

## 1 Введение

1.1 Основной целью данной работы «Технология утилизации донных (ило-вых) отложений» является практическое решение проблемы утилизации донных (иловых) отложений.

1.2 Институтом физической химии и электрохимии Российской Академии наук ИФХЭ РАН разработана технология на модельных и реальных образцах донных отложений, обеспечивающая надежную локализацию радионуклидов от окружающей среды.

1.3 На основании полученных результатов необходимо выполнить опытно-конструкторские работы возможных путей обращения с илами и технологию их переработки.

Опытно-конструкторские работы заключаются в создании мобильной опытной установки на реакторном заводе, которую можно перенести и смонтировать в любом бассейне выдержки и перегрузки ТВЭЛ (тепловыделяющих элементов) реакторов, с соблюдением требований безопасности.

Для выполнения указанной выше работы будет разработана следующая документация:

- техническое задание на создание опытной установки утилизации донных (иловых) отложений;
- конструкторская документация оборудования опытной установки;
- рабочая документация для строительства опытной установки;
- обоснование безопасности опытной установки с анализом ее влияния на окружающую среду.

1.4 Проверка предложенной технологии обращения с иловыми отложениями в опытно-промышленном масштабе позволит выбрать оптимальный вариант технологических решений и использовать его для переработки аналогичных отложений на СХК и других предприятиях отрасли.

## 2 Общие сведения

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 2
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	M2501-ПЗ			

2.1 Наименование разработки – технология и создание опытно-промышленного участка утилизации донных (иловых) отложений.

В данной работе рассмотрена технология утилизации донных (иловых) отложений.

2.2 Основанием для разработки является Госконтракт от 02.04.2009 №Д.4Ш.21.01.09.1157.

2.3 Исходными данными для разработки является отчет ИФХЭ РАН №39-09 «Влияние способов создания защитных барьеров на поведение продуктов деления и актинидов в глиняном монолите. Обобщение полученных экспериментальных материалов и выдача рекомендаций по технологии обращения с илами бассейнов выдержки и перегрузки ТВЭЛ»

### 3 Характеристика разработки

3.1 Утилизация донных (иловых) отложений производится на установке переработки илов бассейнов выдержки ОЯТ РЗ М2501 (далее установка).

3.2 Установка предназначена для отверждения иловых отложений бассейнов выдержки ОЯТ (отработанного ядерного топлива) до формы, пригодной для безопасного долговременного хранения. Отверждение производится способом смешивания илов с оксидом магния и дигидрофосфатом калия в стехиометрических соотношениях до получения МКФ-компаунда (магний-калий-фосфатной керамики), и путем цементирования.

3.3 Место размещения установки – в зданиях 450 (11 промплощадка) и 150 (2 промплощадка).

3.4 Место проведения работ – промбассейны выдержки ОЯТ зданий 150,151, 190,191, 350,351, 450,451, резервуар раздельной канализации РРК-600 ОАО «СХК» РЗ.

3.5 Организация долговременного хранения отвержденных илов – предположительно в помещении транспортно-технологических емкостей (ТТЕ) зданий

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			3

190, 191 с последующим захоронением совместно с реактором по отдельному проекту.

### 3.6 Объем производства

3.6.1 Донные и иловые отложения промбассейнов зданий 150,151 (2 пром-площадка) ~ 61 м<sup>3</sup>.

3.6.2 Донные и иловые отложения промбассейна зданий 450,451 (11 пром-площадка) ~ 200 м<sup>3</sup>.

3.6.3 Донные и иловые отложения после очистки бассейнов выдержки зданий 190,191, 350,351 (2 промплощадка) ~ 17 м<sup>3</sup>, загруженные в технологические ковши-кюбели объемом 240 л каждый.

3.6.4 Илы в резервуаре РРК-600 ~ 450 м<sup>3</sup>.

3.6.5 Суммарное количество илов оценочно составляет ~728 м<sup>3</sup>.

3.6.6 В настоящее время необходимо перевести в твердое состояние илы, находящиеся в РРК-600, в отсеке ГТУ (гидротранспортного устройства) здания 450 и в промбассейне здания 150.

3.7 Установка переработки илов – передвижная, мобильная.

3.8 Режим работы установки – периодический.

## 4 Характеристика исходного и конечного продуктов, реагентов

### 4.1 Исходный продукт

4.1.1 Исходными продуктами для переработки на установке М2501 являются радиоактивные иловые и донные отложения транспортно-технологических емкостей (ТТЕ) реакторного производства, накопленные в бассейнах РЗ в процессе выдержки ОЯТ, после освобождения бассейнов от отработанных тепловыделяющих элементов.

