





## Содержание

Введение.....	5
1. Краткая характеристика предприятия.....	6
2. Анализ методов переработки отходов применяемых на нефтедобывающих предприятиях.....	7
3. Методы утилизации и переработки нефтешламов.....	10
4. Предполагаемое оборудование.....	12
5. Расчет предлагаемых и внедряемых аппаратов для переработки нефтешлама.....	13
6. Эколого-экономический анализ предотвращенного ущерба почве как объекту окружающей среды при утилизации буровых шламов.....	22
Заключение.....	29
Список литературы.....	30
Приложение А.....	32
Приложение Б.....	33

## Введение

Одним из наиболее опасных источников отходов на территории нефтеперерабатывающих и нефтегазодобывающих предприятий являются нефтешламы. Вопросы эффективного обезвреживания нефтешламов и ликвидации амбаров-накопителей, загрязняющих почву и атмосферу, нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятий выступают на первый план в условиях все более жестких правил лицензирования и землеотвода, предъявляемых разрешительными органами.

В настоящее время на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, накоплено несколько десятков миллионов тонн нефтешламов, которые образуются при очистке сточных вод, в системе оборотного водоснабжения, подготовки нефти, во время ремонта оборудования, при чистке резервуаров. Проблема переработки амбарных нефтешламов в нефтеперерабатывающей промышленности до сих пор полностью не решена.

Практика прошлых лет так называемой «рекультивации» нефтешламовых амбаров путем засыпки песком приводит к длительной консервации углеводородов нефти без доступа воздуха, тем самым создаются источники вторичного загрязнения. В настоящее время существуют методы рекультивации амбаров, позволяющие снизить содержание нефтепродуктов в почве до 0,5%.

В процессе выполнения работы следует решить следующие задачи:

- рассмотреть краткую характеристику предприятия;
- анализ методов переработки отходов применяемых на нефтедобывающих предприятиях;
- методы утилизации и переработки нефтешламов;
- провести расчет предлагаемых и внедряемых аппаратов для переработки нефтешлама.

## Глава 1. Краткая характеристика предприятия

Группа ERIELL — международная нефтесервисная компания, предоставляющая услуги строительства и капитального ремонта скважин ведущим компаниям нефтегазовой отрасли в Российской Федерации, Центральной Азии и на Ближнем Востоке.

Основные проекты группы сосредоточены в России, Республике Бангладеш, Узбекистане и Ираке.

Одним из ключевых акционеров группы ERIELL является Газпромбанк. ERIELL специализируется на разведочном и эксплуатационном бурении нефтегазовых скважин, развивает направления по производству собственных буровых установок и обустройству месторождений. Группа также выполняет работы по наклонно-направленному бурению, зарезке боковых стволов, разработке и сопровождению буровых растворов, сервису по долотам и забойным двигателям. С 2008 года группа ERIELL реализует проекты на территории Российской Федерации. Конкурентным преимуществом ERIELL на российском нефтесервисном рынке является наличие современного и технологичного бурового оборудования широкого спектра: от легких и мобильных буровых установок до сверхтяжелых грузоподъемностью свыше 600 тонн. Средний возраст оборудования ERIELL не превышает 2 лет. Инвестиции в технологии и инновации позволяют ERIELL быть в числе лидеров отрасли, готовых одинаково эффективно работать в экстремальных климатических условиях пустыни, гористой местности или вечной мерзлоты[1].

## Глава 2. Анализ методов переработки отходов применяемых на нефтедобывающих предприятиях

Выбор метода переработки и обезвреживания нефтяных шламов, в основном, зависит от количества содержащихся в шламе нефтепродуктов. В качестве основных методов обезвреживания и утилизации нефтеотходов практически используются:

-химические методы обезвреживания (затверждение путем диспергирования с гидрофобными реагентами на основе негашеной извести или других материалов);

-методы биологической переработки (биоразложение путем внесения нефтесодержащих отходов в пахотный слой земли; биоразложение с применением специальных штаммов бактерий, биогенных добавок и подачи воздуха);

-термические методы переработки (сжигание в открытых амбарах; сжигание в печах различного типа и конструкций; обезвоживание или сушка нефтяных шламов с возвратом нефтепродуктов в производство, а сточных вод в оборотную циркуляцию и последующим захоронением твердых остатков; пиролиз; газификация);

-физические методы переработки (гравитационное отстаивание; разделение в центробежном поле; фильтрование; экстракция);

-физико-химические методы переработки (разделение нефтяного шлама с применением специально подобранных ПАВ, деэмульгаторов, смачивателей, растворители и др. на составляющие фазы с последующим использованием);

-использование нефтешлама как сырье[2].

Все методы очистки имеют достоинства и недостатки которые приведены в таблице 1

Таблица 1 Характеристики основных методов утилизации и переработки нефтесодержащих отходов[2].

Основной классификационный признак	Разновидность метода	Основные преимущества	Ограничения в использовании
1. Термический метод	1.1 Сжигание в открытых топках.	Не требуется больших затрат.	Неполное сгорание нефтепродуктов, высокая опасность загрязнения воздушного бассейна продуктами сгорания.

