

ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
16 июня 2021 г. № 42

**Об утверждении норм и правил по обеспечению
ядерной и радиационной безопасности**

На основании пункта 4 статьи 21 Закона Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З «О радиационной безопасности», абзаца четвертого части третьей статьи 6 Закона Республики Беларусь от 30 июля 2008 г. № 426-З «Об использовании атомной энергии», подпункта 7.4 пункта 7 Положения о Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 29 декабря 2006 г. № 756, Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных электростанций» (прилагаются).

2. Настоящее постановление вступает в силу после его официального опубликования.

Министр

В.И.Синявский

СОГЛАСОВАНО

Комитет государственной безопасности
Республики Беларусь

Министерство внутренних дел
Республики Беларусь

Министерство здравоохранения
Республики Беларусь

Министерство природных
ресурсов и охраны окружающей
среды Республики Беларусь

УТВЕРЖДЕНО

Постановление
Министерства
по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь
16.06.2021 № 42

**Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Правила
ядерной безопасности реакторных установок атомных электростанций»**

**РАЗДЕЛ I
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**ГЛАВА 1
НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**



ЭТАЛОН

Официальная правовая информация
Информационно-поисковая система "ЭТАЛОН", 24.08.2021
Национальный центр правовой информации Республики Беларусь

1. Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных электрических станций» (далее – Правила) устанавливают общие технические требования к конструкции, характеристикам и условиям эксплуатации систем и элементов реакторных установок (далее – РУ), в том числе требования, направленные на обеспечение ядерной и радиационной безопасности новых и эксплуатируемых РУ и атомных электростанций (далее – АЭС).

2. Безопасность РУ и АЭС определяется уровнем технического совершенства проектов, требуемым качеством изготовления, монтажа, наладки и испытаний элементов и систем, важных для безопасности, их надежностью при эксплуатации, диагностикой технического состояния оборудования, качеством и своевременностью проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, контролем и управлением технологическими процессами при эксплуатации, организацией работ, квалификацией и дисциплиной персонала.

3. Безопасность РУ и АЭС обеспечивается системой технических и организационных мер, предусмотренных концепцией глубокоэшелонированной защиты, в том числе за счет:

- использования и развития свойств внутренней самозащищенности;
- использования систем безопасности, построенных на основе принципов независимости, разнообразия и резервирования, единичного отказа;
- использования надежных, проверенных практикой технических решений и обоснованных методик, расчетных анализов и экспериментальных исследований;
- выполнения требований норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдения требований проектов РУ и АЭС;
- устойчивости технологических процессов;
- реализации систем обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла АЭС;
- формирования и внедрения культуры безопасности на всех этапах жизненного цикла АЭС;
- использования опыта эксплуатации.

4. Свойства внутренней самозащищенности должны обеспечиваться за счет:

- самоограничения энерговыделения активной зоны за счет отрицательных коэффициентов реактивности по температуре топлива, теплоносителя, по мощности;
- срабатывания органов регулирования в режиме аварийной защиты (далее – АЗ) на основе гравитационных сил;
- применения пассивных элементов, отсечных, ограничительных и сбросных устройств;
- использования инерционного выбега главного циркуляционного насоса для обеспечения необходимого спада расхода через активную зону при обесточивании энергоблока;

естественной циркуляции теплоносителя в первом контуре при потере или отсутствии принудительной циркуляции, в том числе при проектных авариях.

5. Для целей настоящих Правил используются следующие термины и их определения:
 АЗ – функция безопасности, заключающаяся в быстром переводе реактора в подкритическое состояние и в поддержании его в подкритическом состоянии, а также комплекс систем безопасности, выполняющий функцию АЗ;

активная зона – часть реактора, в которой размещены ядерное топливо, замедлитель, поглотитель, теплоноситель, средства воздействия на реактивность и элементы конструкций, предназначенные для осуществления управляемой цепной ядерной реакции деления и передачи энергии теплоносителю;

группа рабочих органов системы управления и защиты (далее – СУЗ) – один или несколько рабочих органов СУЗ, объединенных по управлению в целях одновременного совместного перемещения и воздействия на реактивность;

диагностика – функция контроля, целью которой является определение состояния работоспособности (неработоспособности) или исправности (неисправности) диагностируемого объекта;

извлечение средств воздействия на реактивность – перемещение или изменение состояния средств воздействия на реактивность, которое приводит к вводу положительной реактивности (введение средств воздействия на реактивность приводит к вводу отрицательной реактивности);

исполнительный механизм СУЗ – устройство, состоящее из привода, рабочих органов и соединительных элементов и предназначенное для изменения реактивности реактора;

канал контроля – совокупность датчиков, линий связи, средств обработки сигналов и (или) представления параметров, предназначенных для обеспечения контроля в заданном проекте объеме;

комплект аппаратуры АЗ – аппаратура СУЗ, выполняющая в заданном проекте РУ функции контроля и управления АЗ;

максимальный запас реактивности – реактивность, которая может реализовываться в реакторе при удалении из активной зоны всех средств воздействия на реактивность и извлекаемых поглотителей для момента кампании и состояния реактора с максимальным значением эффективного коэффициента размножения;

максимальный проектный предел повреждения тепловыделяющих элементов (далее – ТВЭЛ) – допустимые значения параметров и характеристик ТВЭЛов в условиях проектных аварий, превышение которых может приводить к разрушению ТВЭЛов;

перегрузка активной зоны (перегрузка) – ядерно-опасные работы на РУ по загрузке, извлечению и перемещению тепловыделяющих сборок (далее – ТВС) (ТВЭЛов), средств воздействия на реактивность и других элементов, влияющих на реактивность, в целях их ремонта, замены и демонтажа;

повреждение ТВЭЛА – нарушение хотя бы одного из установленных для ТВЭЛов проектных пределов повреждения;

предупредительная защита – функция, выполняемая управляющей системой нормальной эксплуатации блока АЭС, для предотвращения срабатывания АЗ и (или) нарушений пределов и условий безопасной эксплуатации;

привод СУЗ – устройство, предназначенное для изменения положения механического рабочего органа СУЗ и его удержания в фиксированном положении;

рабочий орган АЗ – средство воздействия на реактивность, используемое в АЗ;

рабочий орган СУЗ – средство воздействия на реактивность, используемое в СУЗ;

разгерметизация ТВЭЛА – повреждение ТВЭЛА с нарушением целостности оболочки ТВЭЛА типа газовой неплотности или прямого контакта ядерного топлива с теплоносителем;

разрушение ТВЭЛА – нарушение целостности конструкции ТВЭЛА, в результате которой ТВЭЛ утрачивает геометрию, обеспечивающую его проектное охлаждение;

реакторная установка – комплекс систем и элементов АЭС, предназначенный для преобразования ядерной энергии в тепловую, включающий реактор и непосредственно связанные с ним системы, необходимые для его нормальной эксплуатации, аварийного охлаждения, АЗ и поддержания в безопасном состоянии при условии выполнения требуемых вспомогательных и обеспечивающих функций другими системами АЭС. Границы РУ устанавливаются для каждой АЭС в проекте;

сигнал АЗ – сигнал, формируемый в комплекте аппаратуры АЗ с целью инициировать срабатывание рабочих органов АЗ и поступающий в средства регистрации, а также на блочный пункт (щит) управления (далее – БПУ) и резервный пункт (щит) управления (далее – РПУ) для оповещения персонала;

сигнал предупредительной защиты (далее – ПЗ) – сигнал, формируемый и регистрируемый системами контроля и управления для инициирования функций ПЗ и оповещения персонала о возможных нарушениях нормальной эксплуатации;

система остановки реактора – система, предназначенная для перевода реактора в подкритическое состояние и поддержания его в подкритическом состоянии с помощью средств воздействия на реактивность;

СУЗ – совокупность средств технического, программного и информационного обеспечения, предназначенных для обеспечения безопасного протекания цепной ядерной реакции деления, относящаяся к системе, важной для безопасности, совмещающая функции нормальной эксплуатации и безопасности и состоящая из элементов управляющих систем нормальной эксплуатации, защитных, управляющих и обеспечивающих систем безопасности;

средства воздействия на реактивность – технические средства, реализуемые в виде твердых, жидких или газообразных поглотителей (замедлителей, отражателей), изменением положения или состояния которых в активной зоне или отражателе обеспечивается изменение реактивности активной зоны реактора;

тепловыделяющая сборка – машиностроительное изделие, содержащее ядерные материалы и предназначенное для получения тепловой энергии в ядерном реакторе за счет осуществления контролируемой ядерной реакции;

твэл – отдельная сборочная единица, содержащая ядерные материалы и предназначенная для получения тепловой энергии в ядерном реакторе за счет осуществления контролируемой ядерной реакции деления и (или) для накопления нуклидов;

технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока – документ, содержащий правила и основные приемы эксплуатации, общий порядок выполнения операций, связанных с безопасностью, а также пределы и условия безопасной эксплуатации;

тяжелое повреждение активной зоны реактора – запроектная авария с повреждением твэлов выше максимального проектного предела, при которой может быть превышен предельно допустимый аварийный выброс радиоактивных веществ в окружающую среду;

указатель положения рабочего органа СУЗ – устройство для определения положения рабочего органа СУЗ в активной зоне реактора;

эквивалентная степень окисления оболочки – отнесенная к начальной толщине оболочки суммарная толщина эквивалентного слоя, который прореагировал бы с водяным паром в предположении, что весь местно-поглощенный кислород пошел на образование стехиометрического диоксида циркония ZrO_2 . В случае разгерметизации оболочки учитывается окисление как наружной, так и внутренней поверхности оболочки;

доля запаздывающих нейтронов бэф – отношение среднего числа запаздывающих нейтронов к среднему числу нейтронов, испускаемых при делении (безразмерная величина).

