

Шегельман Илья Романович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

Васильев Алексей Сергеевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Петрозаводский

государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

***Аннотация:** в статье рассмотрен вариант модернизации контейнера для хранения и транспортировки отработавшего ядерного топлива. Контейнер отличается тем, что каналы для размещения нейтронной защиты оформлены металлическими трубами. Между боковыми поверхностями металлических труб установлены вставки из нейтронно-защитного материала.*

***Ключевые слова:** атомное машиностроение, отходы ядерного топлива, транспортно-упаковочный контейнер.*

Для предприятий атомного машиностроения предложен вариант модернизации контейнера для хранения и транспортировки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).

Известен двухцелевой контейнер ТУК 141 для топлива с повышенным выгоранием, включающий корпус из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), чехол из нержавеющей и борированной сталей. В стенках корпуса в два ряда в шахматном порядке с центрами на концентрических диаметрах выполнены отверстия с шагом, обеспечивающим перекрытие отверстий в радиальном направлении. Отверстия выполнены глухими глубиной до 6 м путем механической обработки. Данные отверстия заполнены стержнями из твердого нейтронно защитного материала (полиэтилена). Оставшиеся перемычки между отверстиями обеспечивают отвод тепла от чехла к наружной поверхности корпуса устройства.

Модернизация контейнера заключается в повышении технологичности изготовления за счет исключения операции глубокого сверления отверстий в корпусе, улучшении нейтронно-защитных свойств корпуса контейнера.

Для этого в контейнере, включающем чехол с каналами для установки тепловыделяющих сборок, литой корпус из ВЧШГ каналами для нейтронной защиты, расположены в два ряда в шахматном порядке с центрами на концентрических диаметрах. Эти каналы оформлены металлическими трубами, которые с одного конца закрыты крышками. Между боковыми поверхностями труб установлены вставки из нейтронно-защитного материала. Конструкция из труб и вставок зафиксирована за счет усадки расплава ВЧШГ, происходящей при изготовлении отливки корпуса. В качестве материала для изготовления труб используется ВЧШГ. Для предотвращения коробления трубам создаются условия свободного теплового расширения при заливке.

В качестве нейтронно-защитного материала вставок может быть использован графит, материал который нашел широкое применение в реакторах на тепловых нейтронах в качестве замедлителя нейтронов: боросодержащий (борный) графит, графит с добавлением гадолиния, графит с добавками бора и гадолиния в общем объеме 0–10%. Благодаря тому, что графит обладает высокой теплопроводностью, обеспечивается улучшенный по сравнению с прототипом отвод тепла через перемычки, роль которых выполняют вставки, между каналами от внутренней поверхности корпуса к его наружной поверхности. Кроме того, при изготовлении отливки корпуса, вставки будут выполнять роль холодильника способствуя тем самым повышению качества отливки за счет правильной сфероидизации углерода в ходе кристаллизации расплава ВЧШГ при его остывании.

Вставки из нейтронно-защитного материала размещены вдоль боковых поверхностей металлических труб, формирующих каналы для размещения нейтронной защиты до уровня дна внутреннего объема под чехол корпуса. Трубы установлены кольцевыми рядами вплотную друг к другу с сопряжением по плоским граням вокруг центральной трубы. Сопряжение плоских граней труб

друг с другом осуществляется через медные пластины, образующие тепловой мост.

Во время эксплуатации тепло, излучаемое тепловыделяющими сборками, передается к внутренней поверхности контейнера под чехол и через нейтронно-защитные вставки к наружной поверхности корпуса и далее отводится в окружающую среду. При этом нейтронное излучение, испускаемое тепловыделяющими сборками, будет задерживаться дополнительно к нейтронной защите, размещаемой в металлических трубах, вставками, образующими дополнительную сплошную стенку, препятствующую свободному пролету нейтронов в радиальных направлениях.

Благодаря тому, что пространство между боковыми поверхностями труб 8, оформляющих каналы для размещения нейтронной защиты, заполнено вставками из нейтронно-защитного материала повышаются нейтронно-защитные свойства и теплопроводность контейнера для транспортировки и хранения отработавшего ядерного топлива.

Авторы благодарят А.Н. Капилевича и Д.М. Богданова за участие в данной работе, включая патентование совместно разработки.