

УДК 621.039.586(045)

А. С. Нефедов¹, В. А. Тонких¹,
В. В. Урбанский², Е. В. Усачёва¹

¹ Славутичский филиал ГП «Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»

² ГП НАЭК «Энергоатом»

Анализ ремонтной документации на АЭС Украины

Дан обзор существующей нормативной базы в сфере технического обслуживания и ремонта оборудования АЭС, приведен анализ нарушений вследствие некачественного выполнения данных работ. Цель статьи — оптимизация требований к составу и минимальному объему документов, необходимых для проведения технического обслуживания и ремонта, рекомендации по их усовершенствованию.

О. С. Нефедов, В. О. Тонких, В. В. Урбанский,
О. В. Усачова

Аналіз ремонтної документації на АЕС України

Наведено огляд існуючої нормативної бази у сфері технічного обслуговування і ремонту устаткування АЕС та аналіз порушень унаслідок неякісного виконання цих робіт. Мета статті — оптимізація вимог до складу мінімального обсягу документів, необхідних для проведення технічного обслуговування і ремонту, рекомендації щодо їх удосконалення.

Регулярное техническое обслуживание и ремонт технологических систем и оборудования атомных электростанций (АЭС) проводятся для поддержания ими способности удовлетворять проектным требованиям. Система технического обслуживания и ремонта (ТОиР) — это совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта, а также исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества всех элементов АЭС, охватываемых этой системой. Административное руководство АЭС обязано обеспечить создание необходимой организационной структуры для успешного функционирования системы ремонта и технического обслуживания, обеспечение ее необходимыми нормативными документами и инженерно-технической поддержкой.

Вся эксплуатационная документация на АЭС, в состав которой входит и документация по ТОиР, разработана с учетом требований действующей в атомной энергетике на момент разработки нормативно-технической документации и в соответствии с установленными на АЭС процедурами, определяемыми соответствующими стандартами предприятия.

Документация на АЭС в настоящее время базируется на требованиях следующих нормативно-технических документов:

- ГОСТ 2.104-68, ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 2.602-95;
- отраслевых стандартов ОСТ 34-37-801-85, ОСТ 34-37-803-85, ОСТ 34-37-809-85, ОСТ 34-37-806-85, ОСТ 34-37-807-85, ОСТ 34-37-808-85, ОСТ 34-37-804-85, ОСТ 34-37-805-85, ОСТ 34-37-810-85, ОСТ 34-37-799-85, ОСТ 34-37-800-85, ОСТ 34-37-802-85, ОСТ 34-37-812-85, ОСТ 34-37-811-85;
- РД-34-10-114-92;
- ДБН А.3.1-3-94;
- СНиП 3.05.07-85;
- нормативно-технической документации, действующей в атомной энергетике: «Общие положения безопасности атомных станций» (НП 306.2.141-2008), «Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций», «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций» (ПБЯ РУ АС-89), «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», «Система технического обслуживания и ремонта АС. Общие положения», «Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования атомных станций», «Положение о порядке вывода оборудования в ремонт и ввода его в эксплуатацию после ремонта на АС», специальных правил и норм серии «Правила и нормы в атомной энергетике»;
- программ и методик испытаний главного конструктора реакторной установки ОКБ «Гидропресс»;
- документации главного конструктора турбины;
- документации заводов-изготовителей оборудования;
- документации научного руководителя пуска;
- типовых программ;
- стандартов предприятия, действующих на АЭС.

В результате анализа данной информации явно прослеживается ситуация, при которой вся система технической документации по ТОиР опирается в основном на стандарты 1985–1990 гг.

Кроме того, действующая в настоящее время документация по ТОиР разработана на основе проектной и конструкторской документации изготовителей оборудования, которая, по большей части, устанавливает общие требования на изделия всех отраслей промышленности. В результате имеющаяся документация по ТОиР не в полной мере учитывает специфику и опыт (в том числе и международный)

проведения техобслуживания и ремонтов аналогичного оборудования АЭС.

Недостатки технической документации по ремонту и техническому обслуживанию могут послужить причиной ошибки при проведении работ персоналом и, как следствие, привести к неправильному функционированию систем, важных для безопасности АЭС, или нарушить глубоководную защиту.

