатами обоснования на одобрение в Ростехнадзор.

6.40 Гидравлические испытания

6.40.1 ГИ являются завершающей операцией контроля, осуществляемой с целью проверки прочности и плотности элементов ГЦН.

6.40.2 ГИ проводят в соответствии с требованиями [2] совместно с первым контуром (для АС с ВВЭР), КМПЦ (для АС с РБМК).

6.40.3 ГИ проводят при положительных результатах контроля или после устранения обнаруженных дефектов. Параметры ГИ устанавливают в соответствии с [2].

6.40.4 Результаты испытаний заносят в журнал и оформляют в установленном на АС порядке.

6.41 Обработка и оформление результатов контроля

6.41.1 Результаты контроля оформляются соответствующей отчетной документацией (протоколами, актами, заключениями) в установленном на АС порядке.

6.41.2 Акты, протоколы, заключения и отчеты по анализу технической документации, результатам работ по Программе обследования оформляются в установленном на АС порядке. В случае выполнения контроля сторонними организациями форма актов, протоколов, заключений согласовывается с АС.

6.41.3 По результатам контроля устанавливают фактические значения определяющих параметров состояния металла элементов ГЦН. Выполняют сравнение полученных фактических значений определяющих параметров состояния металла с критериями (количественными или качественными показателями), установленными в [9].

6.41.4 С использованием результатов оценки фактических механических свойств, полученных в ходе контроля, выполняется прогнозирование механических свойств на конец продлеваемого срока службы.

6.41.5 Прогнозирование механических свойств выполняют:

- по линейному закону с использованием сертификатных данных, в случае если за прошедший период эксплуатации периодических измерений механических свойств не производилось;
- с использованием литературных данных в случае получения наиболее консервативных значений;
- методом экстраполяции функции, аппроксимирующей значения механических свойств, в случае наличия достаточной статистической выборки.

6.42 Оценка технического состояния

6.42.1 По результатам контроля и проведенных обследований должно быть показано:

- соответствие фактических размеров элементов, полученных в ходе ВИК, требованиям ПКД;
- соответствие фактических механических свойств металла требованиям ПКД;
- положительные результаты металлографических исследований;
- отсутствие отслоений антикоррозионной наплавки;
- соответствие геометрии шва требованиям ИД;
- отсутствие дефектов по результатам неразрушающего контроля;
- отсутствие течей по результатам ГИ.

6.42.2 При соответствии значений фактических определяющих параметров состояния металла ГЦН критериальным значениям сравнивают сведения о фактической истории нагружения ГЦН (форма приведена в приложении Ж) с принятой в проекте последовательностью во времени режимов работы и нагружения.

6.42.3 Решение о соответствии ГЦН требованиям, установленным конструкторской (проектной) документацией и действующими ИД, и целесообразности проведения работ по техническому обоснованию продления срока службы принимают, если:

- фактические параметры нагружения, скорости изменения и абсолютные значения температуры и давления, вибрационные и внешние динамические нагрузки, числа циклов соответствующих режимов, последовательность режимов, значения перемещений, параметры среды не превышают проектных или нормируемых параметров и значений;
- фактические значения определяющих параметров состояния металла не превышают допустимых значений;
- отступление конструктивного исполнения от требований НД обосновано надлежащим образом и оформлено в установленном в ЭО порядке;
- значения определяющих параметров ГЦН (например, подача, напор, частота вращения, вибрация, утечки через концевые уплотнения, засорение и другие характеристики) соответствуют проектным или нормируемым параметрам и значениям.

6.42.4 Если фактические параметры нагружения — скорости изменения и абсолютные значения температуры и давления, вибрационные и внешние динамические воздействия, числа циклов соответствующих режимов, последовательность режимов, значения перемещений, параметры среды — превышали проектные или нормируемые параметры и значения, то выполняют расчет на прочность с учетом фактических режимов нагружения с целью подтверждения остаточного ресурса (срока службы). На основании анализа результатов расчета и оценок принимают решение о проведении работ по обоснованию возможного срока безопасной эксплуатации ГЦН и/или ремонте (замене отдельных узлов элементов).

