

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

О СОЗДАНИИ ДВУХЦЕЛЕВОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

***Аннотация:** предложен вариант конструкции двухцелевого контейнера для транспортировки и хранения отработавшего ядерного топлива. Он повышает технологичность изготовления, снижение массы жидкого чугуна для изготовления отливки корпуса, улучшает степень нейтронной защиты и характеристик теплопередачи без увеличения габаритных размеров и толщины стенки корпуса.*

***Ключевые слова:** атомная энергетика, высокопрочный чугун, двухцелевой контейнер, отработавшее ядерное топливо, транспортировка и хранение, шаровидный графит.*

Исследования [1 – 3 и др.] свидетельствуют о перспективности создания транспортно-упаковочных контейнеров (ТУК) для транспортировки и хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с использованием высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ).

При проектировании ТУК для ОЯТ с использованием ВЧШГ необходимо решать вопросы повышения технологичности, снижения трудоемкости изготовления и сборки, обеспечения радиационной защиты и характеристик теплопередачи согласно требованиям МАГАТЭ.

В числе известных можно выделить конструкцию ТУК [4], включающую корпус из ВЧШГ и чехол из нержавеющей и борированной сталей. В стенках корпуса выполнены два ряда продольных глухих отверстий, размещенных таким

образом, чтобы обеспечить их перекрытие по радиальным линиям,. Отверстия заполнены стержнями из твердого нейтронно защитного материала, который обеспечивает нейтронную защиту – составную часть радиационной защиты ТУК. Перемычки между отверстиями обеспечивают отвод тепла от чехла к наружной поверхности корпуса ТУК. В числе недостатков описанной конструкции ТУК низкая технологичность конструкции, сложность изготовления. Приходится выполнять отверстия для размещения нейтронной защиты с расположением в шахматном порядке в два ряда на концентрических диаметрах для исключения возможности «прямого прострела» нейтронов. Изготовление отверстий глубоким сверлением с указанным их расположением в высокопрочном чугуна весьма сложная технологическая операция. Ввиду ограниченности максимального габаритного размера ТУК увеличение толщины стенки приведет к уменьшению внутреннего полезного объема в котором размещается чехол с тепловыделяющими сборками.

Авторами при участии А.Н. Капилевича и Д.М. Богданова с использованием методологии функционально-технологического анализа ведется поиск перспективных идей для создания конструкций ТУК для ОЯТ из ВЧШГ и элементов их конструкций, которые могут быть изготовлены на отечественных предприятиях атомного машиностроения. Целый ряд идей запатентован, в их числе патенты RU №№2486614, 2582083, 115119, 118464, 145052, 2642449, 171909, 187096, 187096, 2510306, 2637459, 140969, 140968, 2660143, 171687, 2646852, 2670103, 171910, 2674464, 171956 и др.

В развитие этих идей при участии А.Н. Капилевича и Д.М. Богданова предложен вариант двухцелевого ТУК для ОЯТ, направленный на повышение технологичности изготовления, снижении массы жидкого чугуна, требующегося для изготовления отливки корпуса, улучшение степени нейтронной защиты и характеристик теплопередачи без увеличения габаритных размеров, снижение толщины стенки корпуса ТУК. Для этого двухцелевой ТУК для ОЯТ включает литой корпус и нейтронную защиту. В стенку литого корпуса ТУК влит образующий сплошную стенку нейтронно-защитный барьер из материала с температурой

плавления выше температуры плавления материала корпуса, коэффициентом теплопроводности большим, чем у материала литого корпуса, плотностью меньшей, чем у материала литого корпуса, обладающего способностью к замедлению и поглощению нейтронов. В нейтронно-защитном барьере выполнены продольные каналы, продольные каналы заполнены материалом, характеризующимся меньшей длиной свободного пробега быстрых нейтронов, чем материал нейтронно-защитного барьера.

Полагаем, что описанное техническое решение целесообразно рассмотреть при принятии решений по выбору варианта перспективной конструкции ТУК для ОЯТ для изготовления на предприятии отечественного атомного машиностроения.

Список литературы

1. Александров Н.Н. Современные состояния и перспективы применения высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в атомной энергетике / Н.Н. Александров, М.В. Радченко, А.А. Зубков // Вопросы атомной науки и техники – 2011. – №30. – С. 105–111.

2. Капилевич А.Н. Импортозамещающее производство транспортных упаковочных комплектов с корпусами из чугуна с шаровидным графитом / А.Н. Капилевич, В.А. Тряпичкин, С.М. Сачек [и др.] // Литейное производство – 2018. – №1. – С. 2–11.

3. Радченко М.В. Обоснование прочности контейнеров для транспортировки и хранения отработавшего ядерного топлива с корпусом из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом: дисс. ... канд. техн. наук: 01.02.06. – М., 2007. – 145 с.

4. Романова С. Упаковали топливо в обновку // Атомный эксперт – 2017. №7(58). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: atomicexpert.com/page177-6738.html (дата обращения: 17.06.2019).