

С помощью аналитических методов анализа были получены данные о влиянии параметров технологии магнетронного осаждения Cr покрытий на окисление циркониевых сплавов с покрытиями в потоке водяного пара при температуре до 1400 °С. Защита циркониевых сплавов от высокотемпературного окисления обеспечивается формированием плотного поверхностного слоя оксида хрома. На длительность защитного поведения циркониевого сплава с Cr покрытием существенное влияние оказывает диффузия и растворение Cr в Zr сплаве, претерпевающим  $\alpha \rightarrow \beta$  переход. Продемонстрирована роль микроструктуры и толщины Cr покрытий на скорость окисления и кинетику диффузии хрома и циркония в диапазоне температур 900...1200 °С (рис. 1). Показана возможность защиты сплава Э110 от окисления в течение 5000 с в потоке водяного пара при температуре 1200 °С.

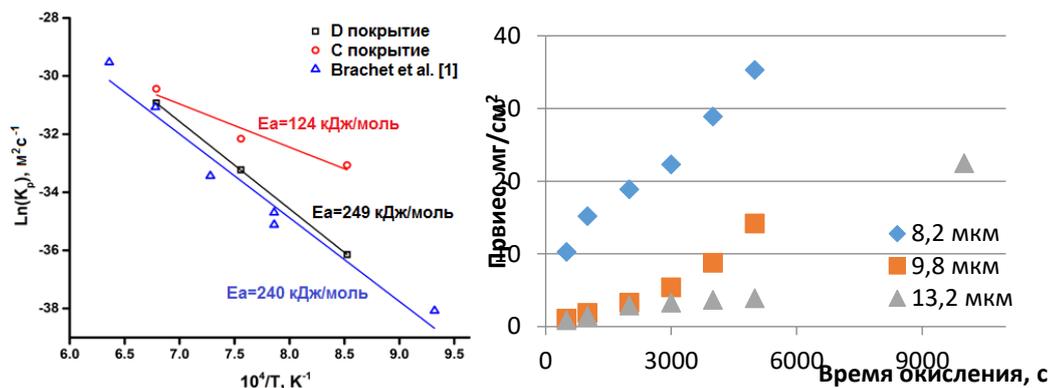


Рис. 1 Кривые Аррениуса для константы скорости окисления Cr покрытий в зависимости от технологии их получения (слева). Кинетика окисления в потоке водяного пара Zr сплава с Cr покрытиями, толщиной 8,2, 9,8 и 13,2 мкм (справа)

Исследование выполнено в рамках выполнения гранта РФФ 19-79-10116.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brachet J.-C., Rouesne E., Ribis J., Guilbert T., Urvoy S., Nony G., Toffolon-Masclat C., Le Saux M., Chaabane N., Palancher H., David A., Bischoff J., Augereau J., Pouillier E., High temperature steam oxidation of chromium-coated zirconium-based alloys: Kinetics and process // Corros. Sci. – 2020. – 167. - 108537.

### ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВНОГО БЛОКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗООХЛАЖДАЕМОГО РЕАКТОРА: CFD-ИССЛЕДОВАНИЯ

А.С. Дёмин, С.В. Беденко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

e-mail: asd47@tpu.ru

Использование высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов позволит расширить сферу применения ядерной энергетики. Наиболее перспективной областью их применения является водородная промышленность, в которой ВТГР могут использоваться в качестве источника высокотемпературного тепла, что позволит значительно снизить вредные выбросы от этого процесса. Сейчас для производства водорода используется паровая конверсия метана, которая не является экономически выгодной.

В работе был получено температурное распределение для активной зоны высокотемпературного газоохлаждаемого реактора, а также был определен оптимальный режим прокачки теплоносителя через ее графитовые блоки, который позволит использовать эту установку в качестве источника тепла для производства водорода.

Работа проводилась в программном комплексе SolidWorks с использованием предустановленного расширения Fluent Flow. Для оптимизации временных затрат, в работе были использованы две модели. Определение оптимального режима прокачки теплоносителя проводилось на топливной колонне. Полученные данные были использованы в модели активной зоны для оценки температурного распределения.

