Федеральная служба
по экологическому, технологическому и атомному надзору

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА
В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Утверждены
постановлением
Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от 4 мая 2005 г.
№ 2

ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДКРИТИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ПБЯ ПКС-2005

НП-059-05

Введены в действие
с 1 ноября 2005 г.

Москва 2005

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.039

ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДКРИТИЧЕСКИХ СТЕНДОВ. ПБЯ ПКС-2005. НП-059-05

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
Москва, 2005

Правила ядерной безопасности подкритических стендов устанавливают требования к обеспечению ядерной безопасности при проектировании, сооружении и эксплуатации подкритических стендов.

Настоящий документ разработан с учетом требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, включая Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок, и учитывает рекомендации МАГАТЭ, изложенные в Safety Requirements of the Research Reactors. Draft Safety Requirements to supersede SS 35-S1 and 35-S2, Status: Review CSS. IAEA, Vienna 2003.*)

Нормативный документ прошел правовую экспертизу Минюста России (письмо Минюста России от 31 мая 2005 г. № 07/4237-ВЯ).

*) Нормативный документ подготовлен в НТЦ ЯРБ при участии специалистов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Федерального агентства по атомной энергии, ФГУ РНЦ "Курчатовский институт", ФГУП "ГНЦ РФ ФЭИ", МИФИ, МЭИ, ГУП "ОКБМ им. И.И. Африкантова", ГУП "ВНИИХТ" и ФГУП ОКБ "Гидропресс".

Содержание

Перечень сокращений
Термины и определения
1. Общие положения
2. Требования к проекту подкритического стенда, направленные на обеспечение ядерной безопасности
2.1. Общие требования
2.2. Подкритическая сборка и системы нормальной эксплуатации, важные для безопасности
2.2.1. Подкритическая сборка
2.2.2. Управляющие системы нормальной эксплуатации
2.3. Системы безопасности
2.3.1. Аварийная защита
2.3.2. Управляющая система безопасности
3. Обеспечение ядерной безопасности при вводе в эксплуатацию и при эксплуатации подкритического стенда
3.1. Общие требования
3.2. Ввод в эксплуатацию подкритического стенда
3.3. Эксплуатация подкритического стенда
3.3.1. Режим пуска
3.3.2. Режим временного останова
3.3 3. Режим длительного останова
3.3.4. Режим окончательного останова
3.4. Обращение с ядерными материалами
4. Контроль соблюдения Правил
Приложение 1. Рекомендуемый перечень основной документации подкритического стенда, касающейся обеспечения ядерной безопасности
Приложение 2. Рекомендуемая форма паспорта подкритического стенда

Перечень сокращений

АЗ	–	аварийная защита
ООБ ПКС	–	отчет по обоснованию безопасности ПКС
ПКС	–	подкритический стенд
РО АЗ	–	рабочий орган аварийной защиты
РО РР	–	рабочий орган регулятора реактивности (ручной регулятор)
РО СУЗ	–	рабочий орган СУЗ
СУЗ	–	система управления и защиты
$\beta_{эфф}$	–	эффективная доля запаздывающих нейтронов
$K_{эфф}$	–	эффективный коэффициент размножения нейтронов
$K_{эфф}^{max}$	–	максимально возможный эффективный коэффициент размножения нейтронов

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В целях настоящего документа используются следующие термины и определения

1. Авария на ПКС – нарушение нормальной эксплуатации ПКС, при котором произошел выход радиоактивных веществ и (или) ионизирующего излучения за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасной эксплуатации. Авария характеризуется исходным событием, путями протекания и последствиями.

2. Авария ядерная на ПКС – авария на ПКС, вызванная нарушением контроля и управления интенсивностью цепной ядерной реакции деления, образованием критической массы в активной зоне подкритической сборки или при обращении с ядерными материалами вне подкритической сборки.

3. Аварийная защита ПКС – защитная система безопасности, предназначенная для аварийного останова ПКС, включающая в себя РО АЗ и исполнительные механизмы, обеспечивающие изменение их положения или состояния.

4. Взвод РО СУЗ – изменение положения (состояния) РО СУЗ, которое приводит к увеличению $K_{эфф}$ подкритической сборки.

5. Загрузочные устройства ПКС – транспортно-технологическое оборудование, механизмы и устройства, используемые для загрузки в активную зону подкритической сборки ядерного топлива и (или) установки экспериментальных устройств.

6. Источник нейтронов внешний – используемое на подкритической сборке испускающее нейтроны устройство, предназначенное для увеличения плотности потока нейтронов в активной зоне.

7. Канал контроля – совокупность датчика (датчиков), линии передачи и средств обработки сигнала и отображения информации, предназначенная для обеспечения контроля параметра.

8. Каналы контроля независимые – каналы контроля, не имеющие общих (объединенных) элементов и отказ одного из которых не ведет к отказу другого.

9. Максимально возможный эффективный коэффициент размножения нейтронов – максимальная величина $K_{эфф}$, которая при используемой конструкции подкритической сборки может быть реализована из-за ошибочных решений персонала, отказов в системах ПКС или вследствие внешних воздействий.

10. Модификация (перестройка или замена) подкритической сборки – предусмотренные проектом ПКС изменения состава или геометрии активной зоны и (или) отражателя подкритической сборки.

