DOI: 10.25283/2587-9707-2025-3-6-14 УДК 621.039.73

РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИСПЫТАНИЯ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ОТВЕРЖДЕННОЙ КОРОТКОЖИВУЩЕЙ ФРАКЦИИ ВАО

Е. В. Брайчун[1], А. Ю. Никулина[1], Е. В. Поляков[1], М. Б. Ремизов[1], П. В. Козлов[1], А. В. Чирков[2], А. Ю. Абашкин[2]

[1] ФГУП «ПО «Маяк», Озерск, Челябинская область

[2] ООО «НПО ТехПроГрупп», Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию 9 июля 2025 г.

Приводятся результаты разработки экспериментальной установки и ее пуско-наладочных испытаний на модельных растворах с изготовлением партии образцов – имитаторов отвержденной короткоживущей фракции высокоактивных отходов. По результатам усовершенствована конструкция отдельных узлов установки. Оборудование откалибровано, определены параметры проведения процессов, установка признана готовой к монтажу в горячей камере радиохимического производства для изготовления активных образцов на основе короткоживущей фракции высокоактивных отходов, полученной из рафината первого экстракционного цикла от переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ).

Ключевые слова: *радиоактивные отходы, установка отверждения, боросиликатное стекло, короткоживущая фракция, цезий, стронций, высокоактивные отходы.*

Введение

Реализация направления «Сбалансированный ядерный топливный цикл» (СбЯТЦ) предполагает возврат зарубежному заказчику высокоактивных отходов (ВАО) в виде отвержденной короткоживущей цезий-стронциевой фракции жидких ВАО, образующихся в результате переработки ОЯТ.

В качестве основного метода отверждения короткоживущей фракции (КФ) на данный момент принята технология включения в боросиликатное стекло [1].

Для демонстрации ее практической реализуемости на ФГУП «ПО «Маяк» планировалось изготовление партии опытных образцов отвержденной короткоживущей фракции высокоактивных отходов (КФ ВАО) с заданными значениями тепловыделения (1, 15, 25 и 35 кВт/м^3) и определение их характеристик [2].

Целью подготовительного этапа, предшествующего решению указанной выше серьезной задачи, являлись проектирование, реализация и проверка работоспособности экспериментальной установки отверждения на модельных растворах КФ ВАО. Описание данных работ и полученные результаты представлены ниже.

Разработка и изготовление установки

В 2022 г. ООО «НПО «ТехПроГрупп» по заказу ФГУП «ПО «Маяк» была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка отверждения КФ ВАО в боросиликатную стеклянную

матрицу (далее — установка). В связи высокой активностью КФ ВАО ее разрабатывали в радиохимическом (камерном) исполнении.

При этом к установке предъявлялись следующие основные требования:

- компактность, модульность и простота монтажа;
- простота и удобство использования, возможность обслуживания и замены отдельных узлов при помощи манипуляторов, ремонтопригодность в условиях горячей камеры;
- радиационная и химическая стойкость оборудования;
- возможность дистанционного контроля и частично дистанционного управления процессом.

Разработанная в соответствии с указанными требованиями установка состоит из следующих основных узлов (рис. 1):

1) печи резистивного нагрева с донным сливом и механическим запорным устройством;

2) системы локальной газоочистки с керамическим высокотемпературным фильтром для улавливания цезия;

3) выпарного аппарата для упаривания исходного раствора;

4) перистальтического насоса для дозирования растворов;

5) системы внутрикамерного зрения (СВЗ);

6) системы контроля и управления.

Обвязка всех узлов осуществлялась при помощи полиэтиленовых шлангов, характеризующихся высокой химической и радиационной стойкостью. Для передачи высокотемпературной парогазовой фазы из печи в фильтр улавливания цезия А-03 и далее в холодильник-конденсатор А-04 применялись трубки из стали 12Х18Н10Т.

Технические характеристики установки представлены в табл. 1.

Материалы, используемые при ее изготовлении, выдерживают воздействие рабочих сред, а также дезактивирующих растворов.