Основной классификационный признак	Разновидность метода	Основные преимущества	Ограничения в использовании
	1.2 Сжигание в печах различного типа и конструкции.	Применяется для многих видов отходов. Объем образующейся золы в 10 раз меньше исходного продукта. Высокая эффективность обезвреживания.	Большие затраты по очистке и нейтрализации дымовых газов.
	1.3 Сушка в сушилках различных конструкций	Уменьшение объема в 2-3 раза. Сохранение ценных компонентов. Возможность комбинирования с другими природоохранными процессами.	Большие расходы тепла.
	1.4 Пиролиз	Высокая степень разложения. Возможность использования продуктов разложения	Высокие материальные и энергетические затраты.
	1.5 Способ AOSTRA TASIJK, заключающийся в сочетании процессов термической сепарации, пиролиза и сжигания.	Полученные продукты могут быть использованы повторно. Твердые остатки переработки шлама являются экологически безопасными. Более экономичный в сравнении со сжиганием.	
2. Химический	2.1 За твердевание путем диспергирования с гидрофобными реагентами на основе негашеной извести или других материалов.	Высокая эффективность процесса переработки нефтесодержащих отходов в порошкообразный гидрофобный материал, который может быть использован в дорожном строительстве. Один из перспективных методов обработки и утилизации нефтесодержащих отходов.	Требует применения специального оборудования, значительного количества негашеной извести ("пушонки") высокого качества, проведения дополнительных исследований воздействия на окружающую среду образующихся гидрофобных продуктов.
3. Биологический метод	3.1 Биоразложение путем ферментации (смешения) нефтесодержащих отходов в	Сравнительно не большие затраты и возможность использования имеющейся	Требует значительных земельных участков. Длительность процесса,

Основной классификационный признак	Разновидность метода	Основные преимущества	Ограничения в использовании
	пахотный слой земли.	сельскохозяйственной техники (трактора, культиваторы, плуги и др.).	ограниченность применения техники в зимнее время года, опасность загрязнения почвы вредными соединениями.
	3.2 Биоразложение с применением специальных штаммов бактерий, биогенных добавок и подачи воздуха.	Возможность интенсификации процесса. Требуется незначительные капитальные затраты.	Требуется значительная подготовка земельных участков и специальное оборудование.
4. Физический метод.	4.1 Гравитационное отстаивание.	Не требует больших капитальных и эксплуатационных затрат	Низкая эффективность разделения. Проблема до конца не решается из-за больших объемов образующихся осадков.
	4.2 Разделение в центробежном поле.	Возможность интенсификации процесса.	Требуется специальное оборудование (гидроциклоны, сепараторы, центрифуги). Проблема до конца не решается из-за неполноты отделения нефтепродуктов от образующихся осадков и сточных вод.
4.3 Разделение фильтрованием.	Сравнительно низкие затраты. Высокая степень надежности метода. Более высокое качество целевых продуктов. Менее требователен к качеству сырья.	Необходимость смены и регенерации фильтрующих материалов, введение специальных структурообразующих наполнителей. Проблема до конца не решается из-за образования не утилизируемых осадков.	
	4.4 Экстракция	Требуется специальное оборудование, растворители.	Необходимость регенерации экстрагента, неполнота извлечения



Основной классификационный признак	Разновидность метода	Основные преимущества	Ограничения в использовании
			нефтепродуктов из отходов.
5. Физико-химический метод	5.1. Применение специально подобранных поверхностно-активных веществ (деэмульгаторов, смачивателей и т.д.).	Возможность интенсификации процессов.	Высокая стоимость реагентов. Требуется применение специального оборудования, перемешивающих устройств. Образуется не утилизируемые твердые отходы.

### 3. Методы утилизации и переработки нефтешламов

При длительном хранении лоповые (резервуарные) и амбарные нефтешламы со временем разделяются на несколько слоев с характерными для каждого из них свойствами:

Верхний слой - трудноразделимая эмульсия нефтепродуктов с водой и механическими примесями, с глубиной слоя количество нефтепродуктов и примесей снижается,

Средний слой - осветленная вода, загрязненная нефтепродуктами и взвешенными частицами,

Нижний слой - донный осадок, состоящий из твердой фазы, пропитанной нефтепродуктами и водой; содержание нефтепродуктов относительно постоянное, количество механических примесей растет с глубиной.

Состав и свойства разных типов нефтешламов резервуарного и амбарного происхождения показывают, что в процессе зачистки и переработки шламов могут быть применены различные технологические приемы в зависимости от их физико-механических характеристик. В большинстве случаев основная часть резервуарных нефтешламов состоит

из жидковязких продуктов с высоким содержанием органики и воды и не большими добавками механических примесей. Такие шламы легко эвакуируются из резервуаров и отстойников в сборные емкости с помощью разнообразных насосов. Гелеобразные системы, как правило, образуются по стенкам емкостей. Естественно, что наиболее легко образуются нефтешламы, когда внутренние покрытия резервуаров не обладают топливо- и коррозионностойкой защитой.

За частую предприятия вынуждены накапливать и хранить на своей территории нефтешламы из-за недостаточного количества полигонов промышленных отходов, их принимающих, или из-за отсутствия установок по переработке нефтесодержащих отходов, соответственно платя за их хранение. Скапливание нефтеотходов на производственных территориях может привести к интенсивному загрязнению почвы, воздуха и грунтовых вод. Нередко нефтесодержащие отходы уничтожаются на промплощадках путем сжигания без очистки отходящих газов, загрязняющих атмосферу, что является нарушением законодательства по охране атмосферного воздуха и влечет плату за указанные выбросы в 25-кратном размере.

