

«УТВЕРЖДАЮ»



ОТЗЫВ

ведущей организации
акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство»
на диссертационную работу **Травина Сергея Михайловича**
«Сейсмостойкость эксплуатируемых строительных конструкций отдельно
стоящих хранилищ отработавшего ядерного топлива»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и
сооружения

Диссертационная работа посвящена исследованию вопроса оценки сейсмостойкости эксплуатируемых, отдельно стоящих хранилищ отработавшего ядерного топлива (далее по тексту – ХОЯТ) с учетом их конструктивных и эксплуатационных особенностей.

Работа изложена на 153 страницах, из них 127 страниц основного текста, включая 98 рисунков и 25 таблиц, состоит из введения, четырех глав и заключения. Библиографический список включает 91 позицию, в том числе 26 зарубежных.

Актуальность темы диссертации определяется тем, что существует проблема продления ресурса действующих отдельно стоящих ХОЯТ. При этом, в процессе решения этой задачи очень часто возникает потребность в обосновании их безопасности при более интенсивных землетрясениях, чем те, которые принимались при проектировании. В связи с этим возникает необходимость, во-первых, оценить запас сейсмостойкости, заложенный в конструкции на этапе проектирования. Во-вторых, обеспечить прочность строительных конструкций при более сильных землетрясениях (в том числе с учетом их фактического состояния). В-третьих, предложить варианты конструктивных решений для реконструкции ХОЯТ, обеспечивающие выполнение современных норм в части учета сейсмических воздействий.

Таким образом, имеется основание утверждать, что научная задача, поставленная в диссертации, является актуальной.

Во введении сформулирована проблема, представлена степень её разработанности, представлено обоснование актуальности темы диссертации, описаны объект и предмет исследования, обозначена научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы, определены цели и задачи исследования.

В первой главе приведен анализ состояния исследуемого вопроса на основании библиографических источников, затрагивающих изучаемую проблему, изложено состояние изучаемого вопроса, выполнен обзор конструктивных решений ХОЯТ, выявлен тип хранилищ, являющийся наиболее уязвимым к сейсмическому воздействию. Рассмотрены факторы, влияющие на интенсивность колебаний строительных конструкций при землетрясении, оценено влияние повреждений на сейсмостойкость строительных конструкций, сделан обзор существующих подходов и требований к обеспечению прочности строительных конструкций ХОЯТ.

Во второй главе разработана научно обоснованная методология системного и многофакторного обоснования сейсмостойкости длительно эксплуатируемых «мокрых» ХОЯТ. Выполнен анализ основного набора возможных рисков, связанных с землетрясением на площадке размещения «мокрого» ХОЯТ, построено так называемое «дерево отказов». Выявлено, что при рассматриваемой конструктивной схеме основными факторами, влияющими на сейсмостойкость строительных конструкций, являются: грунтовые условия, наличие отработавшего ядерного топлива и его распределение в хранилище, частотный состав сейсмического воздействия, объемно-планировочное и конструктивное решение нижней части сооружения, а также возможное наличие в ней повреждений.

В третьей главе особое внимание уделено важности учёта повреждений в строительных конструкциях, что является одним из составляющих многофакторного анализа сейсмостойкости. Разработано устройство для повышения сейсмостойкости сооружения.

В четвёртой главе рассмотрены варианты повышения сейсмостойкости «мокрых» отдельно стоящих ХОЯТ, а именно, подобрано рациональное конструктивное исполнение монолитных железобетонных конструкций, заменяющих каркасную часть сооружения, выполнена оценка особенностей поведения строительных конструкций в случае усиления грунтов основания.

В заключении приведены итоги выполненных исследований, сформулированы общие выводы по диссертации.

Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации. Автором лично разработана методология системного и многофакторного обоснования сейсмостойкости длительно эксплуатируемых конструкций «мокрых» отдельно стоящих ХОЯТ, с учетом наиболее вероятного сценария отказа строительных конструкций при сейсмических воздействиях; получены результаты расчетно-теоретического анализа сейсмостойкости, выполненного на основании предложенной методологии; выполнено обоснование необходимости учета трещин и повреждений в эксплуатируемых конструкциях «мокрых» отдельно стоящих ХОЯТ при оценке их сейсмостойкости; разработаны рекомендации по выбору технических решений, направленных на повышение сейсмостойкости эксплуатируемых строительных конструкций «мокрых» хранилищ отработавшего ядерного топлива.

Решение поставленных задач достигалось путем численного моделирования с использованием метода конечных элементов с последующим анализом колебаний и напряженно-деформированного состояния строительных конструкций выбранного типа ХОЯТ на основе детальных пространственных моделей при сейсмических воздействиях.. **Достоверность основных положений и выводов по работе** сопоставлением результатов выполненных расчетов с применением известных аналитических решений других авторов, обеспечивается использованием нормативных данных, применением обоснованных методов и методик, разработанных отечественными и зарубежными учеными, занимающимися вопросами обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии и сейсмостойкости зданий и сооружений, а также применением надежных и апробированных вычислительных программ, и методов моделирования.

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

1. Разработана научная методология системного и многофакторного обоснования сейсмостойкости длительно эксплуатируемых «мокрых» отдельно стоящих ХОЯТ, основанная на построении наиболее вероятного сценария отказа строительных конструкций при сейсмических воздействиях.
2. Даны расчетно-теоретическая оценка безопасности функционирования эксплуатируемых «мокрых» отдельно стоящих ХОЯТ при сейсмических воздействиях различного вида.
3. Установлены особенности влияния свойств грунтового основания, частотного состава сейсмического воздействия, расположения и количества

находящегося на хранении отработавшего топлива, а также конструктивных решений эксплуатируемых строительных конструкций «мокрых» хранилищ на их сейсмостойкость.

4. Показана необходимость учета возможных повреждений различного рода в строительных конструкциях, эксплуатируемых «мокрых» хранилищ для объективной оценки их напряженно-деформированного состояния.

5. Предложены и исследованы различные технические решения по повышению сейсмостойкости строительных конструкций, эксплуатируемых «мокрых» хранилищ отработавшего ядерного топлива, обеспечивающие их прочность и устойчивость во время сейсмических воздействий.

6. Предложено конструктивное решение стен и покрытий большого пролета для «мокрых» хранилищ отработавшего ядерного топлива, повышающее сейсмостойкость сооружений данного типа.

7. Изучено влияние укрепления грунтов основания на сейсмостойкость строительных конструкций «мокрых» ХОЯТ.

Научная значимость работы и рекомендации по использованию её результатов и выводов. Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в объективной оценке состояния эксплуатируемых строительных конструкций «мокрых» хранилищ отработавшего ядерного топлива во время землетрясений с учетом наиболее вероятного сценария отказа строительных конструкций на основе математического моделирования процессов, происходящих внутри и снаружи рассматриваемого объекта. Важным также является и то, что объективная оценка состояния эксплуатируемых строительных конструкций «мокрых» хранилищ отработавшего ядерного топлива во время землетрясений выполняется с учетом наиболее вероятного сценария отказа строительных конструкций на основе математического моделирования процессов, происходящих внутри и снаружи рассматриваемого объекта

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты позволяют обоснованно предусматривать комплекс мероприятий по повышению сейсмостойкости эксплуатируемых «мокрых» отдельно стоящих хранилищ отработавшего ядерного топлива и продлить срок их эксплуатации, а также указывают на слабые места в строительных конструкциях, что позволяет эксплуатирующими организациям осуществлять более качественный мониторинг за состоянием сооружений.

Замечания по диссертационной работе:

1. Для ограничения опасных перемещений в З главе автор предлагает использовать традиционные подходы в виде контрфорсов или введения железобетонных перемычек и т.п. Целесообразно было бы уделить внимание применению специальных средств сейсмозащиты в виде дополнительных ограничителей или гасителей колебаний, получающих в настоящее время все большее распространение в качестве эффективных средств сейсмозащиты.