11. Останов ПКС – гашение (уменьшение интенсивности) цепной ядерной реакции деления в активной зоне подкритической сборки с помощью РО РР или других средств воздействия на реактивность (при их наличии) и (или) путем удаления из активной зоны внешнего источника нейтронов (нормальный останов) или вследствие срабатывания АЗ (аварийный останов).

12. Отказ – нарушение работоспособности систем (элементов), обнаруживаемое визуально или средствами контроля и диагностирования (видимый отказ) или выявляемое только при проведении технического обслуживания (скрытый отказ).

13. Подкритическая сборка – комплекс для экспериментального изучения размножающей нейтроны среды, состав и геометрия которого при нормальной эксплуатации обеспечивают $K_{эфф} < 1$.

14. Подкритический стенд – ядерная установка, включающая в себя подкритическую сборку и комплекс помещений, систем, экспериментальных устройств, располагающаяся в пределах определенной проектом площадки.

15. Режим временного останова ПКС – режим эксплуатации ПКС, заключающийся в проведении работ по техническому обслуживанию ПКС и подготовке экспериментальных исследований.

16. Режим длительного останова ПКС – режим эксплуатации ПКС, заключающийся в проведении работ по консервации отдельных систем ПКС и поддержании их в работоспособном состоянии в течение времени, когда проведение экспериментальных исследований на ПКС не планируется.

17. Режим окончательного останова ПКС – режим эксплуатации ПКС, заключающийся в проведении работ по подготовке ПКС к выводу из эксплуатации, включая выгрузку ядерного топлива из активной зоны подкритической сборки и удаление ядерного топлива и других ядерных материалов с площадки ПКС.

18. Режим пуска ПКС – режим эксплуатации ПКС, при котором обеспечивается необходимая для экспериментальных исследований интенсивность цепной ядерной реакции деления увеличением $K_{эфф}$ подкритической сборки и (или) использованием внешнего источника нейтронов.

19. Система управления и защиты – совокупность элементов управляющих систем нормальной эксплуатации, аварийной защиты и управляющей системы безопасности, предназначенная для контроля и управления интенсивностью цепной ядерной реакции деления, а также для нормального и аварийного останова ПКС.

20. Физический пуск ПКС – этап ввода ПКС в эксплуатацию, включающий в себя загрузку ядерного топлива в активную зону, достижение установленного в проекте ПКС значения $K_{эфф}$ подкритической сборки и проведение исследования нейтронно-физических характеристик подкритической сборки с целью экспериментального подтверждения безопасности ПКС.

21. Ядерная безопасность ПКС – свойство ПКС предотвращать ядерные аварии и ограничивать их последствия.

22. Ядерно-опасные работы на ПКС – работы, которые могут привести к ядерной аварии в случае нарушения пределов и (или) условий безопасной эксплуатации при их выполнении.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Правила ядерной безопасности подкритических стендов (далее – Правила) устанавливают требования к конструкции подкритической сборки и системам, важным для безопасности ПКС, а также к организационно-техническим мероприятиям, направленным на обеспечение ядерной безопасности.

1.2. Правила распространяются на проектируемые, сооружаемые и эксплуатируемые ПКС, независимо от их типа, за исключением электроядерных генераторов нейтронов, включающих подкритическую реакторную установку, внешний источник нейтронов в виде ускорителя заряженных частиц и нейтронно-производящей мишени.

1.3. Ядерная безопасность ПКС определяется:

1) техническим совершенством проекта;
2) качеством изготовления и монтажа систем и элементов, важных для безопасности ПКС.

1.4. Ядерная безопасность при эксплуатации ПКС обеспечивается:

1) выполнением федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, требований проекта и эксплуатационной документации;
2) квалификацией и дисциплиной работников (персонала);
3) системой организационно-технических мероприятий, предотвращающих последствия возможных ошибок персонала и несанкционированных действий, отказов оборудования, внешних воздействий природного и техногенного происхождения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ ПОДКРИТИЧЕСКОГО СТЕНДА, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Общие требования

2.1.1. Системы и элементы, важные для безопасности ПКС, должны проектироваться с учетом механических, химических и прочих внутренних воздействий, возможных при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, а также внешних воздействий природного и техногенного происхождения.

2.1.2. В проекте или эксплуатационной документации ПКС должны быть приведены:

1) перечни расчетных программ, используемых для прогнозирования нейтронно-физических характеристик подкритической сборки и обоснования ядерной безопасности ПКС;
2) $K_{эфф}$ для всех состояний активной зоны, предусмотренных в проекте ПКС, с оценкой погрешности, характерной для используемых расчетных методов, и с учетом неопределенности, вносимой возможными технологическими отклонениями параметров комплектующих элементов активной зоны и отражателя подкритической сборки от номинальных значений;
3) $K_{эфф}^{max}$;
4) реактивностные эффекты, в том числе обусловленные использованием экспериментальных устройств и заполнением подкритической сборки водой (замедлителем);
5) эффективность РО СУЗ и других средств воздействия на реактивность в случае их использования;
6) условия обеспечения ядерной безопасности при обращении с ядерными материалами вне подкритической сборки;
7) оценка последствий возможных ядерных аварий, включая аварию, обусловленную реализацией $K_{эфф}^{max}$;
8) перечень ядерно-опасных работ при эксплуатации ПКС и меры по обеспечению ядерной безопасности при их проведении.