6.42.5 При превышении фактических значений определяющих параметров состояния металла элементов ГЦН критериальных значений рассматривают возможность выполнения расчета на прочность с учетом фактических режимов нагружения и фактических значений определяющих параметров состояния металла с целью подтверждения остаточного ресурса (срока службы).

6.42.6 Методы, используемые при расчетах на прочность, должны быть консервативными для того, чтобы скомпенсировать неопределенность исходной информации.

6.42.7 Применяемые программы при расчете на прочность должны быть аттестованы в установленном порядке.

6.42.8 Перечень исходных данных, используемых при расчете на прочность, приведен в приложении И.

6.42.9 На основании анализа результатов расчетов принимают решение о проведении работ по техническому обоснованию возможного срока безопасной эксплуатации ГЦН и/или ремонте (замене отдельных элементов ГЦН или ГЦН в целом), модернизации или реконструкции оборудования или систем.

6.43 Оценка остаточного ресурса

6.43.1 С использованием результатов анализа отказов и информации о предельных состояниях выполняется анализ опыта эксплуатации, включающий:

- анализ статистических данных по выявленным отказам, повреждениям и дефектам элементов ГЦН (с учетом сведений из базы данных по эксплуатации элементов ГЦН, в том числе на других блоках АС);

- анализ причин отказов, повреждений и дефектов элементов ГЦН, имевших место при эксплуатации.

6.43.2 Анализ опыта эксплуатации выполняют с использованием данных, полученных за последние 10 лет эксплуатации.

6.43.3 При анализе опыта эксплуатации могут быть использованы сведения об эксплуатации ГЦН с других блоков АС. При этом должна быть показана идентичность конструктивного исполнения ГЦН и условий эксплуатации.

6.43.4 В результате расчетов, выполненных по фактическим эксплуатационным данным с прогнозом их изменения на продлеваемый период, средняя наработка до отказа и средний ресурс между ремонтами должны быть подтверждены требованиями, установленными в ТУ на изготовление.

6.43.5 В случае если в результате расчетов установлено, что фактическая наработка до отказа и средний ресурс между ремонтами ниже требуемых, то должна быть предусмотрена разработка перечня мероприятий на дополнительный срок службы по повышению эксплуатационной надежности ГЦН или должны быть даны рекомендации по замене ГЦН, его деталей и сборочных единиц. Рекомендации по разработке перечня мероприятий приводятся в заключении о техническом состоянии и остаточном ресурсе.

6.43.6 Мероприятия по повышению эксплуатационной надежности следует разрабатывать с учетом работ по повышению мощности блоков и увеличению межремонтных циклов.

6.43.7 При положительном решении о соответствии элементов ГЦН требованиям, установленным ПКД и действующими НД, и о целесообразности проведения работ по техническому обоснованию продления срока службы выполняют расчеты на прочность корпусных деталей ГЦН в полном объеме требований действующих ФНП.

6.43.8 Расчет на прочность необходимо проводить для корпусных деталей. В общем случае номенклатура элементов, для которых выполняется расчет на прочность, включает:

а) для ЦВН-7,8:

- бак, включая патрубки (напорный и всасывающий);
- крышка с горловиной;
- главный разъем;
- корпус и крышка уплотнения вала;

б) для ГЦЭН-310:

- корпус насоса, включая патрубки (напорный и всасывающий);
- главный разъем;
- корпус экрана;

в) для ГЦЭН-317:

- корпус насоса, включая патрубки (напорный и всасывающий);
- главный разъем;
- корпус блока уплотнения;

г) для ГЦН-195/195М, ГЦНА-1713, ГЦНА-1391, ГЦНА-1732, ГЦНА-1753:

- корпус насоса, включая патрубки (напорный и всасывающий);
- главный разъем;
- корпус блока уплотнения;
- корпус выемной части.