Документация по ТОиР в атомной энергетике

В соответствии с п. 5.6.1.28 [1] до начала ремонта должна быть подготовлена необходимая ремонтная документация, составлена и утверждена техническая документация на работы, предусмотренные к выполнению в период ремонта. Ремонтные, ремонтно-наладочные организации и подразделения энергообъектов должны быть укомплектованы технологической документацией, инструментом и средствами производства специальных ремонтных работ.

С целью упорядочения работы с ремонтной документацией, для выполнения ТОиР систем и оборудования АЭС разработан документ [5], определяющий порядок и правила централизованной (для всех ОП АЭС ГП НАЭК «Энергоатом») разработки документации для ремонта оборудования АЭС — виды, комплектность и требования к построению, содержанию, оформлению документации, используемой для ремонта оборудования АЭС.

Согласно данному СТП, состав комплекта документов для ремонта показан на рис. 1.

Комплектность и содержание документов для ремонта определяет разработчик по согласованию с предполагаемым исполнителем ремонта и владельцем оборудования, учитывая степень сложности изделия, влияния его на безопасность АЭС, стадию разработки, степень детализации описания технологических процессов, сложность технологического оснащения.

Технологическая готовность атомной станции (ремонтного предприятия) к ТОиР оборудования систем определяется наличием комплектов технологической документации на работы по ТОиР и средств оснащения, включая средства контроля и испытаний, необходимые для выполнения работ с установленным качеством и другими технико-экономическими показателями.

Соответствие технической документации современным требованиям положений законов Украины, нормативной документации и рекомендаций МАГАТЭ

Развитие современной нормативной базы по ЯРБ в Украине сопряжено с определенным влиянием документов и структурных подходов к обеспечению безопасности АЭС, разработанных на ранних стадиях развития атомной энергетики в Украине. Ввиду объективно сложившихся обстоя-



Рис. 1. Комплект ремонтной документации

тельств, среди требований действующих в Украине норм, правил и стандартов по ЯРБ на данный момент превалируют положения нормативных документов, составлявших нормативную базу в сфере использования ядерной энергии в бывшем СССР. По мере развития атомной энергетики в Украине и ее интеграции в мировое сообщество, подходы к управлению АЭС и обеспечению ее безопасности модифицируются с учетом национального и мирового накопленного опыта, отраженного в соответствующих рекомендательных документах МАГАТЭ и оказывающего существенное влияние на реализацию принципов безопасности и состав действующих в настоящее время документов.

В отдельных случаях, прямое применение требований действующих в настоящее время в Украине норм, правил и стандартов по ЯРБ не является конструктивным, что обусловлено наличием в нормативных документах устаревших требований или возникновением отдельных противоречий при введении в действие новых документов.

В результате анализа требований, предъявляемых к содержанию документов по ТОиР, в целях их унификации, а также исходя из опыта работы, можно сделать вывод, что для обеспечения безопасного и качественного выполнения работ по ТОиР оптимальный комплект документации (необходимый и достаточный) должен содержать технические условия на ремонт (конструкторский документ) и комплект документации на технологический процесс ремонта оборудования АЭС.

При этом технические условия на ремонт должны содержать технические требования, требования к дефектации изделия, значения показателей и норм, которым должно удовлетворять изделие после ремонта, требования к приемке, контрольным испытаниям, комплектации, упаковке, транспортированию и хранению изделия после ремонта, гарантийные обязательства, т. е. все необходимые данные, которые согласно ГОСТ 2.602-95 обязательно должны приводиться в составе руководства и технических условий, но уже без повторений и дублирования.

Технологические документы определяют порядок операций при производстве работ по ТОиР оборудования, методы и средства контроля его состояния, порядок устранения выявляемых дефектов для обеспечения требуемого качества работ, включая контроль качества их выполнения и исправности оборудования, необходимые трудовые ресурсы. Технологические документы в обязательном порядке должны предлагать систему фиксации информации о техническом состоянии оборудования в виде карт контроля, карт измерений и т. д.

