

Тепловой поток, подводимый к таблетке рассчитывался исходя из скорости реакции деления ^{235}U изотопа урана тепловыми нейтронами и того, что на 1 акт деления в среднем приходится 200 МэВ энергии.

Из полученных результатов видно, что наибольшую температуру имеют участки модели, находящиеся вблизи граней, к которым подводится тепловой поток. Однако из-за небольшого объема таблетки градиент температур в ней имеет малое значение.

Сравнительный анализ, проведенный на основании полученных данных, показал, что модель таблетки, имеющая меньшую плотность, нагревается сильнее при подведении теплового потока ко всем граням и к боковой поверхности, а при подведении теплового потока к основанию цилиндрической таблетки нагрев уменьшается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов В.В., Монахов В.С. Материалы ядерной техники. – М.: Атом-издат, 1976. – 260 с.
2. Самойлов А.Г. и др. Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 400 с.
3. Исследование перспектив использования таблеток на основе технического углерода для сорбции водорода [Электронный ресурс] / Д. Е. Адильханов [и др.] // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине (ФТПНПМ-2019) сборник научных трудов Международ. научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 30 сентября – 04 октября 2019 г.: Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. А. Г. Горюнова [и др.]. – Томск : Изд-во ТПУ, 2019. – С. 107.
4. Подготовка пресс-порошков при фабрикации углеродных материалов в таблетки [Электронный ресурс] / В. Н. Акимов [и др.] // Изотопы: технологии, материалы и применение материалы V Международ. научн. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 19–23 ноября 2018 г.: Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск : Графика, 2018. – С. 95.

ПРИМЕНЕНИЯ BF_3 В КАЧЕСТВЕ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ВТГР

Кнышев В.В., Луцик И.О., Зорькин А.И.

Научные руководители: Шаманин И.В., д.ф.-м.н., профессор, Беденко С.В., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: vvk28@tpu.ru

Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторные установки (ВТГР) в силу особенностей состава конструкции активной зоны и компоновки, обладают благоприятными характеристиками в отношении ядерной безопасности. В них практически исключено расплавление активной зоны, состоящей в основном из графита, имеющего температуру сублимации около 3600°C . При потере теплоносителя не происходит резкого возрастания температуры, что обусловлено высокой теплоемкостью активной зоны. Кроме того, реакторы ВТГР имеют высокий отрицательный температурный коэффициент реактивности [1].

Традиционные реакторные установки работают в критическом режиме с управляемой цепной реакцией деления и поддерживается на стабильном уровне, тремя видами регулирования реактивностью: 1) компенсация большого запаса реактивности; 2) небольшие изменения для управления мощностью ядерного реактора; 3) быстрое уменьшение реактивности для аварийной остановки. Во всех случаях задача заключается во влиянии на баланс нейтронов в размножающейся среде активной зоны [2].

В качестве дополнительного метода регулирования реакторов ВВЭР-1000 используется борное регулирование. В теплоноситель добавляется борная кислота (H_3BO_3), которая позволяет компенсировать избыточную реактивность и упрощает управление установкой [3-4]. По этому принципу рассматривается возможность применения борсодержащих материалов в теплоносителе разрабатываемой реакторной установки ВТГР в Томском политехническом университете [5].

Из рассмотренных вариантов, наиболее оптимальным, по теплофизическим и химическим свойствам, выбран трифторид бора (BF_3) [6]. BF_3 имеет высокую термостойкость, что очень важно при температуре теплоносителя в 1000°C [5]. Применение данного материала позволяет упростить управление критичностью установки и соответственно повысить безопасность самой установки. Применение обогащенного BF_3 до 50% по B^{10} повысит эффективность добавляемого соединения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90132 и № 19-29-02005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гребенник В.Н., Кухаркин Н.Е., Пономарев-Степной Н.Н. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы – инновационное направление развития атомной энергетики. - М.: Энергоатомиздат, 2008, 136 с.