4.1.2 Илы и донные отложения бассейнов выдержки представляют собой смесь труднофильтруемой суспензии коллоидного типа, твердых частиц малого размера (до 1 мм) и биомассы различного химического состава. Массовая доля воздушно-сухого осадка во влажных донных отложениях промбассейнов РЗ ~ 46%.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 4
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			

4.1.3 Радиоактивные илы и донные отложения являются природно-техногенными образованиями. Они состоят из взвесей, поступающих с речной водой, а также продуктов коррозии, частиц строительных материалов и т.п.

4.1.4 В составе илов присутствуют глинистые частицы – основной компонент донных отложений в реках, частицы кварца, частицы почвы, строительная пыль. Они могут быть агрегированы продуктами коррозии различных материалов.

4.1.5 Плотность илов от 1,2 до 1,4 г/см<sup>3</sup>.

4.1.6 Источником поступления радионуклидов в донные отложения являются активационные радионуклиды материала оболочек ТВЭЛов (<sup>60</sup>Co, <sup>152</sup>, <sup>154</sup>, <sup>155</sup>Eu) и радионуклиды сердечников облученных ТВЭЛов из природного урана (продукты деления, актиноиды, в том числе делящиеся). Наибольший вклад в активность эмиттеров гамма-излучения вносит <sup>137</sup>Cs – от 73 до 95 % от общей активности. В отложениях РЗ основной вклад в альфа-активность дает <sup>239</sup>Pu (<10<sup>4</sup> Бк/г). По изотопному составу и удельной активности донные отложения промбассейнов РЗ относятся к среднеактивным отходам с высоким содержанием альфа-излучающих радионуклидов.

4.1.7 Мощность дозы гамма-излучения отложений ТТЕ зданий 190,191, 350,351, собранных в ковши–кюбели (удельная активность этих отложений по гамма-излучающим изотопам ~ 4·10<sup>4</sup> Бк/г), достигает величины 2,5 мЗв/ч от одного ковша вплотную.

## 4.2 Конечный продукт

4.2.1 Конечными продуктами на установке М 2501 являются отвержденные иловые отложения. Отвержденный ил представляет собой МКФ-компаунд или цементный компаунд в зависимости от способа кондиционирования.

4.2.2 МКФ-матрица представляет собой аналог природных фосфатных минералов – монацита и апатита, обладающих высокой физико-химической стабильностью в геологической среде. Матрицы МКФ по своим свойствам сходны с керамическими материалами, однако в отличие от керамических материалов

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 5
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

**М2501-ПЗ**

МКФ-матрицы получают при обычных условиях (атмосферное давление, комнатная температура).

4.2.3. Плотность МКФ-компаунда  $1,6 \dots 1,7 \text{ г/см}^3$ .

Плотность цементного компаунда  $1,7 \dots 2,3 \text{ г/см}^3$ .

4.2.4 Механическая прочность на сжатие МКФ-компаунда – 20 МПа.

Механическая прочность на сжатие цементного компаунда при соотношении вода – цемент (В/Ц) менее 0,9 – более 5,5 МПа.

4.2.5 Скорость выщелачивания МКФ-компаунда – не более  $10^{-6} \text{ г/см}^2 \text{ сут}$ .

Скорость выщелачивания цементного компаунда –  $1,7 \times 10^{-5} \dots 2,6 \times 10^{-5} \text{ г/}(\text{см}^2 \times \text{сутки})$  при регламентированной требованиями величине ( $1 \times 10^{-3} \text{ г/}(\text{см}^2 \times \text{сутки})$ ).

4.2.6 Показатели качества полученных компаундов соответствуют всем требованиям ГОСТ Р 52126-2003, предъявляемым к компаундам с радиоактивными отходами.

#### 4.3 Реагенты

4.3.1 Оксид магния MgO (магнезия жженая), ГОСТ 844–79, порошок белого цвета, мелкодисперсный, содержание основного вещества 90%. Может быть в гранулированном виде. Плотность –  $3,45 \text{ г/см}^3$ . Насыпная плотность  $0,3 \dots 0,45 \text{ г/см}^3$ . Пожаро- и взрывобезопасен. ПДК в воздухе рабочей зоны  $6 \text{ мг/м}^3$ . Способ упаковки – многослойные бумажные мешки с вкладышем из полиэтилена по 25 кг. Гарантийный срок хранения – 3 месяца со дня изготовления. Способ хранения – в закрытых складских помещениях.

