

# МНОГОМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ И ВЫНУЖДЕННОМ ОХЛАЖДЕНИИ КОНТЕЙНЕРОВ В ХРАНИЛИЩАХ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

*Т.Ю. Пронкевич*

Объединённый институт энергетических и ядерных исследований – Сосны  
НАН Беларуси

Проблема обеспечения безопасности объектов атомной энергетики выявила необходимость исследования класса свободно-конвективных течений, которые обусловлены не внешними условиями, а внутренними источниками тепла.

В настоящей работе приводится численное моделирование экспериментов с целью оценки пригодности кода COMSOL как средства получения новых результатов и тестирования более простых моделей теплоотдачи при хранении отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Современные конструкции для хранения ОЯТ представляют собой усложнённые конструктивные элементы, в которых имеются различные режимы для отвода остаточного тепловыделения.

Существующие методы расчёта тепловых потоков в хранилищах ОЯТ основаны на обработке экспериментальных данных и интегральных методиках. Основными факторами, характеризующими состояние теплопереноса, служат число Рэлея и среднее число Нуссельта:

$$Ra = \frac{\alpha g \Delta T R^3}{(\nu k)}, \quad Nu = R \int_{S_b} f_n ds / (\lambda(T_m - T_b) S_b)$$

Расчёт хорошо передаёт особенности пространственного распределения температуры и тепловых потоков при моделировании достаточно простых геометрических структур.

Снижение затрат на хранение ОЯТ связано с внедрением надёжных методик расчёта. Основой таких методик может служить решение многомерных уравнений сохранения с учётом необходимых граничных условий. Подобные системы уравнений должны быть построены для сложных геометрических структур и учитывать режимы теплоотвода при свободной и вынужденной конвекции. Замкнутая система многомерных уравнений сохранения имеет вид:

$$C_p \rho \frac{\partial T}{\partial t} + C_p \rho \mathbf{u} \nabla T = \nabla(-k \nabla T) + Q$$
$$\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \rho \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = \nabla \cdot [-p \mathbf{I} + \eta (\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T) - (2\eta/3 - \kappa)(\nabla \cdot \mathbf{u}) \mathbf{I}] + \mathbf{F}$$
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

к которой добавляются соответствующие граничные условия, характерные для хранилищ ОЯТ.

В работе представлена модель и результаты расчёта тепловых потоков в условиях свободной и вынужденной конвекции применительно к условиям хранения ОЯТ. Показано, что решение многомерных уравнений сохранения даёт возможность уточнить параметры теплоотдачи и условия для хранения ОЯТ. Результаты данной работы могут быть использованы для повышения надёжности и снижения затрат на хранение ОЯТ.

## ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*В. А. Брылева*

Объединённый институт энергетических и ядерных исследований – Сосны  
НАН Беларуси

В Республике Беларусь принято решение о развитии атомной энергетики и строительстве АЭС. Строительство АЭС в Беларуси требует учёта сложившейся ситуации после аварии на ЧАЭС и отношения людей к атомной энергетике, негативным аспектам которых длительное время посвящалось большинство публикаций в средствах массовой информации. Изменение этого состояния требует продуманной информационной работы для коррекции восприятия радиоэкологических аспектов ядерной энергетики, поскольку

ку на сегодняшний день в республике общественное понимание проблем безопасности атомной энергетики и её воздействия на природу значительно отличается от научных представлений. Основные причины недоверия населения кроются в недостаточности информированности общественности о состоянии дел в современной ядерной энергетике и всех аспектах её функционирования, что связано со страхом перед авариями, происходившими на её объектах и жёсткой антиядерной пропагандой.

Дальнейшее развитие ядерной энергетики в нашей республике будет зависеть, в том числе, от быстрого снабжения общества непредвзятой информацией, что должно стать «постоянным элементом» работы с общественностью и СМИ, которые оказывают огромное влияние на приемлемость ядерной энергетики для населения. Большое внимание проблеме информирования населения уделяется Президентом и Правительством Республики Беларусь. Доступ общественности к информации регулируется требованиями Законов Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии» от 30 июля 2008 № 426-3, «Об информации, информатизации и защите информации» от 10 ноября 2008 № 455-3 и «Орхусской Конвенции», которая ратифицирована Указом Президента Республики Беларусь от 14 декабря 1999 № 726.

Необходимо отметить, что в Республике Беларусь начата работа по образовательной деятельности для населения и представителей СМИ. В июле 2008 года на базе РУП «Международный центр интеграционной информации. Общественный пресс-центр Дома прессы» образован Информационный центр развития атомной энергетики (РАТЭН), который уже провел цикл образовательных семинаров для работников предприятий всех областных центров Республики Беларусь, включая г. Минск.

Были организованы встречи с общественностью г.п. Островец, вблизи которого предполагается строительство будущей белорусской АЭС. Проводится республиканская информационная акция для детей «Мир – в твоих руках» и др.

В Национальной академии наук Беларуси такая работа проводится в рамках мероприятия 9 «Осуществление информационно-аналитического обеспечения развития атомной энергетики в Республике Беларусь» Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009 – 2010 годы и на период до 2020 года», целью которого являются:

- информационно-аналитическое обеспечение деятельности Министерства энергетики, учреждений и организаций энергетического профиля, органов управления различного уровня, ответственных за принятие решений по проблемам и тенденциям развития атомной энергетики в Республике Беларусь и строительству АЭС;
- научное обеспечение информационно-просветительской работы с населением и СМИ;
- анализ международного опыта (Франция, Россия) формирования общественного мнения о развитии атомной энергетики в государстве и выработка предложений по информированию населения в республике;
- изучение динамики восприятия населением строительства АЭС по мере проведения образовательной работы.

## **PROCESSING AND ANALYSES OF THE PULSED-NEUTRON EXPERIMENTAL DATA of the YALINA FACILITY**

***Y. Cao, Y. Gohar, D. Smith, A. Talamo, Z. Zhong***

Argonne National Laboratory, 9700 South Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA,

***H. Kiyavitskaya, V. Bournos, Y. Fokov, C. Routkovskaya, S. Sadovich***

Joint Institute for Power & Nuclear Research - Sosny,

National Academy of Sciences of Belarus, 99 acad. Krasin str., Minsk 220109, Belarus

The YALINA subcritical assembly of the Joint Institute for Power and Nuclear Research (JIPNR)-Sosny, Belarus has been utilized to study the physics parameters of accelerator driven systems (ADS) with high intensity Deuterium-Tritium and Deuterium-Deuterium pulsed neutron sources. In particular, with the fast and thermal neutron zones of the YALINA-Booster subcritical assembly, the pulsed neutron experiments have been utilized to evaluate the pulsed neutron methods for determining the reactivity of the subcritical system. In this paper, the pulsed-neutron experiments performed in the YALINA-Booster 1141 configuration with 90%  $^{235}\text{U}$  fuel and 1185 configuration with 36% and 21%  $^{235}\text{U}$  fuel are examined and analyzed. The Sjöstrand area-ratio method is utilized to determine the reactivities of the subcritical assembly configurations. The linear regression method is applied to obtain the prompt neutron decay constants from the pulsed-neutron experimental data. The reactivity values obtained from experimental data are shown to be dependent on the detector locations and also on the detector types. The large discrepancies between the reactivity values given by the detectors in the fast neutron zone was reduced by spatial correction methods, and the estimated reactivity after the spatial corrections are almost spatially independent.