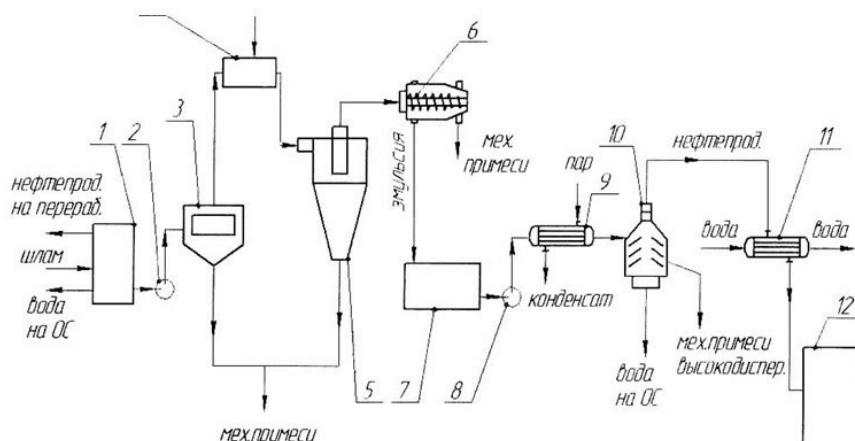
Нефтешлам из-за значительного содержания в нем нефтепродуктов можно отнести к вторичным материальным ресурсам. Использование его в качестве сырья является одним из рациональных способов его утилизации, так как при этом достигается оптимизированный экологический и экономический эффект[3].

#### 4. Предполагаемое оборудование

Ежегодно на объектах нефтедобычи ERIELL GROUP образуется до 4300 т нефтешламов. Шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти образующиеся отходы от мест образования откачиваются и выводятся бардами, на территории которого находится объект длительного хранения отходов - шламонакопитель.

На основании вышеизложенного предлагается опытно-промышленная установка "Альфа-Лаваль" для переработки нефтешламов различного происхождения от старонакопленных нефтешламов в амбарах до вновь образуемых при зачистке резервуаров, от аварийных разливов при добыче и транспортировке нефти, при проведении подземных и капитальных ремонтов скважин, с последующим обезвреживанием биологическим методом до полного разложения нефтепродуктов на полигоне.

Рис. 1 Схема установки переработки нефтешлама Альфа-Лаваль



В состав сооружений установки входят:

шламонакопитель;

установка переработки нефтешлама;

резервуары сырьевые нефтешлама;

резервуар то варный для продукта переработки нефтешлама (ППНШ);

отстойник для воды;

насосная станция;

дренажная емкость;

полигон обезвреживания осадка;

шламоприемник;

площадка для отмыва шлама;

площадка реагентного хозяйства;

площадка сырьевых насосов

отстойник умягченной воды

наливная эстакада

емкость утечек с наливного шланга.

Установка переработки нефтешламов производства фирмы "Альфа-Лаваль", имеющая производительность до 5,0 м<sup>3</sup>/час, рассчитана на переработку усредненного нефтешлама со следующими характеристиками:

температура на входе - 40...60 °С;

содержание нефтепродукта в нефтешламе - 10 - 45%;

плотность нефтешлама - до 950 кг/м<sup>3</sup>;

содержание механических примесей - до 20%.

## **5. Расчет предлагаемых и внедряемых аппаратов для переработки нефтешлама**

Динамический фильтр (вибросито) представляет собой бункер, верхняя часть которого обечайка диаметром 1 м и высотой 0,75 м имеет 2 диаметрально расположенные отверстия в нижней части на жесткую коническую обрешетку натянута фильтровальная сетка.

