

УТВЕРЖДЕНО

приказ Департамента по ядерной и радиационной безопасности
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

№

РУКОВОДСТВО

по ядерной и радиационной безопасности
«Управление ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения»

ГЛАВА 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Руководство по ядерной и радиационной безопасности «Управление ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения» (далее – Руководство по безопасности) разработано в целях содействия соблюдению требований норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Общие положения обеспечения безопасности атомных электростанций», утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 13 апреля 2020 г. № 15 (далее – НиП № 15), «Безопасность атомных электростанций. Требования к программе по управлению старением атомных электростанций», утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 6 декабря 2018 г. № 61 (далее – НиП № 61), «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных электростанций», утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 30 июня 2021 г. № 45 (далее – НиП № 45).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Департамента по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь к мероприятиям по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных электростанций (далее – АЭС) при проектировании, конструировании, производстве, сооружении (включая монтаж, наладку, ввод в эксплуатацию), эксплуатации (в том числе и при продлении срока службы), реконструкции (модификации), ремонте и выводе энергоблока АЭС из эксплуатации, а также для оптимизации проведения технического

обслуживания и ремонтов (далее – ТОиР).

3. Действие настоящего Руководства по безопасности распространяется на оборудование и трубопроводы, включенные в программы по управлению старением и по управлению ресурсом в соответствии с НиП № 61.

4. Настоящее Руководство по безопасности рекомендуется для применения юридическим и физическим лицам, осуществляющим конструирование и эксплуатацию оборудования и трубопроводов АЭС.

5. Требования по управлению ресурсом могут быть выполнены с использованием иных способов (методов), отличных от изложенных в настоящем Руководстве по безопасности, при обоснованности выбранных способов (методов) для обеспечения безопасности.

6. Перечень оборудования и трубопроводов АЭС, включаемых в программу по управлению ресурсом и попадающих под действие настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется разрабатывать эксплуатирующей организации и согласовывать с конструкторскими (проектными) организациями в своей части.

7. В настоящем Руководстве по безопасности используются термины и определения, приведенные в НиП № 15 и НиП № 61, а также следующие термины и определения:

выработанный ресурс – изменение значений ресурсных характеристик оборудования и трубопроводов от начала их эксплуатации до текущего момента эксплуатации (или контроля их технического состояния);

незаменимое оборудование и трубопроводы – оборудование и трубопроводы, замена которых в процессе эксплуатации технически невозможна или экономически нецелесообразна;

оборудование – элементы энергоблока АЭС, отнесенные разработчиками проектов АЭС и реакторной установки (далее – РУ) в соответствии с нормами и правилами в области использования атомной энергии к 1, 2 и 3 классам безопасности по степени влияния на безопасность;

остаточный ресурс – разность между установленным и выработанным ресурсом;

продленный срок службы – календарная продолжительность (период) эксплуатации оборудования и трубопроводов сверх назначенного срока службы;

повреждение – следствие механического, физического или химического воздействия на оборудование, приводящее к уменьшению его ресурса;

ресурсные характеристики – количественные значения параметров, определяющих ресурс элемента АЭС;

референтная единица оборудования – одна или несколько единиц типового оборудования, отобранных для осуществления мероприятий по управлению ресурсом по критериям наибольшей нагруженности и/или наиболее жестких условий эксплуатации;

трубопровод – элемент АЭС, предназначенный для транспортирования рабочей среды, состоящий из изделий (труб, гибов, отводов, тройников, колен, клапанов, насосов, задвижек и пр.), соединенных между собой разъемными или неразъемными соединениями;

цикл нагружения – изменения параметров (давление, температура), которые следует учитывать в соответствии с проектной документацией.

8. Если ресурсные характеристики оборудования и трубопроводов АЭС по каким-либо причинам не установлены на стадии конструирования (проектирования), то их рекомендуется установить эксплуатирующей организации с привлечением специализированных, научных организаций. При этом перечень ресурсных характеристик рекомендуется согласовать с организацией, которая выполняла конструирование (проектирование) оборудования, трубопроводов (за исключением случаев, когда конструкторские организации прекратили существование).