4.3.2 Дигидрофосфат калия  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , ГОСТ 4198-75. Порошок белого цвета, растворим в воде, плотность  $2,34 \text{ г/см}^3$ , насыпная плотность  $1,36 \text{ г/см}^3$ . Пожаро- и взрывобезопасен. Способ упаковки – многослойные бумажные мешки по 25, 45 кг. Гарантийный срок хранения – 3 года со дня изготовления. Способ хранения – в закрытых складских помещениях

4.3.3 Цемент марки М-500, ГОСТ 25328-82. Порошок серого цвета, плотность  $2,6 \dots 3,2 \text{ г/см}^3$ . Способ упаковки – многослойные бумажные мешки по 50

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 6
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			

кг. Гарантийный срок хранения – 1 месяц со дня изготовления. Способ хранения – в закрытых складских помещениях.

4.3.4 Глина бентонитовая, ГОСТ 7032-75. Содержание серного ангидрида ( $\text{SO}_3$ ) не должно превышать 0,25%. Способ транспортирования – навалом в железнодорожных вагонах. Способ хранения – в закрытых складских помещениях.

4.3.5 Пластификатор С-3, ТУ 5745-001-97474489-2007. В жидком виде пожаро- взрывобезопасен. В сухом виде – горюч, температура тления  $165^{\circ}\text{C}$ . Способ упаковки – полипропиленовые мешки по 25, 40 кг.

## 5 Теоретические основы процесса

5.1. В настоящее время подготовлена концепция, согласно которой промышленные уран-графитовые реакторы после перевода из ядерноопасного в радиационноопасное состояние выводятся из эксплуатации по варианту захоронения на месте. Такой же вариант обращения принимается и с приреакторными хранилищами ТРО, имеющими бетонные стены. Для реализации данного варианта необходимо создание системы инженерных барьеров. Барьеры должны обеспечивать не превышение уровня радионуклидов за пределами хранилища выше регламентированных норм в течение времени сохранения потенциальной опасности наиболее долгоживущих радионуклидов, находящихся в хранилище.

5.2 В рамках выполнения п.68 «Вывод из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов АДЭ-3, И-1, ЭИ-2 и площадки 2 реакторного завода «Сибирский химический комбинат» (г. Северск, Томская область)» ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» выполнена работа совместно с ИФХЭ РАН по разработке способов обращения с илами бассейнов выдержки ОЯТ.

Рассмотрены следующие способы обращения с иловыми отложениями:

– дезактивация иловых отложений химическими методами и удаление полученных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в глубинное хранилище (мето-

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 7
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			

дом подземного захоронения), передача остаточных твердых фаз на долговременное хранение;

– включение осадков после специальной обработки в материал защитного барьера, организация долговременного хранения полученных твердых материалов;

– включение осадков в цементные или МКФ-матрицы без предварительной обработки, организация долговременного хранения полученных твердых материалов; при этом выбор состава и условий получения матрицы проводится с учетом химической, механической и радиационной стабильности матричной композиции, содержащей илы.

Наиболее перспективным направлением можно считать отверждение иловых отложений путем их включения в цементную или МКФ-матрицу с целью их иммобилизации, т.е. перевода в стабильное состояние, предотвращающее распространение вредных компонентов в окружающую среду и пригодное для дальнейшего безопасного транспортирования и хранения. Способ цементирования является достаточно хорошо изученным и проверенным на радиоактивных отходах в опытно-промышленном масштабе.

На установке М2501 применяется способ заключения иловых отложений в МКФ-матрицу.

5.3 Донные отложения – донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного бассейна в результате внутриводоемных физико-химических и биологических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения. Иловые отложения – иловая мелкодисперсная фаза донных отложений.

5.4 Донные и иловые отложения, накопившиеся в процессе эксплуатации бассейнов выдержки и перегрузки ТВЭЛов, являются многофазной системой, в которой можно выделить три основные составляющие: взвеси, поступающие с речной водой (природные образования), продукты коррозии и разрушения различных материалов - стали, сплавы, строительные материалы, мелкодисперсные

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 8	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ				

частицы топлива (техногенные образования). С речной водой в бассейн попадают и биокomпоненты.

5.5 В частицах топлива продукты деления и актиниды образовались в процессе выгорания. Однако находящиеся длительное время в окислительных условиях в бассейне выдержки мелкодисперсные топливные частицы подверглись поверхностной коррозии за счет перехода  $U(IV)$  в наиболее стабильную в этих условиях форму –  $U(VI)$ . Такие процессы способствуют поверхностному разрушению частиц топлива. Речные взвеси и продукты коррозии поглощали радионуклиды за счет сорбционных процессов. Радионуклиды в иле бассейна выдержки и перегрузки твэлов присутствуют преимущественно в прочнофиксированных формах.

