

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/doklad/266219>

Тип работы: Доклад

Предмет: Теплотехника

СОДЕРЖАНИЕ 2

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РАЗРАБОТКА ТВЕЛОВ 3

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ 5

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕПАЙЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК 7

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНУТРИБУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ПОСТРАДИАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 10

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБЛУЧЕННЫХ ТВЕЛОВ С ПРЕДНАМЕРЕННО ИЗГОТОВЛЕННЫМИ ДЕФЕКТАМИ 15

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ОБЛУЧЕННЫХ ТВЭЛОВ 16

7. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА 16

ВЫВОДЫ 18

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 19

ВВЕДЕНИЕ

Разработка реакторов малой мощности, которые могут быть применены для плавучих атомных электростанций, является перспективным проектом для установок в удаленных труднодоступных регионах России (Северные регионы, Сибирь, Дальний Восток), а также в других регионах мира. Общеизвестно, что Россия имеет большой опыт разработки и эксплуатации ядерных реакторов на ледоколах, который может быть адаптирован и для плавучих атомных электростанций. Активная зона реакторов малой мощности выполнена неремонтопригодной, что повышает требования к ее надежности и безопасности в нормальных и нештатных режимах по сравнению с реактором на водяном охлаждении. Предполагается также, что активная зона может работать длительное время с некоторым количеством течи топлива. Эти требования могут быть доказаны и проверены длительной эксплуатацией такого рода ядерных реакторов на ледоколах. Известный и надежный атомный реактор ледокола КЛТ-401 был использован в качестве прототипа реактора малой мощности под названием КЛТ40С для опытных плавучих электростанций. Для демонстрации технических возможностей реакторов было принято решение о строительстве опытной плавучей электростанции с двумя реакторами малой мощности КЛТ-40С.

1. РАЗРАБОТКА ТВЕЛОВ

Активная зона реактора КЛТ-40 содержит твэлы, изготовленные из высокообогащенного (более 20 мас. % U-235) ядерного топлива. Для обеспечения экспортного потенциала плавучих электростанций с реакторами малой мощности типа КЛТ 40 необходимо разработать ядерное топливо с обогащением не более 20 мас.% U-235, отвечающее требованиям нераспространения МАГАТЭ. Однако реакторы малой мощности при проектировании должен не только соответствовать требованиям МАГАТЭ, но и быть более экономически эффективным, чем реакторы атомного ледокола. На основании вышеизложенного была разработана новая активная зона КЛТ-40С1-4. Основные характеристики реакторов малой мощности с активной зоной КЛТ-40С приведены в табл. 1 для опытного и перспективного серийного вариантов. Сравнение топливных сборок, изготовленных для КЛТ-40 и предназначенных для КЛТ-40С, показано на рис. 1.

Таблица 1 Основные характеристики сердечников для РУ КЛТ-40С

Рисунок. 1. Сечения топливныхборок.

Показано, что пилотный реактор плавающих атомных электростанций с энергоресурсом 2,1 ТВт•ч выполнен с цилиндрическими твэлами, оболочка которых изготовлена из циркониевого сплава диаметром 6,8 мм, что больше, чем у ледокольных топливных элементов (5,8 мм). В перспективе рассматриваются твэлы,

изготовленные с оболочками из циркониевого сплава Э635. Для обеспечения характеристик активной зоны сборки топливо должно содержать не менее 6,0 г урана на см³ топливной композиции. К топливу для пилотной плавучей атомной электростанции предъявляются следующие основные требования:

- максимальное обогащение урана-235 на активную зону не более 20 % (что соответствует требованиям нераспространения МАГАТЭ);
- максимальный тепловой поток на твэл при номинальной мощности не превышает 1,3 МВт/м² (тепловыделение твэла не превышает 280 Вт/см);
- Накопление осколков деления (выгорание) топливной композиции не превышает 0,72 г/см³;
- Возможность переработки топлива по существующей технологии.