Таблица 1. Технические характеристики установки отверждения

Наименование характеристики	Значение
Масса единичного образца стекла, г	10 ± 1,0
Температура синтеза образцов стекла, °С	1 150
Температура ловушки цезия, встроенной в печь, °С	800
Материал тигля печи и штока	ХН70Ю ГОСТ 5632-72
Материал комплектующих (за исключением тигля печи)	нержавеющая сталь 12Х18Н10Т
Габаритные размеры печи (Ш×Г×В), мм	181(339)×172×399
Мощность печи, кВт	2,0

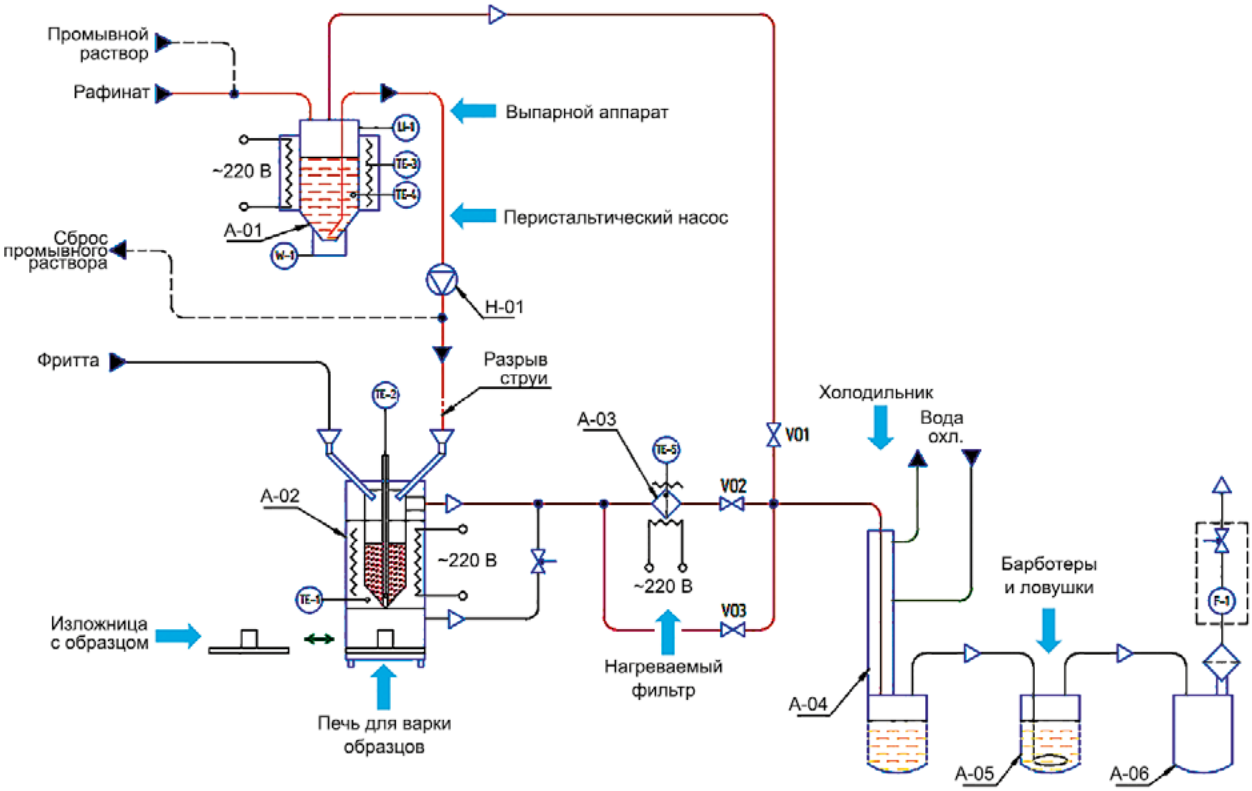

Рис. 1. Схема установки отверждения КФ ВАО

Питание установки осуществляется от сети переменного тока с частотой 50 Гц и номинальным напряжением 230 ± 10 В. Суммарная мощность электрооборудования составляет не более 6 кВт.

Для обеспечения ее работоспособности необходимы следующие подключения:

- подвод охлаждающей воды к холодильнику-конденсатору А-04;
- подвод сжатого воздуха для охлаждения насоса Н-01;
- отвод парогазовой фазы после сепаратора А-06 в вакуумную линию.

1) Печь резистивного нагрева с донным сливом (рис. 2) предназначена для синтеза образцов боросиликатного стекла из заранее подготовленной стеклофритты и раствора КФ ВАО.

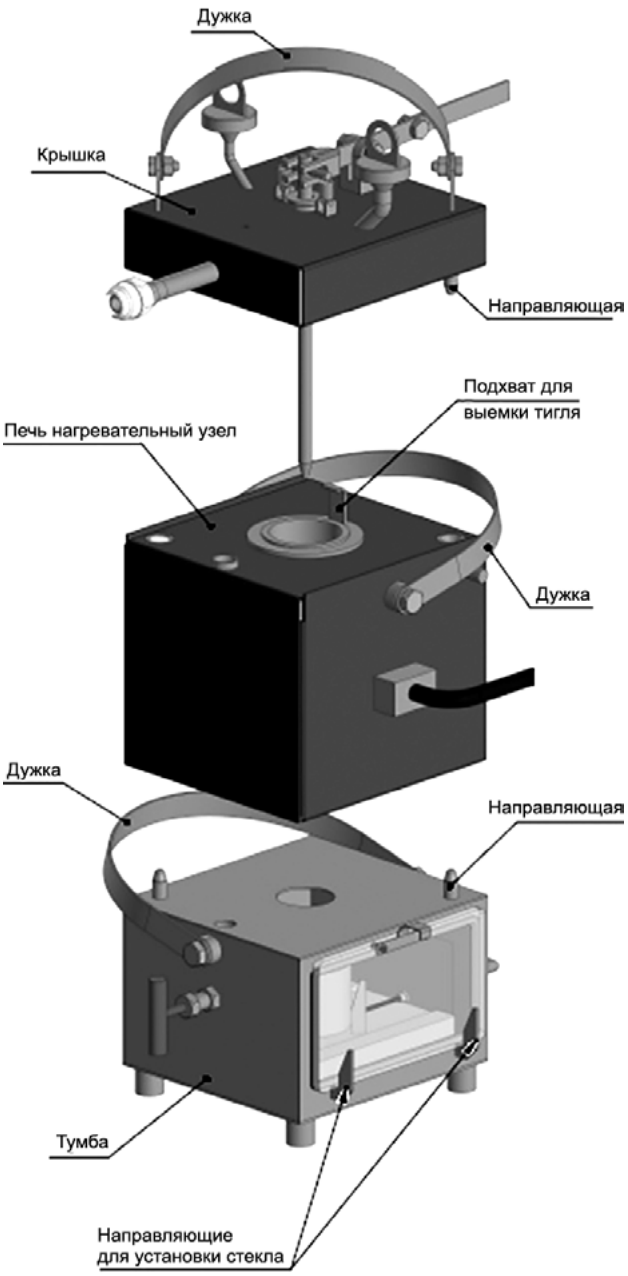

Рис. 2. Макет печи резистивного нагрева с донным сливом

Конструкция печи позволяет осуществлять их загрузку, синтез и слив расплава стекла дистанционно. Для удобства загрузки стеклофритты и дозирования раствора КФ ВАО в крышке печи предусмотрены соответствующие воронки. Контроль и управление процессом синтеза осуществляются по показаниям термопар, установленных в рабочем объеме печи и в штоке.

Система двухконтурного нагрева обеспечивает непрерывную работу установки. В случае выхода из строя первого контура нагревателей оператор может переключить подачу напряжения на второй, тем самым продолжив процесс синтеза расплава, который происходит при температуре около 1 150 °С в тигле из жаропрочного сплава ХН70Ю рабочим объемом 150 см^3. Система рычажного поднятия штока, запирающего сливное отверстие тигля, позволяет производить слив при помощи манипулятора.

В сливной зоне предусмотрено смотровое окно для визуального контроля процесса непосредственно оператором либо при помощи СВЗ.

Слив расплава стекла предусмотрен в изложницы, устанавливаемые в узел слива. Они представляют собой стакан из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т, разделенный вертикально на две равные части. Изложница помещается в гнездо из огнеупорной теплоизоляции, расположенное в корпусе из нержавеющей стали, и в таком виде размещается под сливным отверстием печи. Ее внутренний диаметр равен 15 мм, высота — 25 мм, что при полном заполнении обеспечивает получение образцов стекла массой 10 г.

Конструкция печи позволяет работать дистанционно. Возможна замена тигля и штока. Ее модульная конструкция разработана таким образом, чтобы после окончания срока эксплуатации ее можно было разобрать на составляющие и отправить на хранение в стандартном контейнере типа ОСО.

2) Система локальной газоочистки предназначена для очистки парогазовой фазы (ПГФ), образующейся при синтезе стекла, от радионуклидов, в частности газообразной формы цезия-137, а также оксидов азота перед выбросом в действующую вакуумную систему горячей камеры.

Она состоит из последовательно соединенных обогреваемого фильтра, холодильника-конденсатора, двух барботеров и сепаратора с капельной ловушкой.

Фильтр для улавливания паров цезия является первой ступенью очистки. Он представляет собой адсорбер, в корпусе которого последовательно установлены цилиндры из керамического высокопористого и высокопроницаемого блочно-ячеистого носителя (ВПЯН) производства ООО ЦИТ «СпецКероКом». Для селективной хемосорбции цезия в качестве активного слоя ВПЯН нанесена композиция из обладающих повышенной реакционной способностью алюмо- и кремнезолей с целью создать условия для стехиометрического образования наиболее устойчивых алюмосиликатов цезия: поллуцита ($CsAlSi_2O_6$) и кальсилита ($CsAlSiO_4$). Фильтр помещен в электропечь сопротивления, которая поддерживает рабочую температуру процесса адсорбции 800 °С. Управление режимом работы нагревателей выводится на автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора установки.

