**Расчет теплового состояния хранилища РАО при различных компоновках**

###### Р.А. Бутов1, Н.И. Дробышевский, П.А. Блохин, А.А Самойлов, Т.А. Александрова

*1ИБРАЭ РАН, г. Москва*

*эл. почта:* [*bra@ibrae.ac.ru*](mailto:bra@ibrae.ac.ru)

Остаточное тепловыделение РАО оказывает воздействие на окружающую среду путем интенсивного нагрева, особенно на начальных этапах их жизненного цикла. Окружающая среда включает в себя различные защитные барьеры (так называемые барьеры безопасности), цель которых снизить радиационное влияние РАО на биосферу. Таким образом тепловыделение РАО может оказать влияние на барьеры безопасности приводя к ухудшению их изоляционных свойств (деградации). Численное моделирование теплового состояния РАО и окружающей среды при различных сценариях (кондиционирование, транспортировка, хранение и т. п.) позволяет оценить влияние РАО на состояние барьеров безопасности и выбрать безопасное и экономичное решение по их количеству, типу и материалу.

Остеклованное высокоактивные РАО (ВАО) образовавшиеся после переработки размещают в цилиндрических контейнерах. В дальнейшем эти контейнеры размещаются в различных упаковках в соответствии с технологической операцией (кондиционирование, транспортировка, хранение и т. п.). Современная концепция по обращению с ВАО предполагает их размещение в глубокой геологической среде, которая выступает в роли естественного барьера безопасности. Искусственные барьеры безопасности (так называемые Инженерные Барьеры Безопасности, ИББ) состоят из оболочек различных материалов (металл, бетон, глина, пластик и т. п.). Задачей расчета является подбор оптимальной компоновки контейнеров ВАО и барьеров безопасности, которые обеспечивают необходимый уровень защиты биосферы от радиационного воздействия.

Описание расчета:

* Расчет сделан для нескольких типов компоновок: одиночный контейнер, 1D вертикальная и горизонтальная линия из контейнеров, 2D вертикальная и горизонтальная сетка из контейнеров, 3D сетка из контейнеров. При этом для ускорения расчета, рассматривались не все контейнеры, а наиболее нагруженные (как правило, центральные);
* Рассматривалось 2 варианта физических свойств материалов барьеров безопасности: нормальный и консервативный (с запасом);
* Была проварьирована толщина ИББ и шаг по пространству для различных компоновок;
* Была составлена аналитическая формула зависимости температуры от величины тепловыделения;
* Был проведен расчет нагрева контейнера в процессе транспортировки, результаты которого были использованы как начальные для расчета хранилища;
* В результате расчета были получены зависимости максимальных температур от времени для каждого материала;
* Были оценены теплофизические свойства реальных геологических сред для существующих и планируемых хранилищ ВАО.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Захоронение радиоактивных отходов. Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSR-5, МАГАТЭ, Вена, 2011 – 104 с.
2. Отчет по договору на выполнение работ № 113-20-1-40/473 от 19.08.2020“Разработка требований к короткоживущей фракции РАО, позволяющих исключить ее захоронение в глубокой геологической формации, с оценкой возможности введения соответствующей классификации РАО в странах, потенциальных потребителях услуг СбЯТЦ” (промежуточный, 2 этап)