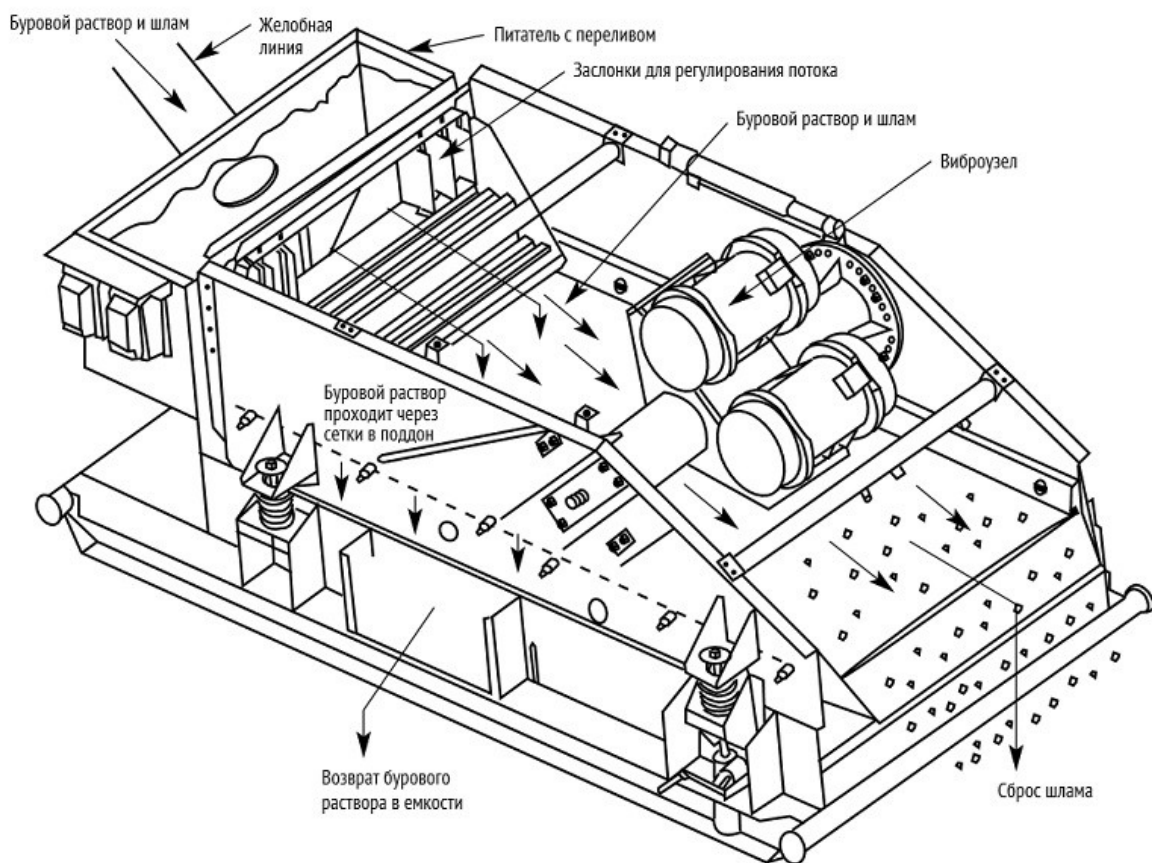


Рис. 1.2 Динамический фильтр (вибросито)

Процесс фильтрации происходит следующим образом. На вибрационное сито в центр подают нефтешлам.

Жидкая фракция проходит сквозь сетку в нижний бункер и по лотку выходит в приемную воронку от водного трубопровода.

Твердая фракция под действием инерционных сил скатывается к периферии верхнего бункера и через отверстия в обечайке по лоткам в приемный короб горизонтального транспортера.

Эффективность = 30-40%.

Таблица 1.2 - материальный баланс при вход в вибросито

Сырьё	%	кг/час	т/час	т/сутки	т/год
Нефтешлам, в том числе:	100	4750	4,75	114	18810

продукт переработки нефтешлама;	31,4	1491	1,49	35,8	5907
Механические примеси;	5,0	5700	0,237	5,7	940,5
Вода;	63,6	3020	3,022	72,5	11963,16

Таблица 1.3 - материальный баланс после прохождения вибросита

Продукт	%	кг/час	т/час	т/сутки	т/год
Нефтешлам, в том числе:	100	4226,700	4,227	101,441	16737,730
Механические примеси	3,93	165,900	0,166	3,982	656,964
Нефтепродукты	31,75	1341,900	1,342	32,206	5313,924
Вода	64,33	2718,900	2,719	65,254	10766,840
<b>Твердый остаток</b>		<b>522,300</b>	<b>0,523</b>	<b>42,560</b>	<b>2072,270</b>
<b>Итого</b>		<b>4750,000</b>	<b>4,750</b>	<b>114,000</b>	<b>18810,000</b>

### Расчет Центрифуги:

Методика расчета центрифуги основана на использовании СНиП 2.04.03-85 [4].

Рассчитываем объем ванны ротора центрифуги:

$$W_{cf} = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{cf}^2 \cdot L_{cf} \quad (1.1)$$

Определяется объемная производительность центрифуги  $Q_{cf}$ :

$$Q_{cf} = 3600 \frac{W_{cf} \cdot K_{cf}}{t_{cf}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.2)$$

$W_{cf}$  - объем ванны ротора центрифуги,  $\text{м}^3$

$K_{cf}$  - коэффициент использования объема центрифуги, принимаемый равным 0,4-0,6.

Определяется количество рабочих центрифуг  $n$ :

$$n = q_{\omega} / Q_{cf}, \text{ шт} \quad (1.3)$$

где  $q_{\omega}$  - максимальный часовой расход нефтешлама,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Данные для расчета:

$q_{\omega} = 4,02 \text{ м}^3/\text{час}$ , требуется задержать примеси гидравлической крупностью свыше 0,1 мм/с.

Фактор разделения, при котором достигается необходимая степень разделения, составляет  $F_r = 3140$ .

Требуемая продолжительность центрифугирования  $t_{cf} = 40 \text{ с}$ .

Так как расход  $4,02 \text{ м}^3/\text{час}$ , принимаем непрерывно действующую центрифугу с протivotочным движением типа ОГШ, исходя из данного фактора разделения по таблице находим центрифугу ОГШ - 352К-6, диаметр ротора  $D_{cf} = 0,35 \text{ м}$ , длина ротора  $L_{cf} = 3,76 \cdot D_{cf} = 3,76 \cdot 0,35 = 1,316 \text{ м}$ ) и рассчитываем объем ванны ротора центрифуги:

$$W_{cf} = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{cf}^2 \cdot L_{cf} = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,35^2 \cdot 1,316 = 0,127 \text{ м}^3 \quad (1.4)$$

Затем определяем ее объемную производительность по формуле

$$Q_{cf} = 3600 \frac{W_{cf} \cdot K_{cf}}{t_{cf}} = 3600 \frac{0.127 \cdot 0.4}{40} = 4.6 \text{ м}^3/\text{час} \quad (1.5)$$