Далее ПГФ по трубопроводу, проходя через холодильник-конденсатор, направляется в два последовательно соединенных барботера с 0,1 М раствором HNO_3 для обеспечения дополнительной очистки ПГФ от аэрозолей и оксидов азота. После них установлен сепаратор с ловушкой для удаления капельной влаги. Для данной системы проектный суммарный коэффициент очистки ПГФ от цезия составил не менее 10^3.

Система газоочистки подключается к вакуумной линии для создания необходимого разрежения в варочной и сливной зонах печи, что необходимо для избежания неупорядоченного выхода ПГФ в пространство камеры.

Регулирование и контроль расхода ПГФ осуществляются при помощи регулятора расхода газа РРГ-12, который имеет возможность подключения к ПК с интерфейсом управления всей установкой, что значительно упрощает процесс настройки и фиксации параметров работы системы газоочистки.

3) Выпарной аппарат (рис. 3) предназначен для приема порции исходного раствора КФ ВАО, его упаривания с необходимой кратностью для последующего дозирования в тигель печи и представляет собой емкостный аппарат объемом 1,2 дм^3 с кольцевым нагревателем, установленным на стенках. Диапазон его рабочих температур варьируется от 0 °С до 250 °С. Аппарат оборудован тремя байонетными разъемами, два из которых приходят в его крышку, а один осуществляет функцию донной линии, также в нем присутствует декадный уровнемер с четырьмя

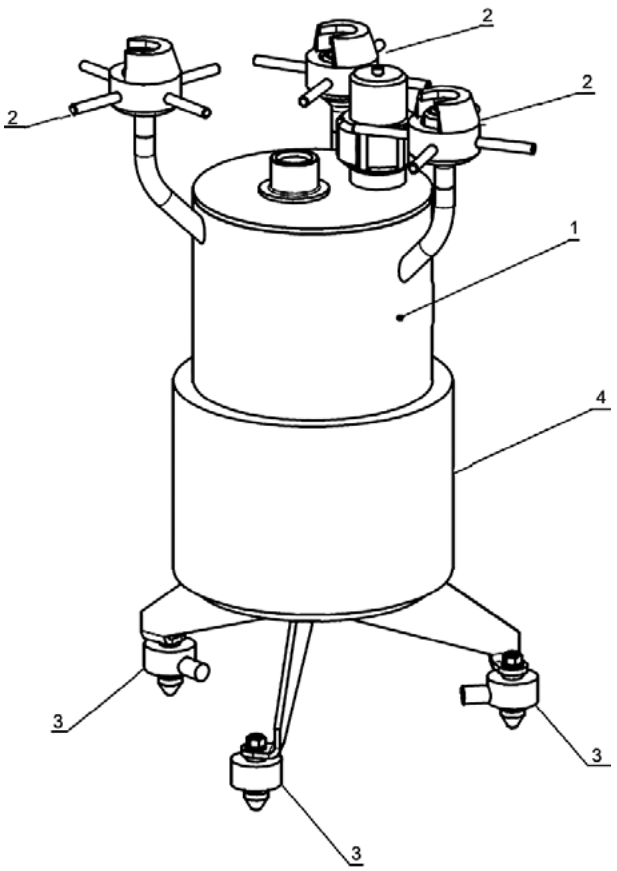

Рис. 3. Макет выпарного аппарата: 1 — емкость для упаривания раствора, 2 — байонетные разъемы для подключения аппарата, 3 — тензодатчики, 4 — кольцевой нагреватель

точками индикации (нижний уровень, половина, верхний уровень и переполнение).

На всех опорах выпарного аппарата установлены тензодатчики для контроля его массы, по показаниям которых ведется мониторинг изменения массы раствора при проведении процессов упаривания и дозирования. Данные с тензодатчиков выводятся на АРМ оператора.

Выпарной аппарат через байонетные разъемы при помощи гибкого полиэтиленового шланга подключается к системе локальной газоочистки. Также через них осуществляется наполнение исходным раствором и выдача концентрата в печь. Данные процессы производятся при помощи перистальтического насоса.

4) Перистальтический насос предназначен для дозирования упаренного раствора КФ ВАО в тигель печи.

Ввиду крайне неблагоприятных условий эксплуатации, он был разработан в камерном (радиационно стойком) исполнении (рис. 4).

Его конструкция предусматривает дистанционное обслуживание. Кожух насоса наполняется

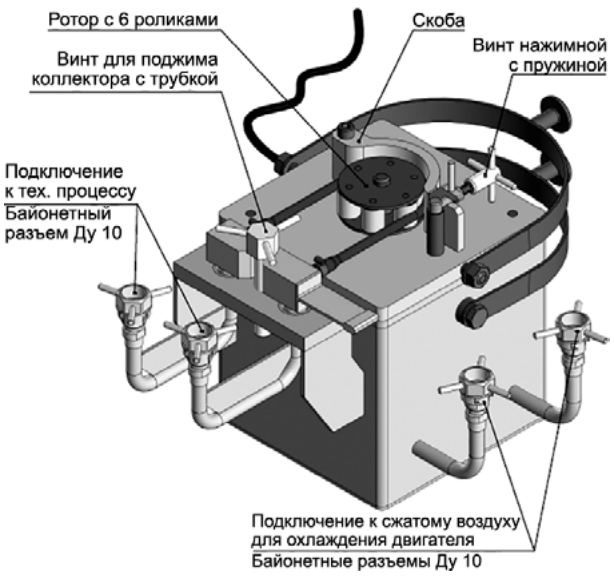

Рис. 4. Макет перистальтического насоса для дозирования растворов

свинцовой дробью, что обеспечивает защиту электрического двигателя от воздействия ионизирующего излучения. Также он оборудован байонетными разъемами для осуществления подключения к линиям сжатого воздуха для охлаждения электродвигателя и приема и передачи растворов. Управление насосом осуществляется через блок управления, размещенный в помещении оператора.

5) Система внутрикамерного зрения (СВЗ) предназначена для визуального контроля за процессами, происходящими внутри защитной камеры, и осуществления фотосъемки изготавливаемых образцов, ее эскиз представлен на рис. 5.

Она состоит из радиационно стойкой камеры KTA-J31, установленной в кожух, расположенный

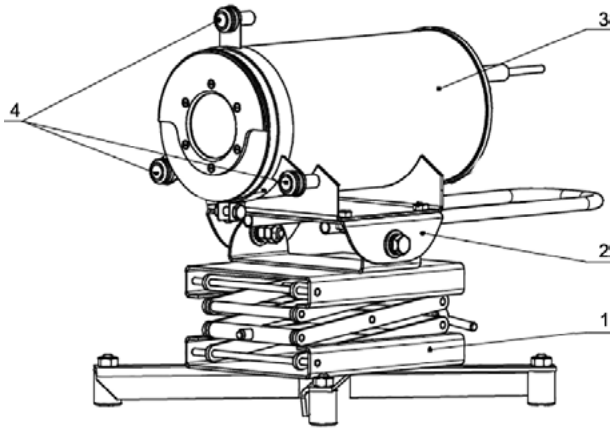

Рис. 5. Эскиз СВЗ: 1 — столик подъемный, 2 — кронштейн наклонный, 3 — камера телевизионная KTA-J31, 4 — лампа освещения

на станине, которая обеспечивает возможность ее наклона под необходимыми углами и смещения в вертикальной плоскости. Все элементы данной системы, за исключением камеры, выполнены из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Сигнал с нее выводится на отдельное АРМ, тем самым обеспечивается возможность настройки масштабирования и фокуса камеры, просмотра и архивации данных.

6) Система контроля и управления технологическим процессом осуществляет сбор информации с датчиков, расположенных на оборудовании, входящем в состав установки; обеспечивает возможность управления нагревом печи, выпарного аппарата и фильтра улавливания цезия, регулирования производительности перистальтического насоса и системы газоочистки и состоит из щита управления установкой и АРМ оператора на базе персонального компьютера. На нем предустановлена программа, содержащая мнемосхему установки с отображением информации с датчиков, и органы для управления параметрами ее работы. Все данные архивируются в АРМ.

Приемо-сдаточные испытания установки

После создания установки были проведены приемо-сдаточные испытания (ПСИ) на территории изготовителя, в ходе которых была выявлена необходимость доработки конструкции ряда ее узлов.

Была доработана конструкция изложниц: их оборудовали захватами для удобства дистанционного использования. Металлические корпуса, в которые они устанавливаются, также оборудовали ручками.

В конструкцию крышки печи было добавлено устройство фиксации шланга над воронкой, представляющее собой закрепленную на металлической пластине пружину с захватом. Таким образом шланг подсоединялся над воронкой и не смещался при работе перистальтического насоса.

При проведении ПСИ выяснилось, что вязкость стекол созданных ранее составов [1] при рабочей температуре установки (1 150 °С) не обеспечивает необходимых условий слива стекла в изложницы. Следовательно, в случае их применения для отверждения КФ ВАО в опытно-промышленных условиях на предполагаемом для этих целей малогабаритном плавителе

прямого электрического нагрева дизайна ФГУП «ПО «Маяк» возможны затруднения со сливом расплава через индукционно-обогреваемую сливную фильеру [3].

