

Двухъярусная упаковка топлива в транспортные упаковочные контейнеры

**Н.Г.Сандлер, В.А.Тягунин, В.Н.Вавилкин,
Е.И.Аксенов
ФГУП ОКБМ г. Нижний Новгород**

- Идея использования двух ярусной упаковки ОЯТ в транспортных упаковочных комплектах высказана очень давно. При проектировании ТК-18 ВНИПИЭТ планировал возможность уплотнения загрузки за счет отрезки подвесок и, соответственно, в расчетах ТУК это учитывалось. ОКБМ, в свою очередь, при разработке ТВС также рассматривало возможность уплотнения загрузки.
- Использование двух ярусной загрузки представляется привлекательным в связи со значительным объемом перевозок ОЯТ и возможным длительным (до 10 лет) хранением топлива в контейнерах в ожидании транспортировки. Плотная упаковка при этом может обеспечить снижение стоимости транспортировки и уменьшение потребного количества контейнеров. Она осуществима в контейнерах любого типа, т.е. ТК-18, ТУК-108-1 или ТУК 120.
- В чем суть предложения по организации двух ярусной упаковки? Известно, что ТВС транспортных реакторов состоит из собственно топливной части и полой подвески, представляющей радиоактивный отход. Так как по высоте контейнера можно расположить две топливные части, предлагается отделение топливных составляющих ОТВС от подвесок и последующая их упаковка в транспортный контейнер в 2 яруса.
- Подвески складываются в специально спроектированный контейнер РАО для последующего захоронения.
- Разрезку ОТВС предполагается проводить в разработанной ОКБМ разделочной камере («горячая» камера), конструкция которой обеспечивает проведение трех операций:

- -отделение подвески от топливной части;
- -удаление заусенцев в месте реза;
- -установка на топливной части грибовидного наконечника, идентичного верхней части подвески.
- «Горячая» камера представляет собой толстостенную металлическую конструкцию, включающую закрытую полость с четырьмя стенками. В одной из стенок имеется круглое отверстие, в котором размещается устройство для резки ОТВС. В других стенках, крышке, донной части размещаются устройства для установки и крепления ОТВС в процессе резки, светильник, телевизионная камера, фильтр для сбора стружки, воздухозаборник с аэрозольным фильтром, система промывки и дезактивации, сборник случайных ТРО (ампула). После смыва твердых продуктов, образующихся при резке ОТВС, дезактивирующая жидкость через фильтр для сбора стружки направляется в базовую систему сбора ЖРО.
- Поставляемый с разделочной камерой комплект специальных устройств и инструмента обеспечивает производительное выполнение требуемых операций с привлечением минимального количества персонала. Общая продолжительность операций в пределах 30-40 мин., следовательно, при двухсменной работе возможно разделение 4500-6000 ОТВС в год.

- Доза облучения при резке одной наиболее напряженной ОТВС активной зоны РУ КЛТ-40 при времени выдержки после остановки реактора - 5 лет представлена в таблице 1. Коллективная доза составляет 4,17 чел мЗв, что за год составит не более 12,6 чел мЗв. Максимальная индивидуальная доза равна 3,2 мЗв в год, т.е. 16% от допустимого предела, регламентируемого НРБ-99 (20 мЗв). При разделке ОТВС активных зон с меньшей энерговыработкой и более длительной выдержкой после остановки реактора, т.е. топливо АПЛ, хранящееся в губе Андреева и бухте Сысуева, а также непосредственно выгружаемое из утилизируемых АПЛ, дозы облучения персонала заметно (в 2-10 раз) снижаются.
- С 2003 года и по настоящее время в хранилищах птб «Лотта» успешно эксплуатируется спроектированная, запатентованная (патент РФ №2240611) и изготовленная в ОКБМ разделительная камера (см. фото), на которой произведено разделение более 900 ОТВС перерабатываемого уран-циркониевого топлива. Это ОЯТ занимает значительную часть хранилища и т.к. его переработка в ближайшие 8 – 10 лет вряд ли возможна, оно выгружается из «Лотты» и складывается в зд. 5 РТП «Атомфлот». При этом двухярусная загрузка позволит снизить потребное количество транспортных контейнеров ТК – 120 на 45 штук, т.е. уменьшить расходы на их изготовление на 9,0 млн. €.
- Успешная эксплуатация камеры на птб «Лотта» позволяет предложить организацию двухярусной загрузки ОЯТ для отправки топлива в пункт переработки из береговых хранилищ СевРАО и ДальРАО (губа Андреева и бухта Сысуева).

