

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОРМ РФ, ЕВРОПЫ И США ПО БЕТОНУ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНУ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭС

Дорф В.А.

АО "Институт "Оргэнергострой"

# Российские нормы

В Российской Федерации нормы по бетону и железобетону при строительстве АЭС существуют на уровнях государственных стандартов или сводов правил (СП или СНиП) и отраслевых норм (нормативных документов ГК "Росатом", Концерна "Росэнергоатом" и СТО Атомных СРО).

В российских нормативных документах государственного уровня (ГОСТ и СП) для строительства АЭС есть только определение понятия особо тяжелый бетон в ГОСТ 25192-2012 и очень короткий раздел по технологии бетона и бетонных работ для бетонов особо тяжелых и для радиационной защиты в СП 70.13330.2012

В **Федеральных нормах ГК «Росатом»** основное внимание уделено оборудованию, а нормы по бетону и железобетону даны достаточно лаконично и не очень глубоко.

В системе **Концерна "Росэнергоатом"** имеется около двух десятков нормативных документов, касающихся бетона и железобетона при строительстве АЭС.

Большинство из них регламентируют правила контроля качества, мониторинга и оценки состояния конструкций и прогноза долговечности (остаточного ресурса) железобетонных конструкций АЭС.

Только 2 нормативных документа (РД ЭО 1.1.2.05.0697-2006 и РД ЭО 1.1.2.05.0696-2006) регламентируют правила сооружения и сдачи в эксплуатацию сложных и ответственных железобетонных конструкций АЭС – фундаментов турбоагрегатов и башен вытяжных градирен.

Еще один нормативный документ концерна СТО 1.1.1.03.003.0911-2012 регламентирует материалы, составы и технологию бетонных работ для строительных, в т.ч. радиационно-защитных конструкций АЭС.

**СРО Атомной отрасли** выпустило 6 СТО, регламентирующих конкретные вопросы технологии, контроля качества и проектирования железобетонных конструкций АЭС, два из которых касаются наиболее ответственной строительной конструкции АЭС - защитной оболочки реакторного отделения АЭС.

# Европейские нормы

В Европе, как на уровне международных норм (EN), так и на уровне национальных норм отдельных стран, отсутствует отдельная система нормативных документов по бетону и железобетону при строительстве АЭС. В большинстве случаев имеются отдельные нормативные документы, регламентирующие требования к особо тяжелым бетонам, например Европейские нормы EN 206:2013, или защитным оболочкам, например, Британский стандарт BS 4975:1990 или немецкие стандарты DIN 25449 и DIN 25459.

# Нормы США

Статус национальных стандартов США выполняют документы Национального института стандартов и технологии NIST и Американского национального института стандартов ANSI.

Американское общество инженеров-механиков ASME выпускает пользующиеся признанием во всем мире международные нормы ASME "Boiler and pressure vessel code", в состав которых входит раздел III подразделы 1 и 2, регламентирующие правила проектирования и производства компонентов ядерных установок. В качестве этой нормы используется стандарт Американского института бетона ACI 359-07. В документе основное внимание уделено защитным оболочкам.

Стандарты Американского общества испытаний материалов (ASTM) ASTM C 637 – 98a и ASTM C638 – 14. Регламентируют требования к материалам для радиационно-защитных бетонов.

# Нормы Американского института бетона

Наиболее целенаправленной и интересной является серия стандартов Американского института бетона ACI 349: ACI 349-01, ACI 349.1R-07, ACI 349.2R-07, ACI 349.3R-02, не имеющие прямых аналогов в российской нормативной базе.

**Стандарт ACI 349-01** регламентирует требования ко всем ЖБК, важным для ядерной безопасности, а не только к защитной оболочке. В стандарте содержатся указания по выбору требований к материалам для бетонов АЭС, даны рекомендации по обеспечению долговечности, приготовлению и укладке бетона, устройству конструктивных швов, армированию, защите арматуры, приведены требования к проектированию железобетонных конструкций. Рассмотрены особенности проектирования железобетонных конструкций при температурных и динамических воздействиях.

**Стандарт ACI 349.1R-07** регламентирует расчет на температурные воздействия железобетонных конструкций АЭС, что является весьма важным как на стадии строительства (экзотермический разогрев массивных конструкций на стадии твердения бетона), так и на стадии эксплуатации (нагрев в нормальных эксплуатационных условиях, так и при пожаре и других аварийных ситуациях).

- \* В стандарте сделан акцент на таких конструкциях, как рамы и осесимметричные конструкции, рассмотрена работа железобетона с трещинами.

**Стандарт АСІ 349.2R-07** Касается локального но важного вопроса – расчета закладных деталей железобетонных конструкций АЭС. Стандарт содержит разнообразные примеры проектирования.

**Стандарт АСІ 349.3R-02** Посвящен чрезвычайно актуальной в настоящее время задаче оценки состояния возведенных железобетонных конструкций АЭС, важных для ядерной безопасности. Оценка состояния конструкций возникает в связи с проблемой продления срока службы АЭС, оценки старения конструкций, воздействия экстремальных природных и техногенных факторов и др.

В стандарте рассмотрены подробно общая методология обследования, проанализированы процедуры обследования, критерии оценки состояния железобетонных конструкций АЭС, даны рекомендации по периодичности обследования, оценке квалификации персонала, выполняющего обследования и ремонту железобетонных конструкций АЭС.

# Выводы и рекомендации

- \* Проведенный сравнительный анализ показывает, что следует на основе анализа зарубежной нормативной базы, прежде всего АСІ (США) провести срочно актуализацию действующих в РФ нормативных документов по бетону и железобетону для АЭС.
- \* Актуализация может проводится путем пересмотра действующих отечественных нормативных документов и разработке новых нормативных документов на базе зарубежных аналогов.
- \* Указанная работа может быть выполнена в достаточно короткий срок – порядка 1 года.