9. Программа по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов, разработанная на основе установленных конструкторскими (проектными) организациями критериев оценки ресурса, ориентирована на предупреждение повреждений оборудования и трубопроводов АЭС из-за деградации и негативных эффектов старения конструкционных материалов и самих конструкций при их эксплуатации.

10. В программу по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС рекомендуется включать перечень разделов, приведенный в приложении 1 к настоящему Руководству по безопасности. Перечень разделов при необходимости может быть дополнен.

11. В рабочих программах эксплуатационного неразрушающего контроля состояния металла оборудования и трубопроводов АЭС и в регламентах ТОиР оборудования и трубопроводов АЭС рекомендуется учитывать положения программы по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС.

ГЛАВА 2

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ К УПРАВЛЕНИЮ РЕСУРСОМ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АЭС ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И КОНСТРУИРОВАНИИ

12. При разработке программы по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС рекомендуется учитывать методологию управления ресурсом, разработанную проектировщиками и

конструкторами АЭС и РУ, основанную на прогнозировании механизмов повреждения конструкционных материалов оборудования и трубопроводов АЭС, мониторинге ресурсных характеристик и выявлении доминирующих механизмов старения и деградации на стадии эксплуатации, а также определить требования к базам данных, обеспечивающих выполнение программы по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС.

13. В отчетных документах по выполнению программы по управлению ресурсом рекомендуется отражать результаты периодической оценки фактического состояния оборудования и трубопроводов АЭС и их остаточного ресурса, корректирующие меры по устранению или ослаблению механизмов старения и деградации, с учетом мер и средств для поддержания значений ресурсных характеристик в пределах, обеспечивающих назначенный срок службы оборудования и трубопроводов АЭС, определенных конструкторскими (проектными) организациями.

14. В конструкторской (проектной) документации на оборудование и трубопроводы АЭС рекомендуется учитывать накопленный опыт эксплуатации энергоблоков АЭС, а также опыт изготовления, монтажа, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС и результаты научных исследований.

15. Для вновь проектируемых энергоблоков АЭС в конструкторской (проектной) документации на оборудование и трубопроводы АЭС рекомендуется предусматривать системы и (или) способы контроля параметров, определяющих ресурс оборудования и трубопроводов АЭС в течение всего срока их службы, примерный перечень которых приведен в приложении 2 к настоящему Руководству по безопасности. При необходимости указанный перечень параметров может быть дополнен.

Для сооружаемых и находящихся в эксплуатации АЭС рекомендуется определить порядок дооснащения оборудования и трубопроводов АЭС системами и (или) способами контроля необходимых параметров из примерного перечня, приведенного в приложении 2 к настоящему Руководству по безопасности.

16. В конструкторской (проектной) документации на оборудование и трубопроводы АЭС рекомендуется предусмотреть возможность их осмотра, технического обслуживания, ремонта, периодического контроля и замены (за исключением незаменимого оборудования и трубопроводов АЭС) в процессе эксплуатации.

17. Конструкции и компоновка оборудования и трубопроводов АЭС не должны препятствовать осуществлению контроля, проверок, испытаний, отбора проб с целью подтверждения прогнозируемых значений и скоростей изменения ресурсных характеристик, связанных с

механизмами старения и деградации конструкционных материалов во время эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС.

18. Конструкторским (проектным) организациям рекомендуется разрабатывать методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса оборудования и трубопроводов АЭС. В проектах РУ и АЭС рекомендуется указать методы и технические средства эксплуатационного контроля и диагностирования состояния оборудования и трубопроводов АЭС, ТОиР, позволяющие при эксплуатации своевременно обнаруживать проявления механизмов старения и деградации конструкционных материалов.

