

3. K.A. Khor, L.G. Yu, S.H. Chan, X.J. Chen. Densification of plasma sprayed YSZ electrolytes by spark plasma sintering (SPS) // Journal of the European Ceramic Society. – 23 (2003). – P. 1855-1863.
4. Jun Adachi, Ken Kurosaki, Masayoshi Uno, Shinsuke Yamanaka. Effect of porosity on thermal and electrical properties of polycrystalline bulk ZrN prepared by spark plasma sintering // Journal of Alloys and Compounds. – 423 (2007). – P. 7-10.
5. НИТУ МИСиС, <http://www.misis.ru/tabid/2773/Default.aspx>
6. Tokita M. Mechanism of Spark Plasma Sintering // J. Material Science. – 2004. – V. 5, № 45. – P. 78-82.
7. Ильин А.П. Развитие электровзрывной технологии получения нанопорошков в НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т.306, №1. – С. 133-139.
8. Андриевский Р.А., Спивак И.И. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе. // Челябинск, Metallurgia. – 1989. – 368 с.

РАСЧЕТ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ РЕАКТОРА ТИПА ВВЭР

A.V. ЧУЙКИНА, С.С. ЧУРСИН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: flipped2010@mail.ru

CALCULATION OF THE TEMPERATURE GRADIENT FOR NUCLEAR REACTOR FUEL VVER-1000

A.V. CHUIKINA, S.S. CHURSIN

National Research Tomsk Polytechnic University

E-mail: flipped2010@mail.ru

Annotation The paper considers the possibility of using the dispersion of fuel in VVER-1000 reactors. Described thermal model VVER-1000 reactor fuel element.

Дисперсионное топливо – это такой вид топлива, в котором частицы делящегося материала распределены по объему неделящегося материала (матрицы) [1]. Впервые потребность в использовании дисперсионного топлива возникла при проектировании высокотемпературных газографитовых реакторов, так как, при температуре теплоносителя в 1000 °С, температура в центре таблетки достигала 2400 °С [2]. Такая большая температура создает опасные условия для работы ядерного реактора.

При использовании дисперсионного топлива градиент температуры уменьшается в несколько раз [1]. Но преимущества дисперсионного топлива можно использовать не только в высокотемпературных реакторах. При использовании диоксида урана в ВВЭР-1000 из-за большого температурного градиента (~300 °С/мм)

возникают термические напряжения, которые могут привести к повреждению топлива [3]. К тому же, для безопасной работы реактора важно еще одно преимущество дисперсионного топлива – возможность удерживать продукты деления [1]. Из-за термических напряжений и продуктов деления тепловыделяющие сборки часто не вырабатывают свой срок из-за повреждений твэлов [3]. При использовании дисперсионного топлива этой проблемы можно избежать.

В ходе исследований [4] было выяснено, что интерметаллическое соединение NiAl подходит для использования в качестве матрицы в дисперсионном топливе. Однако при больших температурах высокотемпературных реакторов возникает усталостное разрушение этого материала.

Для проверки возможности использования дисперсионного топлива с матрицей из алюминида никеля был выбран реактор ВВЭР-1000. Создана тепловая модель твэла этого реактора и проведен сравнительный анализ поля температур для таблетки диоксида урана и таблетки дисперсионного топлива с NiAl матрицей и диоксидом урана в качестве топлива. Температура на поверхности таблетки была принята 470 °С. Теплопроводность, теплоемкость и плотность диоксида урана были взяты из справочных данных, а для дисперсионного топлива были рассчитаны по табличным данным [3].

В работе рассчитан градиент температуры по радиусу топливной таблетки. Так же рассчитано поле тепловыделения по всему объему топливного стержня.

По результатам расчета были получены графики распределения температуры в топливных таблетках. Результаты представлены на рисунке 1.