6.43.9 Расчет на прочность выполнять с учетом:

- изменений механических свойств, в т.ч. на прогнозируемый срок эксплуатации;
- фактических геометрических размеров, полученных по результатам измерительного контроля, а также отступлений от конструкторской документации, допущенных при изготовлении;
- изменений толщин стенок элементов вследствие коррозии и эрозионно-коррозионного износа, в т.ч. на дополнительный срок эксплуатации;
- влияния среды на зарождение и развитие трещиноподобных повреждений;
- максимальных отклонений геометрических размеров свариваемых узлов от номинальных;
- влияния концентраторов напряжений сварных соединений;
- влияния вибрационных нагрузок (в случае наличия длительной вибрации с уровнем среднеквадратичных значений виброскоростей, превышающим 7,5 мм/с в частотном диапазоне от 5 до 120 Гц);
- влияния усилий, передаваемых ГЦТ (КМПЦ) на всасывающий и напорный патрубки;
- возможного изменения условий эксплуатации;

- реального состояния опор ГЦН, их целостности и работоспособности;
- выполненной и планируемой к выполнению модернизации систем;
- при необходимости других факторов, влияющих на РХ.

6.43.10 Сведения о режимах эксплуатации и величинах нагрузок, используемых в качестве исходных данных для выполнения расчета, должны быть согласованы с главным конструктором реакторной установки и АС.

6.43.11 При выполнении расчетов на циклическую прочность следует обосновать и использовать модель ежегодных нагрузок с учетом работ по повышению мощности блоков и увеличения межремонтных циклов (если такие изменения условий эксплуатации планируются).

6.43.12 В случае, если увеличение межремонтных циклов приводит к уменьшению циклов нагружения в прогнозируемый период эксплуатации, то модель ежегодных нагрузок принимают в соответствии со спектром нагрузок за прошедший период эксплуатации. На основе принятой модели эксплуатации устанавливают количество циклов нагружения N_i для каждого режима эксплуатации. Принятая модель эксплуатации на прогнозируемый период эксплуатации должна быть согласована с главным конструктором РУ.

6.43.13 Толщины стенок элементов ГЦН на прогнозируемый период эксплуатации, s_f, рассчитывают по формуле:

$$s_f = s_k \cdot c_2^n, \tag{2}$$

где c_2^n — коррозионная прибавка, учитывающая утонение стенки, за счет всех видов коррозии;

s_k — фактическая измеренная толщина стенки, определяемая как минимальное значение толщины за вычетом приборной погрешности.

Приложение А
(рекомендуемое)

Управление моральным старением элементов главного циркуляционного насоса

А.1 Целью проведения работ по управлению МС элементов ГЦН является обеспечение надежного и экономически выгодного производства электроэнергии при безусловном соблюдении требований ядерной, радиационной, технической, пожарной и экологической безопасности.

А.2 Управление МС является частью общего подхода к повышению безопасности АС путем постоянного совершенствования как эксплуатационных характеристик элементов ГЦН, так и управления безопасностью.

А.3 Увеличение потребностей АС, связанных с МС компонентов элементов и систем по причине того, что поставщики более не поддерживают гарантию и не выполняют обслуживание оборудования или прекратили производство компонентов и запчастей. Это ставит АС в уязвимую позицию, оставляя несколько доступных вариантов, включая перепроектирование, замену более новыми моделями, которые часто не соответствуют оригинальным характеристикам, модернизацию или поиск запчастей на других АС. Проблемы МС обычно выявляются при отказах оборудования или в процессе закупок.

А.4 Виды морального старения

А.4.1 Устаревание систем и элементов относительно современного уровня развития технологии (технологическое устаревание). Настоящее приложение устанавливает требования по управлению технологическим устареванием элементов ГЦН.

А.4.2 Устаревание систем и элементов относительно современного уровня развития знаний, норм и правил. Данный вид МС не рассматривается в рамках настоящего приложения, управление осуществляется в рамках [10].

А.4.3 Признаки технологического устаревания

В [11] технологическое моральное устаревание определяется как «Отсутствие запасных частей и/или технической поддержки; отсутствие поставщиков и/или промышленного потенциала».

А.4.4 Оборудование/запасные части/детали считаются морально устаревшими в случаях, если изготовитель:

- более не производит комплектующие и запасные части с первоначально установленными характеристиками (размеры, материал и пр.);
- меняет модель или коммерческое обозначение детали;
- более не обеспечивает модель соответствующей документацией или подтверждением возможности применения;
- имеются большие сложности с приобретением элемента на рынке (то есть когда элемент производится, но купить его нельзя или нет смысла из-за неоправданной цены, или по какой-то другой причине).

А.4.5 Факт устаревания элемента не зависит от его наличия на складе, а зависит только от возможности пробрести его на рынке.