Для обеспечения устойчивого процесса был увеличен диаметр сливного отверстия тигля с 3 до 5 мм, а также модифицирован состав стекла для снижения вязкости при температуре синтеза.

Пусконаладочные испытания установки

В связи со сложностью процесса отверждения КФ ВАО, до монтажа установки и проведения работ в горячей камере были выполнены проверка работоспособности и проведены ее пусконаладочные испытания (обкатка) в «чистых» условиях. Они осуществлялись для калибровки оборудования, отладки технологии и определения параметров проведения процессов, протекающих в печи, наработки экспериментальных данных и обучения персонала. В ходе пусконаладочных испытаний была изготовлена пробная партия образцов отвержденного имитатора КФ ВАО.

Установка была смонтирована в вытяжном шкафу центральной заводской лаборатории ФГУП «ПО «Маяк», подключена к системам электро- и водоснабжения, вакуумирования (рис. 6).

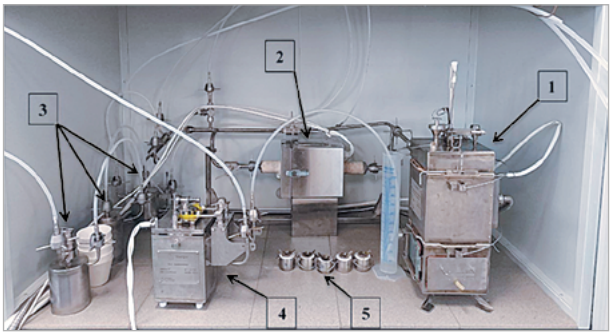

Рис. 6. Внешний вид установки отверждения КФ ВАО: 1 – печь; 2 – обогреваемый фильтр; 3 – барботер системы газоочистки; 4 – перистальтический насос; 5 – изложницы для слива расплава стекла

В процессе обкатки был выявлен и устранен недостаток конструкции печи, не зафиксированный ранее. Так, было обнаружено, что при нагревании до температуры синтеза стекла происходит изменение геометрии составных частей печи, вследствие чего герметичность газохода на стыке ее корпуса и крышки нарушается. Для исправления данного недостатка было решено установить в газоход дополнительную вставку, что позволило сохранить герметичность при термическом расширении корпуса печи.

Для обеспечения точности дозирования раствора были проведены калибровка перистальтического насоса, тарировка декадного уровнемера и тензодатчиков выпарного аппарата, а также определение невыдаваемого из него объема.

Произвели проверку и настройку системы газоочистки. Опытным путем подтвердили, что при уставке нагревателя фильтра 900 °С при расходе 10 дм^3/мин достигается необходимая рабочая температура в 700 °С внутри фильтрующего элемента.

Произвели измерение разрежения внутри тигля печи. При расходе воздуха в системе 15 дм^3/мин оно составляло 6 мм вод. ст., что достаточно для превышения разрежения, создаваемого в горячей камере, тем самым обеспечивается направленное движение воздуха из тигля в систему газоочистки.

Также в ходе пусконаладочных испытаний была отработана технология проведения всех стадий изготовления имитаторов образцов отвержденной КФ ВАО:

- стартовый разогрев печи со стеклофриттой;
- дозирование раствора-имитатора КФ ВАО;
- получение расплава стекла;
- слив стекломассы в изложницы с контролем при помощьи системы технического зрения и получение образцов заданной массы.

Объем данных, полученных при обкатке установки в разных режимах, позволил определить оптимальные параметры проведения каждой из стадий процесса отверждения КФ ВАО.

Заключение

Выполнены разработка установки отверждения КФ ВАО, а также ее приемо-сдаточные испытания на территории изготовителя. В последующем проведен монтаж установки на территории ФГУП «ПО «Маяк» в лабораторных условиях и ее пусконаладочные («холодные») испытания, в ходе которых была изготовлена пробная партия образцов отвержденного имитатора КФ ВАО.

При проведении пуско-наладочных испытаний оборудование установки откалибровано, определены параметры процессов, после чего она признана готовой к монтажу в горячей камере радиохимического производства.

Исследования осуществлялись в рамках договора с АО «Техснабэкспорт» от 14.06.2022 № 1377/2022/5.8-ДОГ (091-22-1-40/009) «Выполнение работ по характеризации отвержденной «короткоживущей» фракции высокоактивных отходов, полученной от переработки отработанного ядерного топлива атомных электростанций для последующей верификации характеристик заказчиком из стран центральной и восточной Европы».

Литература

1. *Чеснокова А. Ю., Брайчун Е. В., Поляков Е. В., Козлов П. В., Брайчун Е. С., Дворянчикова Е. М., Джевелло К. А.* Исследование свойств боросиликатных стекол с различным содержанием цезий-стронциевой фракции // Открытая научно-техническая конференция Молодежного движения АО «СХК»: ОНКТ МД АО «СХК», 11—13 апреля 2023 г., Северск. — М. : АО «СХК», 2023. С. 35.