2.1.3. Используемые в проекте ПКС технические решения должны обеспечивать:

1) порционную загрузку (перегрузку) ядерного топлива в активную зону подкритической сборки и при необходимости порционный залив (слив) жидкости в случае ее использования;
2) подкритичность подкритической сборки ПКС в режиме временного останова не менее 2% ($K_{эфф} \leq 0{,}98$) без учета отрицательной реактивности, вносимой РО АЗ;
3) подкритичность подкритической сборки ПКС в режиме длительного останова не менее 5% ($K_{эфф} \leq 0{,}95$);
4) безопасность ПКС при любом исходном событии проектных аварий с наложением одного независимого от исходного события отказа или одной независимой от исходного события ошибки персонала;
5) сохранность и работоспособность в условиях проектных аварий технических средств, используемых для регистрации и хранения информации, необходимой для расследования аварии.

2.1.4. В проекте вновь сооружаемых ПКС должно быть определено аппаратурно-методическое и метрологическое обеспечение экспериментального измерения $K_{эфф}$ подкритической сборки.

2.2. Подкритическая сборка и системы нормальной эксплуатации, важные для безопасности

2.2.1. Подкритическая сборка

2.2.1.1. Конструкция подкритической сборки должна исключать:

1) не предусмотренные проектом изменения объема и конфигурации активной зоны и (или) отражателя, приводящие к увеличению $K_{эфф}$;
2) возможность несанкционированного перемещения ее узлов и деталей;
3) вывод ее в критическое состояние из-за уменьшения утечки нейтронов из активной зоны при приближении к ней технологического оборудования или персонала;
4) несанкционированный взвод (выброс) РО СУЗ и экспериментальных устройств;
5) заклинивание и непреднамеренное расцепление РО СУЗ с исполнительными механизмами РО СУЗ.

2.2.1.2. В проекте ПКС должен быть проведен анализ реакции конструкции подкритической сборки на возможные внутренние и внешние воздействия природного или техногенного происхождения, возможные отказы или неисправности с целью выявления возможных нарушений пределов и (или) условий безопасной эксплуатации, при этом должны быть определены наиболее вероятные и опасные отказы и их возможные последствия.

2.2.1.3. В составе подкритической сборки должен быть предусмотрен внешний (пусковой) источник нейтронов, интенсивность которого должна быть выбрана таким образом, чтобы введение этого источника в подкритическую сборку сопровождалось увеличением показаний приборов каналов контроля плотности потока нейтронов не менее чем в 2 раза.

2.2.1.4. В проекте ПКС для тепловыделяющих элементов (тепловыделяющих сборок) различного обогащения, тепловыделяющих элементов (тепловыделяющих сборок), отличающихся нуклидным составом, поглотителей нейтронов должна быть предусмотрена соответствующая маркировка (отличительные знаки).

2.2.1.5. Должна быть проанализирована возможность затопления помещения подкритической сборки водой. Если затопление помещения не исключено и ведет к увеличению $K_{эфф}$ подкритической сборки, то помещение должно быть оборудовано сигнализатором появления воды и устройством для ее автоматического удаления в случае срабатывания сигнализатора появления воды.

2.2.2. Управляющие системы нормальной эксплуатации

2.2.2.1. В составе управляющих систем нормальной эксплуатации должна быть предусмотрена часть СУЗ, обеспечивающая контроль и управление интенсивностью ядерной цепной реакции деления. Указанная часть СУЗ должна включать:

1) устройство дистанционного перемещения внешнего источника нейтронов;
2) не менее двух независимых между собой каналов контроля плотности потока нейтронов с показывающими приборами, при этом по меньшей мере в составе одного канала контроля должна быть предусмотрена возможность записи изменения уровня плотности потока нейтронов подкритической сборки во времени;
3) системы управления исполнительными механизмами РО СУЗ (в случае их использования), дистанционно перемещаемых загрузочных и экспериментальных устройств;
4) каналы контроля технологических параметров.

2.2.2.2. Диапазон контроля плотности потока нейтронов управляющей системой нормальной эксплуатации должен перекрывать весь диапазон изменения плотности потока нейтронов подкритической сборки, установленный проектом ПКС.

В случае разбиения диапазона контроля плотности потока нейтронов на несколько поддиапазонов должно быть предусмотрено перекрытие поддиапазонов не менее чем в пределах одной декады.

2.2.2.3. Должна быть предусмотрена звуковая индикация интенсивности цепной ядерной реакции деления в подкритической сборке. Сигналы звукового индикатора должны быть хорошо слышны в помещениях подкритической сборки и пункта (пульта) управления ПКС.

2.2.2.4. При необходимости в составе СУЗ могут быть предусмотрены РО РР, используемые для управления уровнем подкритичности (коэффициентом умножения нейтронов) подкритической сборки.

2.2.2.5. Исполнительные механизмы РО РР должны иметь указатели промежуточного положения и указатели конечных положений.

2.2.2.6. Дистанционно перемещаемые загрузочные и экспериментальные устройства должны иметь конечные выключатели и при необходимости указатели промежуточного положения.

2.2.2.7. В проекте ПКС должны быть приведены и обоснованы перечни:

1) контролируемых технологических параметров и сигналов о состоянии ПКС;
2) регулируемых параметров и управляющих сигналов;
3) блокировок и защиты оборудования с указанием условий их срабатывания;
4) уставок и условий срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации.

2.2.2.8. Управляющие системы нормальной эксплуатации должны вырабатывать, как минимум, следующие сигналы на пульт управления:

1) предупредительные (световые и звуковые) – при приближении параметров подкритической сборки к уставкам срабатывания АЗ. Значения параметров подкритической сборки, при которых происходит выработка предупредительных сигналов, должны быть обоснованы в проекте ПКС;
2) указательные – информирующие о положении РО СУЗ и наличии напряжения в цепях электроснабжения СУЗ.

2.2.2.9. В проекте ПКС должна быть предусмотрена возможность проверки работоспособности световой и звуковой сигнализаций.

2.2.2.10. Конструкции исполнительных механизмов РО РР и других средств воздействия на реактивность подкритической сборки и системы управления ими должны исключать возможность самопроизвольного изменения положения (состояния) средств воздействия на реактивность в сторону ее увеличения с учетом коротких замыканий, потери качества изоляции, падений и наводок напряжения и т.п.

2.2.2.11. В проекте ПКС должны быть определены и обоснованы условия испытаний, замены и вывода в ремонт исполнительных механизмов РО РР и других средств воздействия на реактивность.

2.2.2.12. Управляющие системы нормальной эксплуатации должны исключать:
1) ввод положительной реактивности со скоростью выше $0{,}07\beta_{эфф}$/с;
2) ввод положительной реактивности путем перемещения РО РР, загрузочных или экспериментальных устройств, если РО АЗ не взведены (при их наличии);
3) ввод положительной реактивности средствами воздействия на реактивность в случае отсутствия электроснабжения в цепях указателей промежуточного положения органа, влияющего на реактивность, в цепях аварийной и предупредительной сигнализации, в цепях конечных выключателей экспериментальных или загрузочных устройств;
4) дистанционное увеличение реактивности одновременно с двух и более рабочих мест, двумя и более лицами.

2.2.2.13. Управляющие системы нормальной эксплуатации должны обеспечивать для РО РР эффективностью более $0{,}7\beta_{эфф}$ и экспериментальных и загрузочных устройств эффективностью более $0{,}3\beta_{эфф}$ шаговый ввод положительной реактивности (шаговое перемещение) со скоростью не более $0{,}03\beta_{эфф}$/с и величиной шага не более $0{,}3\beta_{эфф}$.

Шаговое перемещение средств воздействия на реактивность должно обеспечить чередование увеличения реактивности и автоматического прекращения увеличения реактивности с последующей паузой. Каждый шаг должен инициироваться оператором.

2.2.2.14. Отказ канала контроля плотности потока нейтронов должен сопровождаться выработкой предупредительного сигнала на пульт управления ПКС об отказе канала и регистрацией отказа.

2.2.2.15. Если подкритическая сборка ПКС имеет $K_{эфф}^{max} < 0{,}9$, то каналы контроля плотности потока нейтронов могут использоваться только при загрузке активной зоны ядерным топливом и при модификации подкритической сборки, сопровождающейся загрузкой (перегрузкой) ядерного топлива, а при последующей эксплуатации ПКС каналы контроля плотности потока нейтронов могут отсутствовать.

2.2.2.16. Управление подкритической сборкой и основными системами ПКС должно производиться с пульта управления ПКС, имеющего громкоговорящую или телефонную связь с помещениями ПКС.

2.3. Системы безопасности

2.3.1. Аварийная защита

2.3.1.1. Для ПКС с подкритическими сборками, имеющими $K_{эфф}^{max} > 0{,}98$, в составе СУЗ должна быть предусмотрена АЗ.

2.3.1.2. Для ПКС с подкритической сборкой, имеющей $K_{эфф}^{max} \le 0{,}98$, РО АЗ могут отсутствовать, если в проекте ПКС обеспечено и в ООБ ПКС обосновано, что при любых нарушениях нормальной эксплуатации для подкритической сборки $K_{эфф}^{max} < 1$.

2.3.1.3. АЗ должна иметь не менее двух независимых РО АЗ или групп РО АЗ, имеющих общий привод.

2.3.1.4. По сигналу АЗ без учета одного наиболее эффективного РО АЗ (группы РО АЗ) должен обеспечиваться ввод отрицательной реактивности величиной не менее $1\beta_{эфф}$. Время введения этой реактивности не должно превышать 1 с, начиная с момента формирования любым каналом АЗ аварийного сигнала.

2.3.1.5. РО АЗ должны иметь указатели конечных положений.

2.3.1.6. АЗ должна быть спроектирована таким образом, чтобы начавшееся защитное действие было выполнено полностью и обеспечивался контроль выполнения функции АЗ (гашение цепной ядерной реакции деления по сигналу АЗ).

2.3.1.7. РО АЗ при появлении аварийного сигнала должны автоматически приводиться в действие из любых промежуточных положений, и на любом участке своего движения РО АЗ должны обеспечивать ввод отрицательной реактивности, при этом отрицательная реактивность должна вводиться всеми имеющимися РО СУЗ с максимально возможной скоростью.

2.3.1.8. АЗ должна выполнять функцию аварийной защиты независимо от состояния источников электроснабжения СУЗ.

2.3.1.9. Кроме РО АЗ, на ПКС могут использоваться и другие системы останова, в том числе ручные (не дистанционно управляемые) средства воздействия на реактивность, использование которых свя-

зано с проведением работ непосредственно на подкритической сборке (установка дополнительных поглотителей нейтронов в активную зону, частичное удаление ядерного топлива и т.д.).

2.3.2. Управляющая система безопасности

2.3.2.1. Для ПКС с подкритическими сборками, имеющими $K_{эфф}^{max} > 0,98$, в составе СУЗ должна быть предусмотрена управляющая система безопасности, осуществляющая управление РО АЗ в процессе выполнения ими заданных функций.

2.3.2.2. Любой отказ в управляющей системе безопасности, нарушающий ее работоспособность, должен приводить к срабатыванию АЗ (принцип "безопасного отказа").

2.3.2.3. В составе управляющей системы безопасности должно быть не менее двух независимых между собой каналов защиты, контролирующих плотность потока нейтронов.

2.3.2.4. В случае применения каналов защиты, работающих в ограниченных диапазонах, поддиапазоны каналов защиты должны перекрываться не менее чем в пределах одной декады. Переключение поддиапазонов измерения каналов защиты АЗ не должно препятствовать выработке сигнала АЗ.

2.3.2.5. Допускается совмещение измерительных частей каналов защиты и каналов контроля плотности потока нейтронов управляющей системы нормальной эксплуатации, при этом в проекте ПКС должно быть обеспечено и показано, что такое совмещение не влияет на способность АЗ выполнять функцию аварийной защиты. Допустимость такого совмещения должна быть обоснована в ООБ ПКС.

2.3.2.6. Скорость ввода положительной реактивности при взводе РО АЗ не должна превышать $0,07\beta_{эфф}/с$.

2.3.2.7. Управляющая система безопасности должна исключать взвод РО АЗ в случае, если:

1) внешний источник нейтронов не находится в положении, определенном в проекте ПКС (положение внешнего источника может быть уточнено в рабочей программе экспериментов);
2) РО РР не находятся на нижних концевиках.

2.3.2.8. Управляющая система безопасности должна обеспечивать срабатывание АЗ, как минимум, в случаях:

1) достижения уставки АЗ по любому из имеющихся каналов защиты;
2) неисправности или неработоспособном состоянии любого из каналов защиты;
3) достижения уставок АЗ по технологическим параметрам, требующим останова ПКС;
4) появления сигналов от экспериментальных устройств, требующих останова ПКС;
5) инициирования персоналом срабатывания АЗ соответствующими кнопками (ключами);
6) исчезновения электроснабжения в цепях СУЗ, в том числе в блоках питания детекторов потока нейтронов каналов контроля или защиты.

2.3.2.9. Выбранные уставки и условия срабатывания АЗ должны предотвращать нарушения пределов безопасной эксплуатации, при этом аварийная уставка по плотности потока нейтронов не должна превышать 150% от максимально разрешенной.

2.3.2.10. Управляющая система безопасности должна вырабатывать и передавать на пульт управления ПКС аварийные световые и звуковые сигналы, информирующие оператора о срабатывании АЗ.

2.3.2.11. Должна быть предусмотрена возможность останова ПКС от кнопок (ключей) АЗ, расположенных на пульте управления ПКС и в помещении подкритической сборки.

2.3.2.12. Должна быть предусмотрена аварийная звуковая сигнализация (сирена) для оповещения персонала о возникновении ядерной аварии.

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ И ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДКРИТИЧЕСКОГО СТЕНДА

3.1. Общие требования

3.1.1. В соответствии с установленным в эксплуатирующей организации порядком должны быть определены права и обязанности должностных лиц и структурных подразделений эксплуатирующей организации в обеспечении ядерной безопасности ПКС.

3.1.2. В должностных инструкциях, утверждаемых в соответствии с установленным в эксплуатирующей организации порядком, должны быть определены права и обязанности персонала ПКС в обеспечении ядерной безопасности.

3.1.3. К проведению физического пуска и дальнейшей эксплуатации ПКС, наряду с персоналом ПКС, могут привлекаться работники других подразделений и организаций. Эксплуатирующая организация должна обеспечивать выпуск организационно-распорядительных документов, определяющих порядок допуска к работе и обязанности привлекаемых работников.

3.1.4. Руководителем эксплуатирующей организации должен быть определен перечень документации, действующей на ПКС, обеспечены разработка и наличие на ПКС необходимой документации, включая графики проведения планово-предупредительных и ремонтных работ для систем, важных для безопасности, и графики проведения испытаний и проверок работоспособности систем безопасности ПКС Рекомендации по содержанию перечня документации ПКС в части, касающейся обеспечения ядерной безопасности, приведены в приложении 1.

3.1.5. Эксплуатирующая организация должна обеспечивать своевременное ознакомление персонала со всеми изменениями, внесенными в документацию ПКС, в том числе с изменениями, внесенными в проект ПКС и в эксплуатационную документацию ПКС по результатам физического пуска.

