

НАПРЯЖЕНИЯ В ПОКРЫТИИ МИКРОТОПЛИВА

Шаманин И.В., Беденко С.В., Кнышев В.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: vvk28@tpu.ru

В последние годы проводится анализ различных решений [1-2], позволяющих существенно повысить эксплуатационные параметры микротоплива (МТ) с TRISO покрытием в процессе выгорания. Однако рост концентрации продуктов деления (ПД) в МТ создает высокое давление на покрытия зерна, в результате чего может наступить момент, когда покрытие зерна претерпевает разрыв [1-3].

Существующие сегодня технические решения направлены на повышение ресурса эксплуатации МТ за счет увеличения числа слоев [1-2, 4], тем самым снижая повреждаемость силовых покрытий. Увеличение числа слоев МТ принципиально не решает проблему разгерметизации и миграции топливного зерна в условиях длительного облучения и высокой температуры. Нужны принципиально новые материалы и технологии нанесения покрытий [1-4].

В данной работе представлена топливная таблетка (ТТ), позволяющий существенно повысить эксплуатационные параметры МТ с покрытием BISO, за счет применяемых материалов, технологий его изготовления и конфигурации [5-6]. Предлагаемая ТТ позволяет существенным образом повысить эффективность использования ядерного горючего. Рассмотренные покрытия микротоплива типа BISO имеют высокую эффективность удержания ГПД и компенсации распухания ТТ [5-6].

Приведены результаты компенсации напряжений, создаваемое продуктами деления при высоких и сверх высоких глубинах выгорания, в микротопливе [6]. Нейтронно-физический расчет проводился в 3D-геометрии в диффузионном приближении и методами Монте-Карло с использованием оцененных ядерных данных (ENDF/B-VIII, JENDL-3.3, JEFF 3.0, EXFOR, РОСФОНД) и претензионного расчетного кода программ серии MCU5 [5], с подготовкой расчетных нейтронно-физических констант [8]. Расчет термодинамических параметров проводился с привлечением алгоритма многоцелевого программного комплекса АСТРА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ivanov, A.S., Rusinkevich, A.A. The kinetics of fission products release from microfuel taking into account the trapped fraction and limited solubility effects // Nuclear Engineering and Design Vol. 306, 2016, P. 47-51.
2. Ponomarev-Stepnoy, N.N., Makarov, V.M., Ivanov, A.S., Belov, I.A., Rusinkevich, A.A., Lindemer, T., McEachern, D., Razvi, J. Evaluation of the thermodynamics of deep burnup HTGR fuel with plutonium kernels // Proceedings of the 4th International Topical Meeting on High Temperature Reactor Technology, HTR 2008 Vol. 1, 2009, P. 257-262.
3. Ugajin, M., Arai, T., Shiba K. Variation of O/U Ratio and CO+CO₂ Pressure in Carbon- Coated UO₂+x Particles // Journal of nuclear science and technology. – 1977. Vol. 14. No. 2. P. 153-156.
4. Ivanov, A.S., Rusinkevich, A.A. The kinetics of fission products release from microfuel taking into account the trapped fraction and limited solubility effects // Nuclear Engineering and Design Vol. 306, 2016, P. 47-51.
5. Shamanin I., Chertkov Y., Bedenko S., Gubaydulin I. Gas-Cooled Thorium Reactor with Fuel Block of the Unified Design Adv. in Mater. Science and Eng. 2015 p. 1-8.
6. Shamanin I.V., Grachev V.M., Knyshev V.V., Bedenko S.V., Novikova N.G. Calculation evaluation of multiplying properties of LWR with thorium fuel // Journal of Physics: Conference Series. - 2017 - Vol. 781, Article number 012030. - p. 1-6.
7. Oleynik D 2015 The Monte Carlo estimation of an effect of uncertainties in initial data on solving the transport equation by means of the MCU code Phys. of Atom. Nucl. 2015 Vol 78 (11) p.1194–1199.
8. Bedenko S. V. , Jeremiah J. J. , Knyshev V. V. , Shamanin I. V. Analysis constants for database of neutron nuclear data // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2016 - Vol. 135, Article number 012004. - p. 1-6.