

Компьютерное моделирование радиационно-электрических процессов температурных и механических полей контейнеров радиоактивных отходов (РАО)

Родивилов Сергей Николаевич

студент

Московский государственный университет инженерной экологии, Москва, Россия

E-mail: energo37@rambler.ru

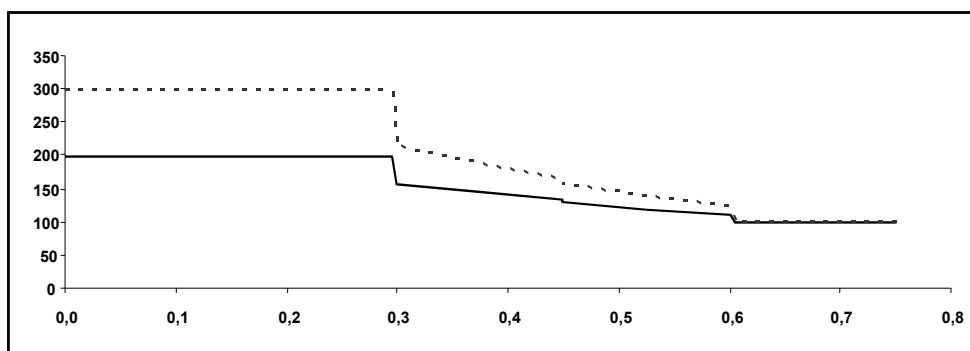
Энергия радиоактивного излучения в 1,2 Мэв преобразуется в тепловую и электрическую. Это приводит к образованию электрических зарядов. Наличие градиента температуры в процессе ионизации нейтральных молекул приводит к разделению положительных и отрицательных зарядов по толщине оболочки контейнера. Напряженность электрического поля в стеклянной или керамической матрице составляет величину порядка 10^5 В/см, что превышает напряженность электрического поля пробоя по воздуху. В результате происходит самопроизвольное разрушение поверхности контейнера. На основе представлений механики разрушения диэлектриков, контактирующих с металлической защитной оболочкой, сформулирована физическая модель электротермического разрушения диэлектрических матриц. На основе численных расчетов определяются температурные поля при действии гамма-излучения.

Целью является нахождение оптимальной толщины стенки контейнера с точки зрения прочности, исходя из допускаемых для материала контейнера внутренних механических напряжений. В рамках данной цели, вначале решается уравнение теплопроводности с учетом изменения теплофизических свойств материала матрицы в зависимости от температуры; а затем - расчет внутренних механических напряжений, возникающих при наличии градиента температуры по толщине двухслойной оболочки контейнера, ведущего к эффекту температурного автокрепления, позволяя повысить прочность оболочки в 2,4 раза.

Были выбраны следующие материалы: бетон (отображен на графике при нагреве теплоносителя до 100°C), железобетон, стекло боро-сернистое, керамический материал - диоксид циркония. Расчеты были проведены для толщины двухслойной стенки контейнера в 30 см и тепловыделений радиоактивных отходов в 500 и 1000 Вт/м³.

В результате для 500 Вт/м³ перепад температур на стенках в градусах Цельсия составил: для бетона - 46,5; для стекла - 36,5; для железобетона - 31; для диоксида циркония - 4; для объемных тепловыделений в 1000 Вт/м³ перепад соответственно составил: для бетона - 93; для стекла - 73; для железобетона - 62; для диоксида циркония - 8.

Результаты работы могут быть использованы для разработки защиты транспортных контейнеров и атомных реакторов.



1.

Хмелевский М.Я. и др. «Физико-механические основы расчета напряжений деформированного состояния и работоспособности цилиндрических твэлов контейнерного типа», ФЭИ-3007, Обнинск: ГНУ РФ, 2004