РАЗДЕЛ II

ТРЕБОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РЕАКТОРУ И СИСТЕМАМ АЭС ВАЖНЫМ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ

ГЛАВА 2

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

6. Сооружению АЭС должна предшествовать разработка проекта РУ и проекта АЭС. В проектах РУ и АЭС должны быть определены системы, важные для безопасности, их основные характеристики, надежность, срок службы, а также порядок их функционирования, условия эксплуатации, средства контроля и диагностики этих систем.

7. Изменение состава, конструкции и (или) характеристик РУ и ее систем, важных для безопасности, а также условий эксплуатации АЭС не может быть выполнено без внесения соответствующих изменений в проекты РУ и АЭС.

8. При разработке проекта РУ и (или) при модификации активной зоны реактора с использованием новых конструкций ТВС, новых композиций ядерного топлива, совершенствовании СУЗ и других систем, важных для безопасности, должны быть выполнены необходимые стендовые и реакторные исследования.

9. В проекте РУ должна быть показана достаточность проведенных исследований для доказательства выполнения критериев безопасности.

10. Для всех этапов жизненного цикла АЭС разрабатываются программы обеспечения качества.

ГЛАВА 3

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ АЭС

11. В целях поддержания и подтверждения проектных характеристик системы (элементы) РУ и АЭС, важные для безопасности, должны проходить контроль и испытания в процессе изготовления, монтажа и наладки, а также периодическую проверку в процессе эксплуатации.

12. Проектами РУ и АЭС должны быть предусмотрены устройства, методики и периодичность проверок систем, важных для безопасности, на соответствие их проектным характеристикам, включая комплексное опробование (последовательности и времени прохождения сигналов, в том числе срабатывания АЗ, перехода на аварийные источники питания, обеспечения функций безопасности).

13. Проектами РУ и АЭС должны быть определены перечни систем и элементов, работоспособность и характеристики которых проверяются на работающем или остановленном реакторе, с указанием состояния РУ и систем РУ и АЭС, важных для безопасности.

14. Устройства и методики проверки систем РУ и АЭС, важных для безопасности, и их элементов не должны влиять на безопасность АЭС.

15. Основным документом по обоснованию ядерной и радиационной безопасности РУ является отчет по обоснованию безопасности АЭС (далее – ООБ АЭС).

16. Разработка ООБ АЭС осуществляется эксплуатирующей организацией при соблюдении соответствия ООБ АЭС проектам РУ и АЭС.

17. В проектах РУ и АЭС должны быть установлены и представлены в ООБ АЭС перечень исходных событий проектных аварий и перечень запроектных аварий, классификация проектных и запроектных аварий по частоте возникновения и по тяжести последствий, а также анализ проектных и запроектных аварий и их последствий. В числе запроектных аварий необходимо рассмотреть аварии с тяжелым повреждением активной зоны.

18. Целевым ориентиром безопасности АЭС при проектировании РУ является непревышение суммарной вероятности тяжелых аварий для каждого блока АЭС на интервале в один год, равной 10^{-5} .

19. Проекты РУ и АЭС должны содержать анализ возможных отказов систем (элементов), важных для безопасности, с выделением опасных по тяжести последствий для РУ и АЭС отказов и оценкой их последствий на основе вероятностного и детерминистического анализа безопасности.

20. В проектах РУ и АЭС должны быть приведены и обоснованы эксплуатационные пределы и условия, пределы и условия безопасной эксплуатации, а также проектные пределы, установленные для проектных аварий.

21. В проектах РУ и АЭС каждой проектной аварии или группе аварий должны быть поставлены в соответствие проектные пределы для проектных аварий, которые не должны превышать с учетом действия систем безопасности.

22. В проектах РУ и АЭС должно быть показано, что для проектных аварий с наиболее тяжелыми последствиями не превышает максимальный проектный предел повреждения ТВЭЛОВ.

Для остальных проектных аварий проектные пределы повреждения ТВЭлов должны устанавливаться проектом РУ и иметь значения, меньшие максимального проектного предела повреждения ТВЭлов.

Пределы повреждения ТВЭлов приведены в приложении.

23. В проектах РУ и АЭС должен быть приведен перечень ядерно-опасных работ.

24. В проектах РУ и АЭС должны быть представлены перечни методик и программ, применяемых при обосновании безопасности и используемых в системах, важных для безопасности.

25. Используемые программы и методики должны быть валидированы, верифицированы и аттестованы.

ГЛАВА 4

АКТИВНАЯ ЗОНА РЕАКТОРА И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ КОНСТРУКЦИИ

26. Активная зона реактора должна быть спроектирована так, чтобы любые изменения реактивности при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, не приводили к нарушению соответствующих пределов повреждения ТВЭлов. Требования к коэффициентам реактивности приведены в приложении.

27. В проекте РУ должно быть указано, что при проектных авариях, связанных с быстрым увеличением реактивности, усредненная по поперечному сечению топливной таблетки (среднерадиальная) энтальпия топлива должна быть не выше предельного значения, устанавливаемого в проекте на основе экспериментальных данных, а также исключено разрушение ТВЭлов и ТВС. Для запроектных аварий должны быть приведены условия, при которых возможно разрушение части ТВЭлов и ТВС.

28. В проекте РУ должно быть установлено соответствие между пределами повреждения ТВЭлов и активностью теплоносителя первого контура по реперным радионуклидам с учетом эффективности систем очистки теплоносителя.

29. Для обоснования выполнения требований к непревышению пределов безопасной эксплуатации по повреждению ТВЭлов при нарушениях нормальной эксплуатации в проекте РУ должен быть выполнен анализ теплотехнической надежности активной зоны с обоснованием достаточности предусмотренных проектом РУ запасов.

30. Окисление оболочек ТВЭлов в процессе эксплуатации РУ не должно приводить к их чрезмерному охрупчиванию. В проекте РУ должна быть обоснована (на основе экспериментальных данных) и приведена эквивалентная степень окисления оболочки ТВЭлов при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.

31. Конструкция и исполнение активной зоны и ее элементов, включая ТВС и ТВЭлы, должны быть такими, чтобы при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, не превышались соответствующие пределы повреждения ТВЭлов с учетом:

- проектных режимов работы РУ, их количества и проектного протекания;
- силового (механического), теплового и радиационного воздействия на компоненты активной зоны;
- физико-химического взаимодействия материалов активной зоны и теплоносителя;
- предельных отклонений конструктивных, технологических характеристик и параметров процессов;
- ударных и вибрационных воздействий, термоциклического нагружения, радиационной и температурной ползучести, а также старения материалов;
- влияния продуктов деления и примесей в теплоносителе на прочность и коррозионную стойкость ТВЭлов;
- других факторов, ухудшающих механические характеристики материалов активной зоны и целостность оболочек ТВЭлов.

32. В проекте РУ и АЭС должна быть обоснована и обеспечена проектными техническими средствами возможность выгрузки поврежденных компонентов активной зоны после проектной аварии.

33. Активная зона и исполнительные механизмы СУЗ должны быть спроектированы так, чтобы исключались заклинивание, выброс рабочих органов или их самопроизвольное расцепление с приводами СУЗ.

34. В проекте РУ должно быть показано, что при непредусмотренном перемещении наиболее эффективных одного или группы рабочих органов СУЗ не происходит повреждение ТВЭЛов с нарушением пределов безопасной эксплуатации с учетом срабатывания АЗ без одного наиболее эффективного рабочего органа АЗ.

35. При нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, должна исключаться возможность непредусмотренных перемещений и (или) деформаций элементов активной зоны, вызывающих увеличение реактивности и ухудшение теплоотвода, приводящих к повреждению ТВЭЛов сверх соответствующих проектных пределов.

36. В проектах РУ и АЭС должно быть показано и обосновано, что при сейсмических воздействиях, свойственных площадке блока АЭС, обеспечивается беспрепятственный ввод в активную зону рабочих органов регулирования и АЗ, а также надежный теплоотвод от активной зоны.

37. Характеристики активной зоны и средств воздействия на реактивность должны быть такими, чтобы введение в активную зону средств воздействия на реактивность для любой комбинации их расположения при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, обеспечивало ввод отрицательной реактивности на любом участке их движения.