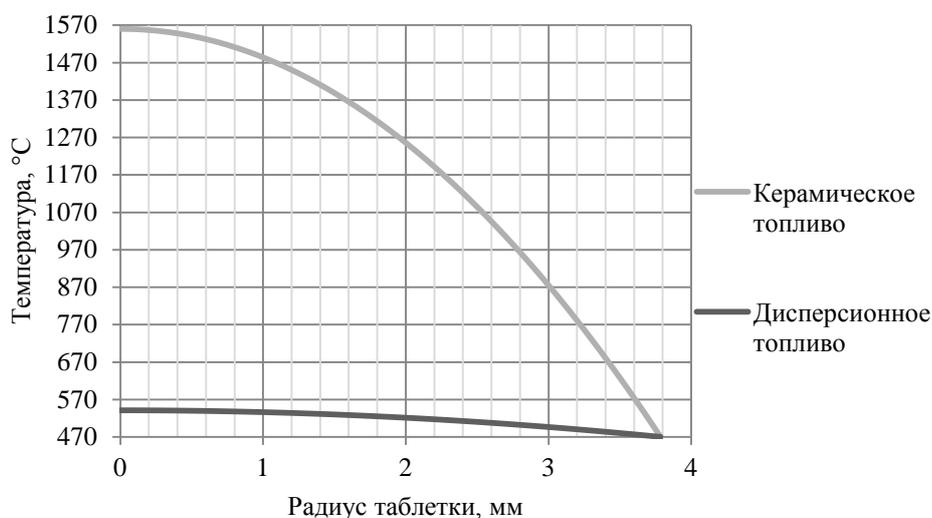


Рисунок 1 – Поле температур в таблетке диоксида урана и дисперсионного топлива

Как видно из рисунка, при использовании диоксида урана температурный градиент составляет 287,94 °С/мм, а при использовании дисперсионного топлива – 18,79 °С/мм. При переходе на дисперсионное топливо градиент температур уменьшается в ~15 раз. Это приведет к значительному снижению термического напряжения в ядерном топливе, что позволит улучшить теплофизические показатели работы реактора, в частности повысить температуру теплоносителя. Так же при снижении термического напряжения возможно повышение выгорания топлива, что увеличит

энерговыработку и как следствие благоприятно скажется на экономическом аспекте использования ядерной энергетики.

Таким образом, в работе показано, что переход от керамического ядерного топлива к дисперсионному в реакторе типа ВВЭР сказывается положительно. Это улучшает не только физические особенности эксплуатации ядерного топлива, но и повышает безопасность работы ядерного реактора, и позволяет снизить экономические затраты.

Список литературы

1. Самойлов А. Г., Волков В. С. Дисперсионные твэлы: в 2т. – М.: Атомиздат, 1982 г. – 448 с.
2. ASME BPVC 2015 Section III Rules for construction of nuclear facility components - Division 5 - High Temperature Reactors, 2015 — 01.07.2015 — P. 500
3. Физическое материаловедение: Учебник для вузов. В 6 т. Том 6. Часть 1. Конструкционные материалы ядерной техники / Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: МИФИ, 2008. – 672 с.
4. Чуйкина А. В. Выбор материала матрицы для дисперсионного топлива в высокотемпературном реакторе // Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей: материалы X (XLII) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 21-24 Апреля 2015. - Кемерово: КемГУ, 2015 - С. 2769-2773

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ИСХОДНОЙ ШИХТЫ ПРИ СВ-СИНТЕЗЕ

V.V. ZAKUSILOV

Томский политехнический университет

E-mail: vvz9@tpu.ru

INFLUENCE OF MECHANOACTIVATION ON THE PARAMETERS OF THE INITIAL BATCH DURING SH-SYNTHESIS

V.V. ZAKUSILOV

Tomsk Polytechnic University

E-mail: vvz9@tpu.ru

Annotation. In the research influence of mechanical activation on the self-propagating high-temperature synthesis of lanthanum oxide mixture with boron (La_2O_3+B) was studied. Dependence of particles square surface from activating speed mill as well as rotation time was found.

Введение. В настоящее время основными задачами в области физической и технической электроники является поиски новых эмиттеров и улучшение характеристик существующих типов катодов в электронных приборах принцип действия, которых основан на физическом явлении – электронная эмиссия.

Электронной эмиссией называется процесс, в котором поверхность твердого тела или жидкости испускает электроны, затрачивая энергию, называемой работой выхода. Электронную эмиссию подразделяют на несколько типов: