



РАДОН
РОСАТОМ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТРАБОТАВШИХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ КАЛИНИНСКОЙ АЭС

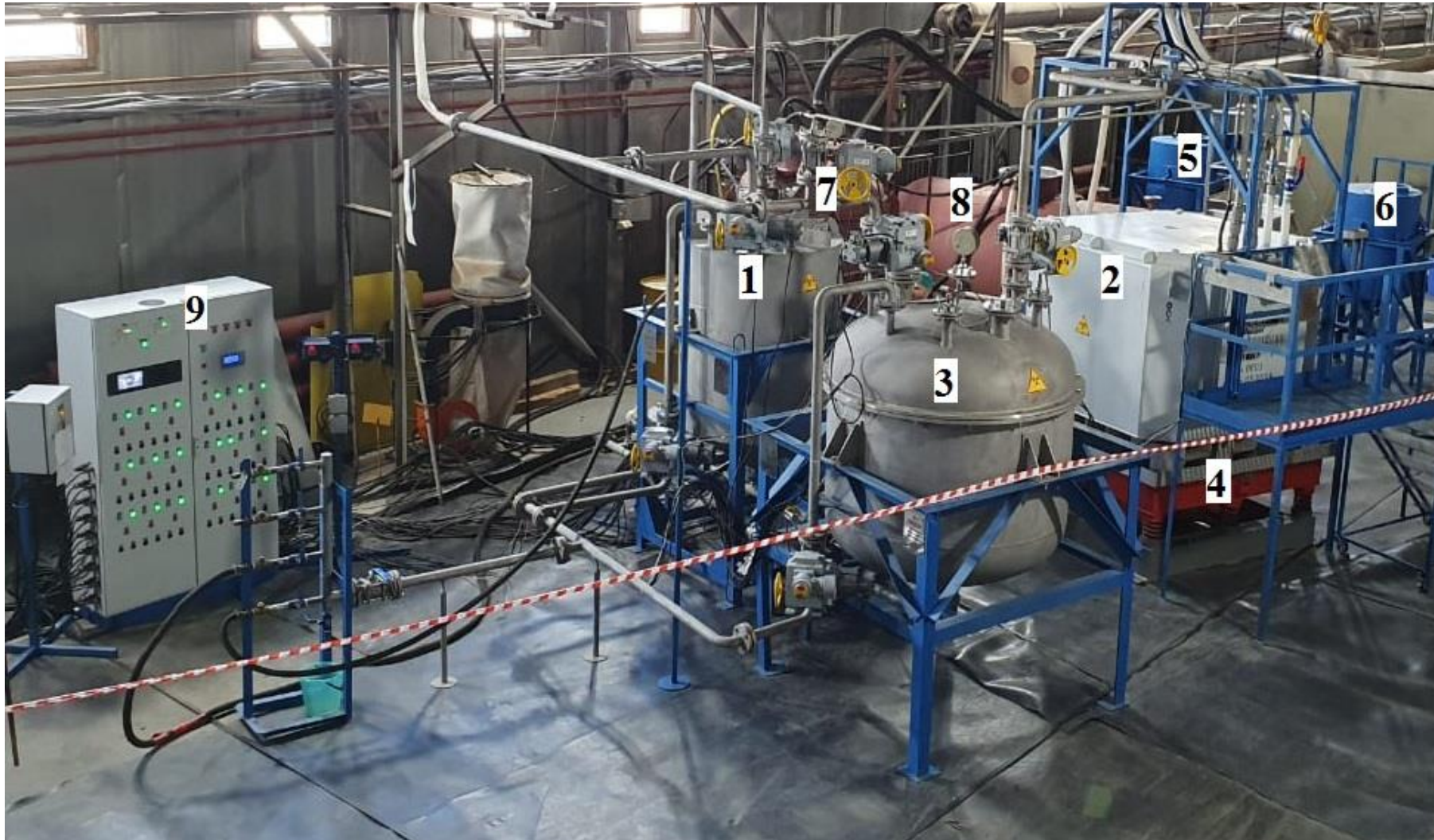
Пятая научно-практическая конференция
«Охрана окружающей среды и обращение с радиоактивными отходами научно-
промышленных центров», 20-21 сентября 2023 г.

НПК – Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»

Докладчик – ведущий инженер-технолог Осташкина
Елизавета Евгеньевна, EEOstashkina@radon.ru

- **применяемый на данный момент способ обращения с ОИОС** – хранение;
- **способ хранения ОИОС** - в виде пульпы, в хранилищах ЖРО (атомные электростанции), в осушенных фильтрах-ловушках (центр судостроения «Звездочка»);
- **соответствие продукта хранения требованиям НП-019-15 и НП-093-14** – не соответствует;
- **количество накопленных ОИОС** – более 30 тыс. куб. м. (постоянно увеличивается);
- **промышленные способы переработки и кондиционирования ОИОС** – отсутствуют;
- **переработка накопленных ОИОС** - осуществляется в небольших масштабах и только на опытных установках.