38. Конструкция ТВС должна быть такой, чтобы формоизменения ТВЭЛов и других элементов ТВС, возможные при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, не вызывали перекрытие проходного сечения ТВС, приводящее к повреждению ТВЭЛов сверх соответствующих пределов, и не препятствовали нормальному функционированию рабочих органов СУЗ.

39. Конструкция ТВС должна иметь отличительные знаки, характеризующие нуклидный состав и обогащение ядерного топлива в ТВЭлах, которые различаются визуально и (или) с помощью устройств перегрузки.

40. ТВЭлы различного обогащения, с выгорающим поглотителем в топливе, со смешанным топливом, специальные выгорающие поглотители в составе ТВС должны иметь отличительные знаки, которые различаются визуально и (или) с помощью промышленных средств контроля при сборке ТВС.

41. В проектах РУ и АЭС должны быть предусмотрены технические средства и методы контроля герметичности оболочек ТВЭЛов на остановленном и (или) работающем реакторе, которые должны обеспечивать надежное и своевременное обнаружение негерметичных ТВЭЛов (ТВС), и установлены критерии для отбраковки негерметичных ТВЭЛов (ТВС).

В проекте РУ и АЭС должны быть приведены и обоснованы методики, используемые для контроля герметичности оболочек ТВЭЛов на остановленном и (или) работающем реакторе.

ГЛАВА 5 ТРЕБОВАНИЯ К СУЗ

42. В состав РУ должны входить СУЗ, предназначенные:

для управления реактивностью активной зоны реактора и мощностью РУ;

для контроля плотности нейтронного потока (мощности), скорости его изменения, технологических параметров, необходимых для защиты и управления реактивностью активной зоны реактора и мощностью РУ;

для перевода реактора в подкритическое состояние и поддержания его в подкритическом состоянии.

43. Состав, структура, характеристики и порядок работы СУЗ должны быть обоснованы в проекте РУ. Проект РУ должен содержать количественный анализ надежности, в котором должно быть представлено, что показатели надежности СУЗ соответствуют требованиям нормативных правовых актов, в том числе обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов, в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

44. Проект РУ должен содержать анализ реакций СУЗ на внешние и внутренние воздействия (в том числе пожары, землетрясения, затопления, электромагнитные наводки), на возможные неисправности и отказы (в том числе короткие замыкания, потерю качества изоляции, падение и наводки напряжения, ложные срабатывания, потери управления), доказывающий отсутствие опасных по тяжести последствий для РУ реакций.

45. В случае выявления в процессе эксплуатации опасных по тяжести последствий для РУ реакций СУЗ, РУ должна быть остановлена и приняты меры по их исключению. Эксплуатирующая организация должна обеспечить внесение соответствующих изменений в проект РУ.

46. В проекте РУ должны быть предусмотрены не менее двух систем остановки реактора, каждая из которых должна быть способна, независимо одна от другой, обеспечивать перевод реактора в подкритическое состояние и поддержание его в подкритическом состоянии с учетом принципа единичного отказа или ошибки персонала. Эти системы должны проектироваться с соблюдением принципов разнообразия, независимости и резервирования.

47. Не менее чем одна из систем остановки реактора (не выполняющая функцию АЗ) при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, должна обладать:

эффективностью, достаточной для перевода реактора в подкритическое состояние и поддержания подкритического состояния с учетом возможного высвобождения реактивности;

быстродействием, достаточным для перевода реактора в подкритическое состояние без нарушения проектных пределов повреждения твэлов, установленных для проектных аварий (с учетом действия систем аварийного охлаждения активной зоны).

48. В проекте РУ должны быть определены и обоснованы количество, эффективность, расположение, состав групп, рабочие положения, последовательность и скорости перемещения рабочих органов СУЗ (включая рабочие органы АЗ), а также количество их приводов.

49. В проекте РУ должны быть определены и обоснованы методы и условия испытаний, замены и вывода в ремонт рабочих органов СУЗ, их приводов, а также других средств воздействия на реактивность.

50. Исполнительные механизмы СУЗ должны иметь указатели промежуточных положений их рабочих органов, сигнализаторы конечных положений и конечные выключатели, срабатывающие (по возможности) непосредственно от рабочего органа. Другие средства оперативного воздействия на реактивность должны иметь указатели состояний и (или) конечных положений.

51. Если проектом РУ предусмотрено использование при первом физическом пуске реактора дополнительной (к штатной) системы СУЗ, эта система должна соответствовать требованиям главы 4 настоящих Правил в части, относящейся к системе СУЗ.

52. Не менее чем одна из предусмотренных систем остановки реактора должна выполнять функцию АЗ.

53. В проекте РУ должно быть показано, что системы остановки реактора, выполняющие функцию АЗ, без одного наиболее эффективного рабочего органа обладают:

быстродействием, достаточным для перевода реактора в подкритическое состояние без нарушения пределов безопасной эксплуатации при нарушениях нормальной эксплуатации;

эффективностью, достаточной для перевода реактора в подкритическое состояние и поддержания подкритического состояния реактора при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.

54. Если эффективность АЗ недостаточна для длительного поддержания реактора в подкритическом состоянии, в проекте РУ должно быть предусмотрено автоматическое подключение другой (других) системы (систем) остановки реактора, обладающей (обладающих) эффективностью, достаточной для поддержания подкритического состояния реактора с учетом возможного высвобождения положительной реактивности.

55. АЗ должна иметь не менее двух независимых групп рабочих органов.

56. АЗ должна быть спроектирована таким образом, чтобы начавшееся защитное действие было завершено с учетом требований пункта 53 настоящих Правил и обеспечивался контроль выполнения функции АЗ.

57. В проекте РУ должны быть указаны порядок определения и устранения причин, вызвавших срабатывание АЗ, а также последовательность действий оперативного персонала по восстановлению нормальной эксплуатации РУ после срабатывания АЗ.

58. По сигналу АЗ рабочие органы АЗ должны приводиться в действие из любых рабочих или промежуточных положений.

59. Если рабочие органы АЗ не приведены в рабочее положение средствами воздействия на реактивность, предусмотренными проектом РУ, должен быть исключен ввод положительной реактивности. Рабочее положение рабочих органов АЗ и порядок их извлечения должны быть определены в проекте РУ.

60. В случае совмещения средствами воздействия на реактивность функций нормальной эксплуатации и АЗ в проекте РУ разрабатывается и обосновывается порядок их функционирования. Должна быть обеспечена приоритетность функционирования АЗ.

61. Структура АЗ должна выбираться из условия выполнения установленных критериев (единичный отказ, отказ по общей причине) и показателей надежности.

62. Аппаратура АЗ должна состоять минимум из двух независимых комплектов.

63. Каждый комплект аппаратуры АЗ должен быть спроектирован таким образом, чтобы в диапазоне изменения плотности нейтронного потока от $10^{-7}\%$ до 120 % номинального значения обеспечивалась защита:

по плотности нейтронного потока – не менее чем тремя независимыми каналами;

по скорости нарастания плотности нейтронного потока – не менее чем тремя независимыми каналами.

64. В случае необходимости разбиения диапазона измерения плотности нейтронного потока на несколько поддиапазонов должно быть предусмотрено перекрытие поддиапазонов измерения не менее чем в пределах одного десятичного порядка в единицах плотности нейтронного потока и автоматическое переключение поддиапазонов.

65. Должна быть предусмотрена возможность подключения регистрирующего устройства к каждому каналу контроля плотности нейтронного потока.

66. Каждый комплект аппаратуры АЗ должен быть спроектирован таким образом, чтобы во всем диапазоне изменения технологических параметров, установленном в проекте РУ, обеспечивалась АЗ не менее чем тремя независимыми каналами по каждому технологическому параметру, по которому необходимо осуществлять защиту.

67. Аварийный сигнал от каждого комплекта аппаратуры АЗ должен реализовываться на основе мажоритарной логики, которая выбирается на основе анализа надежности, приводимого в проекте РУ. Минимальная мажоритарность равна 2 из 3.

68. Управляющие команды каждого комплекта для исполнительных механизмов АЗ должны передаваться минимум по двум каналам.

69. Допустимость объединения в каждом комплекте аппаратуры АЗ измерительных частей каналов контроля плотности нейтронного потока с измерительными частями каналов контроля скорости нарастания нейтронного потока должна быть обоснована в проекте РУ.

70. АЗ должна быть в такой мере отделена от управляющих систем нормальной эксплуатации (далее – УСНЭ), чтобы вывод из работы или отказ любого элемента УСНЭ не влияли на способность АЗ выполнять свои функции.

71. Отказ в канале контроля элементов отображения, регистрации информации и диагностики не должен влиять на способность этого канала выполнять функции АЗ.

72. По каждому из каналов и в целом по комплекту аппаратуры АЗ должна быть предусмотрена возможность проверки формирования и времени прохождения сигналов АЗ без срабатывания рабочих органов АЗ.