ГЛАВА 3

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АЭС И СООРУЖЕНИИ АЭС

19. До ввода энергоблока АЭС в эксплуатацию эксплуатирующей организации с привлечением разработчиков проектов АЭС и РУ рекомендуется:

а) разработать программу по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС, в которой предлагается отразить методологию управления ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС с учетом схемы управления ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций на стадии эксплуатации, приведенной в приложении 3 к настоящему Руководству по безопасности;

б) подготовить математическое обеспечение для ведения базы данных по оборудованию и трубопроводам АЭС, позволяющей на любом этапе жизненного цикла энергоблока АЭС обеспечить сбор, хранение и возможность сопоставления исходных и фактических значений их ресурсных характеристик, фиксировать и анализировать информацию о способных повлиять на ресурс условиях эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС;

в) разработать порядок сбора и хранения данных, необходимых для выполнения программы по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС и оценки их остаточного ресурса, при этом уделив особое внимание наиболее нагруженным сварным соединениям, зонам с наибольшими напряжениями (в том числе локальным зонам с высокой концентрацией напряжений), местам с наиболее высокой температурой и максимальными градиентами (перепадами) температуры, местам, подверженным наибольшему радиационному охрупчиванию, а также зонам, подверженным вибрации, коррозионному и эрозионному износу.

20. При разработке порядка сбора и хранения данных, необходимых

для выполнения работ по программе по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС и оценки их остаточного ресурса, рекомендуется учитывать отклонения от конструкторской (проектной) документации на оборудование и трубопроводы АЭС и технологии их изготовления (при наличии таких отклонений), ремонтах, термообработках, дополнительных испытаниях, проведенных при изготовлении или монтаже оборудования, способных повлиять на ресурс оборудования и трубопроводов АЭС, а также способах защиты оборудования и трубопроводов АЭС от коррозии при хранении, эксплуатации и планово-предупредительных ремонтах.

ГЛАВА 4

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОМ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АЭС НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

21. Результаты проводимого на энергоблоке АЭС контроля технического состояния оборудования и трубопроводов АЭС рекомендуется учитывать при оценках выработанного и прогнозах остаточного ресурса оборудования и трубопроводов АЭС с использованием данных по фактическим условиям эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС в соответствии с программой по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС.

22. При выявлении в процессе эксплуатации и при периодическом контроле технического состояния оборудования и трубопроводов АЭС каких-либо повреждений или отклонений от требований конструкторской (проектной) документации информацию о них рекомендуется заносить в базу данных для ее последующего использования при управлении ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС, оценке их остаточного ресурса, а также при вероятностной оценке безопасности и периодической оценке безопасности эксплуатации АЭС.

23. С целью прогнозирования деградации оборудования и трубопроводов АЭС и их материалов, а также с целью разработки своевременных корректирующих или смягчающих механизмы деградации мер рекомендуется проводить мониторинг и прогнозирование тенденций механизмов деградации.

Способы обнаружения проявлений механизмов деградации, периодичность их контроля, а также анализ результатов контроля должны обеспечивать выявление механизмов деградации на ранней стадии их проявления и принятие своевременных мер до возникновения необратимых последствий из-за их развития.

24. При обнаружении непредусмотренных в проектах РУ и АЭС факторов, способных негативно повлиять на механизмы деградации

оборудования и трубопроводов АЭС и их материалов и привести к ускоренной выработке остаточного ресурса оборудования и трубопроводов АЭС, эксплуатирующей организации рекомендуется предоставить всю необходимую информацию организациям-разработчикам проектов РУ и АЭС для учета этих факторов в проектах РУ и АЭС. После получения указанной информации организациям-разработчикам проектов РУ и АЭС рекомендуется оценить влияние непредусмотренных в проекте факторов на ресурс оборудования и трубопроводов АЭС с предложением мер по исключению или снижению влияния таких факторов. Указанные меры рекомендуется учитывать в программе по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС.

25. Назначенный срок службы оборудования и трубопроводов АЭС может быть сокращен при обнаружении непредусмотренных в проектах РУ или АЭС факторов, негативно влияющих на механизмы старения и деградации и приводящих к необратимой и неуправляемой корректирующими мерами ускоренной выработке остаточного ресурса оборудования и трубопроводов АЭС.

26. Срок службы оборудования и трубопроводов АЭС может быть продлен, если их ресурс не исчерпан и остаточный ресурс оборудования и трубопроводов АЭС позволяет продолжить безопасную эксплуатацию энергоблока АЭС.