#### 5.6 Кондиционирование илов способом цементирования

5.6.1 Способ цементирования является достаточно хорошо изученным и проверенным на реальных илах в опытно-промышленном масштабе. При этом водоцементное отношение ( $B/C$ ) растворов пропитки варьируется в диапазоне 0,7...1,2. Регламентированным требованиям по механической прочности соответствуют компаунды, приготовленные при  $B/C=0,7...0,9$  и содержащие до 40% масс. иловых отложений по сухому остатку. Регламентированным требованиям по механической прочности после испытания на морозостойкость соответствуют компаунды, приготовленные при  $B/C=0,7...0,9$  и содержащие до 40% масс. иловых отложений по сухому остатку.

5.6.2 Пропитка насыпного объема твердых радиоактивных отходов проводится специальными многокомпонентными высокопроникающими цементными растворами. Для приготовления этих растворов используется цементный материал на основе сверхтонкомолотого цемента, который представляет собой сухую смесь четырех-шести макро- и микрокомпонентов. Компоненты смеси повышают прочность, морозо- и водостойкость цементного камня, его трещиностойкость и биологическую стойкость, повышают проникающую способность и жизнеспособность цементного раствора, модифицируют сроки схватывания и стабилизируют консистенцию, значительно уменьшают скорость выщелачивания

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 9
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	M2501-ПЗ			

радионуклидов, исключают образование пены при приготовлении цементного раствора и снижают тепловыделение при затвердевании. Равномерно распределенные макро- и микрокомпоненты в цементной смеси делают процесс цементирования более простым, повышая производительность за счет снижения времени на дозирование компонентов и тщательное перемешивание цементного компаунда.

5.6.3 Цементирование пропиткой заключается в подаче через зонд высокопроникающего цементного раствора в придонную часть контейнера с предварительно размещенными в нем твердыми отходами, и прокачивании цементного раствора сквозь насыпной объем отходов. Цементный раствор поднимается снизу вверх контейнера, равномерно заполняя мельчайшие пустоты и поры между частицами отходов. После цементирования конечный продукт отправляется на хранение в исходном контейнере, выступающем в качестве дополнительного защитного барьера. Конечным продуктом цементирования методом пропитки является однородный цементный компаунд, устойчивый к химическим и физическим воздействиям, качество которого удовлетворяет всем регламентированным требованиям ГОСТа.

5.7 Отверждение илов бассейнов выдержки и перегрузки ТВЭЛов в виде магний-калий-фосфатной керамики (МКФ)

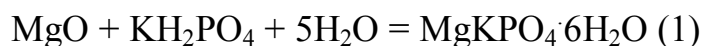
5.7.1 Совершенствование методов обращения с радиоактивными отходами, связано с подбором оптимальных матриц для их отверждения, которые должны обладать химической, радиационной и механической устойчивостью, обеспечивающей предотвращение миграции нуклидов во внешнюю среду и снижение их радиационного воздействия на биосферу. Такой матрицей может служить кристаллический гексагидрат двойного ортофосфата магния и калия, представляющей собой аналог природных фосфатных минералов – монацита и апатита. Эти минералы обладают высокой физико-химической стабильностью в геологической среде, а содержание в них природных урана и тория может достигать десятков масс. %. Этот способ отверждения гетерогенных отходов, в частности радио-

Инв. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. №.	

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">M2501-ПЗ</div>	Лист
							10

активных шламов, был предложен специалистами ГЕОХИ РАН совместно с ФГУП ПО «Маяк».

5.7.2 МКФ-соединение образуется в соответствии с реакцией



при обычных условиях (атмосферное давление, комнатная температура).

5.7.3 Для этого процесса, как и в случае цементирования, характерны не-большие энергозатраты, простота реализации и мобильность процесса отвержде-ния, минимизация «вторичных» радиоактивных отходов. Однако имеется ряд ощутимых преимуществ: возможность отверждения отходов в широком диапа-зоне их pH, высокая степень наполнения полученных матриц радиоактивными отходами (РАО), устойчивость к воздействию низких температур.