73. В системе АЗ должны быть предусмотрены автоматический контроль и диагностика исправности комплектов и каналов аппаратуры АЗ с выводом информации на БПУ об отказах в каналах, а также формирование сигналов АЗ по отказам каналов или комплектов.

74. В проекте РУ должны быть приведены и обоснованы методики аттестации аппаратуры АЗ и проверок средств измерений аппаратуры АЗ.

75. Допустимость и условия вывода из работы одного комплекта или одного канала в комплекте АЗ (в том числе продолжительность, мощность РУ, состояние других комплектов) должны быть обоснованы в проекте РУ.

76. При выводе из работы одного канала в одном из комплектов аппаратуры АЗ без вывода данного комплекта из работы для этого канала должен автоматически формироваться аварийный сигнал.

77. Перечень параметров, по которым необходимо осуществлять функции АЗ, уставки и условия срабатывания АЗ, а также время прохождения сигналов до начала срабатывания рабочих органов АЗ должны быть обоснованы в проекте РУ. Уставки и условия срабатывания АЗ должны выбираться таким образом, чтобы предотвращать нарушение пределов безопасной эксплуатации.

78. В проекте РУ должен быть приведен и обоснован перечень исходных событий, при которых требуется срабатывание АЗ.

79. Срабатывание АЗ должно обязательно происходить в следующих случаях:
при достижении уставки АЗ по плотности нейтронного потока;
при достижении уставки АЗ по скорости нарастания плотности нейтронного потока;
при исчезновении напряжения в любом не выведенном из работы комплекте аппаратуры АЗ и шинах электропитания СУЗ;
при отказе любых двух из трех каналов защиты по плотности нейтронного потока или по скорости нарастания нейтронного потока в любом не выведенном из работы комплекте аппаратуры АЗ;
при достижении уставок АЗ по технологическим параметрам, значения которых необходимо учитывать для осуществления защиты;
при инициировании срабатывания АЗ от ключа с БПУ (РПУ).

80. Допустимость применения предупредительной защиты (защит) при нарушениях нормальной эксплуатации, не требующих срабатывания АЗ, и условия ее (их) применения должны быть обоснованы в проекте РУ.

81. АЗ должна быть спроектирована таким образом, чтобы с помощью технических средств исключалась возможность не предусмотренного проектом РУ и технологическим регламентом безопасной эксплуатации блока АЭС воздействия на элементы ввода и вывода из работы каналов АЗ и изменения уставок без оповещения персонала и без срабатывания рабочих органов АЗ.

82. Выполнение функции АЗ реактора не должно зависеть от наличия и состояния источников электроснабжения.

83. Для контроля нейтронного потока реактор должен быть оснащен каналами контроля таким образом, чтобы во всем диапазоне изменения плотности нейтронного потока в активной зоне от 10^{-7} % до 120 % номинального значения контроль осуществлялся не менее чем:

три независимыми друг от друга каналами измерения плотности нейтронного потока с показывающими приборами;

три независимыми друг от друга каналами измерения скорости изменения плотности нейтронного потока.

84. Допустимость объединения измерительных частей каналов контроля плотности нейтронного потока с измерительными частями каналов контроля скорости изменения плотности нейтронного потока должна быть обоснована в проекте РУ.

85. Не менее чем два из трех каналов контроля плотности нейтронного потока должны быть оснащены записывающими устройствами с возможностью их подключения к любому каналу контроля плотности нейтронного потока. Записывающие устройства должны обеспечивать возможность измерения и записи показаний во всем проектном диапазоне изменения плотности нейтронного потока.

86. Каналы контроля плотности нейтронного потока должны быть оттарированы во всем проектном диапазоне изменения тепловой мощности реактора. В проекте РУ должны быть обоснованы и определены методика и порядок проведения такой тарировки и ее периодичность в процессе эксплуатации блока АЭС.

87. Если каналы контроля плотности нейтронного потока, указанные в пункте 83 настоящих Правил, не обеспечивают контроль нейтронного потока при загрузке (перегрузке) активной зоны, то реактор должен быть оснащен дополнительной системой контроля. Применение дополнительной системы контроля измерений при загрузке (перезагрузке) активной зоны должно быть установлено в проекте РУ.

Дополнительная система контроля может быть съемной, устанавливаемой на период загрузки и перегрузки активной зоны реактора, и должна иметь в составе не менее трех независимых каналов контроля плотности нейтронного потока с показывающими и записывающими устройствами.

88. Для контроля изменения реактивности в проекте РУ должен быть предусмотрен измеритель реактивности с датчиками, устройствами оперативного отображения, регистрации, с автоматическим переключением диапазонов плотности нейтронного потока и реактивности.

89. Методика и погрешности определения реактивности (количество и размещение датчиков, алгоритмы и константы для расчета, погрешности и диапазоны измерения) должны быть обоснованы в проекте РУ.

90. Каналы контроля реактивности должны оснащаться средствами автоматической проверки работоспособности и предупредительной сигнализации о неисправности.

91. В проекте РУ должны быть обоснованы и приведены методики аттестации и проверок средств измерений реактивности.

92. В проекте РУ должны быть обоснованы и установлены характеристики системы автоматического регулирования мощности РУ, которые обеспечивают работу РУ без нарушения эксплуатационных пределов. Возможность и допустимое время работы РУ без системы автоматического регулирования мощности, в частности, при ее отказе, а также допустимая мощность РУ при работе в таком режиме должны быть обоснованы в проекте РУ.

93. При включении нескольких измерительных каналов на вход системы автоматического регулирования мощности должно быть предусмотрено устройство для получения сигнала от работающих измерительных каналов, чтобы отключение или отказ одного из этих каналов не вызывали изменение мощности реактора за счет воздействия системы автоматического регулирования.

94. Для РУ, перегрузка ядерного топлива которых осуществляется на остановленном реакторе, техническими мерами должна быть исключена возможность ввода положительной реактивности одновременно двумя и более предусмотренными средствами воздействия на реактивность, а также ввод положительной реактивности средствами воздействия на реактивность при загрузке (выгрузке) ядерного топлива.

95. Скорость увеличения реактивности средствами воздействия на реактивность не должна превышать 0,07 бэф/с. Для рабочих органов СУЗ с эффективностью более 0,7 бэф ввод положительной реактивности должен быть шаговым, с эффективностью шага не более 0,3 бэф (обеспечивается техническими мерами). В проекте РУ должны быть указаны величина шага, пауза между шагами и скорость увеличения реактивности.

96. Перед пуском реактора рабочие органы АЗ должны быть взведены в рабочее положение.

Подкритичность реактора в любой момент кампании после взведения рабочих органов АЗ в рабочее положение с введенными в активную зону остальными органами СУЗ должна быть не менее 0,01 в состоянии активной зоны с максимальным эффективным коэффициентом размножения.

97. Отказ канала контроля плотности и (или) скорости изменения плотности нейтронного потока должен сопровождаться сигнализацией оператору и регистрацией. При этом должен формироваться сигнал об отказе такого канала.

98. В проекте РУ должны быть приведены требования к средствам, обеспечивающим при эксплуатации оперативное автоматизированное определение и регистрацию значений текущего запаса реактивности активной зоны реактора и его изменений. В проекте РУ должны быть обоснованы порядок определения суммарной эффективности средств воздействия на реактивность, эффективности рабочих органов АЗ, эффективности групп рабочих органов СУЗ, коэффициентов реактивности по параметрам, влияющим на реактивность, а также методики определения этих величин и погрешности их определения.

99. В проекте РУ должны предусматриваться средства и методики контроля подкритичности реактора.

100. В проекте РУ должны быть предусмотрены средства контроля неравномерности энерговыделения в активной зоне реактора и средства оперативного расчета запаса до кризиса теплообмена.

101. Для активных зон реактора, для которых не доказано отсутствие колебаний плотности потока нейтронов, в проекте РУ должны быть предусмотрены средства контроля и управления колебаниями плотности потока нейтронов и указан порядок управления колебаниями без нарушения эксплуатационных пределов повреждения ТВЭЛов.

ГЛАВА 6

УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

102. В проекте РУ должны быть представлены и обоснованы требования к составу, структуре, основным характеристикам, количеству и условиям размещения УСНЭ, управляющих систем безопасности (далее – УСБ), их элементов, а также систем диагностики РУ.

103. В проекте РУ должны быть обоснованы и приведены перечни:

- контролируемых параметров и сигналов о состоянии РУ;
- регулируемых параметров и управляющих сигналов;
- уставок и условий срабатывания ПЗ;
- мест размещения датчиков диагностики РУ;
- параметров, определяющих ввод в действие систем безопасности.

104. В проекте РУ должно быть обосновано, что УСНЭ и УСБ обеспечивают контроль технического состояния и безопасное управление РУ при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.

105. В проекте РУ должны быть приведены и обоснованы перечни защит и блокировок оборудования РУ, а также технические требования к условиям их срабатывания.