Результаты расчета показали, что при давлении газа 6 Мпа, скорость и температура теплоносителя на выходе из активной зоны равны 19,2 м/с и 1120 К, соответственно. Максимальная температура графита в активной зоне составляет 1577 К.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ КАМПАНИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА РЕАКТОРА ГТ-МГР

С.А. Березовский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [sab37@tpu.ru](mailto:sab37@tpu.ru)

В настоящее время перспективным направлением развития ядерной энергетики является увеличение длительности кампании ядерного топлива и исследование ядерных топливных циклов нового поколения [1].

В данной работе рассматривается влияние разных топливных композиций на длительность кампании ядерного топлива реактора ГТ-МГР (газовая турбина - модульный гелиевый реактор).

Изменение нуклидного состава измеряется через каждые 50 эффективных суток. Через каждые 50 эффективных суток происходит уменьшение концентрации бора, для того чтобы высвободить запасенную реактивность. Этот процесс продолжается, пока запас реактивности не станет меньше нуля.

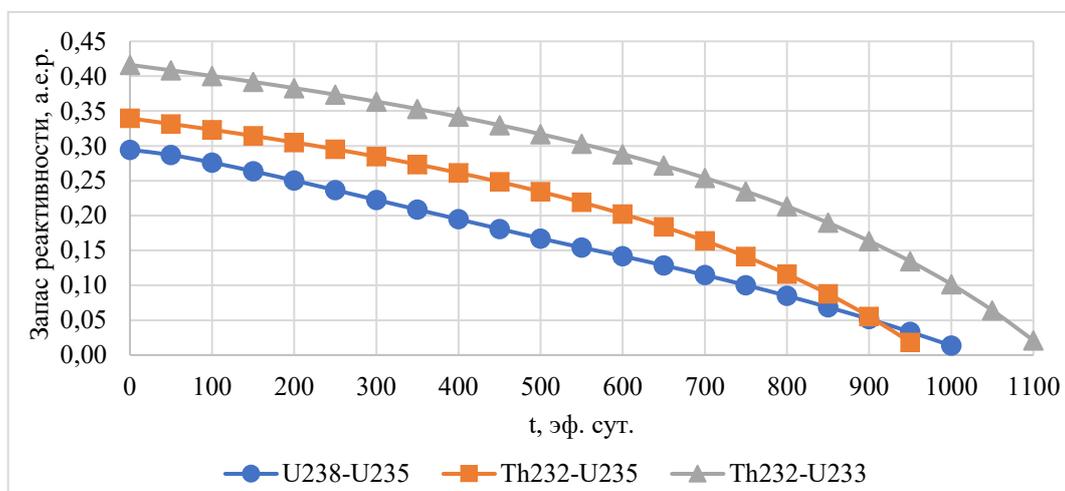


Рис.1 Изменение реактивности за время кампании ядерного топлива разных топливных композиций

Использование  $\text{Th}^{232}$  вместо  $\text{U}^{238}$  в качестве воспроизводящего материала позволило увеличить начальный запас реактивности на 4,5 %, т.к. сечение поглощения у  $\text{Th}^{232}$  меньше, чем у  $\text{U}^{238}$ , таким образом, быстрые нейтроны с более высокой вероятностью замедляются до тепловой группы, где поглотятся делящимся нуклидом. Однако длительность кампании ядерного топлива снизилась на 50 эффективных суток, это связано с тем, что  $\text{U}^{233}$ , образующийся в результате реакции захвата нейтрона ядром  $\text{Th}^{232}$ , по своим нейтронно-физическим свойствам уступает  $\text{Pu}^{239}$ . Данный изотоп плутония имеет большое микроскопическое сечение деления для тепловой области нейтронов и среднее число вторичных быстрых нейтронов на одно деление также выше, чем для  $\text{U}^{233}$ .