А.5 Организация работ по управлению моральным старением элементов главного циркуляционного насоса на атомной станции

А.5.1 Формирование перечней элементов, подверженных МС.

А.5.2 Целью формирования перечней элементов, подверженных МС, является определение морально устаревших элементов оборудования в соответствии с разделом А.4, а также элементов, которые устареют в течение установленного срока службы, для которого запасные части:

- более не производят;
- сложно закупить;
- есть проблемы с получением необходимых документов и/или подтверждения возможности применения.

А.5.3 Предварительные перечни элементов, подверженных МС, составляются на базе регистра систем и оборудования.

В объем таких перечней следует включать все компоненты (конструкции, оборудование, средства измерений, программное обеспечение, средства вывода информации и т.д.), важные для безопасности, а также запасные части, которые требуются для поддержания этих компонентов в работоспособном состоянии в течение всего установленного срока службы.

Перечни составляются в электронном виде и размещаются в базе данных АС по МС. Форма перечня приведена в приложении Л.

Для каждого элемента перечня должна быть определена и указана минимально необходимая информация для его точной технической идентификации (производитель, модель или номер артикула и т.п.). В случае невозможности идентификации всей необходимой информации такие элементы вносят в отдельный перечень неидентифицированных элементов и организуются специальные мероприятия для восстановления информации.

А.5.4 После составления предварительного перечня проводят оценку уже произошедшего или будущего (в течение срока службы) морального устаревания для каждого элемента.

Источниками информации при выполнении такой оценки для формирования перечней элементов, подверженных МС, являются:

- потребности, связанные с уменьшенным запасом запасных частей;
- потребности в связи с техобслуживанием и ремонтом станции;
- персонал станции, который выявляет проблемы в процессе повседневной работы;
- информация от поставщиков о снятии с производства, усовершенствовании конструкции и т.д.;
- информация от других станций или внешних источников;
- проактивные проверки уязвимости оборудования (целевые проверки, обходы оборудования станции для выявления проблем МС);
- отчеты и оценки состояния системы, оборудования, элемента оборудования, программного обеспечения.

При формировании перечней элементов, подверженных МС, необходимо учитывать следующие факторы:

- количество идентичного оборудования, находящегося в эксплуатации на станции;
- текущие уровни запасов;
- история потребления запасных частей;
- частота отказов оборудования;
- время на организацию снабжения;
- ревизия максимального и минимального запаса;
- перспективная потребность при техобслуживании и ремонте;
- старение запасов оборудования;
- классификация оборудования на основе критичности (критично, некритично, вывод в ремонт);
- влияние на безопасность и надежную эксплуатацию АС при отказе/ неработоспособности этого оборудования;
- возможность поддерживать морально устаревший компонент, используя имеющиеся запчасти.

А.5.5 В случае если оценка показывает, что элемент является доступным на рынке, нет вероятности прекращения его производства либо складские запасы позволяют поддерживать работоспособность компонентов в течение установленного срока службы, такой элемент исключается из перечня.

А.5.6 В случае если в результате оценки признается уже случившееся или высоковероятное в течение срока службы устаревание элемента, этот факт отражается в перечне.

А.5.7 Определение приоритетов

В полученных перечнях элементов, подверженных МС, для каждого элемента следует установить приоритеты решения проблемы исходя из степени влияния на безопасность станции. Учитывают три основных фактора:

а) важность компонента для АС;

б) спрос АС на запасные части;

в) доступность запасных частей на складе АС.

Эта схема приоритетов осуществляется на основе классификации компонентов, информации о нарядах на работы, истории движения запчастей на складе, истории отказов или любых дополнительных критериях, определенных эксплуатирующей организацией. Относительная важность каждого фактора определяется эксплуатирующей организацией, и относительный вес либо важность присваивается для каждого фактора. Основываясь на опыте эксплуатации схема приоритизации изменяется с течением времени, по мере того как программа усовершенствуется с учетом накопленного опыта. Схема приоритетов основывается на приведенном выше.