106. В УСНЭ и УСБ должны быть предусмотрены устройства формирования сигналов, обязательно включая сигналы:

аварийного оповещения (сирена, имеющая отличительный тон сигнала) – в случаях, предусмотренных проектом РУ;

аварийные (световые и звуковые) – при достижении параметрами уставок и условий срабатывания АЗ;

предупредительные (световые и звуковые) – при нарушениях нормальной эксплуатации систем и элементов РУ и достижении параметрами уставок и условий срабатывания ПЗ;

указательные – о наличии напряжения в цепях электроснабжения, о состоянии оборудования.

107. Должна быть предусмотрена диагностика УСНЭ и УСБ.

108. УСНЭ и УСБ должны быть спроектированы таким образом, чтобы имелась возможность идентифицировать исходные события аварий, установить фактические алгоритмы работы систем РУ, важных для безопасности, отклонения от штатных алгоритмов и действия оперативного персонала.

Проектом должны быть предусмотрены средства для регистрации:

параметров и признаков состояния систем (элементов) РУ, позволяющих достоверно определить исходное событие;

управляющих сигналов;

изменений параметров, характеризующих состояния систем РУ, важных для безопасности;

параметров, по которым предусматривается ввод в действие защит;

положения арматуры систем безопасности;

параметров, характеризующих радиационную обстановку;

действий оперативного персонала, включая и видеоинформацию;

переговоров оперативного персонала по системам связи.

109. В проекте РУ должны быть обоснованы и приведены данные об объеме и интенсивности регистрации и хранении информации, указанной в пункте 108 настоящих Правил.

110. Средства регистрации должны сохранять работоспособность и обеспечивать сохранение информации в условиях проектных и запроектных аварий (в устройстве типа «черный ящик»).

111. В проекте РУ должны быть установлены:

допустимые значения мощности реактора в зависимости от работоспособности УСНЭ при частичной потере функции;

условия вывода в ремонт УСНЭ и УСБ и их частей.

112. Для регулируемых и контролируемых параметров должны быть обоснованы диапазоны и скорости их изменения при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.

113. Средства измерений элементов УСНЭ и УСБ должны проходить метрологическую экспертизу и аттестацию методик (методов) измерений.

114. Проект РУ должен содержать анализ реакций УСНЭ и УСБ на внешние и внутренние воздействия, на возможные отказы и неисправности (в том числе короткие замыкания, потерю качества изоляции, падение и наводки напряжения, ложные срабатывания, потери сигналов) и на отказы основного оборудования РУ, доказывающий

отсутствие опасных по тяжести последствий для РУ реакций. В случае выявления в процессе эксплуатации опасных по тяжести последствий для РУ реакций УСНЭ и УСБ РУ должна быть остановлена и приняты меры по их исключению. Эксплуатирующая организация должна обеспечивать внесение необходимых в этой связи изменений в проект РУ.

115. Использование в УСНЭ и УСБ программируемых и программных средств должно быть обосновано и подтверждено испытаниями. Используемые программируемые и программные средства должны быть верифицированы.

116. Управление РУ и ее системами должно производиться с БПУ и (при необходимости) с местных постов управления.

117. На каждом блоке, помимо БПУ, должен быть предусмотрен РПУ, с которого должны обеспечиваться перевод реактора в подкритическое состояние и аварийное расхолаживание РУ, а также контроль необходимых для безопасности РУ технологических параметров, если по каким-либо причинам этого нельзя сделать с БПУ.

118. Требования к составу оборудования и аппаратуры БПУ, РПУ и местных постов управления должны быть определены в проекте РУ.

119. На РПУ должна выводиться информация о состоянии систем и отдельных элементов систем, обязательно включая:

плотность нейтронного потока в активной зоне;

параметры теплоносителя и систем, участвующих в аварийном расхолаживании;

указатели промежуточных и конечных положений рабочих органов СУЗ;

указатели состояния средств воздействия на реактивность (состояние арматуры насосов и элементов, однозначно определяющее готовность средств воздействия выполнять свои функции и факт их срабатывания, а также параметры состояния раствора жидкого поглотителя);

указатели положения арматуры и состояния систем, обеспечивающих расхолаживание.

120. Должна быть исключена возможность вывода из строя цепей управления и контроля БПУ и РПУ по общей причине при учитываемых исходных событиях, а также исключена техническими средствами возможность управления одновременно с БПУ и РПУ по каждому конкретному элементу.

121. В реакторе, первом контуре, баках аварийного запаса жидкого поглотителя и во всех системах, заполняемых по проекту РУ (АЭС) раствором жидкого поглотителя, должны быть обеспечены заданные проектом РУ (АЭС) концентрации раствора жидкого поглотителя. Способ и периодичность измерения концентрации нуклида-поглотителя нейтронов в растворе жидкого поглотителя должны определяться в проекте РУ (АЭС).

122. В проекте РУ (АЭС) должны быть предусмотрены технические средства контроля содержания нуклидов-поглотителей нейтронов в растворе жидкого поглотителя в РУ и в емкостях аварийного запаса поглотителя в процессе эксплуатации РУ, а также технические средства для поддержания равномерной концентрации раствора поглотителя в содержащих его емкостях.

123. Техническими средствами или организационными мерами должен быть обеспечен входной контроль содержания нуклидов-поглотителей нейтронов в материалах, используемых в средствах воздействия на реактивность, на соответствие проектным характеристикам.

124. Каждая емкость аварийного запаса раствора жидкого поглотителя должна быть оборудована не менее чем двумя каналами контроля уровня и (или) измерения давления с выдачей предупредительного сигнала на БПУ и РПУ.

125. При нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии (в том числе, режим полного обесточивания) УСНЭ и УСБ должны быть обеспечены надежным электро- и энергоснабжением в объеме, обоснованном в проекте РУ.

126. В состав УСНЭ должны входить система промышленного телевидения и средства связи с БПУ, РПУ и местными постами управления (в том числе телефонная, громкоговорящая связь, радиосвязь).

127. В составе УСНЭ и УСБ должна быть предусмотрена система информационной поддержки оператора.

128. В УСНЭ и УСБ должны предусматриваться средства передачи информации в условиях запроектных аварий для оценки ситуации и принятия решений во внешний и внутренний аварийные центры управления АЭС, а также в Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – Госатомнадзор).

129. В проекте РУ должны быть приведены организационные и (или) технические меры по исключению несанкционированного доступа к УСНЭ и УСБ.

ГЛАВА 7

КОНТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ РУ (ПЕРВЫЙ КОНТУР)

130. В проекте РУ должны быть определены границы первого контура.

131. В проекте РУ должна быть обоснована надежность эксплуатации элементов и систем первого контура в течение проектного срока службы с учетом физико-химических, тепловых, силовых и других воздействий, возможных при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии. Количество и характер воздействий, учитываемые при определении проектного срока службы, должны быть приведены и обоснованы в проекте РУ.

132. В проекте РУ должно быть показано, что прочность корпуса реактора при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, обеспечивается в течение всего срока эксплуатации блока АЭС.

133. Трубопроводы первого контура должны быть оборудованы устройствами контроля и предотвращения недопустимых перемещений при воздействии на них реактивных усилий, возникающих при разрывах. В проекте РУ должны быть обоснованы прочность и эффективность этих устройств при проектных авариях.

134. Теплообменное оборудование для передачи тепла от первого контура должно иметь запас теплообменной поверхности для компенсации ухудшения ее теплопередающих характеристик в процессе эксплуатации.

135. В случае использования принудительной циркуляции насосы, осуществляющие эту циркуляцию, при потере их энергоснабжения и при срабатывании АЗ на любом уровне мощности реактора, должны обладать достаточной инерцией, которая обеспечивала бы принудительный расход теплоносителя первого контура до момента, когда естественная циркуляция гарантирует отвод остаточного тепловыделения без превышения эксплуатационных пределов повреждения ТВЭЛов.

136. Проектом РУ должны быть предусмотрены средства:
автоматической защиты от недопустимого повышения давления в первом контуре при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии;

компенсации изменений объема теплоносителя, вызванного температурными изменениями;

компенсации потерь теплоносителя при течах. Максимальный расход течи, компенсируемый этими средствами, устанавливается в проекте РУ.

137. Проектом РУ должна быть предусмотрена установка ограничителей течи на трубопроводах, отходящих от главного циркуляционного трубопровода. Отказ от установки ограничителей течи должен быть обоснован в проекте РУ.

138. Элементы первого контура должны быть оборудованы устройствами, уменьшающими влияние сейсмических воздействий. Отказ от оборудования такими устройствами элементов первого контура должен быть обоснован в проекте РУ.

139. Проектом РУ должны быть предусмотрены технические меры по защите первого контура от не предусмотренного технологическим регламентом безопасной эксплуатации блока АЭС дренирования теплоносителя. Допустимость частичного дренирования при проведении ремонтных работ и перегрузке должна быть обоснована в проекте РУ.