- Рассмотрим хранилище ОЯТ в бухте Сысуева. Общее количество размещенных там ОТВС составляет несколько тысяч штук. Для их перевозки потребуется 12 рейсов эшелона. Стоимость одного рейса 21,0 млн.руб. (600 тыс. €). В случае двухрусной упаковки число рейсов сокращается до 6 и, следовательно, экономия на перевозке составит 126 млн.руб. (3,6 млн. €).
- Следует отметить, что вышеприведенные оценки касаются только топлива, размещенного в бухте Сысуева. С учетом ОЯТ, планируемого к выгрузке с АПЛ, и нескольких тысяч штук ОТВС, находящихся в настоящее время в накопителе на ДВЗ «Звезда», общее снижение стоимости транспортировки топлива с Тихоокеанского региона может составить 230 млн.руб. (6,5 млн. €).
- Стоимость изготовления разделочной камеры составляет 23-25 млн.руб.; общий объем работ по созданию инфраструктуры, обеспечивающей разделку, оценивается в 27-33 млн.руб. Оценки выполнялись в 2005 году ОКБМ и ДВЗ «Звезда», с учетом инфляции стоимость в настоящее время может составить ~ 70 млн. руб. (2 млн. €). Текущие затраты, включающие стоимость дополнительных технологических операций, подготовку персонала и заработную плату, оцениваются ~ в 5 млн.руб. (140 тыс. €).
- Реальные сроки изготовления камеры и подготовки соответствующей инфраструктуры составляют 1 год 3 месяца с момента начала финансирования проекта.

- Оптимальным местом размещения участка разделения ОТВС представляется пункт формирования эшелона – бухта Конюшково. Именно здесь возможна организация технологического процесса разделки ОЯТ, размещенного в бухте Сысуева, доставляемого с мест выгрузки на ПМ 74, и ОТВС, планируемых к транспортировке на строящемся в настоящее время плашкоуте с накопительной площадки берегового комплекса ДВЗ «Звезда».
- Разделение ОТВС на топливную часть и подвески не приведет к ощутимому изменению ТТС. Операцию можно будет выполнять непрерывно на ОТВС, хранящихся на станции Конюшково в ожидании эшелона. Принципиальных технологических трудностей при этом не ожидается. Продолжительность подготовки одного контейнера с уплотненной загрузкой составляет от 2 до 3,5 суток при двухсменной работе. Следовательно, подготовка загрузки для одного эшелона не будет превышать 40-42 суток. При частоте отправки эшелонов 1 в 2 месяца, указанный срок подготовки не будет влиять на график движения эшелонов.

- Оценка возможного внедрения двух ярусной упаковки ОЯТ в ТК для хранилища губы Андреева к этому заседанию КЭГ не проводилась. По нашему мнению, учитывая общее количество хранящегося ОТВС и разрабатываемому ТТС, организация участка разделки ОТВС должна заметно снизить расходы на транспортировку и уменьшить потребное число контейнеров
- Хранение РАО, сформированных при разделении ОТВС, не будет вызывать каких-либо затруднений. Контейнеры, заполненные отрезанными подвесками, будут размещаться в трех отсечных блоках АПЛ по принятым правилам и нормам либо в создаваемых региональных могильниках ТРО. Суммарная активность подвесок одной активной зоны при максимальной выработке составит через 10 лет после вывода реакторной установки $3 \cdot 10^{12}$ ВК, а через 20 лет $5,1 \cdot 10^{11}$ ВК.
- Вопросы извлечения ОТВС, размещенных в нижнем ярусе контейнера, обсуждались со специалистами ПО «Маяк». По двухстороннему протоколу решено, что в случае положительного решения вопроса о внедрении двух ярусной упаковки ОКБМ по ИД ПО «Маяк» разрабатывает соответствующую технологию и приспособления.

Доза облучения персонала при разрезке одной ОТВС в разделочной камере (время выдержки после остановки реактора 5 лет)

ОПЕРАЦИЯ	МЕСТО РАБОТЫ ПЕРСОНАЛА	ТРУДОЕМКОСТЬ ЧЕЛ-МИН (ЧЕЛ-ЧАС)	Мощность дозы на рабочем месте, мкЗв/ч	Доза облучения персонала, чел мкЗв
1. Установка перегрузочного контейнера	Рабочая площадка №1	5 (0,083)	0,2	0,017
	Рабочая площадка №2	5 (0,083)	1	0,083
2. Закрепление ОТВС	Рабочая площадка №2	5 (0,083)	3	0,25
3. Разрезка ОТВС	Рабочая площадка №2	5 (0,083)	3	0,25
4. Наблюдение с помощью телевизионной системы за операцией разрезки ОТВС	Рабочая площадка №2	5 (0,083)	10	0,85
5. Транспортирование верхней части ОТВС в перегрузочный контейнер	Рабочая площадка №1	5 (0,083)	1	0,083
	Рабочая площадка №2	5 (0,083)	3	0,25
6. Зачистка заусенцев	Рабочая площадка №1	9 (0,15)	1	0,15
	Рабочая площадка №2	1 (0,017)	50 ^{*)}	0,85
7. Установка наконечника	Рабочая площадка №1	9 (0,15)	1	0,15
	Рабочая площадка №2	1 (0,017)	50 ^{*)}	0,85
8. Наблюдение ОТВС с помощью телевизионной системы	Рабочая площадка №2	3 (0,05)	1	0,05
9. Другие дополнительные работы	Рабочая площадка №1	5 (0,083)	1	0,083
	Рабочая площадка №2	5 (0,083)	3	0,25
Сумма		68(1,14)	-	~4,17

^{*)} На 0,5 м от открытого отверстия в защитной плите верхней камеры контейнера для разрезки ОТВС

Разделочная камера