5.7.4 В результате проведенных исследований в ГЕОХИ РАН и ПО «Маяк» была установлена высокая химическая устойчивость МКФ-матриц к выщелачи-ванию радионуклидов и других компонентов при различных температурах. Ин-дексы выщелачивания  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{85,90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  имеют значения в интер-вале 12...14, а  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$  и  $^{75}\text{Se}$  – 10–11, при этом достигается прочная фиксация токсичных металлов – хрома, никеля и др. Полученный материал отличается достаточной механической прочностью (прочность на сжатие у матриц около 20 МПа при регламентированных значениях для цемента >5МПа), а также водо-стойкостью.

5.7.5 Эксперименты по отверждению иловых отложений методом МКФ-керамики проводились с илом, отобранном с горизонтального фильтра в фильт-ровальном зале здания 159 РЗ ОАО «СХК».

Реагенты для отверждения по реакции (1) подбирались в весовых соотно-шениях  $\text{H}_2\text{O} : \text{KH}_2\text{PO}_4 : \text{MgO} = 2 : 3 : 1$ . Оптимальное содержание илов в керамиче-ском компаунде варьировалось от 30...50 % масс при использовании илов без предварительной подготовки.

Скорость выщелачивания из таких образцов не превышала  $10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>сут, что ниже, чем для ранее испытанных цементных компаундов на основе высоко-

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 11
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

**M2501-ПЗ**

проницаемого цемента и приближена к скорости выщелачивания остеклованных радиоактивных отходов.

5.8 На установке М2501 отрабатываются различные методы обращения с иловыми отложениями в опытно-промышленном масштабе с последующим проведением сравнительных экономических оценок разработанных способов, что позволит выбрать оптимальные технологические режимы для переработки аналогичных отложений на СХК и других предприятиях отрасли.

## 6 Описание технологического процесса

6.1 Для отверждения «свежих» илов (которые находятся в промбассейнах зданий 450 и 150) на установке применяется два способа: цементирование и получение МКФ-компаунда.

### 6.2 Цементирование

6.2.1 Цементная смесь состоит из:

- тонкодисперсного цемента 30% масс.;
- бентонитовой глины 1-2 % масс.;
- стабилизаторов 1-2 % масс.;
- пластификатора 0,1...0,5 % масс.

6.2.2 Для приготовления цементной смеси может использоваться емкостное оборудования установки М2501. Также раствор может готовиться на бетонном заводе или растворном узле и на установку транспортироваться в автомиксере.

### 6.3 Получение МКФ-компаунда

6.3.1 Для получения компаунда, отвечающего требованиям ГОСТа необходимо соблюдать пропорции смешивания всех компонентов смеси. А именно:  $H_2O:KN_2PO_4:MgO=2 : 3 : 1$ . Оптимальное содержание илов в керамическом компаунде составляет 30 % масс. в пересчете на сухой остаток.

6.3.2 Пустой контейнер (поз.4 согласно М2501-Сх) устанавливается захватом (траверсой) (поз.17) на тележку (поз.1). Тележка оборудована креплениями

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			12

для прочной фиксации бочки, свинцовым экраном (поз.14), тензодатчиками с дистанционной передачей показаний на щит установки.

6.3.3 С помощью тележки контейнер по с рельсам (поз.2) перемещается в место загрузки ила с помощью пульпового насоса (поз.9). Контроль загрузки ила осуществляется по показаниям тензодатчиков. Далее мерной линейкой (поз.16), закрепленной на штанге, которая опускается до дна контейнера, измеряется объем ила. После определения плотности ила, рассчитываются количества компонентов смеси для получения МКФ-компаунда. При необходимости избыточная вода удаляется с помощью вакуумного насоса (поз.10), или добавляется промывка для соблюдения пропорций получения МКФ-компаунда. Здесь же в контейнер загружается дигидрофосфат калия из приемной емкости (поз.6).

6.3.4 В приемную мерную емкость (поз.6) дигидрофосфат калия загружается вручную из упаковочного бумажного мешка. Вместимость приемной мерной емкости 190 л. Дозировка дигидрофосфата калия из приемной емкости в контейнер осуществляется с помощью гибкого винтового конвейера (поз.8). Окончание загрузки определяется по показаниям тензодатчиков, установленных на тележке.

6.3.5 Далее контейнер на тележке перемещается по рельсовому пути к мешалке (поз.11), которая опускается в контейнер и перемешивает ил с дигидрофосфатом калия.

6.3.6 Затем добавляется оксид магния при работающей мешалке. Смесь интенсивно перемешивается до однородного состояния. При этом температура смеси может достигать  $45^{\circ}\text{C} \dots 70^{\circ}\text{C}$ , т.к. реакция экзотермическая. Изменение температуры контролируется с помощью инфракрасного датчика температуры. После прекращения подъема температуры, что означает полноту проведения химической реакции и окончание процесса перемешивания, мешалка поднимается и перемещается в емкость с водой (поз.3) для промывки.