140. Проектом РУ должны быть предусмотрены средства и способы обнаружения местонахождения и величины течи теплоносителя первого контура с обоснованной в проекте точностью.

141. Техническими мерами должно быть исключено непредусмотренное попадание чистого конденсата и раствора жидкого поглотителя с концентрацией, менее допустимой по проекту РУ (АЭС), в теплоноситель первого контура и в другие системы, которые по проекту РУ (АЭС) должны быть заполнены раствором жидкого поглотителя.

142. Проектная авария с разрывом трубопровода первого контура с наибольшим диаметром должна использоваться в качестве проектных основ:

для определения проектных характеристик системы аварийного охлаждения, системы аварийного ввода бора, защитной оболочки;

для систем безопасности и их элементов, необходимых для выполнения функций безопасности, чтобы противостоять воздействиям окружающей среды, возникающим в условиях данной проектной аварии;

для подтверждения работоспособности и целостности заглушек и запорных клапанов систем первого контура;

для общей оценки работоспособности элементов первого контура.

ГЛАВА 8

ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОНТУРА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ РУ (ПЕРВЫЙ КОНТУР)

143. В проектах РУ и АЭС должны быть установлены показатели качества теплоносителя, его химический состав и допустимое содержание радионуклидов в процессе эксплуатации, предусмотрены технические средства и организационные мероприятия по их поддержанию и контролю. Технические решения и организационные мероприятия по обеспечению качества теплоносителя, а также по методам и средствам их контроля должны быть обоснованы в проектах РУ и АЭС.

144. Водно-химический режим первого контура должен обеспечивать:

минимальную скорость коррозии конструкционных материалов оборудования и трубопроводов;

подавление образования окислительных продуктов радиолиза теплоносителя первого контура при работе энергоблока на мощности;

минимальное количество отложений на поверхностях ТВС и теплообменной поверхности парогенераторов;

минимизацию накопления активированных продуктов коррозии в первом контуре.

145. Проектом РУ обеспечивается совместимость условий водно-химического режима в первом контуре с материалами оболочки ТВЭЛов и материалами первого контура во всех эксплуатационных состояниях (режимах) АЭС.

146. Проектами РУ и АЭС должна быть предусмотрена система очистки теплоносителя для поддержания водно-химического режима теплоносителя первого контура в период нормальной эксплуатации и для ограничения распространения радиоактивных веществ при разгерметизации ТВЭЛов (ТВС).

147. Производительность системы очистки теплоносителя должна основываться на количестве продуктов деления, выбрасываемых в теплоноситель первого контура в результате максимально допустимой утечки топлива при работе на мощности, количестве продуктов коррозии, растворенных с поверхностями оборудования и трубопроводов первого контура, и количестве возможных примесей в теплоносителе.

Работоспособность системы очистки теплоносителя должна обеспечиваться во всех эксплуатационных состояниях (режимах) АЭС.

148. Проектами РУ и АЭС должна быть предусмотрена система дегазации. Пропускная способность системы дегазации должна основываться на количестве газообразных продуктов деления, выделяемых во время максимально допустимой утечки из топлива при работе на мощности, количестве газов, высвобождаемых при понижении давления, и количестве газов, удаляемых после останова реактора.

ГЛАВА 9

СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

149. Проектами РУ и АЭС должны быть предусмотрены системы аварийного охлаждения активной зоны. Состав, структура и характеристики систем аварийного охлаждения активной зоны должны быть обоснованы в проектах РУ и АЭС.

150. Системы аварийного охлаждения активной зоны должны проектироваться с учетом принципов независимости и резервирования и быть способны с учетом принципа единичного отказа или ошибки персонала выполнять функцию предотвращения нарушения проектных пределов повреждения твэлов при проектных авариях.

151. Перечень параметров, уставки и условия срабатывания систем аварийного охлаждения должны быть обоснованы в проекте РУ (АЭС) на основе анализа проектных аварий.

152. Допустимость и условия вывода из работы одного канала системы аварийного охлаждения активной зоны должны быть обоснованы в проекте РУ (АЭС).

153. В проекте РУ (АЭС) должны учитываться все возможные воздействия на системы (элементы), связанные с включением и работой систем аварийного охлаждения активной зоны.

154. В проекте РУ (АЭС) должны быть предусмотрены технические и организационные меры по исключению несанкционированного доступа к системам аварийного охлаждения активной зоны.

155. Проект РУ (АЭС) должен содержать обоснование показателей надежности систем аварийного охлаждения активной зоны.

156. При нахождении реактора в подкритическом состоянии включение и работа систем аварийного охлаждения активной зоны не должны выводить его из подкритического состояния.

157. Системы аварийного охлаждения должны обеспечивать расхолаживание и длительное поддержание активной зоны реактора при значениях параметров теплоносителя, обоснованных в проекте РУ (АЭС).

ГЛАВА 10

ПЕРЕГРУЗКА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

158. В проекте РУ должны быть обоснованы и приведены состав устройств перегрузки, а также требования к ним, выполнение которых обеспечивает безопасность обращения с ТВС и другими элементами активной зоны при перегрузке, в том числе при отказах и повреждениях устройств перегрузки.

159. Должен быть обеспечен теплосъем с перегружаемых ТВС без превышения температурных параметров твэлов, установленных проектом РУ для операций перегрузки при нормальной эксплуатации и отказах.

160. Устройства перегрузки должны быть спроектированы так, чтобы при их нормальной эксплуатации и отказах не нарушались условия нормальной эксплуатации РУ и приреакторных хранилищ ядерного топлива.

161. В проекте РУ и АЭС должны быть приведены требования к монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту, испытаниям и периодической проверке устройств перегрузки, а также требования к их надежности.

162. Устройства перегрузки должны быть спроектированы (сконструированы) так, чтобы к ним был возможен доступ для проведения инспекций, ремонта, испытаний и технического обслуживания.

163. При проектировании устройств перегрузки должны быть предусмотрены меры, направленные на предотвращение повреждения, деформации, разрушения или падения ТВС и других элементов активной зоны, а также приложения к ним недопустимых усилий при извлечении или установке. Значения предельно допустимых усилий должны быть приведены в проекте РУ. Использование для перегрузки непроектных средств запрещается.

164. При проектировании устройств перегрузки должно быть предусмотрено, чтобы прекращение подачи энергоснабжения не приводило к падению ТВС и других перегружаемых элементов активной зоны.

165. В проекте РУ должны быть обоснованы и установлены допустимые скорости перемещения ТВС и других элементов активной зоны перегрузочными устройствами.

166. В проекте РУ (АЭС) должны быть предусмотрены технические средства, обеспечивающие перемещение устройств перегрузки в допустимых границах.

167. При отказе или нарушении условий эксплуатации устройств перегрузки проектом РУ должно быть предусмотрено оборудование для надежного перемещения ТВС и других элементов активной зоны в безопасные места.

168. В устройствах перегрузки должны быть предусмотрены пульта (панели) с показывающими приборами для представления информации о положении (состоянии) и ориентации ТВС, других перегружаемых элементов активной зоны и захватов.

169. Должна быть исключена возможность перемещения устройств перегрузки в момент соединения с технологическим каналом или во время ввода ТВС и других перегружаемых элементов в активную зону (извлекаемых из активной зоны).

170. Для предотвращения перемещения устройств перегрузки при нахождении ТВС и других перегружаемых элементов активной зоны в непроектном положении должны быть предусмотрены блокировки.

171. Для контроля перегрузки должна быть предусмотрена система промышленного телевидения. В проектах РУ и АЭС должен быть определен перечень операций при перегрузке, контролируемых с использованием системы промышленного телевидения.

172. В проекте РУ должны быть обоснованы:
 способы проведения перегрузки;
 периодичность, объем и регламент перегрузки;
 технические средства и организационные меры по обеспечению ядерной и радиационной безопасности при проведении перегрузки, включая контроль плотности потока нейтронов;
 рабочая концентрация раствора жидкого поглотителя, точки отбора проб, средства ее контроля и способы поддержания.

173. В проектах РУ и АЭС, а также в ООБ АЭС в качестве исходных событий, помимо отказов оборудования системы перегрузки, должны быть рассмотрены возможные ошибки при загрузке (перегрузке) и их последствия, а также разработаны мероприятия по исключению ошибок.

174. Порядок проведения перегрузки активной зоны определяется программой и (или) инструкцией по перегрузке, рабочим графиком и картограммами перегрузки, составленными и утвержденными эксплуатирующей организацией.

175. При проведении перегрузочных и ремонтных работ организационными мероприятиями и техническими средствами должно предотвращаться попадание посторонних предметов во внутреннее пространство оборудования, арматуры и трубопроводов РУ.

176. В реакторах, где перегрузка осуществляется с расцеплением рабочих органов СУЗ и реактивность компенсируется раствором жидкого поглотителя, перегрузка должна проводиться при введенных в активную зону рабочих органах СУЗ и других средствах воздействия на реактивность. Концентрация раствора жидкого поглотителя должна быть доведена до значения, при котором (с учетом возможных ошибок) обеспечивается подкритичность реактора не менее 0,02 (без учета введенных рабочих органов СУЗ).

177. В реакторах, в которых при перегрузках требуемая подкритичность обеспечивается раствором жидкого поглотителя, должны быть предусмотрены технические средства и организационные меры, гарантирующие при перегрузках исключение подачи чистого конденсата в реактор и в первый контур.

178. В реакторах корпусного типа с верхним расположением приводов СУЗ конструкция реактора и исполнительных механизмов СУЗ должна обеспечивать расцепленное состояние рабочих органов СУЗ при снятии верхнего блока. Средства диагностики должны регистрировать расцепленное состояние.

179. В проекте РУ должны быть предусмотрены технические меры, исключаящие «всплытие» рабочих органов СУЗ при перегрузках.

180. Для реакторов с частичной перегрузкой после завершения перегрузки должны быть проведены испытания (измерения) по подтверждению основных проектных и расчетных нейтронно-физических характеристик активной зоны.

В процессе испытаний должно проверяться соответствие экспериментальных результатов измерений расчетным параметрам по критериям, установленным в проекте РУ.

РАЗДЕЛ III ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ АЭС

ГЛАВА 11 ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК РЕАКТОРА

181. В процессе физического пуска должны быть получены экспериментальные данные о нейтронно-физических параметрах реактора, эффектах реактивности, эффективности органов регулирования и АЗ.

182. Физический пуск реактора, включая загрузку реактора ядерным топливом, осуществляется в соответствии с программой физического пуска.

Программа физического пуска утверждается эксплуатирующей организацией.

183. Проверка готовности к физическому пуску блока АЭС осуществляется: рабочей комиссией, назначаемой эксплуатирующей организацией (далее – рабочая комиссия);

Госатомнадзором.

184. Рабочая комиссия проверяет:
соответствие выполненных работ проектам РУ и АЭС;
работоспособность оборудования, наличие протоколов испытаний оборудования, актов об окончании предпусковых наладочных работ;

готовность блока АЭС к транспортированию, проведению входного контроля и хранению свежего ядерного топлива;

наличие и оформление эксплуатационной документации, а также укомплектованность рабочих мест необходимой эксплуатационной и пусконаладочной документацией;

наличие разрешений Госатомнадзора на право ведения работ при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии у сменного персонала.

185. Рабочая комиссия составляет акт о готовности систем, оборудования и подготовленности персонала к проведению физического пуска. Акт должен быть утвержден эксплуатирующей организацией.

186. Решение о проведении физического пуска принимается эксплуатирующей организацией на основании акта рабочей комиссии о готовности систем и оборудования, подготовленности персонала к физическому пуску, а также отчета эксплуатирующей организации об устранении нарушений по результатам проверки готовности блока АЭС к физическому пуску Госатомнадзором.

187. При выполнении работ на этапе физического пуска необходимо соблюдать требования норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, технологического регламента по безопасной эксплуатации, проектных и эксплуатационных документов.

Состояние оборудования должно соответствовать нормальной эксплуатации блока АЭС и эксплуатационным состояниям, приведённым в технологическом регламенте по безопасной эксплуатации и инструкциях по эксплуатации.

188. В процессе проведения физических экспериментов и испытаний необходимо осуществлять:

постоянный контроль нейтронного потока, реактивности и периода реактора по приборам, расположенным на БПУ;

постоянный контроль концентрации раствора борной кислоты в РУ – по показаниям приборов концентрации растворов борной кислоты и периодическим отбором проб;

контроль теплотехнических параметров РУ;

контроль отсутствия предупредительных и аварийных сигналов;

контроль концентрации раствора борной кислоты и уровней в баках хранения раствора борной кислоты;

контроль параметров и состояния систем безопасности и систем, важных для безопасности;

контроль водно-химического режима первого и второго контуров.

189. В случае возникновения предаварийной ситуации (аварии) при проведении испытаний (измерений) во время физического пуска испытания (измерения) должны быть прекращены, а реактор переведен в подкритическое состояние.

Проведение испытаний (измерений) может быть продолжено только после выяснения и устранения причин возникновения предаварийной ситуации (аварии).

190. Результаты загрузки активной зоны реактора ТВС (твэлами), а также результаты испытаний во время физического пуска должны оформляться актами и отчетами.

Отчет о работах, проведенных на этапе физического пуска, должен представляться в Госатомнадзор.

ГЛАВА 12

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПУСК РЕАКТОРА

191. Энергетический пуск блока АЭС включает поэтапный и постепенный подъем мощности, определение и уточнение параметров РУ и блока АЭС, комплексное опробование систем и оборудования блока АЭС, проведение на каждом этапе запланированных испытаний (измерений) и анализ полученных результатов.

192. Энергетический пуск блока АЭС осуществляется в соответствии с программой энергетического пуска блока АЭС, откорректированной (при необходимости) по результатам физического пуска.

Программа энергетического пуска утверждается эксплуатирующей организацией.

193. Программа энергетического пуска должна предусматривать испытания и отработку режимов работы энергоблока АЭС, проверку систем безопасности в объеме и последовательности, обеспечивающих безопасный вывод реактора на номинальный уровень мощности, включая отработку безопасного и динамически устойчивого прохождения переходных режимов на всех этапах освоения мощности.

194. Проверка готовности к энергетическому пуску блока АЭС осуществляется рабочей комиссией;

Госатомнадзором.

195. Рабочая комиссия проверяет:

соответствие выполненных работ проектам РУ и АЭС;
готовность систем и оборудования блока АЭС к энергетическому пуску, выводу реактора на мощность, пуску турбогенераторов и включению блока АЭС в энергосеть;
наличие и оформление эксплуатационной документации, а также укомплектованность рабочих мест необходимой эксплуатационной и пусконаладочной документацией;
наличие разрешений Госатомнадзора на право ведения работ при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии у сменного персонала.

196. Рабочая комиссия составляет акт о готовности блока АЭС к энергетическому пуску. Акт должен быть утвержден эксплуатирующей организацией.

197. Решение о проведении энергетического пуска принимается эксплуатирующей организацией на основании акта рабочей комиссии о готовности блока АЭС к энергетическому пуску, а также отчета эксплуатирующей организации об устранении нарушений по результатам проверки готовности блока АЭС к энергетическому пуску Госатомнадзором.

198. В случае возникновения предаварийной ситуации при проведении испытаний (измерений) во время энергетического пуска испытания (измерения) должны быть прекращены, а реактор переведен в подкритическое состояние.

Проведение испытаний может быть продолжено только после выяснения и устранения причин возникновения предаварийной ситуации (аварии).

ГЛАВА 13

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

199. Опытнo-промышленная эксплуатация блока АЭС включает последовательное освоение мощности энергоблока от 50 % номинальной мощности до номинальной мощности, проверку соответствия фактических параметров и характеристик оборудования и систем энергоблока проектным в стационарных и переходных режимах работы энергоблока для подтверждения надежной и безопасной работы систем и оборудования энергоблока АЭС, выполнение сдаточных испытаний (комплексного опробования) энергоблока АЭС.

200. Опытнo-промышленная эксплуатация блока АЭС осуществляется в соответствии с программой опытнo-промышленной эксплуатации блока, откорректированной (при необходимости) по результатам энергетического пуска.

Программа опытнo-промышленной эксплуатации блока утверждается эксплуатирующей организацией.

201. Проверка готовности к опытнo-промышленной эксплуатации блока АЭС осуществляется:

рабочей комиссией;
Госатомнадзором.

202. Рабочая комиссия проверяет:

соответствие выполненных работ проектам РУ и АЭС;
готовность зданий и сооружений, а также систем и оборудования блока АЭС к опытнo-промышленной эксплуатации;
наличие и оформление эксплуатационной документации, а также укомплектованность рабочих мест необходимой эксплуатационной и пусконаладочной документацией;

наличие разрешений Госатомнадзора на право ведения работ при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии у сменного персонала.

203. Рабочая комиссия составляет акт о готовности блока АЭС к опытно-промышленной эксплуатации. Акт должен быть утвержден эксплуатирующей организацией.

204. Решение о проведении опытно-промышленной эксплуатации принимается эксплуатирующей организацией на основании акта рабочей комиссии о готовности блока АЭС к энергетическому пуску, а также отчета эксплуатирующей организации об устранении нарушений по результатам проверки готовности блока АЭС к опытно-промышленной эксплуатации Госатомнадзором.

205. В случае возникновения предаварийной ситуации при проведении испытаний (измерений) во время опытно-промышленной эксплуатации испытания (измерения) должны быть прекращены, а реактор переведен в подкритическое состояние.

Проведение испытаний может быть продолжено только после выяснения и устранения причин возникновения предаварийной ситуации (аварии).

206. По результатам физического, энергетического пуска и опытно-промышленной эксплуатации эксплуатирующей организацией должен быть выпущен отчет и откорректирован (при необходимости) ООБ АЭС.