ГЛАВА 5

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОМ НА СТАДИИ ПРОДЛЕННОГО СРОКА СЛУЖБЫ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АЭС

27. При наличии положительного результата обоснования возможности продления срока службы оборудования и трубопроводов АЭС эксплуатирующей организации рекомендуется оформить решение о продлении их срока службы и внести необходимые изменения в программу по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС.

28. Результаты периодических оценок остаточного ресурса оборудования и трубопроводов АЭС на стадии продленного срока службы рекомендуется учитывать в отчетах по обоснованию безопасности.

29. При продлении срока эксплуатации энергоблока АЭС продление срока службы незаменимого оборудования и трубопроводов АЭС рекомендуется осуществлять в комплексе работ по продлению срока эксплуатации энергоблока АЭС в соответствии с требованиями нормативных документов, регулирующих процедуры продления срока эксплуатации энергоблока АЭС, с учетом данных по реализации программы по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС.

ГЛАВА 6

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОМ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ВЫВОДЕ ЭНЕРГБЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

30. Программу по управлению ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС на стадии вывода энергоблока АЭС из эксплуатации рекомендуется скоординировать с этапами вывода энергоблока АЭС из эксплуатации с учетом очередности, последовательности демонтажа, утилизации оборудования и трубопроводов АЭС.

31. Очередность демонтажа оборудования и трубопроводов АЭС рекомендуется разрабатывать на основании программы вывода энергоблока АЭС из эксплуатации.

32. Управление ресурсом незаменимых оборудования и трубопроводов, используемых при выводе энергоблока АЭС из эксплуатации, рекомендуется продолжать до завершения их демонтажа в соответствии с этапами и очередностью, предусмотренными программой вывода энергоблока АЭС из эксплуатации.

Приложение 1

к Руководству по ядерной и радиационной безопасности «Управление ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения»

Рекомендуемый перечень разделов программы по управлению ресурсом

1. Перечень оборудования и трубопроводов АЭС, ресурс которых подлежит управлению, а ресурсные характеристики – мониторингу, с указанием контролируемых параметров для каждой единицы оборудования и трубопроводов.

2. Способы мониторинга процессов накопления повреждений в материалах и элементах конструкций оборудования и трубопроводов АЭС вследствие старения, коррозии, усталости, радиационного, температурного, механического и иных воздействий, влияющих на механизмы старения, деградации и отказов оборудования и трубопроводов АЭС.

3. Порядок учета технического состояния оборудования и трубопроводов АЭС, фактических характеристик материалов, параметров нагружения и условий эксплуатации и порядок корректировки рабочих программ эксплуатационного контроля технического состояния оборудования и трубопроводов АЭС.

4. Порядок принятия и реализации мер, направленных на устранение или смягчение повреждающих факторов.

5. Порядок учета выработанного и оценки остаточного ресурса оборудования и трубопроводов АЭС.

6. Порядок корректировки регламента ТОиР с целью упреждения необратимых проявлений механизмов старения и деградации оборудования и трубопроводов АЭС.

Приложение 2

к Руководству по ядерной и радиационной безопасности «Управление ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения»

Примерный перечень параметров, определяющих ресурс оборудования и трубопроводов АЭС в течение всего срока их службы

Температура;
скорость разогрева или расхолаживания;
градиенты температур по толщине стенки;
давление и скорость повышения или сброса давления теплоносителя или рабочих сред;
вибрационные характеристики;
температура и влажность в помещении, в котором расположено оборудование и(или) трубопроводы;
интенсивность освещенности;
степень окисления смазки;
скорость потока теплоносителя или рабочих сред;
количество циклов нагружения;
изменения толщин стенок;
радиационное воздействие;
интенсивность электромагнитного поля в местах расположения оборудования и(или) трубопроводов;
величина перемещения контрольных точек оборудования и трубопроводов АЭС при разогреве или расхолаживании, а также при внешних и(или) внутренних воздействиях;
характеристики внешних воздействий;
выходные сигналы электронных блоков.

Приложение 3

к Руководству по ядерной и радиационной безопасности «Управление ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения»

Схема управления ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций на стадии эксплуатации