Общий вид опытно-промышленной установки кондиционирования ИОС



- 1 – дозатор,
- 2 – контейнер,
- 3 – монжус,
- 4 – вибростол,
- 5 – емкость для эпоксидной смолы,
- 6 – емкость для отвердителя,
- 7 – монжус,
- 8 – приемная емкость для ИОС,
- 9 – пульт управления

Выполненные в 2019 г. этапы разработки технологии кондиционирования ОИОС



Изготовление опытно-промышленной установки кондиционирования ОИОС методом включения в полимерное связующее непосредственно в контейнере для захоронения

Испытание опытно-промышленной установки на ОИОС станции спецводоочистки ФГУП «РАДОН»

Задачи по продвижению технологии кондиционирования ИОС на опытно-промышленной установке

1. Подтверждение референтности установки

2. Обеспечение возможности дальнейшей передачи кондиционированных отходов Национальному оператору

Выполненные в 2022 г. этапы разработки технологии кондиционирования ОИОС

Отработка на опытно-промышленной установке технологии кондиционирования ОИОС, полученных от Калининской АЭС

Разработка и аттестация необходимых методик измерений по подтверждению соответствия кондиционированных ОИОС показателям качества и критериям приемлемости в соответствии с требованиями нормативной документации

Проведение исследований по подтверждению соответствия полимерного компаунда с включенными ОИОС Калининской АЭС показателям качества и критериям приемлемости для захоронения

Характеристики ОИОС Калининской АЭС

Объем партии ОИОС - 7,6 куб. м.;

Тип первичной упаковки - 200 л бочки;

Основные радионуклиды - цезий-137, цезий-134, кобальт-60;

Удельная активность ОИОС по бета-излучающим радионуклидам - (2 – 4)E+5 Бк/кг;

Происхождение ОИОС - материалы использовались на СВО-5 для очистки вод парогенераторов

Химический состав мелкой фракции ОИОС, масс. % - Fe₂O₃ - 77, Cr₂O₃ – 0,79, NiO - 2,5, SiO₂ – 13,3.

Размер фракции частиц, мм	Содержание фракции, %		
	Катионит с механическими примесями	Катионит без механических примесей	Смесь катионита и анионита без механических примесей
Более 1,25	0,5	0,2	2,8
От 0,9 до 1,25	2,1	12,8	9,4
От 0,63 до 0,9	21,4	64,7	54,1
От 0,315 до 0,63	59,4	18,5	28,8
От 0,16 до 0,315	7,1	0,9	2,8
От 0,08 до 0,16	5,9	0,2	0,6
Менее 0,08	3,6	2,8	1,4
Менее 0,315	16,6*	3,9	4,8

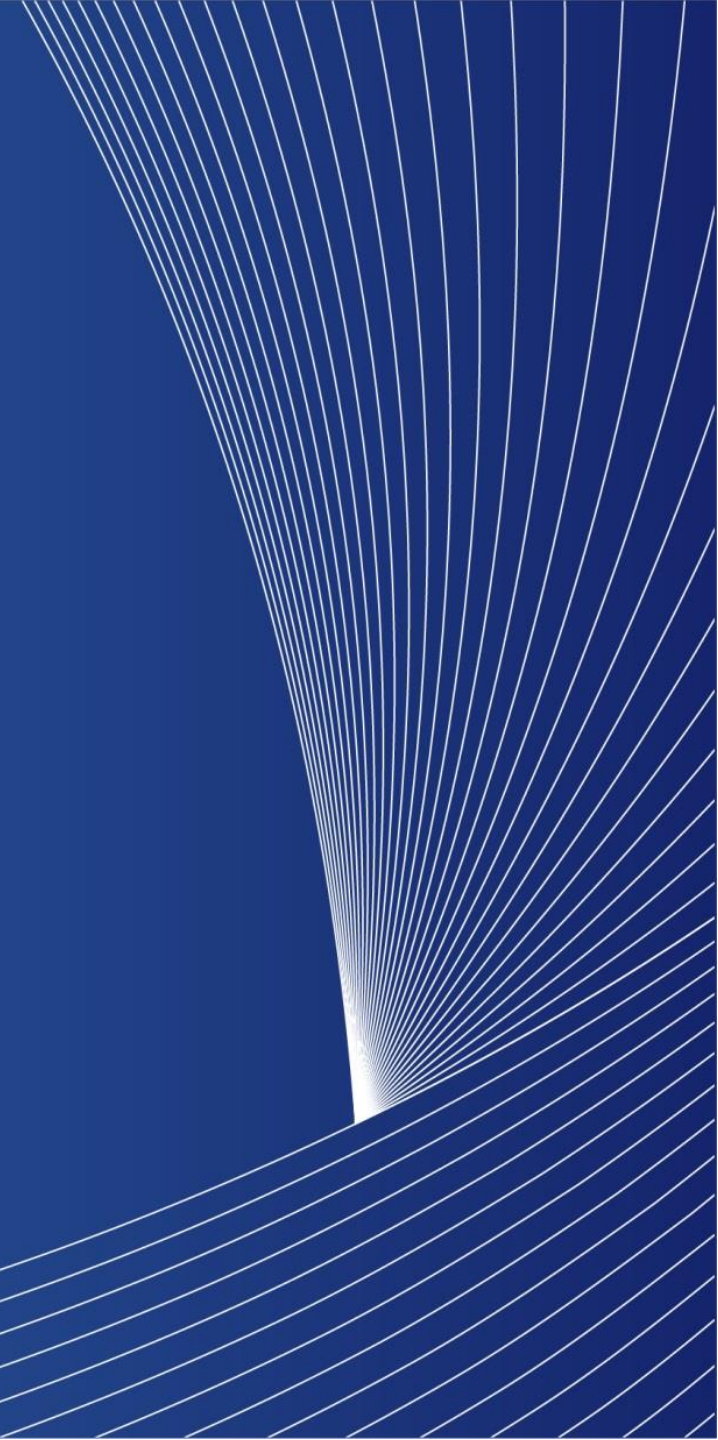
* В результате предварительной промывки уменьшилось до 6,6 %