207. Работы на этапах физического пуска, энергетического пуска и опытно-промышленной эксплуатации блока АЭС выполняются в соответствии с условиями перехода от одного этапа работ к другому, установленными в особых лицензионных требованиях и условиях специального разрешения (лицензии) на право осуществления деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения, с учетом необходимости наличия результатов экспертизы безопасности, вносимых на каждом из этапов изменений в документы, обосновывающие обеспечение ядерной и радиационной безопасности.

РАЗДЕЛ IV ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС

ГЛАВА 14 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

208. Основным документом, определяющим безопасную эксплуатацию блока АЭС, является технологический регламент безопасной эксплуатации блока АЭС, содержащий правила и основные приемы безопасной эксплуатации, общий порядок выполнения операций, связанных с безопасностью, а также пределы и условия безопасной эксплуатации.

Эксплуатирующая организация обеспечивает разработку технологического регламента безопасной эксплуатации блока АЭС.

209. Эксплуатация блока АЭС должна проводиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации, разработанными эксплуатирующей организацией на основании проектно-конструкторской документации и технологического регламента безопасной эксплуатации блока АЭС, откорректированных по результатам ввода в эксплуатацию АЭС и с учетом опыта эксплуатации.

210. До начала эксплуатации блока АЭС эксплуатирующей организацией должен быть оформлен паспорт реакторной установки.

211. Эксплуатирующая организация на основе проектов РУ и АЭС с учетом требований технологического регламента безопасной эксплуатации блока АЭС организует разработку и выпуск для систем, важных для безопасности:

инструкций по проведению проверок и испытаний;
графиков проведения технического обслуживания, планово-предупредительных и капитальных ремонтов систем и элементов;

графиков проведения испытаний и проверок функционирования систем безопасности.

212. Состояние РУ и ее систем и условия, при которых разрешается эксплуатация блока АЭС, должны быть обоснованы в проектах РУ и АЭС и приведены в технологическом регламенте безопасной эксплуатации блока АЭС.

213. Эксплуатирующая организация обеспечивает разработку обоснования безопасности каждой топливной загрузки и проведение экспертизы безопасности данного обоснования.

214. При нарушении эксплуатационных пределов оперативным персоналом должна быть выполнена последовательность действий, установленная в проекте РУ (АЭС) и технологическом регламенте безопасной эксплуатации блока АЭС и направленная на приведение блока АЭС к нормальной эксплуатации.

В случае невозможности восстановления нормальной эксплуатации блок АЭС должен быть остановлен.

215. При возникновении предаварийной ситуации (аварии) блок АЭС должен быть остановлен, должны быть выяснены и устранены причины ее возникновения и приняты меры по восстановлению нормальной эксплуатации блока АЭС.

Эксплуатация блока АЭС может быть продолжена только после устранения причин возникновения предаварийной ситуации (аварии).

216. Эксплуатирующая организация должна расследовать нарушения (аварии и происшествия) в работе АЭС в соответствии с требованиями норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, а также передавать информацию об этих нарушениях в установленном нормами и правилами по обеспечению ядерной и радиационной безопасности порядке.

217. При проектных авариях действия персонала должны определяться инструкцией по ликвидации аварий на блоке АЭС, разрабатываемой эксплуатирующей организацией на основе ООБ АЭС. В инструкции должны быть рассмотрены проектные аварии и разработаны меры по ликвидации их последствий.

218. Для управления запроектными авариями в соответствии с проектами РУ и АЭС и ООБ АЭС эксплуатирующей организацией должно быть разработано руководство по управлению запроектными авариями.

219. В инструкции по ликвидации аварий на блоке АЭС и в руководстве по управлению запроектными авариями должен быть указан порядок ввода в действие планов мероприятий по защите персонала и населения в случае возникновения запроектной аварии.

220. Для подготовки персонала АЭС к действиям при предаварийных ситуациях и авариях должны проводиться противоаварийные тренировки.

Периодичность и порядок их проведения утверждаются эксплуатирующей организацией.

221. С момента возникновения аварии и до начала работы комиссии по выявлению причин аварии запрещается вскрывать контрольно-измерительную аппаратуру и устройства, менять уставки аварийной и предупредительной сигнализации и защиты.

222. Эксплуатирующей организацией должны быть предусмотрены технические средства и организационные меры, исключающие возможность утраты зарегистрированной информации и несанкционированного доступа к устройствам и элементам, базам данных и архивам системы управления, в которых зафиксировано состояние оборудования и систем перед возникновением аварии и в последующий период.

223. В проекте РУ должны быть обоснованы и в технологическом регламенте безопасной эксплуатации блока АЭС приведены условия безопасной эксплуатации остановленного реактора с ядерным топливом в активной зоне, включая режимы загрузки и перегрузки. Для этих режимов должны быть обязательно определены:

объем контроля в соответствии с требованиями пунктов 83, 85, 87 настоящих Правил с обязательным контролем плотности нейтронного потока и концентрации раствора жидкого поглотителя;

требования к готовности систем, важных для безопасности.

224. В реакторах, в которых загрузка и перегрузка ядерного топлива выполняются при заполнении раствором жидкого поглотителя реактора, первого контура и связанных с ним систем, концентрация раствора жидкого поглотителя при операциях загрузки и перегрузки реактора, а также при испытаниях оборудования, арматуры и трубопроводов первого контура и при ремонтных работах должна быть не ниже определенной проектом РУ (АЭС).

225. После технического обслуживания и ремонта элементы и системы, важные для безопасности, должны проверяться на работоспособность и соответствие проектным характеристикам с документированием результатов проверки.

226. При любых испытаниях систем, важных для безопасности, должна проводиться проверка соответствия результатов испытаний критериям, установленным в проектах РУ и АЭС.

Результаты испытаний должны оформляться актом.

227. Эксплуатирующая организация организывает периодические (не реже одного раза в два года) внутренние проверки соблюдения требований настоящих Правил и устанавливает порядок проверок состояния ядерной и радиационной безопасности АЭС внутренними комиссиями.

Результаты проводимых эксплуатирующей организацией внутренних проверок представляются в Госатомнадзор.

ГЛАВА 15

ЯДЕРНО-ОПАСНЫЕ РАБОТЫ

228. Эксплуатирующая организация на основе проектной документации, проектного перечня ядерно-опасных работ и опыта эксплуатации должна разрабатывать перечень ядерно-опасных работ блока АЭС.

229. Работы с системами (элементами), важными для безопасности, по выводу в ремонт и вводу в эксплуатацию, а также испытания этих систем (элементов), не предусмотренные технологическим регламентом безопасной эксплуатации блока АЭС и инструкциями по эксплуатации, являются ядерно-опасными.

Ядерно-опасные работы должны проводиться по специальной рабочей программе, утвержденной эксплуатирующей организацией.

230. Ядерно-опасные работы, не предусмотренные технологическим регламентом безопасной эксплуатации блока АЭС и инструкциями по эксплуатации, должны проводиться по специальной рабочей программе, утверждаемой эксплуатирующей организацией при согласовании разработчиками проекта РУ и АЭС.

231. Рабочая программа должна содержать:

цель проведения ядерно-опасных работ;

перечень ядерно-опасных работ;

технические и организационные меры по обеспечению ядерной и радиационной безопасности;

критерии и контроль правильности завершения ядерно-опасных работ;

указание о назначении ответственного лица за проведение ядерно-опасных работ.

232. Подкритичность остановленного реактора при проведении ядерно-опасных работ должна быть не менее 0,02 для состояния реактора с максимальным запасом реактивности.

Приложение

к нормам и правилам по обеспечению
ядерной и радиационной безопасности

ПРЕДЕЛЫ

повреждения твэлов и требования к коэффициентам реактивности

Эксплуатационный предел повреждения твэлов:

дефекты типа газовой неплотности – не более 0,2 % от числа твэлов в активной зоне;
прямой контакт ядерного топлива с теплоносителем – не более 0,02 % от числа твэлов в активной зоне.

Предел безопасной эксплуатации повреждения твэлов:

дефекты типа газовой неплотности – не более 1 % от числа твэлов в активной зоне;
прямой контакт ядерного топлива с теплоносителем – не более 0,1 % от числа твэлов в активной зоне.

Максимальный проектный предел повреждения твэлов соответствует не превышению следующих предельных параметров:

температура оболочек твэлов должна быть не более 1200 °C;

эквивалентная степень окисления оболочек твэлов должна быть не более предельного значения, устанавливаемого в проекте на основе экспериментальных данных;

доля прореагировавшего циркония в активной зоне должна быть не более 1 % его массы в оболочках твэлов;

максимальная температура топлива должна быть не выше температуры плавления.

Значения коэффициентов реактивности по удельному объему теплоносителя и температуре топлива, по мощности реактора, суммарного коэффициента реактивности по температуре теплоносителя и температуре топлива не должны быть положительными во всех критических состояниях, возможных во всем диапазоне изменения параметров реактора при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.