



Научно-технический центр
по ядерной и радиационной безопасности



Старший научный сотрудник, к.т.н.

А.В. Есенов

Начальник отдела надёжности
строительных конструкций, к.т.н

С.С. Нефедов

**Требования по ядерной и радиационной безопасности к
строительным материалам и изделиям зданий и сооружений АС**

3-я ежегодная научно-практическая конференция
СРО атомной отрасли по новым направлениям технологии сооружения
объектов использования атомной энергии
«АтомСтройСтандарт-2016»
07 октября 2016 года



Разработка ФНП «Требования к строительным конструкциям зданий и сооружений атомных станций»

Структура ФНП

- I. Назначение и область применения.
- II. Общие требования.
- III. Классификация строительных конструкций АС.
- IV. **Требования к строительным материалам и изделиям.**
- V. Требования к компоновке и конструктивным решениям строительных конструкций зданий и сооружений АС.
- VI. Требования к расчётным обоснованиям механической безопасности строительных конструкций АС.
- VII. Требования к строительным конструкциям по ядерной и радиационной безопасности на этапе сооружения АС.
- VIII. Требования к строительным конструкциям по ядерной и радиационной безопасности АС на этапе эксплуатации АС.



Содержание

- Актуальность, цели и задачи, концепция разработки раздела
- Требования по ядерной и радиационной безопасности к строительным материалам, применяемым для строительства зданий и сооружений объектов использования атомной энергии.
- Применение новых строительных материалов и изделий.
- Заключение



Актуальность

Вопросы надежности, прочности и долговечности строительных конструкций, а, следовательно, обеспечение ядерной и радиационной безопасности АС, напрямую связаны с характеристиками используемых строительных материалов.

Особенности условий эксплуатации строительных материалов на АС:

- Особые нагрузки и воздействия
- Ионизирующие излучения
- Эксплуатационные и аварийные температуры
- Аварийное избыточное давление
- Воздействие агрессивных сред (дезактивирующие растворы и др.)



Цель работы – разработать требования по ядерной и радиационной безопасности, предъявляемые к строительным материалам и изделиям для строительных конструкций зданий и сооружений АС с учетом современного уровня развития науки и техники

Задачи:

1. Разработать требования к строительным материалам (бетону, арматуре железобетонных конструкций, стали для металлоконструкций, арматурным канатам СПЗО, теплоизоляции, гидроизоляции и др.) с учетом особых условий эксплуатации СК;
2. Установить требования по обоснованию применения новых строительных материалов и изделий.



Концепция разработки раздела

Учет действующей нормативной базы в области использования АЭ:

- **Законодательство РФ**
- **НП-001-15** «Общие положения обеспечения безопасности АС»
- **НП-010-16** «Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности АС»
- **NS-G-1.10 (МАГАТЭ)** «Проектирование систем защитной оболочки реактора для атомных электростанций»
- **Пин А.Э-5.6** «Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа»
- **НП-10-007-89** «Нормы проектирования железобетонных сооружений локализирующих систем безопасности АС»

Заменяемые

Опыт проектирования АС (ОАО «Атомэнергопроект»)

Опыт экспертиз безопасности АС

Учет этапа вывода из эксплуатации



Примеры строительных конструкций, важных для безопасности, для которых устанавливаются специфические требования

- Защитная оболочка РО
- Герметизирующая облицовка внутренней оболочки
- Система преднапряжения защитной оболочки (Арматурные канаты, анкерные элементы, каналообразователи)
- Шахта реактора
- Стены и днище бассейна выдержки
- Радиационно-тепловая защита реактора («Сухая» защита)
- И др.