Можно иметь достаточно запасных частей для устаревшего элемента на складе в хороших условиях, чтобы гарантировать безопасную и надежную работу в течение достаточно длительного периода времени. Каждая станция может иметь конкретные приоритеты. Как правило, следующие факторы рассматривались при определении приоритетности:

- количество идентичного оборудования, эксплуатирующегося на станции;
- текущий уровень запасов;
- история потребления запасных частей;
- интенсивность отказов оборудования;
- сроки производства;
- максимальные и минимальные складские запасы;
- предстоящий спрос для ТОиР;
- старение оборудования на складе;
- классификация оборудования по критичности (критическое, некритическое, ведет к останову);
- воздействие на безопасность и надежную работу АС в случае отказа/отсутствия этого элемента;
- способность поддерживать работоспособность устаревшего компонента с использованием имеющихся запасных частей.

А.5.8 Определение способов управления моральным старением

Для управления МС могут использоваться следующие методы:

- поддержание на необходимом уровне страхового и неснижаемого запаса, а также ремонтного обменного фонда оборудования, узлов и запасных частей. Этот метод может применяться для элементов, пока имеющихся на рынке, для которых прогнозируется устаревание в течение установленного срока службы.

Организация деятельности по поддержанию страхового и неснижаемого запаса, а также ремонтного обменного фонда оборудования, узлов и запасных частей осуществляется в соответствии со стандартами эксплуатирующей организации, устанавливающими требования по страховому запасу, неснижаемому запасу товарно-материальных ценностей для обеспечения ремонтно-эксплуатационных нужд АС и ремонтному обменному фонду оборудования, узлов и запасных частей;

- приобретение запасных частей на рынке запасов

В случаях, когда первоначальный изготовитель более не выпускает изделие, могут существовать запасы таких изделий, и они могут быть в продаже у отдельных поставщиков либо предлагаться к реализации другими АС. Это наименее проблемное решение, так оно обеспечивает идентичными деталями и компонентами для решения проблемы МС;

- организация индивидуального производства

Первоначальные изготовители продукта иногда готовы изготавливать снятые с производства образцы в определенном количестве для пополнения запаса морально устаревших деталей для станции.

Закупка отдельной партии изделий, ранее снятых с серийного производства, осуществляется в соответствии с требованиями [12];

- использование деталей от других компонентов

Использование деталей от других компонентов возможно при ТОиР. Детали, требуемые для перестройки компонента, демонтируют с идентичного оборудования, как правило, выведенного из эксплуатации;

- обратное конструирование с целью воссоздания запасных частей

Этот путь решения состоит в разработке конструкторской документации на оборудование, достаточное для дублирования изделия, путем проверки технической информации и проведения физического изучения оригинального образца. Поставщик третьей стороны, не являющийся изготовителем оригинального оборудования, может быть привлечен к выполнению такого анализа и конструированию изделия с идентичными характеристиками для последующего воспроизводства изделия. Реализация такого пути решения требует выполнения необходимых подтверждений, что созданная идентичная деталь может быть применена без снижения безопасности и надежности;

- эквивалентная замена запасных частей

Определяется другое изделие в качестве замены того, которое более не выпускается, проводится технологический анализ для проверки и подтверждения взаимозаменяемости и влияния замененного изделия на работу системы.

Эквивалентная замена запасных частей выполняется в рамках ТОиР в соответствии с требованиями [13] и [14];

- эквивалентная замена оборудования

Определяется другое изделие в качестве замены того, которое более не выпускается, отсутствует возможность поддержания работоспособности в рамках ТОиР. Проводится технологический анализ для проверки и подтверждения взаимозаменяемости и влияния замененного изделия на работу системы.

А.6 Формирование программы управления моральным старением

Станционная программа УМС формируется ежегодно в первом квартале и включает в себя:

- вводную часть, состоящую из основания для разработки, цели программы, информацию по выполненным мероприятиям по УМС в предыдущий год, оценку эффективности УМС за предыдущий год;
- сводный перечень элементов, подверженных МС по всем подразделениям станции;
- мероприятия по УМС по всем подразделениям станции с указанием планируемых сроков выполнения (приложение В), установленных с учетом присвоенных приоритетов.

А.7 Выполнение и контроль мероприятий, включенных в программу управления моральным старением, осуществляется в рамках программ:

- комплектация запасными частями, поддержание страхового и неснижаемого запаса, а также ремонтного обменного фонда оборудования, узлов и запасных частей в рамках программы финансирования АС;
- поставка запасных частей и выполнение планов по ТОиР оборудования;
- поставка оборудования и выполнение СМР по замене оборудования в рамках программы реализации планов модернизации.