Анализ возможных вариантов ядерного топлива показал, что требуемая плотность урана в топливной композиции может быть обеспечена за счет использования диоксида урана. Поэтому для активной зоны плавучей атомной электростанции был разработан твэл на основе топливной композиции «UO₂ + алюминиевый сплав» (керметное топливо). Такая топливная композиция имеет существенно более высокую плотность урана, чем ледокольное топливо.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Одной из технологий является низкотемпературная пропитка. Основные операции по изготовлению дисперсионных твэлов следующие:

- производство топливных частиц или гранул;
- виброзаполнение оболочек стержней топливными частицами;
- заполнение пустот расплавленным матричным материалом (пропитка);
- герметизация твэлов (сварка верхнего муляжа);
- контроль качества.

В результате образуется дисперсионная топливная композиция, металлургически связанная с оболочкой. Данная технология применяется в промышленности и успешно используется при серийном производстве тепловыделяющих элементов ледоколов на ОАО «Машиностроительный завод» (ОАО «МСЗ»). Данная технология применялась для производства твэлов плавучей атомной электростанции. Расчеты показали, что оптимальное значение пористости гранул UO₂ должно составлять примерно 4-5%. Разработан процесс получения гранул UO₂. Из ряда реально существующих способов приготовления гранул был выбран метод грануляции. Этот метод обеспечивает необходимую пористость и качество поверхности гранул. На ОАО «МСЗ» разработана и внедрена в промышленное производство технология получения таких гранул из товарных порошков UO₂ различного обогащения. Разработаны и используются спецификации на гранулы UO₂.

1. Пономарев-Степной Н.Н., Кухаркин Н.Е., Хрулев А.А., Дегальцев Ю.Г. и др. Перспективы применения микротвэлов в ВВЭР // Атомная энергия. 1999. Т. 86, № 6. С. 443–449.
2. Саркисов А.А. Новое направление развития – ядерная энергетика малой мощности // Атомная энергия. 2011. Т. 111, № 5. С. 243–245.
3. Драгунов Ю.Г., Шишкин В.А., Гречко Г.И., Гольцов Е.Н. Малая ядерная энергетика: задачи и ответы // Атомная энергия. 2011. Т. 111, № 5. С. 294–297.
4. Mark Cooper Small modular reactors and the future of nuclear power in the United States // Energy Research & Social Science. 2014. No. 3. P. 161–177.
5. Сайт ОКБМ им. И.И. Африкантова <http://www.okbm.nnov.ru/reactors#asmm> (15.03.2018).
6. K. Shirvan, M. Kazimi, Superheated Water-Cooled Small Modular Underwater Reactor Concept, Nuclear Engineering and Technology (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.net.2016.06.003>.
7. Lee K.H., Kim M.G, Lee J.I., Lee P.S. Recent advances in Ocean Nuclear Power Plants // Energies. 2015. Vol. 8. No. 10. P. 11470–11492.
8. Guangzhan Xu, Zhongning Sun, Xianke Meng, Xiaoning Zhang Flow boiling heat transfer in volumetrically heated packed bed // Annals of Nuclear Energy. 2014. No. 73. С. 330–338.
9. Nazari M., Vahid D.J., Saray R.K., Mahmoudi Y. Experimental investigation of heat transfer and second law analysis in a pebble bed channel with internal heat generation // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2017. No. 114. С. 688–702.
10. Yu.V. Smorchkova, A.N. Varava, A.V. Dedov, A.V. Zakharenkov and A.T. Komov The experimental determination of the coefficient of hydraulic resistance of a perforated plate with a layer of balls adjoining to it // Journal of

Physics: Conference Series, 2017, Vol. 891, Paper number 012038.

11. Авдеев А.А., Балунов Б.Ф., Рыбин Р.А., Созиев Р.И., Филиппов Г.А. Гидродинамическое сопротивление при течении двухфазной смеси в шаровой засыпке // ТВТ. 2003. Т. 41, З. С. 432–438.
12. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. С. 672.
13. Увеличение энергозапаса кассетной активной зоны реактора КЛТ-40С при переходе к топливной композиции на основе диоксида урана. Техническая справка. М.: РНЦ «Курчатовский институт», 2005. 19 с

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/doklad/266219>