Учет действующей нормативной базы в области использования АЭ, опыта проектирования и экспертиз безопасности АС

Специальные бетоны

- радиационные воздействия

➔ Особо тяжелый бетон, гидратный

- Эксплуатационные нагрузки (температура)

➔ Жаростойкий бетон

Химические и минеральные добавки в бетоны

Не допускается использовать добавки, вызывающие коррозию арматуры или металлической облицовки, ухудшающие радиационную стойкость и выделяющие токсичные и взрывоопасные газы



Учет действующей нормативной базы в области использования АЭ, опыта проектирования и экспертиз безопасности АС

Радиационные изменения бетона

- Линейные радиационные деформации
- Объемные радиационные деформации
- Снижение плотности

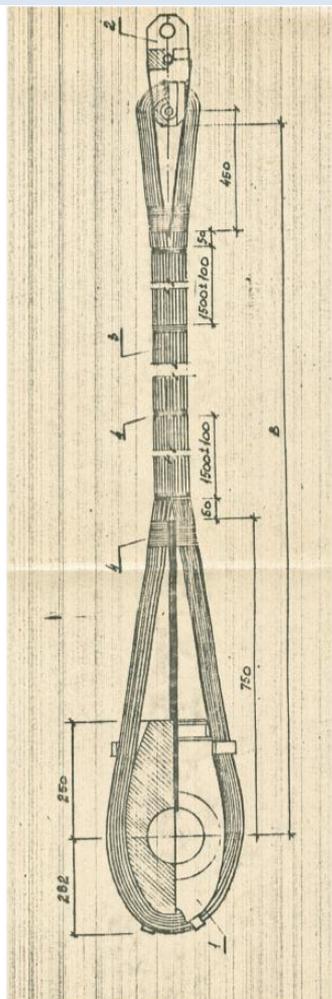
*при флюенсе нейтронов $> 3 \times 10^{19}$
нейтрон/см² за весь срок службы
энергоблока необходимо учитывать
влияние излучения на изменение
характеристик бетона (прочность,
плотность, объемные деформации)*

Учет действующей нормативной базы в области использования АЭ, опыта проектирования и экспертиз безопасности АС

Система преднапряжения защитной оболочки (СПЗО)

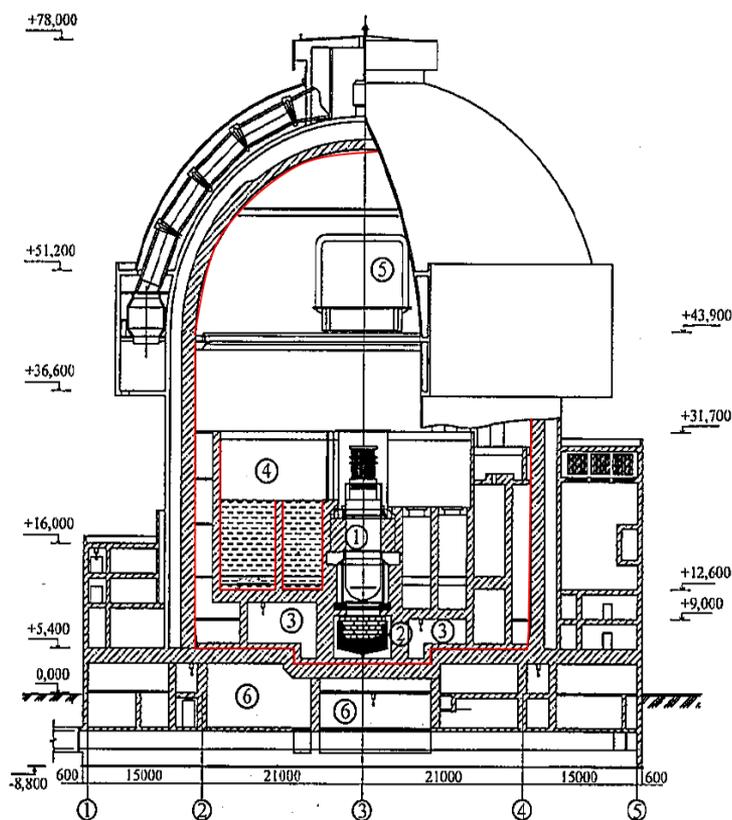
Для предварительного напряжения ЗО применяют арматурные канаты, которые должны обладать малой релаксацией напряжений, пластическими свойствами при ЗПА, а также стойкостью к циклическим нагрузкам.

Каналообразователи изготавливают преимущественно из металлических труб или гибких металорукувов.



