



**УралЭнергоРесурс**

Техническое обеспечение  
горнопроходческих работ

ООО «УралЭнергоРесурс»

ИНН 7446051132  
КПП 745601001  
ОГРН 1077446002556

[www.uer74.ru](http://www.uer74.ru)

[info@uer74.ru](mailto:info@uer74.ru)

☎ +7 (3519) 58 50 09

📍 455044 г. Магнитогорск, Челябинская обл.,  
пр. Metallургов, 12, помещение 12

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бамборина Михаила Юрьевича на тему «Разработка научно-методической базы обоснования проектных решений технологии строительства пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов с учетом использования инновационных конструктивных материалов и высокоэффективных барьеров безопасности», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.7 - Теоретические основы проектирования горнотехнических систем.

Проблема захоронения радиоактивных отходов является исключительно актуальной для многих развитых стран мира. Исторически сложилось, что все внимание науки было направлено на задачу получения электроэнергии и получение плутония, а вопросы захоронения отходов, которые представляют более 95% первоначального объема ядерного топлива, не принимались во внимание. За несколько десятков лет на поверхности земли накопилось более 3 млрд. тонн всех видов радиоактивных отходов (РАО), требующих изоляции. Одним из технических способов изоляции РАО является возведение пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов (ППЗРО). Поэтому рассматриваемая работа в данной постановке является весьма актуальной.

В Российской Федерации принят ряд законов и постановлений правительства для упорядочения проблемы, все отходы взяты на государственный учет, ликвидация и захоронение отходов являются задачами федерального уровня.

Материалы автореферата свидетельствуют: автором выполнен ряд исследований, направленных на повышение прочностных и других свойств бетонов, из которых возводятся изолирующие хранилища РАО. В качестве исходных рассмотрены два сорта цемента отечественного производства и несколько видов наполнителей, мелкие пески, щебни разного происхождения. Важнейшим элементом исследований явилось использование двух суперпластифицирующих добавок для улучшения свойств бетона. В итоге получилось 16 сочетаний смесей, из которых получают 16 видов бетона, с различными физико-механическими характеристиками. Добавки влияют на состояние частиц цемента, песков и щебня, «смазывают» их поверхности, что вызывает переукладку всех частиц, уплотнение смеси в процессе приготовления. Прочность таких затвердевших образцов оказывается существенно выше принятых в проекте бетонов.

Это позволяет увеличить долю сырьевых компонентов в составе бетона, благодаря чему увеличивается нормативная прочность, плотность, активизируется процесс водоредукции коллоидной системы проектного бетона; увеличение плотности бетона происходит пропорционально увеличению их дозировки: при добавке (1) в объеме 1,1%-1,3% (в % от цемента) плотность бетона равна 2456 кг/м<sup>3</sup>, В/Ц снижается с 1,0 до 0,45, водопоглощение – с 14,8 до 3,44%; при добавке (2) в объеме 0,4%-0,5% плотность бетона достигает 2485 кг/м<sup>3</sup>, В/Ц снижается с 0,49 до 0,33; водопоглощение - с 6,5 до 0,97%.

Автором доказано, что использование добавок приводит к пропорциональному увеличению параметров изоляции: водонепроницаемости, морозостойкости и сульфатостойкости проектируемого бетона: применение добавки (1) в объеме от 1,1% до 1,4% позволяет получить бетон классов В7,5 - В40 с показателями морозостойкости от F50 до F300, водонепроницаемости от W0 до W12; применение добавки (2) в объеме 0,4%-0,6% от массы цемента позволяет получить бетон классов В30-В70 с показателями морозостойкости от F300 до F600, водонепроницаемости от W8 до W20.

Для обеспечения долговременной безопасности ППЗРО в работе обоснованы конструктивные параметры шпунтовых завес на основе трубных конструкций, обладающих высокими физико-механическими и противодиффузионными характеристиками. С использованием численного моделирования установлено, что технологические свойства трубошпунтов находятся в степенной зависимости от материала шпунта, поперечной силы, деформативности, изгибающего момента, глубины погружения; это позволяет выбрать эффективные параметры трубошпунтовой завесы и усиливающего анкера, обеспечить надежную противодиффузионную защиту, дополнительную



изоляцию модульных сооружений от латеральных грунтовых вод, а вмещающей среды - от воздействия радионуклидов. С учетом этого обоснованы рациональные конструктивные параметры грунтоцементной плиты в основании модульного сооружения ППЗРО с использованием струйной цементации, для проектирования надежной изоляции РАО от проникновения подземных вод, выхода радионуклидов в грунты, долговременной безопасности модульных сооружений и контейнеров РАО.

В работе получен важный результат: формирование высоких прочностных, противофильтрационных свойств и характеристик струйной цементации достигается за счет оптимизации водоцементного отношения  $В/Ц=0,7$ , оптимального диаметра колонн  $= 0,8\text{м}$ , подбора эффективной скорости подачи раствора в грунтовый массив (100л/мин), что замедляет выход долгоживущих радионуклидов из модульного сооружения ППЗРО в подстилающие породы на 1100 лет.

По содержанию автореферата имеется замечание.

1. В автореферате приведено, что при использовании предлагаемых добавок экономия бетона на уменьшении ширины стенки составит  $570\text{м}^3$ , уменьшение толщины днища позволит сэкономить  $1786\text{м}^3$ . Имея показатели экономии в натуральном выражении, в работе не приведены сведения об экономической эффективности внедрения разработок в целом по пункту захоронения радиоактивных отходов.

Данное замечание не умаляет достоинств рассматриваемой работы.

Исходя из содержания автореферата можно заключить, что диссертационная работа на тему «Разработка научно-методической базы обоснования проектных решений технологии строительства пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов с учетом использования инновационных конструктивных материалов и высокоэффективных барьеров безопасности», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченным научным исследованием, соответствует паспорту специальности 2.8.7 - «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем», её содержание соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете МИСиС», а её автор, Бамборин Михаил Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук за решение крупной научно-технической проблемы, состоящее в развитии методологии комплексного обоснования стратегии возведения пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов с обеспечением долговременной изоляции радионуклидов с помощью разработанных барьеров безопасности.

Генеральный директор

Общество с ограниченной ответственностью «Уралэнергоресурс»

д.т.н., Зубков Антон Анатольевич

Я, Зубков А.А. согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой докторской диссертации Бамборина Михаила Юрьевича, и их дальнейшую обработку.

05.11.2024

Адрес: 455000, г. Магнитогорск, пр-т Metallургов, д. 12.

Телефон: +7 (3519) 58-50-09

Адрес электронной почты: info@uer74.ru