2. Автор работы рекомендует проводить мониторинг за состоянием эксплуатируемых ХОЯТ, но при этом в работе не установлено чётких рекомендаций, на что именно следует обращать внимание, какие дефекты наиболее опасны, а какие нет. При этом важно иметь прогноз повреждений.

3. С одной стороны, автором проделана большая и полезная работа по анализу безопасности функционирования эксплуатируемых «мокрых» отдельно стоящих ХОЯТ при сейсмических воздействиях различного вида. С другой стороны, выполненный в работе анализ опирается на результаты расчетов с применением стандартных вычислительных программ (в основном SCAD Office), а в качестве параметров расчета используются значения принимаемые по существующим нормативным документам и методикам; такой подход применяется при инженерном анализе в процессе вариантного проектирования и соответственно приводит к получению многочисленных достаточно очевидных (тривиальных) выводов (например, что «наиболее вероятным сценарием запроектной аварии на таких сооружениях является обрушение гибкой каркасной части, ... (стр. 85) или «что добавление в модель зоны образования трещин («случай 2») привело к численному уменьшению пиков спектров обоих направлений и их смещению в сторону более низкой частоты» (стр. 107)). Полученные в диссертации результаты имеют, как отмечалось ранее в тексте отзыва, большое практическое значение. Было бы целесообразно их сгруппировать и изложить более компактно, что позволило бы выработать рекомендации для совершенствования нормативно-методической базы эксплуатации данных объектов.

4. В работе не указано на основе каких экспертных оценок приняты значения ожидаемых среднегодовых частот реализации событий – базовых элементов в дереве отказов при максимальном расчетном землетрясении (см. стр. 56) и соответственно не ясна обоснованность принятия этих значений.

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях.

Заключение. Работа является законченным исследованием и выполнена автором самостоятельно на высоком современном научном уровне. Работа изложена хорошим литературным языком. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, пояснений, рисунков, графиков, примеров и подробных расчетов. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

По результатам исследований по теме диссертационной работы автором опубликовано 14 научных статей в профильных научных журналах, 7 из которых входят в перечень рекомендуемых ВАК РФ.

Диссертационная работа Травина С. М. «Сейсмостойкость эксплуатируемых строительных конструкций отдельно стоящих хранилищ отработавшего ядерного топлива» в целом является самостоятельно выполненной на высоком уровне законченной научно-квалификационной работой, в которой дано решение актуальной задачи по оценке сейсмостойкости эксплуатируемых, отдельно стоящих хранилищ отработавшего топлива с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей, имеющей существенное значение для рассматриваемой отрасли технической науки.

Диссертационная работа Травина С. М. «Сейсмостойкость эксплуатируемых строительных конструкций отдельно стоящих хранилищ отработавшего ядерного топлива», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения полностью соответствует требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении учёных степеней (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Травин Сергей Михайлович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Диссертация, автореферат на диссертацию и отзыв на диссертацию Травина С. М. на тему «Сейсмостойкость эксплуатируемых строительных конструкций отдельно стоящих хранилищ отработавшего ядерного топлива» рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании научно-технического

совета секции «Сейсмостойкость сооружений» акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»), протокол № 1/21 от «13» мая 2021 г.

Результаты голосования «за» – 23 , «против» – нет, «воздержалось» – 1.

Учёный секретарь
канд. техн. наук, доцент кафедры
«Строительные сооружения,
конструкции и материалы»

Смирнова Любовь Николаевна

14 мая 2021

Сведения о ведущей организации:

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»)

Юридический адрес: 141367, Московская область, Сергиево-Посадский район, город Сергиев Посад, пос. Загорские Дали, д.6-11

Почтовый адрес: 109428, Москва, ул. 2-я Институтская, д.6

Телефон: +7(495) 602-0070

e-mail: inf@cstroy.ru

Официальный сайт: <http://www.cstroy.ru/>



Заверено:

(должность)

№5. Слободчиков,

(Ф.И.О. заверяющего)