3.1.6. Достаточность используемых на ПКС организационно-технических мероприятий по обеспечению ядерной безопасности должна быть обоснована в ООБ ПКС.

3.2. Ввод в эксплуатацию подкритического стенда

3.2.1. После приемки эксплуатирующей организацией помещений, систем и оборудования ПКС в эксплуатацию, готовность ПКС к проведению физического пуска должна быть проверена комиссией по ядерной безопасности, назначенной приказом руководителя эксплуатирующей организации.

3.2.2. Комиссия по ядерной безопасности должна проверить:

1) соответствие качества выполненных работ при сооружении ПКС и проведении пусконаладочных работ требованиям общей и частных программ обеспечения качества;
2) наличие протоколов испытаний систем ПКС и актов об окончании пусконаладочных работ;
3) выполнение установленных организационно-технических мероприятий по обеспечению ядерной безопасности ПКС;
4) наличие на ПКС документации, необходимой для проведения физического пуска;
5) готовность персонала к началу работ по программе физического пуска ПКС.

3.2.3 После устранения недостатков, отмеченных комиссией по ядерной безопасности, руководитель эксплуатирующей организации должен издать приказ (распоряжение) о проведении физического пуска ПКС.

3.2.4. Работы по физическому пуску ПКС должны выполняться в объеме программы физического пуска, утвержденной руководителем эксплуатирующей организации.

3 2.5. В программе физического пуска ПКС должны быть определены порядок загрузки активной зоны подкритической сборки ядерным топливом, последовательность проведения экспериментальных исследований, а также меры по обеспечению ядерной безопасности на каждом из этапов физического пуска.

3.2.6. Программой физического пуска ПКС должно предусматриваться экспериментальное измерение $K_{эфф}$ подкритической сборки.

3.2.7. Загрузка ядерного топлива в активную зону подкритической сборки должна проводиться с построением кривых обратного счета по показаниям не менее чем двух каналов контроля плотности потока нейтронов, при этом не менее двух кривых обратного счета должны иметь "безопасный ход" и должны соблюдаться следующие требования:

1) первая порция загружаемого ядерного топлива не должна превышать 10% от расчетного значения загрузки, соответствующей критическому состоянию;
2) вторая порция должна загружаться после снятия показаний с приборов контроля плотности потока нейтронов и не должна превышать первую;
3) каждая последующая порция загружаемого ядерного топлива не должна превышать 1/4 величины, оставшейся до минимального экстраполируемого по кривой обратного счета значения загрузки, соответствующей критическому состоянию.

Кривые обратного счета должны строиться и после загрузки ядерного топлива в случае, если загрузка осуществлялась в "сухую" подкритическую сборку и установленное в проекте ПКС значение $K_{эфф}$ достигается при определенном уровне водного замедлителя или при определенной толщине торцевых водных отражателей.

3.2.8. После окончания физического пуска комплектующие элементы активной зоны, в том числе ядерное топливо, замедлитель и элементы отражателя, не использованные при формировании подкритической сборки, должны быть переданы на хранение с целью исключения их несанкционированного использования, если их дальнейшее использование рабочей программой экспериментов не предполагается.

3.2.9. По результатам физического пуска должен быть подготовлен и утвержден руководителем эксплуатирующей организации отчет (акт).

3.2.10. С учетом изменений, внесенных в проект ПКС в процессе ввода ПКС в эксплуатацию, должна быть проведена корректировка эксплуатационной документации ПКС.

3.2.11. На основании проекта ПКС и отчета (акта) по результатам физического пуска должен быть оформлен паспорт ПКС. Паспорт ПКС должен содержать сведения об установленных в проекте ПКС основных параметрах подкритической сборки, составе и характеристиках систем безопасности, а также об экспериментально подтвержденных эксплуатационных пределах. Рекомендуемая форма паспорта ПКС приведена в приложении 2.

3.2.12. По результатам физического пуска ПКС руководитель эксплуатирующей организации должен издать приказ (распоряжение) о вводе ПКС в эксплуатацию.

3.3. Эксплуатация подкритического стенда

3.3.1. Режим пуска

3.3.1.1. Экспериментальные исследования на ПКС, требующие определенной интенсивности цепной ядерной реакции деления в активной зоне подкритической сборки, должны проводиться на основании

принципиальной программы экспериментальных исследований на ПКС, утвержденной в порядке, установленном в эксплуатирующей организации.

3.3.1.2. В соответствии с принципиальной программой экспериментов на определенный этап или вид работ должны быть разработаны и утверждены рабочие программы экспериментов в порядке, установленном в эксплуатирующей организации. В рабочих программах экспериментов должны быть приведены:

1) перечень и методики экспериментальных работ;
2) расчетные оценки $K_{эфф}$, оценки ожидаемых эффектов реактивности, меры по обеспечению ядерной безопасности;
3) возможные исполнители работ.