По формуле рассчитываем количество рабочих центрифуг:

$$n = \frac{q_w}{Q_{cf}} = \frac{4.75}{4.6} = 1 \text{ шт.} \quad (1.6)$$

Таблица – 1.4 Материальный баланс до прохождения центрифуги

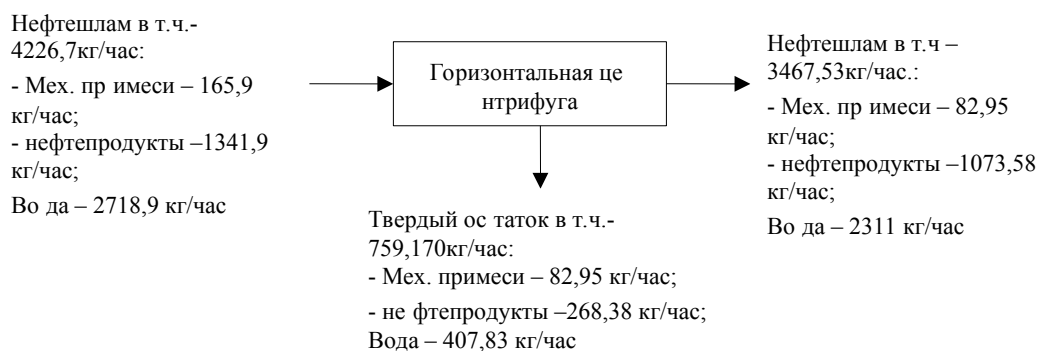
Продукт	%	кг/час	т/час	т/сутки	т/год
Нефтьшлам, в том числе:	100	4226,700	4,227	101,441	16737,730
Механические примеси	3,93	165,900	0,166	3,982	656,964
Нефтепродукты	31,75	1341,900	1,342	32,206	5313,924
Вода	64,33	2718,900	2,719	65,254	10766,840
<b>Твердый остаток</b>		<b>522,300</b>	<b>0,523</b>	<b>42,560</b>	<b>2072,270</b>
<b>Итого</b>		<b>4750,000</b>	<b>4,750</b>	<b>114,000</b>	<b>18810,000</b>

Таблица – 1.5 Материальный баланс после прохождения центрифуги

Продукт	%	кг/час	т/час	т/сутки	т/год
Нефтьшлам, в том числе:	100,00	3467,530	3,468	83,221	13731,420
Механические пр	2,39	82,950	0,083	1,991	328,482



имеси					
Нефтепродукты	30,96	1073,580	1,074	25,765	4251,377
Во да	66,65	2311,000	2,311	55,464	9151,560
<b>Твердый ос таток</b>		759,170	0,759	18,221	3006,310
<b>Итого</b>		4226,700	4,227	101,441	16737,730



Ри сунок – 1.3 Схема пр охождения нефтешлама че рез центрифугу

### Ра счет сепаратора.

Ра счет сепаратора пр оизведен по книге "Пр оцессы и аппараты хи мической технологии" Пл ановский А.Н., Рамм В.М., Ка ган С.З. [5].

Находим уг ловую скорость вр ащения:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (1.7)$$

Определяем фа ктор разделения:

$$\Phi = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} \quad (1.8)$$

На ходим рабочий об ъем барабана се паратора:

$$\Omega = \pi \cdot (R^2 - r_o^2) \cdot L \quad (1.9)$$

Индекс производительности:

$$\Sigma = \frac{\Omega \cdot n^2}{900 \cdot \ln \frac{R}{r_o}} \quad (2.0)$$

Показатель эффективности работы сепаратора:

$$\xi = A \left( \frac{V^2}{\omega^2 \cdot r_o^3 \cdot L^3} \right)^{0,1} \cdot \left( \frac{V \cdot \rho_{жс}}{2 \cdot \pi \cdot r_o \cdot \mu_{жс}} \right)^{-0,1} \cdot \left( \frac{\Delta \rho}{\rho_{жс}} \right) \quad (2.9)$$

Определяем производительность сепаратора:

$$V = \xi \cdot \omega_o \cdot \Sigma \quad (3.0)$$

**Исходные данные:**

Наружный радиус барабана  $R=270$ мм

Длина барабана  $L=220$ мм

Внутренний радиус кольцевого слоя суспензии в барабане  $r_o=170$

мм

Плотность твердой фазы  $\rho_{тв.} = 1200$ кг/м<sup>3</sup>

Плотность жидкой фазы  $\rho_{ж.} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

Вязкость жидкой фазы суспензии  $9,71 \cdot 10^{-4}$ н·сек/м<sup>2</sup>.

Угловая скорость вращения составляет:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3.14 \cdot 1450}{30} = 151.77 \text{ рад/сек} \quad (3.1)$$

Фактор разделения

$$\Phi = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} = \frac{151.77^2 \cdot 0.27}{9.81} = 633.97 \quad (3.2)$$

Находим рабочий объем барабана сепаратора

$$\Omega = \pi \cdot (R^2 - r_o^2) \cdot L = 3.14 \cdot (0.27^2 - 0.17^2) \cdot 0.22 = 0.03 \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

Индекс производительности:

$$\Sigma = \frac{\Omega \cdot n^2}{900 \cdot \ln \frac{R}{r_o}} = \frac{0.03 \cdot 1450^2}{900 \cdot \ln \frac{0.27}{0.17}} = 151.54 \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

Показатель эффективности работы сепаратора:

$$\xi = A \left( \frac{V^2}{\omega^2 \cdot r_o^3 \cdot L^3} \right)^{0.1} \cdot \left( \frac{V \cdot \rho_{жс}}{2 \cdot \pi \cdot r_o \cdot \mu_{жс}} \right)^{-0.1} \cdot \left( \frac{\Delta \rho}{\rho_{жс}} \right)$$

$$\xi = 9 \cdot \left( \frac{V^2}{151.77^2 \cdot 0.17^3 \cdot 0.22^3} \right)^{0.1} \cdot \left( \frac{V \cdot 1000}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.17 \cdot 9.71 \cdot 10^{-4}} \right)^{-0.1} \cdot \left( \frac{1200 - 1000}{1000} \right)^{2.04} = 9 \cdot (0.98 V^{0.2}) \cdot (0.004 \cdot V^{-0.1}) \cdot 0.038 = 0.342 \cdot V^{0.1} \quad (3.5)$$