Учет действующей нормативной базы в области использования АЭ, опыта проектирования и экспертиз безопасности АС

Материалы для изготовления элементов облицовки



Здание реактора

- 1 – шахта реактора,
- 2 – ловушка расплава,
- 3 - венткамеры,
- 4 – бассейн выдержки и перегрузки топлива,
- 5 – мостовой полноповоротный кран,
- 6 – помещение аварийного расхолаживания

— облицовка



Учет действующей нормативной базы в области использования АЭ, опыта проектирования и экспертиз безопасности АС

Материалы для изготовления элементов облицовки

Как правило, должны применяться стали с повышенными пластическими свойствами. Для элементов облицовки ГО, контактирующих с радиационно- и коррозионно- активными средами должны применяться стали аустенитного класса.

Прочностные свойства сварочных материалов должны быть не ниже, чем у основного металла. Сварные соединения должны быть стойкими к хрупкому разрушению.

Для предотвращения коррозионных процессов в железобетонных конструкциях и в герметизирующей стальной облицовке должны выполняться мероприятия по антикоррозионной защите их поверхностей



Учёт вывода из эксплуатации АС

- Долгоживущие радионуклиды

^{152}Eu ^{154}Eu ^{134}Cs ^{55}Fe ^{60}Co и др.

Строительные материалы должны содержать минимум химических элементов, образующих при облучении нейтронами долгоживущие высокоактивные изотопы.



Учёт NS-G-1.10 (МАГАТЭ) «Проектирование систем защитной оболочки реактора для атомных электростанций»

п.59 (проекта ФНП «Требования к строительным конструкциям зданий и сооружений АС») «... **фрагменты теплоизоляции** при аварии не должны нарушать **работу водосборных устройств** и **рециркуляционных насосов спринклерной системы**, а также не должны препятствовать проведению работ по **дезактивации...**»

п.60 ... **Полимерные герметизирующие материалы** должны проходить оценку срока службы с учетом **охрупчивания и образования трещин**, которые возможны в результате их старения, а также воздействия высоких температур при ННЭ и ПА...



Применение новых строительных материалов и изделий

п.27 (проекта ФНП «Требования к строительным конструкциям зданий и сооружений АС») «Строительные материалы и изделия для СК АС должны быть **апробированы предшествующим опытом применения в строительстве...** В отношении вновь применяемых материалов и изделий должны проводиться **комплексные экспериментальные и, при необходимости, расчетные обоснования**, а также сертификация с учетом условий эксплуатации СК»

Апробация технических и организационных решений (согласно п.1.2.7 НП-001-15):

- Прежний опыт применения;
- Испытания;
- Исследования;
- Опыт эксплуатации прототипов.



Заключение

В разработке документа участвуют следующие организации

Ростехнадзор (5 Управление) – *заказчик работы*

Уральское МТУ

Волжское МТУ

Северо-Европейское МТУ

Донское МТУ

ОАО «Концерн Росэнергоатом»

АО «Атомэнергопроект» (Москва)

АО «АТОМПРОЕКТ»

АО «НИАЭП»

ИБРАЭ РАН

АО НИИЖБ имени А.А. Гвоздева (НИЦ «Строительство»)

ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова

ООО «Следящие тест системы» (ООО «СТС»)



Заключение

Этапы разработки ФНП «Требования к строительным конструкциям ЗиС АС»

1. Разработка первой редакции
2. Сводка отзывов на первую редакцию
3. Разработка второй редакции
4. Сводка отзывов на вторую редакцию
5. **Разработка окончательной редакции**
6. Рассмотрение окончательной редакции на заседании Рабочей комиссии в РТН
7. Корректировка окончательной редакции и повторное рассмотрение (при наличии замечаний)
8. Получение заключений о готовности к опубликованию в официальном печатном органе
9. Доработка окончательной редакции (при наличии замечаний)
10. Опубликование в официальном печатном органе
11. Сводка отзывов физических и юридических лиц на опубликованный ФНП (при наличии замечаний)
12. Проведение правовой и антикоррупционной экспертиз проекта ФНП
13. Согласование проекта приказа Ростехнадзора и проекта ФНП с заинтересованными структурными подразделениями аппарата Ростехнадзора
14. Утверждение ФНП приказом Ростехнадзора
15. Регистрация приказа Ростехнадзора в Министерстве юстиции РФ



Федеральное бюджетное учреждение
“Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности”
НТЦ ЯРБ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!