Технологическая документация должна разрабатываться для оборудования систем, важных для безопасности, при ремонте с применением сварки (наплавки) оборудования и трубопроводов, на которые распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», а также при необходимости выполнения технологически сложных операций на оборудовании с конкретной привязкой к условиям производства работ и к имеющемуся технологическому оснащению, станочному парку грузоподъемных механизмов и пр. При эксплуатации АЭС разработка технологических документов необходима также на работы по устранению не указанных в конструкторской (ремонтной) документации дефектов оборудования, выявляемых в течение срока его службы.

При этом необходимо отметить, что технические условия являются конструкторским ремонтным документом и

не заменяют технологию ремонта, которая, в соответствии с п. 5.6.1.6 [1], должна пересматриваться не реже одного раза в 5 лет.

Общая информация об ошибках во время технического обслуживания и ремонта оборудования

Ошибки, тематически связанные с техническим обслуживанием и ремонтом, возникают, в основном, при проведении работ по ремонту, испытаниям и проверкам систем и оборудования. Адекватный и качественный контроль над действиями, которые выполняются во время технического обслуживания и ремонта, может снизить количество таких ошибок. При этом необходимо контролировать подготовку и использование процедур, вводный инструктаж персонала, обеспечивать надзор за выполнением работ по техническому обслуживанию.

Во время проведения ТОиР на АЭС выполняются периодические разборки, проверка и замена многих элементов оборудования, которые могут способствовать возможности возникновения ошибок персонала, многие из которых остаются скрытыми.

Скрытые ошибки представляют собой одну из наибольших угроз безопасной эксплуатации АЭС, поэтому очень важно идентифицировать эти ошибки и своевременно исключить их возможные последствия. Как с точки зрения экономической эффективности, так и с точки зрения безопасности выгоднее своевременно выявить ошибку, чем ликвидировать ее последствия.

Анализ нарушений на АЭС Украины, которые произошли вследствие некачественного технического обслуживания и ремонта

В процессе выполнения анализа были рассмотрены все нарушения, произошедшие на протяжении последних 10 лет (с 1997 г. по первое полугодие 2007 г.) на украинских АЭС, и расследованы соответственно IRS Topical Studies of maintenance events involving quality assurance, human factors and procedural issues. Preliminary report. Phase 1. A broad review and analysis of maintenance-related events reported to IRS. Анализ показал, что из 498 проанализированных нарушений 102 события произошли вследствие некачественного технического обслуживания и ремонта.

На рис. 2 представлено процентное распределение событий, связанных с техническим обслуживанием (ТО), по годам.

Среднее количество нарушений, связанных с ТО, за все рассмотренные годы составляет 20 % общего количества всех нарушений, произошедших в этот период, а по некоторым годам превышает 30 %.

Анализ распределения количества нарушений по видам оборудования показал, что, в подавляющем большинстве, наиболее значим поток отказов на оборудовании технологических систем — 41 %. Из них больше половины приходится на отказы арматуры. Пятую часть от общего количества составляли отказы элементов систем электроснабжения. При каждом восьмом нарушении происходили отказы элементов систем автоматического управления защиты и сигнализации.