Основные операции технологического процесса кондиционирования ИОС на опытно-промышленной установке

- - **заполнение контейнера** сгущенной пульпой ОИОС из дозатора сжатым воздухом;
- **обезвоживание ОИОС** в контейнере вакуумированием;
- **подача ОИОС** с помощью монжуса и сгущение пульпы в дозаторе;
- **пропитка ОИОС** в контейнере полимерным связующим



РАДОН
РОСАТОМ



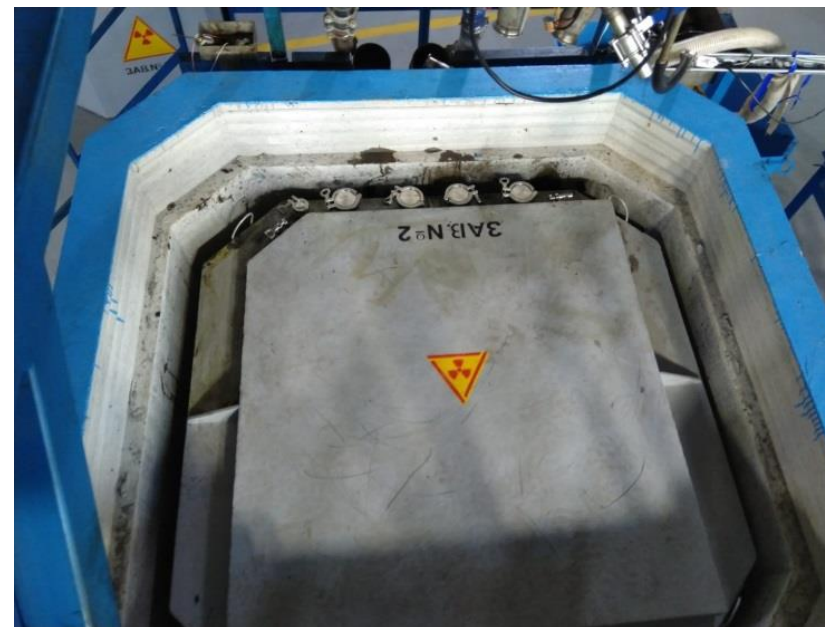
Кондиционирование ОИОС Калининской АЭС

Пропитка ОИОС без механических примесей

Параметр пропитки	Время пропитки, ч:мин					
	10:12	10:17	10:22	10:24	10:26	10:28
Расход эпоксидной смолы, м ³ /ч	1,2	1,2	1,2	0,9	0,65	0,65
Расход отвердителя, м ³ /ч	0,8	0,8	0,8	0,6	0,42	0,42
Давление в контейнере, ати	0,31	0,67	0,93	1,0	1,1	0,63

Пропитка ОИОС с механическими примесями

Параметр пропитки	Время пропитки, ч:мин					
	10:08	10:10	10:12	10:18	10:23	10:29
Расход эпоксидной смолы, м ³ /ч	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0
Расход отвердителя, м ³ /ч	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0
Давление в контейнере, ати	0,30	0,51	0,61	0,62	0,78	0,33



Параметры технологического процесса:

массовое соотношение отвердитель/эпоксидная смола.....0,6;
расчетное содержание ОИОС в полимерном компаунде, масс. %.....от 59 до 71;
время пропитки, мин.....11 - 15;
температура стенок контейнеров при пропитке, °С, не более.....40.