6.3.7 Контейнер на тележке возвращается в исходное положение, откуда с помощью захвата (траверсы) транспортируется на место временного хранения для естественного охлаждения до полного затвердевания смеси.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	M2501-ПЗ				13

6.3.8 Мешалка в емкости с водой отмывается от налипших частиц компонентов смеси, поднимается в верхнее крайнее положение для просушки, затем возвращается в исходное положение.

6.3.9 Оксид магния из упаковочного бумажного мешка засыпается в приемную мерную емкость (поз.5), совмещенную с бункером выгрузки (поз.12). Бункер выгрузки оборудован тензодатчиками. Между приемной емкостью и бункером имеется заслонка с электроприводом, которая закрывается автоматически при достижении заданного веса оксида магния в бункере. Затем с помощью гибкого винтового конвейера (поз.7) оксид магния подается в бочку при работающей мешалке.

6.3.10 На период загрузки сыпучих продуктов в приемные емкости включается вытяжное устройство (поз.13) с кассетным самоочищающимся фильтром.

6.3.11 Избыточная вода из бочки удаляется вакуумным насосом (поз.10) в буферную емкость (поз.15). Вода из буферной емкости может быть использована в качестве добавочной воды для приготовления МКФ-смеси. Буферная емкость оборудована уровнемером и сигнализатором аварийного уровня.

6.3.12 Количество компонентов смеси для приготовления МКФ-компаунда представлено в таблице 6.1

Таблица 6.1

Компонент	Масса, кг	Насыпной вес, г/см <sup>3</sup>	Объем, л
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	119	1,36	87,5
H <sub>2</sub> O	79,3	1	79,3
MgO	39,6	0,45	88
Ил	102	1,27	80,3
Σ	340	1,7 (компаунд)	200 (компаунд)

#### 6.4 Бетонирование кубелей с илами

6.4.1 Для кондиционирования илов, уже загруженных в кубели (зданий 190 350), применяется способ бетонирования кубелей в опалубке.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	M2501-ПЗ	Лист
							14

6.4.2 В металлическую опалубку по центру с помощью кран-балки устанавливается кубель на свежеприготовленную бетонную «подушку», кубель закрывается крышкой, опалубка заполняется из автобетоносмесителя бетоном.

6.4.3 По окончании «схватывания» бетонной смеси, снимается опалубка, и кубель в бетонном «кожухе» с помощью кран-балки перемещается к месту выдержки.

6.4.4 Время «схватывания» бетонной смеси не позднее 1,5 часов от момента ее приготовления.

6.4.5 Время выдержки бетонной смеси от 24 до 36 часов от момента приготовления.

6.4.6 После выдержки кубели в бетонных «кожухах» на спецавтомобиле или железнодорожным транспортом перевозятся к месту длительного хранения в здание 190.

#### 6.5 Переработка илов РРК-600

6.5.1 Общий объем содержимого резервуара РРК-600 составляет 581 м<sup>3</sup> при проектном значении 600 м<sup>3</sup>.

6.5.2 Содержимое резервуара состоит из трех составляющих частей:

- верхний слой – нефтепродукты (78,2 м<sup>3</sup>);
- средний слой – вода (52,1 м<sup>3</sup>);
- нижний слой – иловые и донные отложения (451 м<sup>3</sup>).

6.5.3 Три составляющие части отдельно выкачиваются из РРК-600. Нефтепродукты собираются в емкости (бочки) и отправляются на хранение с последующим сжиганием на установке сжигания цеха №5 ХМЗ. Вода сбрасывается в спецканализацию. Иловые и донные отложения в бочках перевозятся на установку М2501 для переработки по любому из вышеуказанных способов.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 15
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

**М2501-ПЗ**

## 7 Средства транспортирования и механизации, применяемые на установке

7.1 Первичные емкости для иловых отложений или компаундов – стальные 200-литровые транспортные бочки (ТУК-44) и 240-литровые толстостенные ковши–кюбели – предназначены для сбора и отверждения илов.

7.2 Спецавто- и железнодорожный транспорт. Используется для перевозки первичных емкостей.

7.3 Автобетоносмеситель. Используется для доставки цементного раствора и бетонного раствора. Бетонирование опалубки производится непосредственно из автомиксера. Для этого машина укомплектована двумя лотками по 1,5 м.