А.8 Оценка эффективности управления моральным старением.

Оценка эффективности выполняется по результатам реализации программы УМС за истекший год, результаты оценки эффективности используются при формировании программы УМС на текущий год, и отражаются в ней:

- процент устаревших компонентов от общего количества компонентов, важных для безопасности;
- количество инцидентов, связанных с МС, в год;
- число приоритетных компонентов, подверженных МС, с распределением по установленным приоритетам;
- количество компонентов с неполными данными (количество компонентов с недостаточной идентификационной информацией);
- общее количество систем или их компонентов, которые были рассмотрены в течение года;
- среднее время закрытия, т. е. время между идентификацией устаревшего элемента и положительных доказательств решения проблемы;

- потеря выработки энергии в связи с МС;
- количество отмененных или отложенных действий по ТОиР в связи с МС;
- количество временных модификаций (или несоответствий проекту) для решения проблем МС.

Оценка эффективности программы управления МС выполняется по факту достижения следующих критериев:

- отсутствие неудач выявления и устранения неблагоприятного воздействия на компоненты систем и элементы, входящие в объем, вызванного устареванием;
- недоступность этих компонентов, превышающая допустимые пределы;
- надежность этих компонентов, не ухудшающаяся из-за устаревания.

Программа УМС должна соответствовать 9 атрибутам, установленным в таблице А.1, если применимо.

Таблица А.1 — Основные атрибуты эффективной программы управления старением

Атрибут	Описание
1 Область применения ПУР, основанная на понимании процессов старения	Конструкции (в том числе конструкционные элементы) и элементы, в отношении которых применяется управление старением. Понимание явлений старения (значительные механизмы деградации, чувствительные участки): - материалы конструкции или элемента, условия эксплуатации, стресс-факторы, участки деградации, механизмы деградации и эффекты старения; - показатели состояния и критерии приемлемости конструкции/элемента; - количественные и качественные прогнозные модели соответствующих явлений старения
2 Профилактические меры, направленные на сведение к минимуму и контроль деградации вследствие старения	Определение профилактических мероприятий. Определение параметров эксплуатации (например, условия окружающей среды и условия эксплуатации) и практическая эксплуатационная деятельность, направленная на замедление возможного ухудшения характеристик конструкции или элемента
3 Выявление эффектов старения	Идентификация спецификации параметров, которые необходимо отслеживать или проверять. Эффективные технологии (проверка, испытания и методы мониторинга) для выявления эффектов старения до отказа конструкции или элемента
4 Мониторинг и тенденции эффектов старения	Контролируемые показатели и параметры состояния. Данные, собираемые с целью облегчения оценки старения конструкции или элемента. Методы оценки (включая анализ и тенденции данных)
5 Смягчение эффектов старения	Действия по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и замене для смягчения обнаруженных эффектов старения и/или деградации конструкции или элемента
6 Критерии приемлемости	Критерии приемлемости, с учетом которых оценивается необходимость принятия корректирующих мер
7 Корректирующие меры	Корректирующие меры в случае, если конструкция или элемент не соответствуют критериям приемлемости
8 Обмен опытом эксплуатации и результатами научных исследований и разработок	Механизм, обеспечивающий своевременный обмен опытом эксплуатации и результатами исследований и разработок (если применимо), а также предоставляющий объективные данные по их учету в программе управления старением
9 Управление качеством	Средства административного контроля, посредством которых документально оформляется реализация программы управления старением и предпринятые меры. Показатели для облегчения оценки и совершенствования программы управления старением. Процесс подтверждения (проверки) адекватности и правильности профилактических мер и полноты и эффективности всех корректирующих мер. Подлежащая выполнению практическая деятельность по ведению документации

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Сведения об элементах главного циркуляционного насоса»

Б.1 Общие сведения об элементах ГЦН

Элемент	Заводской номер	Номер паспорта	Станционное обозначение	Даты изготовления / монтажа/ ввода в действие	Номер помещения	Класс по [7]	Группа по [2]	Внешние динамические воздействия по [8]	Конструкторская организация	Предприятие-изготовитель
Выемные части										
Корпусные части										