Продолжительность технологических операций:

Заполнение монжуса	8
Заполнение дозатора	21
Заполнение контейнера	8
Обезвоживание ОИОС в контейнере	19
Пропитка ОИОС эпоксидным компаундом	11
Общее время, мин	67
Объем обезвоженной ОИОС, м ³	1,2
Производительность по обезвоживанию и пропитке, м ³ /ч	1,1

Подготовка комплекта документации по обоснованию соответствия полимерного компаунда на основе ОИОС требованиям нормативных документов

МИ-206-2022 (ФР.1.28.2022.44467) Измерение содержания свободной жидкости в ионообменной смоле

МИ-207-2022 (ФР.1.28.2022.44463) Определение показателей качества полимерного компаунда. Определение термической и радиационной стойкости полимерного компаунда, полученного при кондиционировании ионообменных смол, по показателю механической прочности (предела прочности при сжатии)

МИ-208-2022 (ФР.1.28.2022.44465) Определение показателей качества полимерного компаунда. Определение радиационной стойкости полимерного компаунда, полученного при кондиционировании ионообменных смол, по показателю изменения объема

МИ-209-2022 (ФР.1.38.2022.44462) Определение показателей качества полимерного компаунда. Определение водостойчивости (скорости выщелачивания радионуклидов трития и цезия-137), термической и радиационной стойкости полимерного компаунда, полученного при кондиционировании ионообменных смол

Обоснование соответствия полимерного компаунда на основе ОИОС требованиям нормативных документов

Определение содержания легковоспламеняющихся и самовозгорающихся веществ

Определение способности к самовозгоранию



Анализ в аккредитованной лаборатории специализированной организации
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
(аттестат аккредитации № ТРПБ.RU.ИНО2)

Газовыделение

Определение выделения токсичных газов, аэрозолей и возгонов при взаимодействии с водой, воздухом или другими веществами

Определение содержания химических токсичных веществ



Анализ с использованием газоанализатора «Полар-2ЕХ»
(документ ПЛЦК. 413411.002 ПС)

Отсутствие объема не вошедших в состав полимерного компаунда ЖРО

Определение содержания инфицирующих (патогенных) веществ

Содержание комплексобразующих веществ



Документальный метод

Результаты испытаний по подтверждению соответствия полимерного компаунда нормативным требованиям

Механическая прочность, МПа:

без предварительного воздействия.....от 6,1 до 10,61;
после облучения.....от 6,58 до 11,50;
после термического воздействия.....от 10,65 до 20,32.

Изменение объема при воздействии облучения, об. %.....уменьшение, не > 5.

Скорость выщелачивания, время достижения нормативных значений по НП-019:

по Cs-137 без предварительного воздействия.....1 сут;
по Cs-137 после облучения и термического воздействия.....1 сут;
по H-3 без предварительного воздействия.....7 сут;
по H-3 после облучения и термического воздействия.....1 сут.

Газовыделение: ограничено тепловым расширением;

Состав газовой фазы: CO, NO_x, SO₂, H₂S, NH₃, CH₄, концентрация не > ПДК.

Время достижения максимального перегрева.....189 с, т.е. > 0,5 мин;

Температура воспламенения.....355 °С;

Температура самовоспламенения515 °С.

Результаты работ на опытно-промышленной установке кондиционирования ОИОС в 2022 г.

1. Разработана технология, подобрана рецептура и выполнено кондиционирование 7,6 куб. м. ОИОС Калининской АЭС. Кондиционированные ОИОС Калининской АЭС в сертифицированных контейнерах отправлены на временное хранение.
2. Разработаны, утверждены и аттестованы методики измерения, получен полный комплект документации по подтверждению соответствия полимерного компаунда с включенными ОИОС требованиям НП-019 и НП-093.
3. На основании исследования проб полимерного компаунда, отобранных из всех контейнеров с ОИОС Калининской АЭС, кондиционированных с использованием опытно-промышленной установки, подтверждено соответствие полимерного компаунда с ОИОС Калининской АЭС и упаковок с ним показателям качества и критериям приемлемости для захоронения.

Спасибо за внимание!

The background is a solid blue color. On the right side, there is a decorative graphic consisting of numerous thin, white, curved lines that fan out from a single point near the bottom right corner towards the top right corner, creating a sense of motion or a stylized wave.