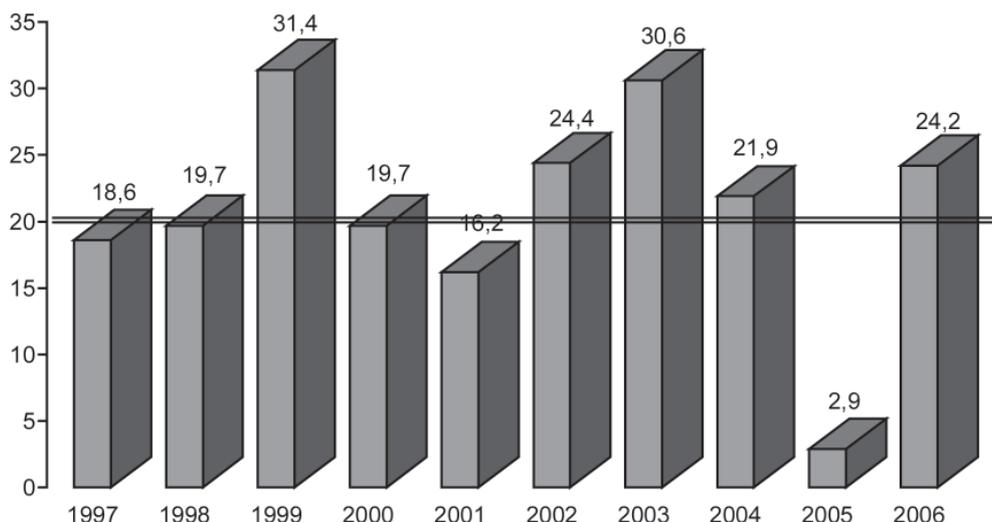


Рис. 2. Процентное распределение событий, связанных с техническим обслуживанием

Анализ событий на зарубежных АЭС, связанных с техническим обслуживанием и ремонтами

Для получения общего представления относительно событий, связанных с техническим обслуживанием на объектах атомной энергетики в мире, рассмотрено тематическое исследование [12] 2837 событий в мире, которые произошли на протяжении 1990–2003 гг. Из них были отобраны и проанализированы по разным показателям 434 события, связанные с техническим обслуживанием (рис. 3).

Анализ мировых тенденций нарушений, связанных с ТОиР, показал, что их основными причинами были:

- недостатки обеспечения качества;
- неадекватные действия персонала во время ТОиР;
- ошибочные действия персонала из-за недостатков процедур и документов;
- дефициты в техническом обслуживании, надзоре или контроле;

недостатки, допущенные в технической документации на оборудование, во время производства или монтажа.

Рассмотрение международных событий, которые произошли на протяжении 1990–2003 гг., показало, что среднее значение нарушений, связанных с ТОиР, составляет 17 % от общего количества рассмотренных нарушений.

Заключение

При выполнении анализа опыта проведения ТОиР на АЭС с реакторами ВВЭР выделены и изучены аспекты, определившие состояние на данный момент как документации ТОиР на АЭС Украины в целом, так и нормативной базы, которая определяет ее состав, порядок разработки и общую структуру.

При анализе базы действующих в Украине норм, правил и стандартов по ЯРБ, с учетом рекомендаций МАГАТЭ, выявлены недостатки в объеме требований к проведению ТОиР, которые возможно и необходимо нивелировать на

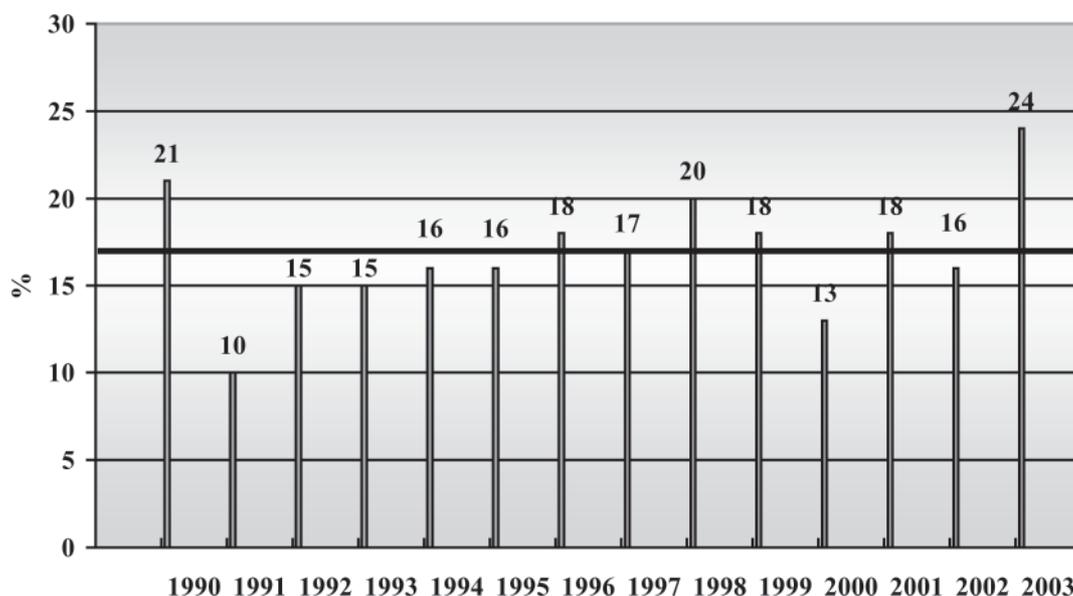


Рис. 3. Процентное распределение событий, связанных с техническим обслуживанием, за 1990–2003 гг.