2. Разработка технологии и составов для остекловывания Cs-Sr фракции ВАО от переработки ОЯТ энергетических реакторов // Проблемы переработки и кондиционирования радиоактивных отходов, АНО ДПО «Техническая академия Росатома», 17—19 июня 2024 г., Санкт-Петербург. — М. : АНО ДПО «Техническая академия Росатома», 2024. С. 11.

3. *Ремизов М. Б., Мелентьев А. Б., Шайдуллин С. М., Вербицкий К. В., Козлов П. В., Бендасов Д. И.* Разработка и испытания эвакуируемого малогабаритного плавителя прямого джоулева нагрева дизайна ФГУП «ПО «Маяк» для отверждения ЖРО от переработки ОЯТ в боросиликатное стекло в рамках создания нового комплекса остекловывания ВАО // Радиоактивные отходы. 2024. № 1 (26). С. 35—46. DOI: 10.25283/2587-9707-2024-1-35-46.

Информация об авторах

Брайчун Евгений Викторович, инженер-технолог, центральная заводская лаборатория, ФГУП «ПО «Маяк» (456784, Челябинская обл., Озерск, пр-кт Ленина, д. 31), e-mail: Evgenvanbraun@mail.ru.

Никулина Анастасия Юрьевна, инженер-радиохимик, центральная заводская лаборатория, ФГУП «ПО «Маяк» (456784, Челябинская обл., Озерск, пр-кт Ленина, д. 31), e-mail: nastenka.chesnokova.97@mail.ru.

Поляков Евгений Викторович, начальник группы, центральная заводская лаборатория, ФГУП «ПО «Маяк» (456784, Челябинская обл., Озерск, пр-кт Ленина, д. 31), e-mail: e.v.polyakov@yandex.ru.

Ремизов Михаил Борисович, кандидат технических наук, ведущий инженер, центральная заводская лаборатория, ФГУП «ПО «Маяк» (456784, Челябинская обл., Озерск, пр-кт Ленина, д. 31), e-mail: mirem@yandex.ru.

Козлов Павел Васильевич, кандидат технических наук, доцент, начальник исследовательской лаборатории, центральная заводская лаборатория, ФГУП «ПО «Маяк» (456784, Челябинская обл., Озерск, пр-кт Ленина, д. 31), e-mail: kozlov_pavel@inbox.ru.

Чирков Алексей Валерьевич, генеральный директор, ООО «НПО «ТехПроГрупп» (196084, Санкт-Петербург, набережная Обводного канала, д. 74, литера Л), e-mail: info@npotpg.ru.

Абашкин Андрей Юрьевич, инженер, ООО «НПО «ТехПроГрупп» (196084, Санкт-Петербург, набережная Обводного канала, д. 74, литера Л), e-mail: abashkin.andrey@gmail.com.

Библиографическое описание статьи

Брайчун Е. В., Никулина А. Ю., Поляков Е. В., Ремизов М. Б., Козлов П. В., Чирков А. В., Абашкин А. Ю. Разработка, изготовление и испытания установки получения образцов отвержденной короткоживущей фракции ВАО // Радиоактивные отходы. 2025. № 3 (32). С. 6—14. DOI: 10.25283/2587-9707-2025-3-6-14.

DEVELOPMENT, MANUFACTURING AND TESTING OF A UNIT FOR SAMPLE COLLECTION FROM THE SOLIDIFIED SHORT-LIVED FRACTION OF HIGH-LEVEL WASTE

Braichun E. V.[1], Nikulina A. Yu.[1], Polyakov E. V.[1], Remizov M. B.[1], Kozlov P. V.[1], Chirkov A. V.[2], Abashkin A. Yu.[2]

[1] FSUE "PA "Mayak", Ozersk, Chelyabinsk region, Russia

[2] Research and Development Company TechProGroup, St. Petersburg, Russia

Article received on July 9, 2025

The paper overviews an experimental solidification unit the development of which has been completed, as well as commissioning and testing of the unit on model solutions which involved the production of a sample batch simulating the solidified short-lived high-level waste fraction. The designs of some individual unit structures have been modified based on its findings. The equipment has been calibrated, the process parameters have been specified, the unit has been recognized as ready for installation in a hot chamber of a radiochemical production facility to produce active samples based on the short-lived high-level waste fraction obtained from the raffinate of the first extraction cycle from spent nuclear fuel reprocessing.