Определяем производительность сепаратора:

$$V = \xi \cdot \omega_o \cdot \Sigma = 0.342 \cdot V^{0.1} \cdot \frac{0.7}{3600} \cdot 151.54 \quad (3.6)$$

$$V = 0.342 \cdot V^2 \cdot 0.029$$

$$V^{0.9} = 0.0099 \text{ м}^3/\text{сек}$$

$$V = 0.0099 = 35.64 \text{ м}^3/\text{час}$$

По сле прохождения нефтешлама через ус тановку получается 3 от сепарированных продукта: - продукт переработки нефтешлама;

вода с содержанием нефтепродуктов;

шлам (кек) с содержанием нефтепродуктов.

Таблица – 1.3 Материальный баланс до прохождения сепаратора

Продукт	%	кг/час	т/час	т/сутки	т/год
Нефтешлам, в том числе:	100,00	3467,530	3,468	83,221	13731,420
Механические примеси	2,39	82,950	0,083	1,991	328,482
Нефтепродукты	30,96	1073,580	1,074	25,765	4251,377
Вода	66,65	2311,000	2,311	55,464	9151,560
<b>Твердый остаток</b>		759,170	0,759	18,221	3006,310
<b>Итого</b>		4226,700	4,227	101,441	16737,730

Таблица – 1.4 Материальный баланс по сле прохождения сепаратора

Продукт	%	кг/час	т/час	т/сутки	т/год
Нефтешлам, в том числе:	100,00	3467,510	3,468	83,220 24	13731,340
Механические примеси	10,43	361,790	0,362	8,682	1432,688
Нефтепродукты	27,32	947,330	0,947	22,736	3751,427
Вода	62,25	2158,390	2,158	51,801	8547,224

<b>Твердый осадок</b>		0,020	0,001	0,001	0,080
<b>Итого</b>		3467,530	3,468	83,221	13731,420

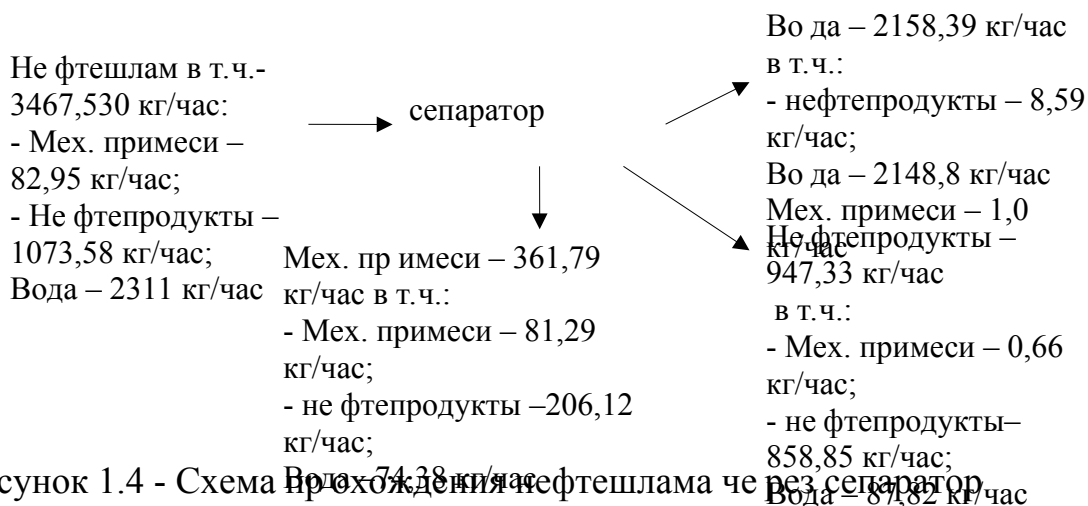


Рисунок 1.4 - Схема прохождения нефтешлама через сепаратор

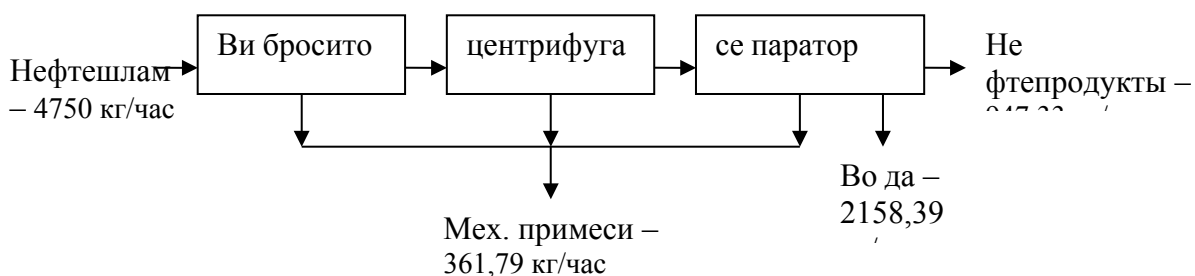


Рисунок 1.5 - Схема обобщенных материальных потоков

## 6. Эколого-экономический анализ предотвращенного ущерба по чве как объекту окружающей среды при утилизации буровых шламов

Для расчета суммарного эколого-экономического ущерба (вреда) почве от размещения бурового шлама в шламовом амбаре произведен расчет объема шламового амбара из расчета того, что средняя глубина бурения нефтегазовых скважин составляет 3000 м.