уровне разработки документации АЭС при оптимизации требований к составу и минимальному объему документов, необходимых для проведения ТОиР. Поскольку указанные недостатки определенным образом затрагивают структурные требования к ТОиР, то пересмотр ремонтной документации с целью устранения несоответствия требованиям действующих в Украине норм, правил и стандартов по ЯРБ для отдельных документов по ТОиР положительно скажется на качестве проводимых ремонтных работ, но не является достаточным. Для достижения современного уровня качества и обеспечения перспектив его дальнейшего повышения, документация по ТОиР должна быть переработана системно и в полном объеме.

В соответствии с результатами проведенного анализа рекомендуется:

провести анализ текущего состояния документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и систем на соответствие требованиям действующих в Украине норм, правил и стандартов по ЯРБ, с первоначальной разработкой методики и критериев оценки;

выполнить общий анализ наличия и действия документации по ТОиР на анализируемый тип оборудования для ее унификации и определения недостающих документов для данного оборудования;

определить оптимальный (необходимый и достаточный) комплект документации на ТОиР оборудования АЭС;

разработать новый стандарт требований по разработке ремонтной документации для технического обслуживания и ремонта оборудования атомных электростанций, учитывающий результаты анализа;

переработать документацию по ТОиР в полном объеме, руководствуясь результатами анализа состояния ремонтной документации и международного опыта;

создать единую электронную базу данных нормативно-технической документации по ТОиР с определением администратора базы в структуре эксплуатирующей организации или самостоятельного оператора по содержанию и оперативному сопровождению её;

определить оператора, ответственного за поддержание базы данных нормативно-технической документации по ТОиР в актуальном состоянии и наделенного полномочиями циркулярного воздействия на ремонтные структуры всех

АЭС с учетом изменяющегося нормативного поля Украины, международного опыта эксплуатации систем и оборудования АЭС, собственного опыта эксплуатации, совершенствования средств и технологий ремонта, результатов исследования инцидентов ремонтной направленности и назначенных корректирующих мероприятий;

выполнять работы по корректировке и пересмотру ремонтной документации в плановом порядке не реже 1 раза в 5 лет, согласно требованиям [1] и [11].

Литература

1. ГКД 34.20.507-2003. Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила.
2. СОУ-Н ЯЕК 1.010:2008. Правила організації технічного обслуговування і ремонту систем та обладнання атомних електростанцій.
3. РД 53.025.010-89. Система технического обслуживания и ремонта атомных электростанций. Нормативные документы ТО и планового ремонта оборудования.
4. ГОСТ 2.601. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.
5. СТП 0.05.056-2006. Система технического обслуживания и ремонта оборудования атомных электростанций. Разработка ремонтной документации. Основные положения.
6. ГОСТ 2.602. Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы.
7. ПНАЭ Г-7-008-89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭУ.
8. РД 53.025.014-89. Система технического обслуживания и ремонта АЭС. Документы технического контроля сварки и наплавки при ремонте оборудования. Виды и правила оформления.
9. J. Rasmussen. What can be learned from human error reports // In K. Duncan, M. Gruneberg & D. Wallis; Changes in Working Life. — London, Wiley. 1980.
10. James Reason. Managing the Risks of Organizational Accidents. — Ashgate Publishing, 1997.
11. ДСТУ 1.3:2004. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначення технічних умов.
12. IRS Topical Studies of maintenance events involving quality assurance, human factors and procedural issues. Preliminary report. Phase 1. A broad review and analysis of maintenance-related events reported to IRS, David Stimpson, United Kingdom, 2005.