

Виртуальное моделирование НДС защитных элементов конструкций ядерного реактора

Сергей А.А., Ширвель П.И.

Белорусский национальный технический университет

Общеизвестно, что эксплуатация и прекращение эксплуатации ЯЭУ, значительно осложняется наличием радиоактивных излучений. В этой связи наиболее ответственные элементы конструкции любой ЯЭУ – конструкции защиты от высокоэнергетических излучений (т.к. они предохраняют окружающую среду, людей, оборудование и т.п. от действия облучения и в то же время воспринимают наиболее сильное радиационное воздействие). Эти элементы конструкций, как правило, имеют цилиндрическую форму, что обусловлено конфигурацией реактора и устанавливаются за его пределами. Подчеркнем, что до недавнего времени, при проектировании ЯЭУ расчет НДС защитных конструкций на действие радиационной нагрузки не проводился. При проектировании долгое время исходили из того, что терморadiационная защита реактора работает при флюенсе нейтронов такой величины, при которой практически не возникают радиационные и значительные температурные деформации в материале защиты. Это допущение привело к необоснованному увеличению размеров и массы таких конструкций. Очевидно, что для таких конструкций необходимо в первую очередь производить оценку прочности от совместного действия термической и радиационной нагрузки.

В исследовании рассмотрено определение НДС радиационно-теплового экрана, обусловленного терморadiационным воздействием. Выполнена общая постановка статической и квазистатической задачи для защитной конструкции произвольной цилиндрической формы. Заданная нелинейная начально-краевая задача с конкретными граничными и начальными условиями решалась численно. Использовалась теория аппроксимации, метод прогонки и итерационные методы. Программная модель реализована на C# в лицензионной среде Visual Studio 2011, которая была бесплатно предоставлена компанией Microsoft, и позволяет обрабатывать и визуализировать результаты расчетов кинетики НДС исследуемых тел. Также были проведены вычислительные эксперименты, выполнена верификация и валидация методики решения и программы расчета, проверено соответствие разработанного программного средства процессам в реальных элементах конструкции реактора. Архитектура программного комплекса является модульной, что дает возможность в дальнейшем добавлять новые функциональные возможности и вносить улучшения.

Работа выполнялась при финансовой поддержке БРФФИ и Минобразования Республики Беларусь в рамках проекта №Г12МВ-038.