Согласно Инструкции по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше общий объем отходов бу

рения складывается из объема шлама, который образуется в результате вырубki по роды, отработанного бурового раствора и буровых сточных вод [6].

Расчет объема выбуренной породы для глубины бурения 3000 м при строительстве скважин приведен в таблице 1.9.

Таблица 1.9 Расчет объема выбуренной породы

Наименование параметров	Интервалы бурения, м		
	0–30	30–500	500–3000
Глубина скважины	0–30	30–500	500–3000
Диаметр скважины, $D_i$ , мм	0,394	0,295	0,215
Длина интервала ствола скважины, $L_i$ , м	30	470	2500
Коэффициент кверности, $k_i$	1,3	1,3	1,25
Объем интервала скважины, $V_i = 0.785 \cdot k_i \cdot D_i^2 \cdot L_i \cdot M^3$	4,75	41,74	113,4
Итого: объем выбуренной породы $V_n = \sum V_i, M^3$	159,89		

При этом объем шлама рассчитывается исходя из диаметра скважины и ее глубины по формуле :

$$V_{ш} = 1,2 \cdot V_n \quad (3.7)$$

где  $V_{ш}$  — объем шлама;

$V_n$  — объем вырубленной породы;

1.2 — коэффициент, учитывающий разуплотнение выбуренной породы.

$$V_{ш} = 1.2 \cdot 159.89 = 191.87 \text{ м}^3$$

Объем отработанного бурового раствора рассчитывается по формуле:

$$V_{обр} = 1.2 \cdot V_n \cdot K_1 + 0.5 \cdot V_{ц} \quad (3.8)$$

где  $V_{обр}$  — объем отработанного бурового раствора;

$K_1$  — коэффициент, учитывающий потери бурового раствора, уходящего со шламом при очистке на вибросите, пескоотделителе и иллотделителе ( $K_1=1,052$ );

$V_{ц}$  — объем циркуляционной системы буровой установки

$$V_{обр} = 1,2 \cdot 159,89 \cdot 1,052 + 0,5 \cdot 120 = 261,85 \text{ м}^3$$

Объем буровых сточных вод при внедрении оборотной системы водоснабжения рассчитывается по формуле:

$$V_{бсв} = 2 \cdot V_{обр} \quad (3.9)$$

где  $V_{бсв}$  — объем буровых сточных вод.

$$V_{бсв} = 2 \cdot 261,85 = 523,7 \text{ м}^3$$

Расчет объема шламового амбара производится по формуле:

$$V_{ша} = 1,1 \cdot (V_{ш} + V_{обр} + V_{бсв}) \quad (4.0)$$

где  $V_{ш}$  — объем шлама;

$V_{ша}$  — объем шламового амбара.

Таким образом, средний объем шламового амбара при бурении скважины глубиной 3000 м составляет:

$$V_{ша} = 1,1 \cdot (191,87 + 261,85 + 523,7) = 1075,16 \text{ м}^3$$

Предположим, что средняя глубина шламового амбара 2 м. Отсюда следует, что средняя площадь шламового амбара составляет 550 м<sup>2</sup>.

Согласно Методике исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [7], исчисление в стоимостной форме размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, осуществляется по формуле:

$$УЩ = УЩ_{загр} + УЩ_{отх} + УЩ_{порч} \quad (4.1)$$

где УЩ загр — размер вреда при химическом загрязнении почв, руб;

УЩотх — размер вреда в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления, руб;

УЩ порч — размер вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв, а также почвенного профиля искусственными покрытиями и (или) линейными объектами, руб.

Размер вреда в результате несанкционированного размещения отходов и размер вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв при размещении бурового шлама в шламовом амбаре отсутствует.

Вред при химическом загрязнении почв исчисляется согласно в стоимостной форме по формуле:

$$УЩ_{загр} = СХВ \cdot S \cdot K_r \cdot K_{исх} \cdot T_x \quad (4.2)$$

где СХВ — степень химического загрязнения;

S — площадь загрязненного участка (м<sup>2</sup>);

K<sub>r</sub> — показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв;

K<sub>исх</sub> — показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен земельный участок;

T<sub>x</sub> — такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв, руб / м<sup>2</sup>.

K<sub>r</sub> при глубине шламового амбара 2 м принимаем равным 2,0;

K<sub>исх</sub> для земель остальных категорий и видов целевого назначения принимаем равным 1,0;



$T_x$  для среднетаежной почвенно-климатической зоны принимаем равным 500.

Площадь загрязненного участка ( $S$ ) принимаем равным площади шламового амбара (550 м<sup>2</sup>).

Степень химического загрязнения зависит от соотношения фактического содержания  $i$ -го химического вещества в буровом шламе к нормативу качества окружающей среды для почв ( $C$ ) (табл. 2).