3.3.1.3. Программа на смену должна быть утверждена руководителем ПКС или научным руководителем работ и должна содержать:

1) основные параметры режима пуска, в том числе положение РО СУЗ и внешнего источника нейтронов с целью обеспечения необходимой интенсивности цепной ядерной реакции деления;
2) последовательность и технологию выполнения работ в смене;
3) технические и организационные меры по обеспечению безопасности работ;
4) расчетные (экспериментальные) оценки эффектов реактивности от проводимых работ и ожидаемое значение $K_{эфф}$ (подкритичности) после их окончания;
5) персональный состав смены.

3.3.1.4. Если во время эксперимента выявились обстоятельства, не учтенные программой на смену, эксперимент должен быть остановлен, а программа на смену и при необходимости рабочая программа экспериментов должны быть уточнены и заново утверждены.

3.3.1.5. Составные части и детали подкритической сборки, не используемые в проводимом эксперименте, должны находиться в местах хранения, исключающих их несанкционированное использование.

3.3.1.6. Режим пуска считается завершенным после того, как РО СУЗ и другие средства воздействия на реактивность приведены в положение, соответствующее минимальному значению $K_{эфф}$ подкритической сборки, внешний нейтронный источник удален из активной зоны и отключено электропитание СУЗ.

3.3.1.7. При аварии на ПКС персонал смены должен руководствоваться планом мероприятий (инструкцией) по защите работников (персонала) в случае аварии на ПКС.

3.3.2. Режим временного останова

3.3.2.1. При эксплуатации ПКС в режиме временного останова на подкритической сборке должно обеспечиваться не менее 2% подкритичности ($K_{эфф} \leq 0{,}98$), вне зависимости от положения РО АЗ.

3.3.2.2. Все работы в помещении подкритической сборки после перевода ПКС в режим временного останова, включая работы по техническому обслуживанию, планово-предупредительному ремонту, испытаниям и проверке работоспособности систем, важных для безопасности, и оснащению ПКС новыми экспериментальными устройствами, должны выполняться не менее чем двумя работниками.

3.3.2.3. Техническое обслуживание, планово-предупредительный ремонт, испытания и проверка работоспособности систем, важных для безопасности, должны проводиться в соответствии с действующими инструкциями, программами и графиками, утвержденными руководителем ПКС.

3.3.2.4. После завершения работ по техническому обслуживанию, ремонту или замене элементов систем, важных для безопасности, необходимо проверить их работоспособность и соответствие проектным характеристикам.

3.3.2.5. При проведении на подкритической сборке ядерно-опасных работ должен обеспечиваться контроль плотности потока нейтронов, при этом РО АЗ (при их наличии) должны быть взведены и на приборах АЗ должны быть выставлены минимальные аварийные уставки.

3.3.2.6. Ситуации, когда ядерно-опасные работы на подкритической сборке проводятся без взвода РО АЗ (при их наличии), должны быть определены в эксплуатационной документации.

3.3.2.7. Если работы на ПКС не связаны с изменением $K_{эфф}$ подкритической сборки или имеется экспериментальное подтверждение того, что планируемые работы приведут к уменьшению $K_{эфф}$, назначение смены не обязательно, но работы должны выполняться с регистрацией факта посещения помещения подкритической сборки и исполнителей работ в оперативном журнале смены.

3.3.3. Режим длительного останова

3.3.3.1. До принятия решения о переводе ПКС в режим длительного останова эксплуатирующая организация должна разработать мероприятия, проведение которых обеспечивает безопасность ПКС в этом режиме и предотвращает преждевременную потерю работоспособности элементов систем, важных для безопасности, в том числе коррозию оболочек тепловыделяющих элементов (тепловыделяющих сборок), находящихся в активной зоне подкритической сборки или в хранилищах.

3.3.3.2. До начала эксплуатации ПКС в режиме длительного останова должно быть обеспечено не менее чем 5% подкритичности ПКС ($K_{эфф} \leq 0{,}95$) и исключена возможность подачи электропитания на исполнительные механизмы РО СУЗ, экспериментальных и загрузочных устройств.

3.3.3.3. В качестве дополнительных мер по обеспечению требуемой подкритичности подкритической сборки может производиться выгрузка части тепловыделяющих элементов (тепловыделяющих сборок) из активной зоны и (или) установка дополнительных поглотителей нейтронов.

3.3.3.4. В эксплуатационной документации должны быть определены объем и периодичность контроля состояния ПКС, находящегося в режиме длительного останова.

3.3.3.5. Порядок подготовки ПКС, находящегося в режиме длительного останова, к эксплуатации в режиме пуска должен быть определен специальной программой, утвержденной руководителем эксплуатирующей организации.

3.3.4. Режим окончательного останова

3.3.4.1. В режиме окончательного останова ПКС эксплуатирующая организация должна выполнить организационно-технические мероприятия по подготовке ПКС к выводу из эксплуатации, включая выгрузку ядерного топлива из активной зоны подкритической сборки и вывоз ядерного топлива и других ядерных материалов с площадки ПКС.

3.3.4.2. До утверждения руководителем эксплуатирующей организации акта о выполнении работ по вывозу ядерного топлива и других ядерных материалов с площадки ПКС сокращение объема технического обслуживания и численности персонала ПКС не допускается.

3.4. Обращение с ядерными материалами

3.4.1. Ядерные материалы на ПКС должны храниться в помещениях, предусмотренных проектом ПКС и соответствующих требованиям, установленным в нормативных документах.