7.4.Кран-балки, установленные внутри помещений, погрузчики для транспортирования бочек и кюбелей.

## 8 Технологический контроль и автоматизация

8.1 Технологический контроль представлен в таблице 8.1

Автоматизированное рабочее место оператора (АРМ) размещается в непосредственной близости от установки и защищается свинцовым экраном для безопасного обслуживания.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	M2501-ПЗ			16

Таблица 8.1- Технологический контроль и автоматизация установки M2501

Поз. обозначение	Наименование	Технологический контроль				Регулирование		Сигнализация и блокировка
		Параметр	Предел измерения	Организация контроля	Пределы и погрешность	Регулирующее воздействие		
1	2	3	4	5	6	7	8	
4	Контейнер	Температура	10...100 <sup>0</sup> С	Показание на АРМ				
		Плотность	1...2 г/см <sup>3</sup>					
		Уровень	По высоте	Ручное мерной линейкой				
9	Насос	Давление	0...6 кгс/см <sup>2</sup>	Местное			Сигнал при включении	
10	Насос вакуумный	Давление	-1...0 кгс/см <sup>2</sup>	Местное			Сигнал при включении	
1	Весы	Вес	0...1500 кг	Показание на АРМ	+100 г			
11	Мешалка	Число оборотов	4...210 об/мин	Показание на АРМ	65±10 об/мин		Сигнал при включении	
	Линейный механизм						Сигнализация конечных положений	
12	Бункер	Вес	0...60 кг	Показание на АРМ	+20 г			
		Управление заслонкой	(открытие-закрытие)			Автоматическое по весу	Сигнал при включении	
7,8	Винтовой конвейер	Число оборотов		Показание на АРМ				
15	Буферная емкость	Уровень	По высоте	Показание на АРМ				
			Сигнализатор аварийного уровня	Показание на АРМ				

## 9 Требования к вентиляции

9.1. Помещения промбассейнов оборудованы существующей системой приточно-вытяжной вентиляции.

9.2 На установке М2501 места загрузки реагентов в приемные емкости оборудованы системой местных отсосов.

9.3 В качестве местных отсосов используется фильтр кассетный передвижной самоочищающийся «Mobile One» М-1 производства ООО «Совплим» г. Новосибирск.

Воздух местных отсосов от рабочих мест загрузки приемных емкостей проходит очистку от пыли в кассетном самоочищающемся фильтре с фильтрующим материалом из полиэстера и выбрасывается в помещение. Степень очистки воздуха 99,9 %. Очистка фильтра производится обратным кратковременным импульсом сжатого воздуха внутрь кассеты.

9.4 Для поддержания разрежения и обеспечения скорости воздуха в местных отсосах 1,5 м/с предусмотрена установка вытяжного устройства ЕА-4-S. Месторасположение устройства – вблизи установки на расстоянии, доступном для обслуживания.

9.5 Периодичность работы местных отсосов от рабочих мест загрузки – менее 1,5 часов в смену.

## 10 Противопожарные мероприятия

10.1 Категория помещений промбассейнов зданий 150,190,350,450 РЗ по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» – Д.

10.2 Оборудование установки изготовлено из углеродистой и нержавеющей сталей. Покрытие пола (щелевой настил) выполнено из бетона и листовой стали.

10.3 Вытяжное устройство ЕА-4-S имеет степень защиты IP54.

10.4 Для противопожарной защиты в помещениях промбассейнов установлены первичные средства пожаротушения – ручные углекислотные огнетушители типа ОУ-5 (ТУ 22-150-117-89) для тушения электрооборудования.

Инт.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ	Лист
							18

## 11 Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности

11.1 На установке обращаются радионуклиды, которые по степени радиационной опасности относятся к группам А и Б.

11.2 Все работы, проводимые на установке по радиационной опасности относятся к I классу согласно ОСПОРБ–99/2010.

11.3 По изотопному составу и удельной активности донные отложения промбассейнов РЗ относятся к среднеактивным с высоким содержанием альфа-излучающих радионуклидов.

Основными гамма-излучающими радионуклидами в донных отложениях являются  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{152,154,155}\text{Eu}$ . Наибольший вклад в активность эмиттеров гамма-излучения вносит  $^{137}\text{Cs}$  – от 73 до 95 % от общей активности. В отложениях РЗ основной вклад в альфа-активность дает  $^{239}\text{Pu}$  ( $<10^4$  Бк/г).

11.4 Средняя суммарная удельная активность гамма-излучающих радионуклидов донных отложений ТТЕ зданий 150,151 – 300 кБк/г. Содержание альфа-излучающих изотопов  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  – 75,4 г/м<sup>3</sup>.

11.5 Средняя суммарная удельная активность гамма-излучающих радионуклидов донных отложений ТТЕ зданий 350,351 – 70 кБк/г. Содержание альфа-излучающих изотопов  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  – 6,9 г/м<sup>3</sup>.

11.6 Средняя суммарная удельная активность гамма-излучающих радионуклидов донных отложений ТТЕ зданий 450,451 – 110 кБк/г. Содержание альфа-излучающих изотопов  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  – 10 г/м<sup>3</sup>.

11.7 Средняя суммарная удельная активность гамма-излучающих радионуклидов донных отложений ТТЕ зданий 190,191 – 50 кБк/г. Содержание альфа-излучающих изотопов  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  – 8 г/м<sup>3</sup>.

11.8 Средняя суммарная удельная активность гамма-излучающих радионуклидов донных отложений РРК-600 – 50 кБк/г. Содержание альфа-излучающих изотопов  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  – 16,8 г/м<sup>3</sup>.

11.9 Измерение мощности дозы гамма-излучения достигает величины 2,5 мЗв/ч от одного ковша-кубеля вплотную.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 19
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			

11.10 Для защиты персонала тележка (поз.1) оборудована свинцовым экраном (поз.14) толщиной 10 мм.

11.11 Время обслуживания установки лимитируется.

11.12 Обслуживающий персонал обеспечивается спецодеждой, средствами индивидуальной защиты и дозиметрического контроля в соответствии с утвержденными нормами.

11.13 Место временного хранения бочек имеет дисциплинирующие барьеры.

## 12 Охрана окружающей среды

12.1 Жидкие отходы – растворы от отмывки оборудования направляются на переработку по существующей технологии.

12.2 Воздух местных отсосов от рабочих мест загрузки приемных емкостей проходит очистку от пыли в кассетном самоочищающемся фильтре с фильтрующим материалом из полиэстера и выбрасывается в помещение. Степень очистки воздуха 99,9 %. Очистка фильтра производится обратным кратковременным импульсом сжатого воздуха внутрь кассеты.

12.3 Выхлопы вакуумного насоса выбрасываются в верхнюю треть помещения и удаляются существующей системой общеобменной вентиляции: из здания 450 – в трубу здания 452, из здания 150 – в трубу здания 152.

12.4 Твердые отходы – использованные фильтровальные материалы, россыпи и др. перерабатываются на установке по технологии цементирования, или получения МКФ-компаунда.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	M2501-ПЗ			20

### 13 Перечень основных нормативных документов

13.1 При разработке документации по технологии и опытной установке использовались следующие нормативные документы:

- Федеральный закон РФ «Об использовании атомной энергии» от 21.11.95г. № 170-ФЗ (с изменениями от 10 февраля 1997 г., 10 июля, 30 декабря 2001 г., 28 марта 2002 г., 11 ноября 2003 г.);
- Федеральный закон РФ «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.96 г;
- Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.02 г.;
- Федеральный закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99 г.;
- Федеральный закон РФ "О недрах" № 20-ФЗ от 02.01.00 г.;
- ГОСТ Р 50996-96 «Сбор, хранение, переработка и захоронение радиоактивных отходов, Термины и определения»;
- «Отраслевая программа вывода из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, для финансирования которых предусматривается использование средств Федерального бюджета». Введена в действие Приказом Министра РФ по атомной энергии № 39 от 28.01.2002 г.
- НП-016-05 «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)». Госатомнадзор России, 2005 г.;
- СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», от 07.07.2009;
- НП-019-2000 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности», Госатомнадзор России, 2000г.;
- НП-020-2000 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твер-

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 21
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			

дых радиоактивных отходов. Требования безопасности», Госатомнадзор России, 2000 г.;

– НП-021-2000 «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности», Госатомнадзор России, 2000 г.;

– СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)», от 26.04.2010 г.;

– СП 2.6.6.1168-02 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)», 2002 г.;

– ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации», МЧС России 2003 г.;

– НП-055-04 «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности»;

– НП-058-04 «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения»;

– Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

– СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

исп. Королева 52-85-60  
ак 1 экз. 20.10.2010  
отп. с файла ДСП на 22 л.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.							Лист 22
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	М2501-ПЗ			

Таблица регистрации изменений

зм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	изме-ненных	замене-нных	новых	аннули-рованных				

Инов.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

М2501-ПЗ					Лист
					23