Keywords: *radioactive waste, solidification unit, borosilicate glass, 'short-lived' fraction, cesium, strontium, high-level waste.*

References

1. Chesnokova A. Yu., Braichun E. V., Polyakov E. V., Kozlov P. V., Braichun E. S., Dvoryanchikova E. M., Dzhevello K. A. *Issledovaniye svoystv borosilikatnykh stekol s razlichnym soderzhaniyem tseziy-strontsiyevoy fraktsii* [Studying the properties of borosilicate glasses with different concentrations of the cesium-strontium fraction]. *Otkrytaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya Molodezhnogo dvizheniya AO "SKHK"* [Open Scientific and Technical Conference of the Youth Movement at JSC SCC]. ONKT MD JSC "SKhK", April 11—13, 2023, Seversk. Moscow, JSC SCC Publishing house Publ., 2023. P. 35.

2. *Razrabotka tekhnologii i sostavov dlya osteklovyvaniya Cs-Sr fraktsii VAO ot pererabotki OYAT energeticheskikh reaktorov* [Development of a vitrification method and compositions for the Cs-Sr fraction of HLW from the reprocessing of power reactor SNF: article]. *Problemy pererabotki i konditsionirovaniya radioaktivnykh otkhodov* [Problems associated with radioactive waste processing and conditioning]. ANO DPO "Tekhnicheskaya akademiya Rosatoma" [Technical Academy of Rosatom], June 17—19, 2024, Saint-Petersburg. Moscow, Publishing House of ANO DPO "Tekhnicheskaya akademiya Rosatoma" Publ., 2024. P. 11.

3. Remizov M. B., Melentyev A. B., Shaidullin S. M., Verbitsky K. V., Kozlov P. V., Bendasov D. I. Razrabotka i ispytaniya evakuiruyemogo malogabaritnogo plavitelya pryamogo dzhouleva nagreva dizayna FGUP "PO "Mayak" dlya otverzhdeniya ZHRO ot pererabotki OYAT v borosilikatnoye steklo v ramkakh sozdaniya novogo kompleksa osteklovyvaniya VAO [Evacuable Small-Sized Direct Joule-Heated Melter Designed by PA Mayak to Immobilize LRW from SNF Reprocessing into Borosilicate Glass Developed and Tested as Part of a New HLW Vitrification Complex]. *Radioaktivnyye otkhody — Radioactive Waste,* 2024, no. 1 (26), pp. 35—46. DOI: 10.25283/258-9707-2024-1-35-46.

Information about the authors

Braichun Evgeny Viktorovich, engineer-technologist, Central Plant Laboratory, FSUE "PA "Mayak" (31, Lenin Ave., Ozersk, Chelyabinsk region, 456784, Russia), e-mail: Evgenvanbraun@mail.ru.

Nikulina Anastasia Yuryevna, radiochemical engineer, Central Plant Laboratory, FSUE "PA "Mayak" (31, Lenin Ave., Ozersk, Chelyabinsk region, 456784, Russia), e-mail: nastenka.chesnokova.97@mail.ru.

Polyakov Evgeny Viktorovich, head of the group, Central Plant Laboratory, FSUE "PA "Mayak" (31, Lenin Ave., Ozersk, Chelyabinsk region, 456784, Russia), e-mail: e.v.polyakov@yandex.ru.

Remizov Mikhail Borisovich, Candidate of Technical Sciences, Leading Engineer, Central Plant Laboratory, FSUE "PA "Mayak" (31, Lenin Ave., Ozersk, Chelyabinsk region, 456784, Russia), e-mail: mirem@yandex.ru.

Kozlov Pavel Vasilyevich, PhD, Associate Professor, Head of the Research Laboratory, Central Plant Laboratory, FSUE "PA "Mayak" (31, Lenin Ave., Ozersk, Chelyabinsk region, 456784, Russia), e-mail: kozlov_pavel@inbox.ru.

Chirkov Aleksey Valerievich, General Director, Research and Development Company TechProGroup, (74, bldg. L, Obvodny Canal Embankment, St. Petersburg, 196084, Russia), e-mail: info@npotpg.ru.

Abashkin Andrey Yurievich, engineer, Research and Development Company TechProGroup (74, bldg. L, Obvodny Canal Embankment, St. Petersburg, 196084, Russia), e-mail: abashkin.andrey@gmail.com.

Bibliographic description

Braichun E. V., Nikulina A. Yu., Polyakov E. V., Remizov M. B., Kozlov P. V., Chirkov A. V., Abashkin A. Yu. Development, Manufacturing and Testing of a Unit for Sample Collection from the Solidified Short-Lived Fraction of High-Level Waste. *Radioactive Waste,* 2025, no. 3 (32), pp. 6—14. DOI: 10.25283/2587-9707-2025-3-6-14. (In Russian).