3.4.2. Все работы с ядерными материалами на ПКС должны проводиться в присутствии не менее чем двух работников.

3.4.3. При хранении ядерных материалов во временных и постоянных хранилищах должно быть обеспечено фиксированное размещение тепловыделяющих элементов, тепловыделяющих сборок и контейнеров с ядерными материалами, исключающее возможность их непреднамеренного перемещения и обеспечивающее $K_{эфф} \leq 0{,}95$ при нормальной эксплуатации и при нарушении нормальной эксплуатации (в том числе и при затоплении хранилища водой).

3.4.4. В случае, если временное хранилище ядерного топлива находится в помещении подкритической сборки, в проекте ПКС должно быть обеспечено и в ООБ ПКС представлено обоснование отсутствия влияния временного хранилища на размножающие свойства подкритической сборки.

3.4.5. На ПКС, где по условиям экспериментов требуется проводить комплектацию и (или) перекомплектацию тепловыделяющих сборок, должны быть оборудованы соответствующие рабочие места для выполнения этих работ. При необходимости рабочие места должны быть оборудованы системой аварийной сигнализации о возникновении самоподдерживающейся цепной реакции деления.

3.4.6. Порядок проведения работ с ядерными материалами и меры по обеспечению ядерной безопасности хранилищ ядерных материалов и мест комплектации и (или) перекомплектации тепловыделяющих сборок должны быть определены в инструкции по обеспечению ядерной безопасности при обращении с ядерными материалами на ПКС, утвержденной в порядке, установленном в эксплуатирующей организации.

4. КОНТРОЛЬ СОБЛЮДЕНИЯ ПРАВИЛ

Эксплуатирующая организация должна обеспечивать постоянный контроль соблюдения Правил и не реже одного раза в год проверять состояние ядерной безопасности ПКС комиссией по ядерной безопасности. Результаты проверки должны быть оформлены актом и должны отражаться в годовом отчете по оценке состояния ядерной и радиационной безопасности ПКС.

Приложение 1

Рекомендуемый перечень основной документации подкритического стенда, касающейся обеспечения ядерной безопасности

ПЕРЕЧЕНЬ
основной документации подкритического стенда,
касающейся обеспечения ядерной безопасности

1. Технический проект и другая техническая документация ПКС, включая описания, паспорта, чертежи и схемы систем и элементов, важных для безопасности
2. Перечень нормативных документов по безопасности в области использования атомной энергии, распространенных на ПКС
3. Отчет по обоснованию безопасности ПКС
4. Программа физического пуска ПКС
5. Руководство по эксплуатации ПКС
6. Принципиальная программа экспериментов

7. Рабочие программы экспериментов
8. Общая и частные программы обеспечения качества на ПКС
9. Инструкции по эксплуатации систем и оборудования ПКС
10. План мероприятий (инструкция) по защите работников (персонала) в случае аварии на ПКС
11. Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при обращении с ядерными материалами на ПКС
12. Оперативная документация (оперативный журнал смены, журналы картограмм загрузки активной зоны и т.д.)
13. Акты по результатам пусконаладочных работ на ПКС
14. Акты и протоколы периодических испытаний систем ПКС, важных для безопасности
15. Акты по результатам проверки ядерной безопасности ПКС
16. Приказ (распоряжение) руководителя эксплуатирующей организации о вводе ПКС в эксплуатацию
17. Должностные инструкции персонала ПКС
18. Разрешения на право ведения персоналом работ в области использования атомной энергии
19. Перечень действующих на ПКС положений и инструкций с указанием срока их действия
20. Паспорт ПКС

Приложение 2

Рекомендуемая форма паспорта подкритического стенда

ПАСПОРТ
подкритического стенда*

1. Наименование подкритического стенда .....
2. Назначение .....
3. Место размещения .....
4. Разработчики проекта подкритического стенда .....
5. Эксплуатирующая организация .....
6. Дата ввода подкритического стенда в эксплуатацию .....
7. Тип подкритической сборки (тип, количество и обогащение ядерного топлива, материал замедлителя, материал отражателя, форма и размеры активной зоны и отражателя и т.д.) .....
8**. $K_{эфф}$ .....
9. $K_{эфф}^{max}$ .....
10. Тип и интенсивность внешнего источника нейтронов, н/см^{2}с .....
11**. Предельные значения технологических параметров .....
12. Характеристики СУЗ:
12.1. Каналы контроля плотности потока нейтронов (тип и количество каналов и приборов)
12.2. Каналы аварийной защиты (тип и количество каналов и приборов) .....
12.3. Данные о совмещении функций защиты и контроля .....
12.4**. Рабочие органы СУЗ (количество, эффективность, быстродействие) .....
13**. Экспериментальные и загрузочные устройства (тип, назначение, вносимая реактивность).....
14. Дополнительные сведения .....
15. Паспорт составлен на основании .....

Руководитель эксплуатирующей организации

Ф.И.О. подпись ".....".....20 г.

М.П.

---

* Паспорт должен брошюроваться с ранее полученными паспортами.

** Дополнительно могут быть приведены диапазоны возможного изменения параметров и нейтронно-физических характеристик в случае, если они определены проектом.

gost.e-ecolog.ru