Таблица 2 Расчёт соотношения ( $C$ )

Наименование вещества	Ед. изм.	Среднее содержание загрязняющих веществ в буровом шламе согласно ранее проведенным исследованиям	ПДК (ОДК) в почве на территории лицензионных участков добычи нефти Западной Сибири	$C_i$
Медь	мг / кг	32,2	66	0,488
Никель	мг / кг	24,15	40	0,60
Хром	мг / кг	61,76	90	0,686
Марганец	мг / кг	579,18	1500	0,386

Цинк	мг / кг	67,37	110	0,612
Нефтепродукты	мг / кг	5000	5000	1,0
Хлориды	мг / кг	8596,61	360	23,88
ΣС				27,652

При значении (С) в интервале от более 20 до 30 степень химического загрязнения (СХВ) принимается равным 4,0

Таким образом, размер вреда при химическом загрязнении почв в результате размещения отходов бурения в шламовом амбаре объемом 1075 м<sup>3</sup> составляет:

$$УЩ_{загр} = 4 \cdot 550 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 500 = 2200000 \text{ руб}$$

Так как расчеты, приведенные выше показали, что объем бурового шлама, размещенного в шламовом амбаре объемом V<sub>ша</sub> = 1075 м<sup>3</sup>, составляет V<sub>ш</sub> = 192 м<sup>3</sup>, то ущерб от размещения бурового шлама в шламовом амбаре составляет 384000 рублей. Таким образом, стоимостный ущерб от размещения 1 м<sup>3</sup> бурового шлама составляет 2000 рублей.

Ежегодно в Западной Сибири где располагается около 70 % всех нефтедобывающих скважин РФ образовывается более 5 млн. м<sup>3</sup> отходов бурения (включая 892300 м<sup>3</sup> бурового шлама).

С учетом этого ежегодно суммарный эколого-экономический ущерб (вред) почве, как объекту окружающей среде, от размещения бурового шлама в шламовых амбарах составляет 1784,6 млн. руб. При этом происходит деградация почв на площади 2,5 млн. м<sup>2</sup>.

Эколого-экономическая оценка предотвращенного ущерба (вреда) почвам, как объекту окружающей среды, проводилась из расчета того,

что буровой шлам будет утилизирован с получением дорожно-строительной (шламо-песчаной) смеси, производительностью 40000 т / год по производимой продукции или с учетом плотности шламо-песчаной смеси 1500 кг / м<sup>3</sup>–26666,67 м<sup>3</sup> / год [8].

С учетом того, что соотношение шлам: песок в технологии производства шламо-песчаной смеси принято на уровне 1:3 (для соблюдения строительных и экологических требований), соответственно бурового шлама для производства требуемого объема продукции необходимо 6666,67 м<sup>3</sup> / год. Предотвращенный ущерб почве (УЩ<sub>пред</sub>) как, объекту окружающей среде, при этом определяется по формуле:

$$УЩ_{пред} = V_{бш} \cdot ЦУЩ_{бш} \quad (4.3)$$

где УЩ<sub>сумм</sub> — суммарный эколого-экономический ущерб (вред) почве, как объекту окружающей среде, от размещения бурового шлама в шламовых амбарах, млн. руб;

V<sub>бш</sub> — объем бурового шлама, использованный в технологии утилизации с получением дорожно-строительной смеси, м<sup>3</sup>;

ЦУЩ<sub>бш</sub> — стоимостный ущерб от размещения 1 м<sup>3</sup> бурового шлама в шламовом амбаре, млн. руб;

Таким образом, предотвращенный эколого-экономический ущерб (вред) почве, как объекту окружающей среды, при утилизации бурового шлама с получением дорожно-строительного материала, составляет:

$$УЩ_{пред} = 6666,67 \cdot 2000 = 13,333 \text{ млн. руб}$$

При этом освобождаются и возвращаются в хозяйственный оборот земли (после проведения необходимых восстановительных мероприятий) на площади 19,097 тыс. м<sup>2</sup>.

## Заключение

В данной работе приведены примеры патентных разработок в области переработки нефтешламов.

В связи с увеличением производства, и устаревшего оборудования обоснованы и выбраны аппараты для механической, физической и химической переработки нефтешламов.

Произведен эколого-экономический анализ предотвращенного ущерба почве как объекту окружающей среды при утилизации буровых шламов.

Таким образом, предотвращенный эколого-экономический ущерб (вред) почве, как объекту окружающей среды, при утилизации бурового шлама с получением дорожно-строительного материала, составляет: 13,333 млн. руб.

При этом освобождаются и возвращаются в хозяйственный оборот земли (после проведения необходимых восстановительных мероприятий) на площади 19,097 тыс. м<sup>2</sup>.

## Список литературы

1. Официальный сайт компании Eriell group. URL– (<https://www.eriell.com/>) – электронный ресурс.
2. Бережной С.Б., Барко В.И. Экологически чистый метод утилизации нефтешламов // Безопасность жизнедеятельности. - 2003. - № 9. - с.48-50.
3. Баширов В.В., Бриль Д.М., Фердман В.М., Тухбатуллин Р.Г., Харланов Г.П. Способы переработки нефтешламов // Защита от коррозии и охрана окружающей среды. - 1994. - № 10. - с.7-15.
4. СНиП 2.04.03 - 85. Канализация. Наружные сети и сооружения. - Введ.01.01.1986. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 72с.
5. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. - Москва: Изд-во Госхимиздат - 1962. - 843с.
6. Пичугин, Е. А. Эколого-экономический анализ предотвращенного ущерба почве как объекту окружающей среды при утилизации буровых шламов / Е. А. Пичугин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 14 (73). — С. 84-87.
7. Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. Приказ МПР РФ от 08.07.2010 № 238 — Доступ из справ.-правовой системы Консультант-Плюс. URL - <http://www.consultant.ru/>.
8. Пичугин Е. А. Технология утилизации буровых шламов с получением экологически чистого дорожно-строительного материала // Молодой ученый. — 2013. — № 9(56). — С. 124–126.

## Приложение А