2. Владимиров В.И. Физика ядерного реактора: Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, перераб. И доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009, 480 с.
3. Pazirandeh A., Ghaseminejad S., Ghaseminejad M. Effects of various spacer grid modeling on the neutronic parameters of the VVER-1000 reactor // Annals of Nuclear Energy, 2011, 38, p. 1978–1986
4. Kashi S., Moghaddam N.M., Shahriari M. A spatial kinetic model for simulating VVER-1000 start-up transient // Annals of Nuclear Energy, 2011, 38, p. 1300–1309
5. Shamanin I.V., Chertkov Y.B., Bedenko S.V. et al. Neutronic properties of high temperature gas cooled reactors with thorium fuel // Annals of Nuclear Energy, 2018, Vol. 113, pp. 286-293.
6. Desai, S.S., Rao, M.N. Drift of electrons and performance of BF₃ filled neutron proportional counters // AIP Conference Proceedings Volume 1832, 19 May 2017, Номер статьи 060014 61st DAE Solid State Physics Symposium; KIIT University Bhubaneswar, Odisha; India; 26 December 2016 до 30 December 2016; Код 127872.
7. Кузнецов Е. В. Исследование зависимости диэлектрических характеристик компаунда «Mecoline» от дозы облучения. – 2016.

ПРОЦЕСС ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФТОРОПЛАСТАХ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛАХ ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Украинец О.А

Научный руководитель: Беденко С.В., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: lesyaukrainets@gmail.com

Основные элементы, обеспечивающие надежность и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок включают в себя кабельные изделия, в особенности, провода и кабели системы управления и защиты (СУЗ) ядерного реактора, а также кабели основных технологических агрегатов. Такие элементы находятся под воздействием радиационных полей и повышенных температур в течение длительного времени [1-3]. В связи с этим существует острая необходимость в разработке специальных проводов и кабельной продукции, выбор материалов которых должен основываться на анализе электрофизических, физико-механических и технологических свойств с учетом изменения большинства этих свойств в процессе облучения.

Полимерные материалы широко применяются в атомной отрасли, где они подвергаются воздействию ионизирующего излучения высокой энергии [4,5]. Поэтому изучение влияния этого специфического вида внешнего воздействия на разнообразные свойства полимера представляет определённый научный и практический интерес.

Материал фторопласт-4 МБ был разработан специально для кабельной промышленности, использования его в качестве изоляции и оболочек теплостойких проводов и кабелей, однако его модификация фторопласт-4 МБ серии К «Пластполимер» (г. Санкт-Петербург, Россия) практически не исследована.

В работе исследуется влияние гамма-облучения с различным дозированием на диэлектрические и механические характеристики фторопласта-4МБК путем оценки относительной диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, напряжения и деформации подвергаемого воздействию материала. Измерения проводились при фиксированной частоте 10⁶ Гц с помощью измерительной ячейки ИЯ-2Т (ФГУП «Национальный научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», г. Иркутск, Россия), которая предназначена для измерений относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твёрдых диэлектриков толщиной от 0,5 до 2 мм в диапазоне частот от 50 Гц до 1 МГц [6].

Полученные экспериментальные данные дают достаточное представление о характере изменения относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь исследованного материала в широком диапазоне доз и частот и позволяют обоснованно подходить к выбору его в качестве оболочки или электрической изоляции различного рода кабельных изделий, в особенности, в полях интенсивного ионизирующего излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костромин, В. В. Влияние β-излучения на диэлектрические свойства кабельных изоляционных полимерных материалов/ В. В. Костромин, Б. С. Романов, В. Н. Егоров, В. Л. Масалов// Кабели и провода. – 2014. – N 4 (347). – С. 30-34.
2. Украинец О. А., Беденко С.В., Зорькин А.И., Масенко С.А., Структурно-фазовые деструктивные изменения в конструкционных материалах и функциональных покрытиях топлива со сложной внутренней структурой, Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине. Российский и международный опыт подготовки кадров: сборник тезисов докладов X-той