Б.2 Сведения об изготовлении и параметрах эксплуатации элементов ГЦН

Элемент	Марка основного металла, узлов и деталей	Материалы для сварки и наплавки	Сведения о технологии сварки (наплавки)	Сведения о термообработке	Давление, МПа	Температура, °С	Наработка, ч	
							С начала пуска блока АС	От последнего капитального ремонта
Выемные части								
Корпусные части								

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Сведения об отступлениях от требований нормативной и проектно-конструкторской документаций»

Элемент ГЦН	НД или ПКД	Описание отступления	Компенсирующие мероприятия
Выемные части			
Корпусные части			

Приложение Г
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Информация по результатам эксплуатации главного циркуляционного насоса»

Информация по результатам эксплуатации ГЦН

Номер ГЦН	Заводской номер	Элемент	Дата монтажа / демонтажа	Дата отказа, повреждения	Наработка до отказа, повреждения, цензурирования, ч		Число требований на срабатывание до отказа, повреждения, цензурирования	Характеристика состояния элемента
					с начала пуска блока АС	от последнего капитального ремонта		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание

Режим работы до отказа, повреждения	Вид отказа	Причины отказа, повреждения, цензурирования		Последствия и принятые меры	Время восстановления исправного состояния, ч	Примечание	Отчетная документация, обозначение
		Непосредственные	Коренные				
10	11	12	13	14	15	16	17

Порядок заполнения форм:

В графы «Наработка до отказа, повреждения, цензурирования, ч» и «Число требований на срабатывание до отказа, повреждения, цензурирования» в случае отказа невосстанавливаемого элемента заносится информация по наработке или числу требований на срабатывание до отказа. В случае нескольких отказов данного элемента с последующим восстановлением его работоспособного состояния в указанных графах приводится наработка с момента ввода в эксплуатацию до первого отказа и наработки между последующими отказами. В случае безотказной работы элемента с момента ввода его в эксплуатацию (восстановления его работоспособного состояния) до момента цензурирования указывается наработка данного элемента с момента ввода его в эксплуатацию (восстановления работоспособного состояния) до момента цензурирования. В случае повреждения в графе указывается наработка элемента на момент повреждения.

Графа «Характеристика состояния элемента» указывает на то, какое состояние имел элемент на момент демонтажа: отказавшее, исправное или поврежденное. Для этого в графе ставится символ «О» — состояние элемента, обусловленное отказом, «П» — состояние элемента, обусловленное повреждением,

или «И» — исправное состояние элемента. Данный идентификатор используется также при построении трендов отказов и повреждений по годам эксплуатации и диаграмм зависимости интенсивности отказов и вероятности безотказной работы от наработки.

В графе «Режим работы до отказа, повреждения» из списка выбирается один из возможных режимов работы элемента перед возникновением отказа или повреждения: работа, ожидание, запуск.

В графе «Тип отказа, повреждения» из списка выбирается характеристика имевшего место события (например, «останов» или «незапуск» и т.д.).

В графе «Причины отказа, повреждения, цензурирования» указывается непосредственная* и коренная** причины отказа, повреждения либо причина вывода из эксплуатации (достижение назначенного ресурса, срока службы и т.п.).

В графе «Последствия и принятые меры» указывается характер отклонений от установленных пределов и условий нормальной эксплуатации, а также меры, принятые для устранения нарушения и предотвращения подобных случаев в дальнейшем.

В графе «Примечание» указывается другая дополнительная информация.

---

* Непосредственная причина — это явление, процесс или состояние, обусловившее нарушение нормального протекания технологического процесса.

** Коренная причина — это обстоятельство, создавшее условия для наличия или проявления непосредственной причины.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Сведения об эксплуатационном контроле элементов главного циркуляционного насоса»

№ ГЦН	Заводской номер	Элемент	Дата выполнения контроля	Метод контроля	№ отчетного документа	Результаты контроля

Приложение Е
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Сведения о ремонте и модернизации элементов главного циркуляционного насоса»

Элемент	Дата проведения ремонта, модернизации	Предприятие-исполнитель	Описание дефекта, повреждения, отказа (вид, геометрические размеры, ориентация и т.д.)	Способ ремонта (устранение дефекта, повреждения механической обработкой, сваркой, наплавкой и т.д.)	Документация на проведение ремонта, модернизации	Продолжительность ремонта, модернизации	Отчетная документация на проведение ремонта, модернизации
Выемные части							
Корпусные части							

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Сведения об отклонениях от нормируемых значений»

Сведения об отклонениях параметров эксплуатации и среды от нормируемых значений элементов ГЦН

Элемент ГЦН	Давление, МПа	Температура, °С	Показатель качества теплоносителя, нормируемый с указанием штатной величины и единиц измерений	Зафиксированное значение показателя качества среды	Дата фиксации отклонения	Длительность отклонения	Отчетная документация
Выемные части							
Корпусные части							

Приложение И
(рекомендуемое)

Перечень исходных данных для выполнения расчетов на прочность при продлении срока службы

Для выполнения расчетов на прочность используются следующие исходные данные:

а) фактические значения внутреннего давления в процессе эксплуатации;

б) фактические значения температурного воздействия;

в) значения усилий от ГЦТ (КМПЦ), воздействующих на патрубки для различных режимов эксплуатации;

г) количество режимов нагружения (фактическое и прогнозируемое);

д) фактическая наработка для каждого режима;

е) скорости разогрева и расхолаживания;

ж) геометрические (фактические и прогнозируемые) размеры корпусных деталей, в том числе полученные путем толщинометрии;

и) фактические геометрические размеры имеющихся концентраторов напряжений и вновь появившихся дефектов, установленные в результате контроля, механизмы образования и роста дефектов и повреждений корпусных деталей, геометрия расположения дефектов на деталях;

к) значения (фактические и прогнозируемые) механических свойств металла;

л) значения спектров отклика для реакторного отделения на отметке установки ГЦН (ГЦНА);

м) значение критической температуры хрупкости материала в исходном состоянии;

н) сдвиг критической температуры хрупкости вследствие температурного старения, циклической повреждаемости и нейтронного облучения;

п) значение усилий, действующих на опоры (весовые опоры, тяги, гидроамортизаторы) при НЭ, ПА и внешних динамических воздействиях;

р) значение усилий, действующих на фланцевые соединения агрегата (стыки агрегата) при НЭ, ПА и внешних динамических воздействиях.

Приложение К
(рекомендуемое)

Форма информационной карты «Сведения об истории нагружения»

Элемент ГЦН	Нормальная эксплуатация *		Нарушения нормальной эксплуатации		Аварии	
	Количество режимов по проекту	Фактическое количество режимов и значения параметров нагружения	Количество режимов по проекту	Фактическое количество режимов и значения параметров нагружения	Количество режимов по проекту	Фактическое количество режимов и значения параметров нагружения
Выемная часть						
Корпусные части						

* Затяг болтов и шпилек, пуск, стационарный режим, работа систем аварийной защиты, изменение мощности реактора, гидравлические испытания.

Приложение Л
(рекомендуемое)

Форма перечня элементов, подверженных моральному старению

№ п/п	Цех, владелец оборудования	Наименование системы	Наименование и обозначение элемента	Класс безопасности по [7]	Описание проблемы	Приоритет	Способ управления моральным старением (наименование мероприятия)	Обоснование способа управления моральным старением (№ документа, ТР)	Планируемый срок завершения мероприятия	Запланированный объем на текущий год	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Библиография

[1] НП-096-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения

[2] НП-089-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

[3] РБ-133-17 Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций

[4] РБ-132-17 Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик, работающих под давлением оборудования и трубопроводов атомных станций

[5] НП-105-18 Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже

[6] ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

[7] НП-001-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций»

[8] НП-031-01 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

[9] НП-084-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций

[10] Программа обеспечения качества углубленной оценки безопасности блоков АС

[11] SSG-48 Руководство по безопасности МАГАТЭ «Управление старением атомных электростанций»

[12] Программа обеспечения качества при эксплуатации АС. ПОКАС (Э)

[13] Программа обеспечения качества технического обслуживания и ремонта оборудования и систем АС (ПОКТОР)

[14] Положение об организации ремонта на АС

УДК 620.267:53.08:006.354 ОКС 27.120

Ключевые слова: ГЦН блока АС

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 08.09.2022. Подписано в печать 19.09.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru