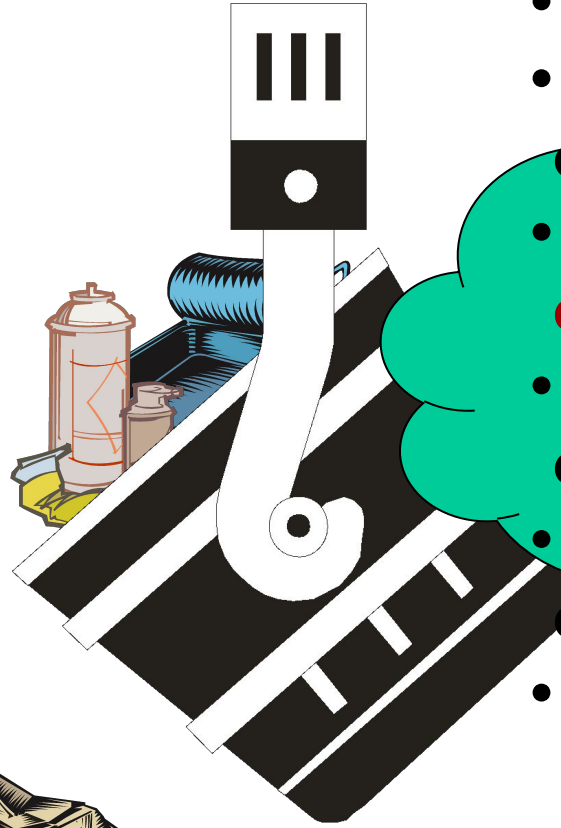


УТИЛИЗАЦІЯ НЕФТЕШЛАМОВ

- ТБО
- Промышленные отходы
- **Нефтяные отходы**
- Радиоактивные отходы
- Токсичные отходы
- Др.



ОТХОДЫ



ТЕХНОСФЕРА

Нефтяные загрязнения почвы

По данным Минприроды количество нефтезагрязненных земель и нефтешламов в России превышает 10 млн. м³



Загрязнение земли нефтепродуктами

- **Жидкие углеводороды легко проникают в верхние слои почвы.. Часть углеводородов остается в почве за счет смачивания и адсорбции и затем поступает в корневую систему растений вместе с влагой и питательными элементами, необратимо угнетая развитие растений при концентрации свыше 2 г на 1 кг почвы (порог фитотоксичности).**
- **Разливы жидких углеводородов приводят к задержанию или полному выпадению фенофаз в развитии растений, вызывают морфологические изменения растений, задерживают на 20-30 дней начало вегетации.**
- **В тундре при первом же попадании в почву нефти в количестве 2-16 л на 1 кв.км исчезает лишайниковая растительность. В лесах эта доза составляет 20-100 л на 1 кв. км. Некоторые виды растений выдерживают очень высокие концентрации нефтепродуктов в почве и используются для рекультивации загрязненных территорий.**
- **Часть углеводородов испаряется из почвы (легкие фракции) или разлагается в результате сложных биохимических реакций. Образованные пары и токсичные газы загрязняют атмосферу. Остальные углеводороды вымываются почвенными водами и поступают в реки и водоемы.**



Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами

| Год | Источник загрязнения | Площадь загрязнения, га | | | Количество нефти и нефтепродуктов, т | Рекультивировано земель, га |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| | | Земли | Водных объектов | Грунтовых вод | | |
| 1998-2000 | Всего | 4191,8 | 88321,6 | 1290,2 | 53241,2 | 830,7 |
| 2001 | Всего | 2980,6 | 4972,4 | 424,4 | 5409,8 | 273,2 |
| | в том числе | | | | | |
| | нефтедобыча | 2435,8 | 0,3 | 4,4 | 1777,2 | 261,3 |
| | трубопроводы | 66,3 | 4659,1 | | 315,1 | 5,2 |
| | нефтепереработка | 0,2 | | | 0,6 | 0,2 |
| | Реализация нефти и нефтепродуктов | 53,2 | 308,8 | 420,0 | 2108,6 | 6,0 |
| прочие | 425,1 | 4,2 | | 1208,3 | 0,5 | |

Примечание: данные получены в ходе осуществления государственного экологического контроля территориальными органами МПР России

Источник: Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2001 г.»

Свойства и переработка нефтешламов

- **Нефтешламы являются одним из наиболее опасных загрязнителей практически всех компонентов природной среды (поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха) По данным Комитета природных ресурсов по ХМАО, к концу 1998 года на территории Нефтеюганского района находилось 385 nereкультивированных шламовых амбаров с 52 тыс. т отходов бурения и 36 тыс. т нефтешламов в местах временного размещения.**
- **Нефтешламы представляют собой устойчивые эмульсии. С течением времени происходит естественное их «старение», испарение легких фракций, окисление и осмоление нефти, образование коллоидно-мицеллярных конгломератов, попадание дополнительных механических примесей неорганического происхождения (песок, глина). Устойчивость к разрушению таких многокомпонентных дисперсных систем многократно возрастает, а обработка и утилизация их представляет одну из труднейших задач.**
- **В составе шламов, кроме нефти и ее производных, находятся от 40 до 70 различных загрязняющих веществ. Известно, что загрязнители из амбаров проникают на глубину до 80 м, при этом минерализация подземных вод может повышаться до 10 раз. В зависимости от условий загрязнения от амбаров распространяются по направлению движения подземных вод от сотен метров до нескольких километров. Кроме того, доказано, что нефтешламы обладают радиоактивностью, превышающей нормативные требования, что связывается с наличием в них таких радиоактивных элементов, как радий и барий.**

Структура и физико-химические свойства нефтешламов

Анализ данных **НГДУ «Юганскнефть»** показывает, что нефтешламы шламовых амбаров имеют примерно один и тот же качественный состав и представляют собой **двухслойные** системы.

Для примера приведены данные по физико-химическому составу нефтешламов НГДУ «Юганскнефть» ЦППН-1, где расположено семь шламовых амбаров, два из которых предназначены для сбора шлама канализационных очистных сооружений.

- Нефтешламы в «канализационных» амбарах отличаются по составу от шламов зачистки технологического оборудования цехов повышенным (до 80% в нижнем слое) содержанием мехпримесей как в верхнем, так и в донном слое. Плотность нижних слоев лежит в пределах 1800-1900 кг/м³, верхних 1300-1800 кг/м³

По данным специалистов **ЗАО НКФ «МаВР»** при длительном хранении резервуарные нефтешламы со временем разделяются **на несколько** слоев с характерными для каждого из них свойствами.

- Верхний слой представляет собой обводненный нефтепродукт с содержанием до 5% тонкодисперсных механических примесей и относится к классу эмульсий "вода в масле". В состав этого слоя входят 70-80% масел, 6-25% асфальтенов, 7-20% смол, 1-4% парафинов. Содержание воды не превышает 5-8%. Довольно часто органическая часть свежееобразованного верхнего слоя нефтешлама по составу и свойствам близка к хранящемуся в резервуарах исходному нефтепродукту. Такая ситуация обычно имеет место в расходных резервуарах автозаправочных станций.
 - Средний, сравнительно небольшой по объему слой представляет собой эмульсию типа "масло в воде". Этот слой содержит 70-80% воды и 1,5-15% механических примесей.
 - Следующий слой целиком состоит из отстоявшейся минерализованной воды с плотностью 1,01-1,19 г/см³.
- Наконец, придонный слой (донный ил) обычно представляет собой твердую фазу, включающую до 45% органики, 52-88% твердых механических примесей, включая окислы железа. Поскольку донный ил представляет собой гидратированную массу, то содержание воды в нем может достигать до 25%.

- **Верхний слой «технологического шлама» текуч, хотя и очень вязок (>150 мм²/с). Нефтешлам, отобранный из верхних слоев амбаров содержит достаточно большое количество углеводородов «дизельной фракции», находящихся в пределах 50-80% масс. Содержание воды достигает 23% масс. Водная фаза имеет слабокислую или нейтральную реакцию среды.**
- **В составе некоторых нефтешламов имеются высшие парафины, содержание которых в нижних слоях колеблется до 19% масс. Необходимо отметить, что концентрация парафинов в нижних слоях выше, чем в верхних (10% масс.). Явление увеличения концентрации парафинов по мере углубления в нижние слои шламонакопителя можно объяснить адсорбцией парафинов на механических примесях, локализуемых в нижних слоях шламонакопителей.**
- **Верхний и нижний слои «технологических» амбаров отличаются не только по химическому составу, но и по своим физическим характеристикам. Плотность верхних слоев лежит в пределах 870-960 кг/м³. Плотность нижних слоев может достигать 1500 кг/м³. Такое отличие обусловлено содержанием в нефтешламах различных уровней минеральных веществ. Если для нефтешлама верхних слоев характерна зольность 2-10%, то в нижних слоях она достигает 67%.**

Перспективы утилизации нефтешламов

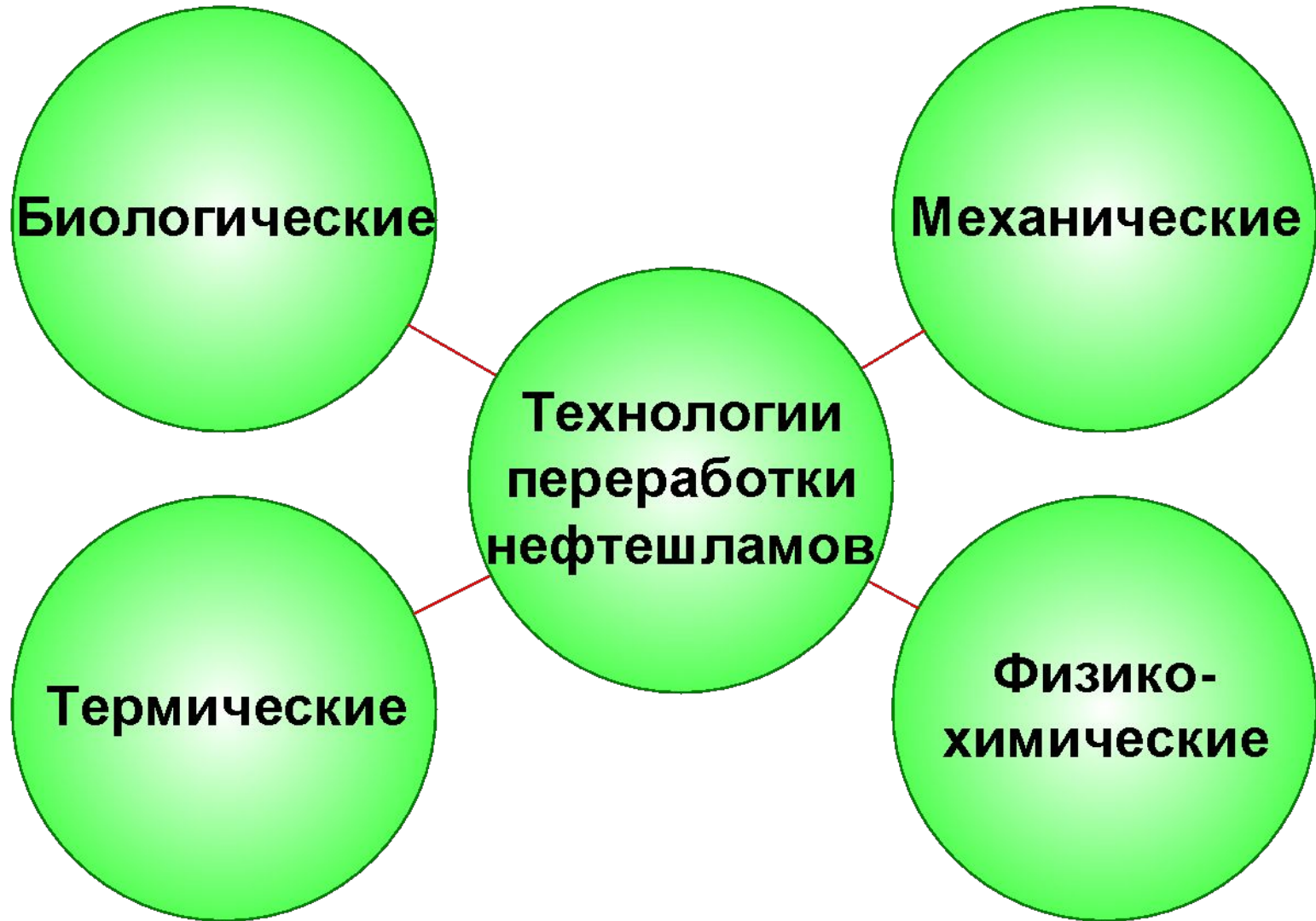
Содержимое шламовых амбаров условно можно разделить на два типа:

- верхний слой — трудноразрушаемые водонефтяные эмульсии (т.н. «легкие нефтешламы»), содержащие более 50% нефти;

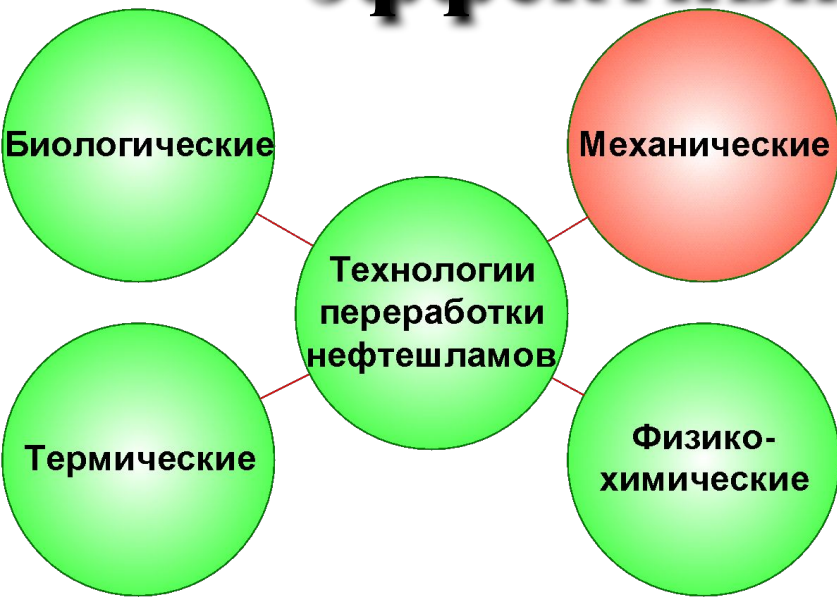
- нижний слой — донный нефтешлам, образующийся в процессе отстоя нефтешлама в шламонакопителях и шламовых амбарах, для которого характерны большая концентрация асфальтенов и смол и высокое содержание мехпримесей.

- К основным методам утилизации и переработки нефтесодержащих отходов, относятся следующие:
- **1. Термические методы.** К разновидностям этого метода относятся сжигание, сушка, пиролиз, заключающийся в переработке шлама в твердый порошкообразный материал термическая сепарация и различные сочетания этих разновидностей.
- **2. Химический метод,** путем диспергирования с гидрофобными реагентами на основе негашеной извести или других материалов.
- **3. Биологический метод** разложения нефтешламов с применением специальных углеводородокисляющих бактерий.
- **4. Физический метод** разделения составляющих нефтешлама гравитационным отстаиванием, в центробежном поле, фильтрованием и экстракцией.
- **5. Физико-химический метод** - интенсификация физического метода применением специально подобранных химреагентов, влияющих на изменение состояния коллоидно-дисперсной структуры взвешенных частиц в нефтяной и водной фазах.
- В настоящее время многие нефтедобывающие предприятия эксплуатируют установки по переработке нефтешламов. Это, в основном, установки известных зарубежных фирм ALFA-LAVAL, KHD HUMBOLDT VEDAG AG, FLOTTVEG и некоторых других. Утилизация донных нефтешламов с использованием физико-химических методов часто не дает желаемых результатов. Наиболее перспективно в этом плане использование комплекса мер с обязательным применением биологических методов. Неплохие перспективы имеет и химический метод переработки отходов в гидрофобный материал – химическое «капсулирование» (например, с «пушонкой»), который может быть использован в дорожном строительстве.

Нефтешламы

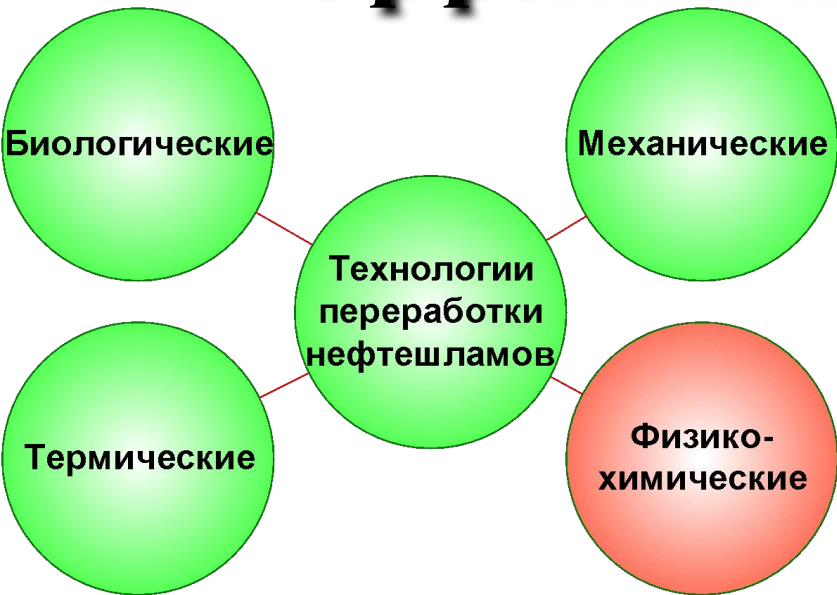


Параметры, определяющие эффективность технологий



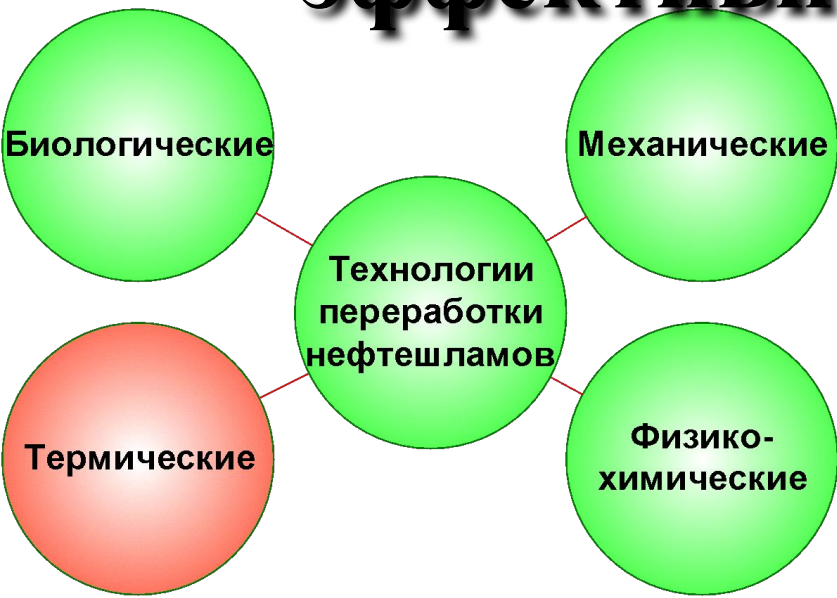
- Присутствие ПАВ
- Вязкость
- Содержание и размер частиц механических примесей
- Необходимость предварительного подогрева
- Необходимость предварительной реагентной обработки

Параметры, определяющие эффективность технологий



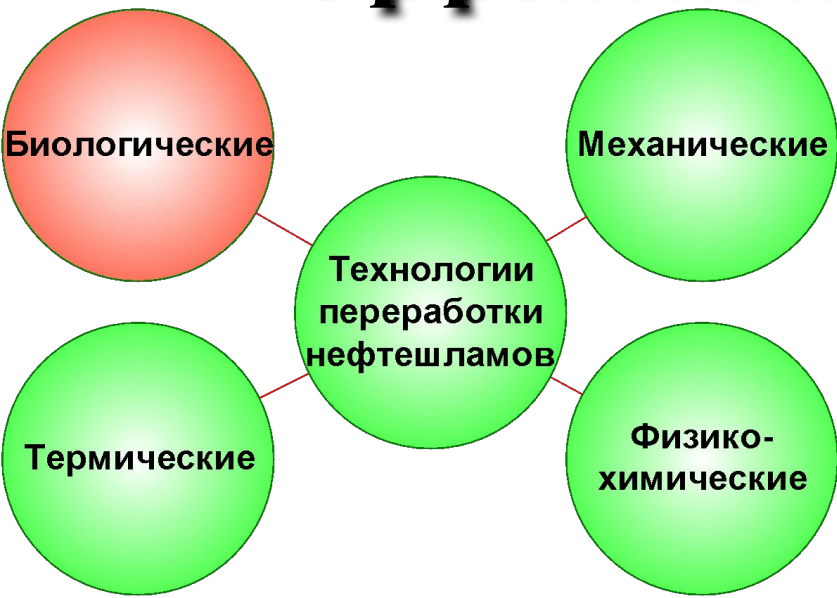
- Реакция среды pH
- Фазовый состав
- Температура
- Использование коагулянтов и флокулянтов, точность дозировки
- Необходимость в некоторых случаях использовать жидкие углеводороды в качестве разбавителей

Параметры, определяющие эффективность технологий



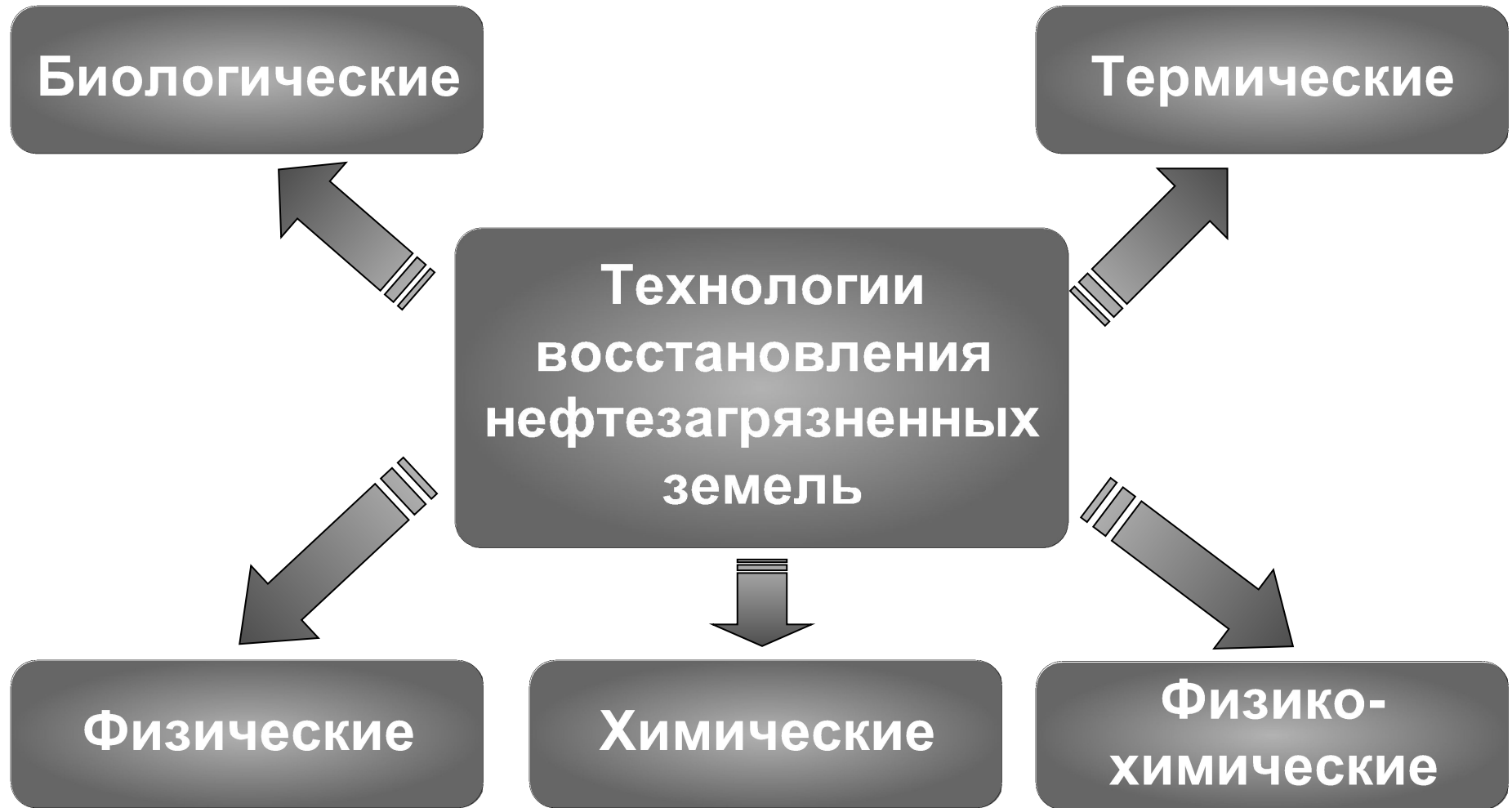
- **Высокие энергозатраты**
- **Отсутствие прибыли от реализации нефтяного компонента**
- **Токсичные выбросы**
- **Подготовка шлама перед сжиганием**

Параметры, определяющие эффективность технологий



- Положительная температура окружающей среды
- Концентрация нефтяного компонента до 10% (для некоторых методов и более)
- Наличие техники и специальных площадок для внесения препаратов, аэрации, рыхления, перемещения шламов
- Эффективность препарата

Восстановление нефтезагрязненных земель



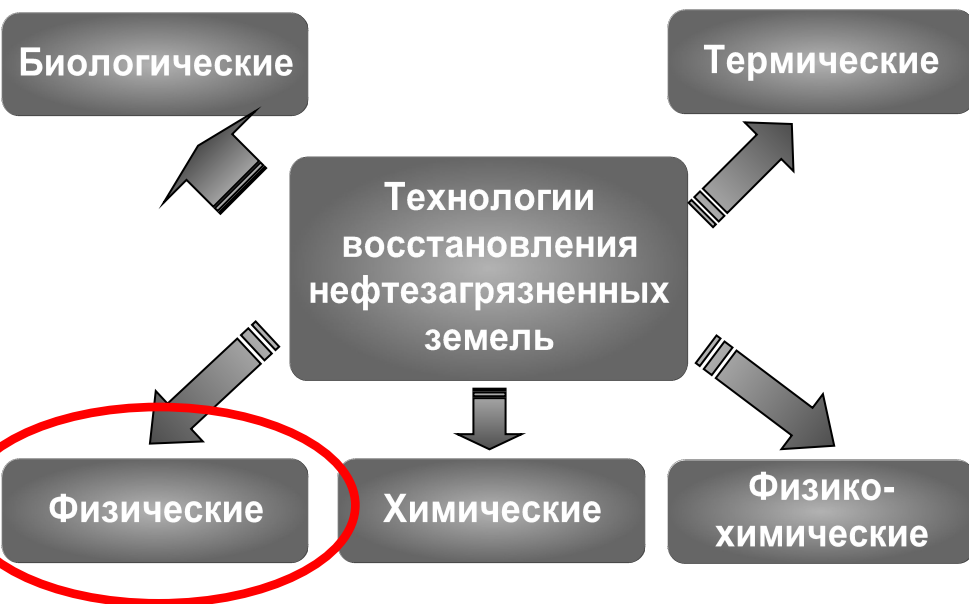


Преимущества

- Применим для широкого ряда органических загрязнителей
- Применим для всех типов субстанций
- Образуется мало остатка
- Процесс достаточно гибок

Ограничения

- В основном неприменим к неорганике
- Процесс требует времени
- Требуется сложного анализа места загрязнения
- Строгие ограничения по характеристикам места загрязнения

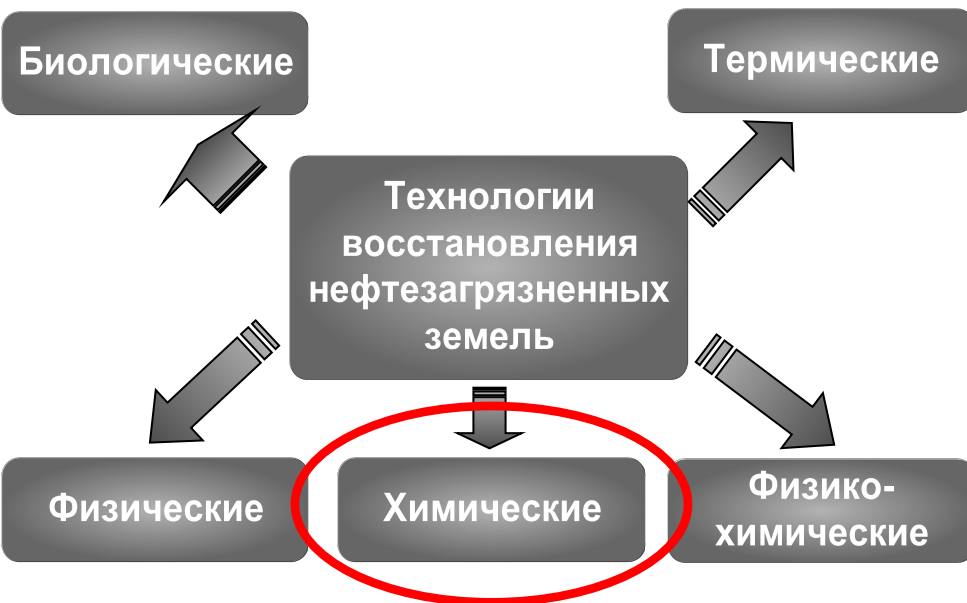


Преимущества

- Быстрота
- Применим для различных загрязнителей
- Применим для всех типов субстанций
- Не требует серьезного анализа места загрязнения
- Относительно низкая стоимость

Ограничения

- Часто загрязнение не уничтожается, а только удаляется
- Необходимо перерабатывать остаток
- Ограничения по характеристикам места загрязнения



Преимущества

- Быстрота
- Применим для различных загрязнителей
- Применим для всех типов субстанций

Ограничения

- Требуется сложный анализ места загрязнения
- Строгие ограничения по характеристикам места загрязнения
- Необходимо перерабатывать остаток



Преимущества

- Быстрота
- Применим для органических загрязнителей
- Применим для твердых субстанций
- Значительное уменьшение объема

Ограничения

- Неприменим к неорганике
- Невозможно применять для жидких и газообразных субстанций
- Необходимо перерабатывать остаток
- Эффективность зависит от типа загрязнителя
- Относительно высокая стоимость

Методы ликвидации нефтяных загрязнений

| Группа | Метод | Особенности применения |
|-------------------|---|---|
| Механические | Обваловка загрязнения, откачка нефти в емкости насосами и вакуумными сборщиками | Относятся к первичным мероприятиям при крупных разливах при наличии соответствующей техники и резервуаров; проблема очистки почвы при просачивании ее в грунт не решается; |
| | Замена почвы | Вывоз почвы на свалку для естественного разложения |
| Физико-химические | Сжигание | Применяется как экстренная мера при угрозе прорыва нефти в водные источники. В зависимости от типа нефти и нефтепродукта таким путем уничтожается от 1/2 до 2/3 разлива, остальное просачивается в почву. При сжигании из-за недостаточно высокой температуры в атмосферу попадают продукты возгонки и неполного окисления нефти. Землю после сжигания необходимо вывозить на свалку ("горелая земля", которой только в Москве ежегодно вывозится более 70 тыс. Тонн) |
| | Предотвращение возгорания | Применяется при разливе легковоспламеняющихся продуктов в цехах, жилых кварталах, на автомагистралях, где возгорание опаснее загрязнения почвы; в этом случае изолируют разлив сверху противопожарными пенами или засыпают сорбентами (см. Ниже) |
| | Промывка почвы | Производится в промывных барабанах с применением ПАВ, промывные воды отстаиваются в гидроизолированных прудах или емкостях, где впоследствии производится их разделение и очистка |
| | Дренажное промывание почвы | Разновидность промывки почвы на месте с помощью дренажных систем; может сочетаться с биологическими методами с использованием нефтеразлагающих бактерий |
| | Экстракция растворителями | Обычно производится в промывных барабанах летучими растворителями с последующей отгонкой их остатков паром |
| | Сорбция | Сорбентами засыпают разливы нефтепродуктов на сравнительно твердой поверхности (асфальте, бетоне, утрамбованном грунте) для поглощения нефтепродукта и снижения опасности пожара при разливе легковоспламеняющихся продуктов |
| | Термическая десорбция (крекинг) | Производится при наличии соответствующего оборудования, но позволяет получать полезные продукты вплоть до мазутных фракций |
| | Химическое капсулирование | Новый метод, заключающийся в переводе углеводородов в неподвижную нетоксичную форму |
| Биологические | Биоремедиация | Применение нефтеразлагающих бактерий; необходима заправка культуры в почву, периодические подкормки растворами удобрений; ограничения по глубине обработки, температуре почвы; процесс занимает 2-3 сезона |
| | Фитомелиорация | Устранение остатков нефти путем высева нефтестойких трав (клевер ползучий, щавель, осока и т.п.), активизирующих почвенную микрофлору; является окончательной стадией рекультивации загрязненных почв |



Установка ФАКЕЛ

ТУ 8026-005-35615057-02

Сертификат соответствия № РОСС RU.НО01.ВО179

Разрешение на применение (Госгортехнадзор России) № РРС 03-8903

Акт испытаний по оценке пожарной опасности

ГУ МЧС ГПС России №14/2 26.01.2005

Заключение ГУПР МПР России №2912 от 15.12.2002

Санитарно-эпидемиологическое заключение №32.БО.21.802.Т.000033.01.03 от

30.01.2003

Установка ФАКЕЛ предназначена для сжигания нефтесодержащих продуктов, образующихся при проведении работ, связанных с устранением аварийных разливов нефти: отработанных сорбентов, нефтепитывающих матов и бонов, обтирочных и других материалов разрешенных к утилизации термическим способом.

Применение установки позволяет существенно снизить выбросы вредных веществ по сравнению с обычным открытым сжиганием. Для увеличения скорости сжигания отходов нефтепродуктов установка оборудована ворошителем.

Установка ФАКЕЛ обеспечивает:

- сжигание нефтепродуктов в стандартной таре (бочка);
- возможность утилизации отходов непосредственно на месте проведения аварийных работ;
- более высокое качество сжигания по сравнению с открытым сжиганием;
- высокий уровень взрывобезопасности за счет интенсивной продувки камеры сгорания;
- при аварийном отключении вентилятора горение поддерживается за счет естественной тяги.

Фирма "ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ" предлагает установки "Форсаж", предназначенные для утилизации (сжигания) органических, в т.ч. нефтесодержащих отходов.

Основные технические характеристики установки "Форсаж-1":

Привод - электрический, 220 в;

Потребляемая мощность - 1,6 кВт;

Вес установки (без загрузки) - 60 кг;

Общая высота установки - 120 см;

Производительность установки - до 50 кг/час.

Простые конструктивные решения, используемые в установке "Форсаж-1" обеспечивают достижение высокой температуры горения (около 1000 °С) в камере дожига установки, в результате чего сводится к минимуму содержание загрязняющих веществ в отходящих газах из установки. При этом в установке "Форсаж-1" происходит практически полное сгорание отходов - остаток в виде золы составляет не более 3-5% от объема загруженных отходов.

На установке "Форсаж-1" могут быть "экологически чисто" сожжены следующие виды отходов (за исключением галогеносодержащих отходов и отходов, содержащих тяжелые металлы):

отработанные фильтры;

замасленная ветошь и опилки;

любые бумажные изделия;

нефтесодержащие отходы;

другие горючие материалы.

Установка "Форсаж-1" изготавливается согласно ТУ 3116-003-40443658-2002.



Основные технические характеристики

установки "Форсаж-2М":



Габариты установки в транспортном состоянии:

- камера сжигания 1700x1700x1950 мм;
- передвижной пульт управления 740x1505x1090 мм;
- габариты трубы Ø500x1950 мм;

Максимальный вес установки в транспортном состоянии - 884 кг;

Рекомендуемые размеры площадки для размещения установки - 2x6,5м;

Электропитание установки - 230В, 50Гц;

Максимальная потребляемая мощность установки - 6,9 кВт/час;

Расход дизельного топлива, кг/час (мин./макс.) - 11,4/13,5 л/час;

Максимальная загрузка - 0,8 м³/час;

Максимальная производительность установки - 180 кг/час.

За счет высокой температуры горения (около 1000 °С) в камере дожига установки и периодической подачи дизтоплива через форсунку в камеру сжигания, сводится к минимуму содержание загрязняющих веществ в отходящих газах из установки.

При этом в установке «Форсаж-2М» происходит практически полное сгорание отходов - остаток в виде золы составляет не более 3-5% от объема загруженных отходов.

На установке "Форсаж-2М" могут быть "экологически чисто" сожжены следующие виды отходов (за исключением галогеносодержащих отходов и отходов, содержащих тяжелые металлы):

- отработанные фильтры и сорбенты;
- замасленная ветошь и опилки;
- любые бумажные изделия;
- нефтедержащие отходы (кроме замазученных грунтов);
- нефтедержащие донные осадки резервуаров, судовых танков;
- бытовые отходы;
- другие горючие материалы.



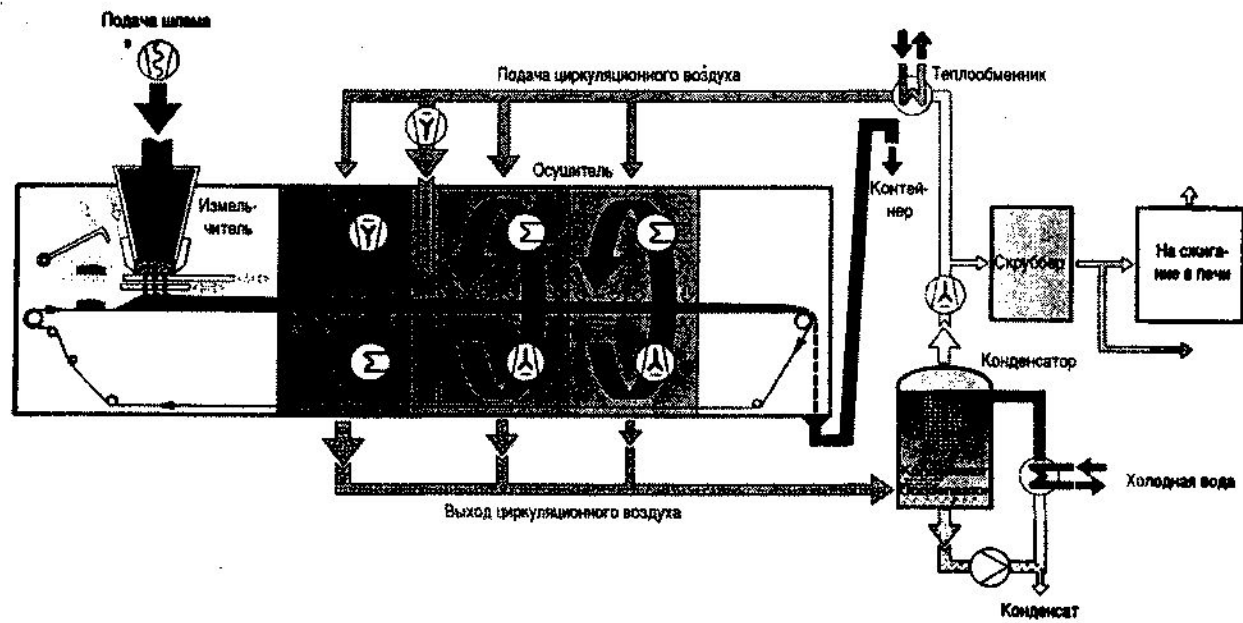


Рисунок 1. Схема обработки шламов циркулирующим горячим воздухом фирмы DORINER

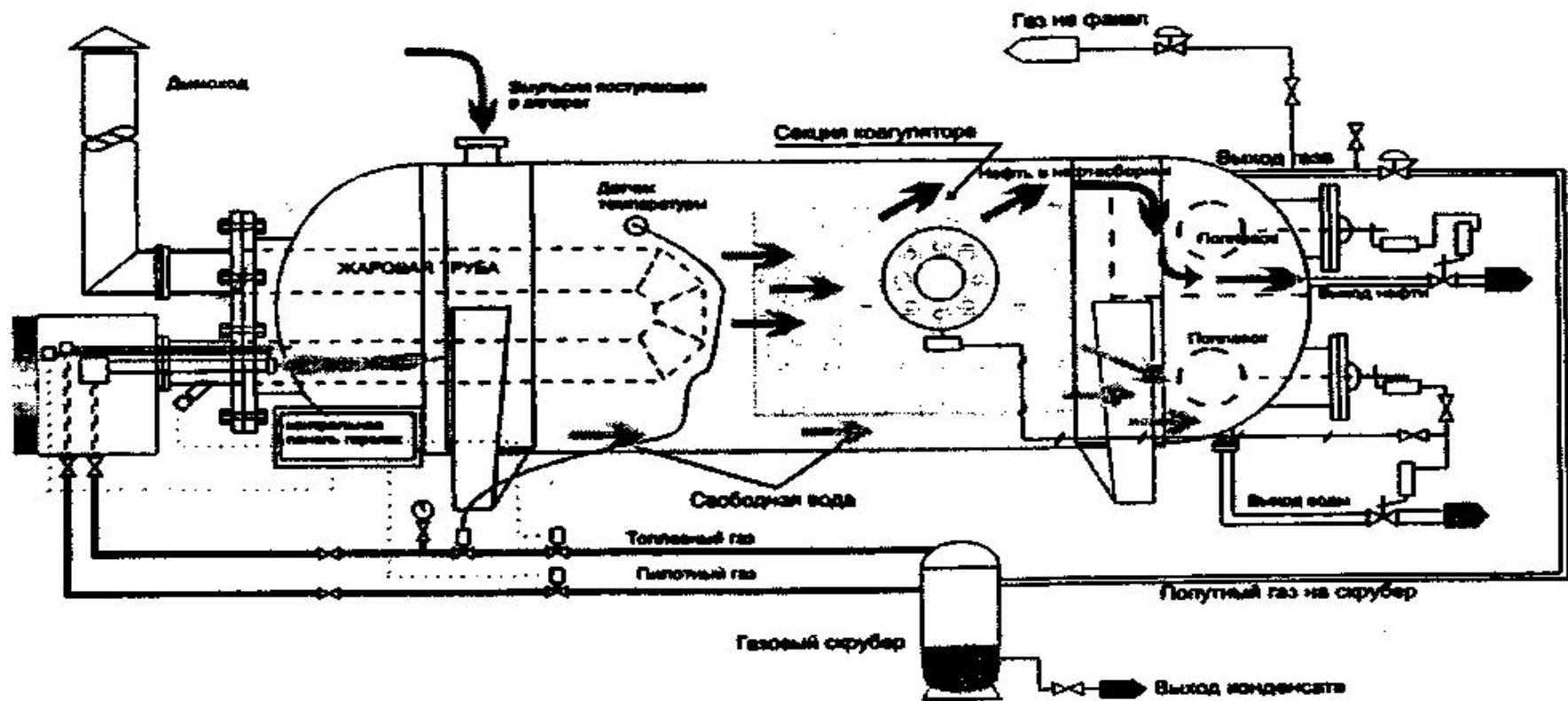


Рисунок 2. Принципиальная схема трехфазного сепаратора фирмы INDUSTRIAL SUPPLY COMPANY

Установки сжигания нефтешлама

- В 1971 году на Уфимском нефтеперерабатывающем заводе построена установка для сжигания нефтяного шлама, донных осадков шламонакопителей, флотопены. Установка оборудована камерной печью с ротационными форсунками. Сущность процесса заключается в следующем: готовится жидкий шлам (30-40 % нефти, 5-6 % мехпримеси, 55-65 % воды), который затем распыливается ротационной форсункой в объеме камерной печи и сжигается. Дымовые газы охлаждаются в скруббере, подвергаются очистке в батарейных циклонах и выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу.
- Такие установки эксплуатировались до начала 80-х годов. Эксплуатация установок показала, что утилизировать нефтешлам таким способом не экономично. Помимо потери нефти требуется дополнительно потребление топлива для испарения воды и поддержания рабочей температуры в печи.
- К недостаткам этих установок также следует отнести: отсутствие очистки дымовых газов от NO_x , SO_x , а также необходимость подготовки сырья перед сжиганием.
- Данный процесс полностью исключает возможность сжигания мусора, травы и других твердых отходов.

Физико-химические:

- *Экстракция растворителями.* Обычно осуществляется в промывных барабанах летучими растворителями с последующей отгонкой их остатков паром.
- *Сорбция.* Сорбентами засыпают разливы нефтепродуктов на сравнительно твердой поверхности (асфальте, бетоне, утрамбованном грунте) для поглощения нефтепродукта и снижения опасности пожара.
- *Термическая десорбция (крекинг).* Применяется при наличии соответствующего оборудования, но позволяет получать полезные продукты вплоть до мазутных фракций.
- *Химическое капсулирование.* Новый метод, заключающийся в переводе углеводородов в неподвижную нетоксическую форму.

Химическое капсулирование

- Одним из наиболее технологических и эффективных способов утилизации нефтезагрязненных материалов, является их химическое капсулирование и нейтрализация реагентом на основе оксидов щелочно-земельных металлов (типа Эконафт, Ризол, Бизол и т.д.). Сущность метода химического капсулирования заключается в химико-механическом преобразовании загрязняющего материала в чистом виде (например, осадка в емкостях нефтехранилищ или нефтепроводов), загрязненного грунта, почв, шлама в порошкообразный нейтральный для внешней среды материал, каждая частица которого покрыта гидрофобной, водонепроницаемой оболочкой. Содержащиеся в капсуле углеводороды не могут загрязнять окружающую среду благодаря высокой прочности и герметичности капсулы.
- Заполненные жидкими углеводородами микропоры оболочки капсулы способствуют гидрофобизации ее поверхности и многократно снижают смачиваемость частиц, воздействие на них водной среды, в том числе грунтовых вод, кислотных дождей, повышают стойкость к циклическому промерзанию. Возможность перехода содержимого капсулы в водный раствор снижается на несколько порядков. Со временем (в течение 1-3 месяцев) вследствие продолжающейся карбонизации поверхности капсулы прочность оболочки существенно возрастает. Капсулированный материал выдерживает объемное давление до 5.0 МПа без заметного разрушения, многократное циклическое замораживание, воздействие слабокислой среды.
- Метод химического капсулирования промышленных загрязнений является в настоящее время наиболее распространенным в странах ЕС и США.

Химическое капсулирование

В целом технология реагентной нейтрализации нефтезагрязненных материалов может использоваться для решения следующих задач:

- нейтрализации отходов производства, загрязненных жидкими углеводородами, в технологическом процессе и по окончании работ, в том числе при строительстве скважин, добыче, транспорте, хранении и распределении углеводородных материалов;
- санации почв и грунтов производственных площадок с разливами углеводородных материалов (масел, топлива и т.п.) при любых видах производства, в том числе на автотранспортных предприятиях, на трансформаторных подстанциях, на нефтебазах, железной дороге;
- ликвидации последствий аварийных разливов жидких углеводородов путем переработки загрязненных почв, грунтов, илов;
- предотвращения загрязнения окружающей среды и ликвидации накопленного загрязняющего материала (нефтешламов) при переработке углеводородного сырья;
- ликвидации промышленных накоплений загрязненных отходов производства.



- В Ухте организовано производство реагента "Ризол" для нейтрализации загрязненных промышленных отходов, ликвидации накоплений нефтешламов, грунтов, почвы путем химического капсулирования диспергированного загрязненного материала. Сущность метода химического капсулирования заключается в химико-механическом преобразовании загрязненного грунта (шлама) в порошкообразный нейтральный для внешней среды материал, каждая частица которого покрыта карбонатной гидрофобной водонепроницаемой оболочкой.
- Содержащиеся в капсуле углеводороды, соли, в том числе и тяжелых металлов, не могут загрязнять окружающую среду благодаря высокой прочности и герметичности капсулы. Содержимое капсулы не переходит в водный раствор. Со временем вследствие продолжающейся карбонизации поверхности капсулы прочность оболочки возрастает.
- Полученный в результате обработки "Ризолом" порошок экологически безвреден, пригоден для длительного хранения или использования в качестве инертной добавки в дорожном строительстве. Целесообразность утилизации продукта обработки нефтезагрязненного материала путем использования в отсыпках подтверждена экспертизой ДорНИИ. При добавлении гумуса указанный порошок является хорошим **структурообразователем ПОЧВЫ.**

- **В зависимости от объемов загрязненного сгущенного материала, условий на объекте санации могут использоваться различные технологические схемы. При большом объеме загрязнений (обычно более 10000 м³) и недоступности обработки их на месте скопления смешение материала с реагентом производится на специальной технологической площадке площадью 500-800 м². Для защиты химического процесса от атмосферных осадков над площадкой сооружается легкое переносное укрытие. Загрязненный материал размещается на площадке слоем 0,25-0,35 м и покрывается реагентом "Ризол" из расчета затрат 55-80 % реагента от массы нефтепродуктов или солей, содержащейся в обрабатываемом материале.**

- Традиционно собранные в процессе зачистки резервуаров нефтешламы жидко-вязкой консистенции подвергаются разделению на нефтепродукт, воду и твердые механические примеси. Эта фаза переработки имеет своей целью извлечение из шламов нефтепродуктов с исходными свойствами и их использование по прямому назначению. Существуют два основных способа фазового разделения жидковязких нефтешламов - механический и химический. Для более глубокой очистки нефтепродуктов иногда прибегают к комплексной технологии.
- Разрушение устойчивых водно-масляных эмульсий механическим способом основано на технологических приемах искусственного изменения концентраций дисперсной фазы эмульсии с последующей коалесценцией мелких капель этой фазы. Для осуществления операции межфазного разделения жидковязких нефтешламов в настоящее время разработано большое количество технологических аппаратов, включая сепараторы, центрифуги, гидроциклоны различных конструкций. Нередко в качестве эффективного способа механического разделения обратных эмульсий служит метод фильтрации.
- Несмотря на большое разнообразие технологических приемов механического разделения фаз обратных эмульсий, широкое практическое их применение экономически необоснованно по следующим соображениям.
- Технология разделения фаз жидковязких нефтешламов сложна и экономически не выгодна, поскольку затраты на регенерацию нефтепродуктов несопоставимы с планируемым эффектом использования жидких горючих (бензина, масла и т.д.).
- Использование во многих технологических установках водяного пара или горячей воды для дополнительной очистки нефтепродуктов предполагает обязательную последующую очистку и обезвреживание сточных вод от деэмульгаторов и флокулянтов.
- Разделение жидковязких нефтешламов с выделением легких углеводородных фракций нефти связано с пожароопасностью и, следовательно, требует обеспечения дополнительных мер по безопасности производства.
- При самой тщательной очистке твердого остатка нефтешламов в нем остается до 10-15% органики, и полное обезвреживание его достигается лишь термической обработкой.
- Операции по переработке жидковязких нефтешламов с предварительным механическим разделением фаз целесообразны лишь при высоком содержании в шламах органики. В этом случае операция жидковязкого разделения нефтешламов выгодна, поскольку нефтешламы подобного типа можно отнести к разряду вторичных минеральных ресурсов.

- **Наиболее простым способом утилизации жидковязких нефтешламов с высоким содержанием органики является прямое, без фазового разделения использование их в смесях с торфом, угольной пылью, опилками или другими дешевыми горючими веществами и отходами в качестве брикетированного котельного топлива. Конкретно в нашей работе использовались нефтешламы, образованные в расходных резервуарах АЗС (бензин марки Аи-80, 92, 95, дизельное топливо, смазки, масла). Нефтешламы разных видов предварительно перемешивались в сборной емкости с целью получения однородной по консистенции жидковязкой массы и затем соединялись с торфом или опилками.**
- **Добавка нефтешламов обычно не превышала 30-40% по весу. В качестве связующего при изготовлении брикетов можно использовать любое органическое полимерное связующее.**
- **Использование в брикетах торфа выгодно отличается от многих других топливных компонентов своими специфическими свойствами. Торф обладает прекрасными хемосорбционными свойствами, что делает его незаменимым материалом для обезвреживания таких органических токсичных и канцерогенных веществ, как полиядерные, непредельные и ароматические углеводороды, содержащиеся в нефтешламах.**
- **Имея в виду высокую калорийность торфа (10⁶24 МДж/кг) и нефтепродуктов (10⁶46 МДж/кг) содержащихся в шламе, использование этих компонентов в комплексе в виде топливных брикетов представляется перспективным и экономически выгодным способом утилизации вязкожидких нефтешламов резервуарного типа.**
Химический способ разделения нефтэмульсий с целью регенерации и повторного использования углеводородных продуктов по их прямому назначению (легкие фракции нефтепродуктов, масла и т.д.) основан на использовании специальных поверхностно-активных веществ (ПАВ), играющих роль деэмульгаторов.

- Поскольку практически все жидкие углеводороды легче воды, расслоение нефтеэмульсий сопровождается образованием на их поверхности слоя, состоящего практически из одних нефтепродуктов (обводненность менее 5%), и позволяет легко с технологической точки зрения собрать их для дальнейшей утилизации. В качестве ПАВ коллоидного типа могут выступать полиэлектролиты, к которым, в первую очередь, следует отнести соли высокомолекулярных сульфокислот.
- Исходя из физико-механических особенностей коллоидных ПАВ, необходимо проводить целенаправленный выбор деэмульгатора нефтеэмульсий в каждом конкретном случае.
- Большинство резервуарных нефтешламов подлежат прямой утилизации в процессах изготовления дорожных и строительных материалов в качестве сырья. Входящие в состав нефтешламов смолы, парафины и другие высокомолекулярные соединения обладают, как известно, поверхностно-активными и вяжущими свойствами. Именно эту особенность нефтешламов можно эффективно использовать при их утилизации. Обладая высокой адсорбционной способностью, жидковязкие нефтешламы сравнительно легко распределяются по поверхности практически любой дисперсной минеральной фазы. При этом благодаря физико-химическому взаимодействию нефтешлама с минеральной дисперсной средой, происходит хемосорбционное поглощение загрязнителей, в том числе окислов тяжелых металлов, минеральной матрицей и их обезвреживание.
- Процессы преобразования таких коллоидно-дисперсных систем в дорожно-строительные материалы могут регулироваться с помощью специально подобранных реагентов для получения экологически безопасных композиций с нужными технологическими характеристиками.
- Одним из наиболее распространенных реагентов в практике утилизации нефтешламов служит окись кальция или негашеная известь, действие которой обусловлено ее способностью вступать в экзотермическую реакцию с водой.
- Особенность этой реакции состоит в том, что она идет со значительной задержкой, ускоряясь при разогреве смеси. Конечные стадии этой реакции сопровождаются образованием пара, а иногда и локальными вспышками. Продуктом реакции является коричневое порошкообразное вещество, состоящее из мелких гранул. Образованный продукт проявляет инертные свойства по отношению к воде и почве, поскольку частицы токсичных веществ-загрязнителей заключены в известковые оболочки-капсулы и равномерно распределены в массе продукта. Материал, изготовленный из таких гранул, обладает высокой плотностью, водонепроницаемостью и может выдерживать нагрузки до 90 МПа.

Практика применения отечественных сепараторов нефтешламов в начале 60-х годов

Впервые в мировой практике для очистки (разделения) нефтяных шламов на Ярославском и Волгоградском НПЗ были построены сепараторные станции. В сепараторных устанавливались по три центробежных сепаратора параллельно.

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

- сепараторы могут применяться для разделения (очистки) нефтяных шламов;**
- однако применение сепараторов не экономично, поскольку через каждые 8 часов работы сепараторы приходилось останавливать и производить разборку и очистку рабочих полостей сепараторов.**

При реализации данного проекта допущена “грубая” ошибка - на сепараторы подавалось грязное, без предварительной подготовки (очистки) сырье, а сепараторы целесообразно и экономично использовать только на финишной стадии очистки нефтешламов.

В результате работы по применению сепараторов для очистки нефтяных шламов не были продолжены. Таким образом, из передовых наша страна постепенно перешла в разряд отстающих. Спустя 25 лет наша технология вернулась в Россию через западные фирмы.

Установка очистки нефтешлама фирмы “КНД”, Германия

- **В 1990 году на ПО “Пермнефтеоргсинтез” смонтирована установка очистки нефтешлама фирмы “КНД”, Германия.**
- **Сущность процесса заключается в следующем: нефтешлам закачивают в резервуар как и для установки “Alfa - Laval”. Из резервуара нефтяная фаза поступает на трехфазную центрифугу. Под воздействием центробежных сил происходит разделение нефтешлама на три составляющих: нефть, вода и механические примеси. Для повышения эффективности разделения нефтешлам перед центрифугой обрабатывают химическим реагентом.**
- **Фирма “КНД”, Германия использует центрифуги, производимые фирмой “Flottweg”, Германия.**
- **Данная установка конструктивно проще установки “Alfa - Laval”, однако имеет ряд существенных недостатков:**
- **В резервуаре необходимо обеспечить высокую степень разделения, чтобы обеспечить содержание нефти в подаваемом на установку нефтешламе на уровне 70 %. В противном случае очищенная нефть будет содержать большое количество воды.**
- **В отличие от центробежного трехфазного сепаратора процесс очистки на центрифуге невозможно выполнить в автоматическом режиме.**
- **Данная установка также позволяет производить очистку только “свежих”, вновь образующихся нефтешламов и не предназначена для очистки донных осадков шламонакопителей.**

Компания ТЭКО-НГ

- **Оборудование позволяет производить сбор и переработку нефтяных шламов, а также очистку и обезвреживание донных осадков шламонакопителей, замазученных грунтов.**
- **Оборудование выполнено во взрывозащищенном исполнении и поставляется как законченные и прошедшие заводские испытания модули в контейнерном исполнении.**
- **Сбор и перекачивание донных осадков осуществляются пневмопоршневыми насосами, которые обладают высотой самовсасывания до 7 м и устойчиво перекачивают шламы вязкостью более 5000 Сст.**
- **Приводом оборудования служит сжатый воздух давлением 0,4-0,7 МПа.**
- **Для создания и поддержания рабочих температурных режимов используется электронагрев или нагрев водяным паром. Способ нагрева определяется заказчиком.**
- **Технологии и оборудование - отечественные, защищены и запатентованы.**
- **С целью увеличения отбора нефти и повышения степени очистки нефти, воды и песка (грунтов) применяются новые высокоэффективные отечественные деэмульгаторы и акустические системы. Подбор и поставка деэмульгаторов гарантируется. Деэмульгаторы и акустические системы обеспечивают разделение стойких водно-нефтяных эмульсий, а также разрушение водно-нефтяных оболочек на механических примесях.**
- **Высокая степень очистки нефти от механических примесей и воды обеспечивается за счет применения центробежных машин и испарителя.**

Оборудование позволяет получать:

-очищенную нефть (нефтепродукты) с содержанием воды - следы;

-воду с содержанием углеводов 1мг/л и менее;

-обезвреженные механические примеси (песок) с содержанием углеводов не более 100 мг/кг.

Производительность оборудования

-по сбору и перекачиванию плавающих нефтешламов - 15-50 м3/ч,

-по сбору и перекачиванию донного осадка - 15 м3/ч,

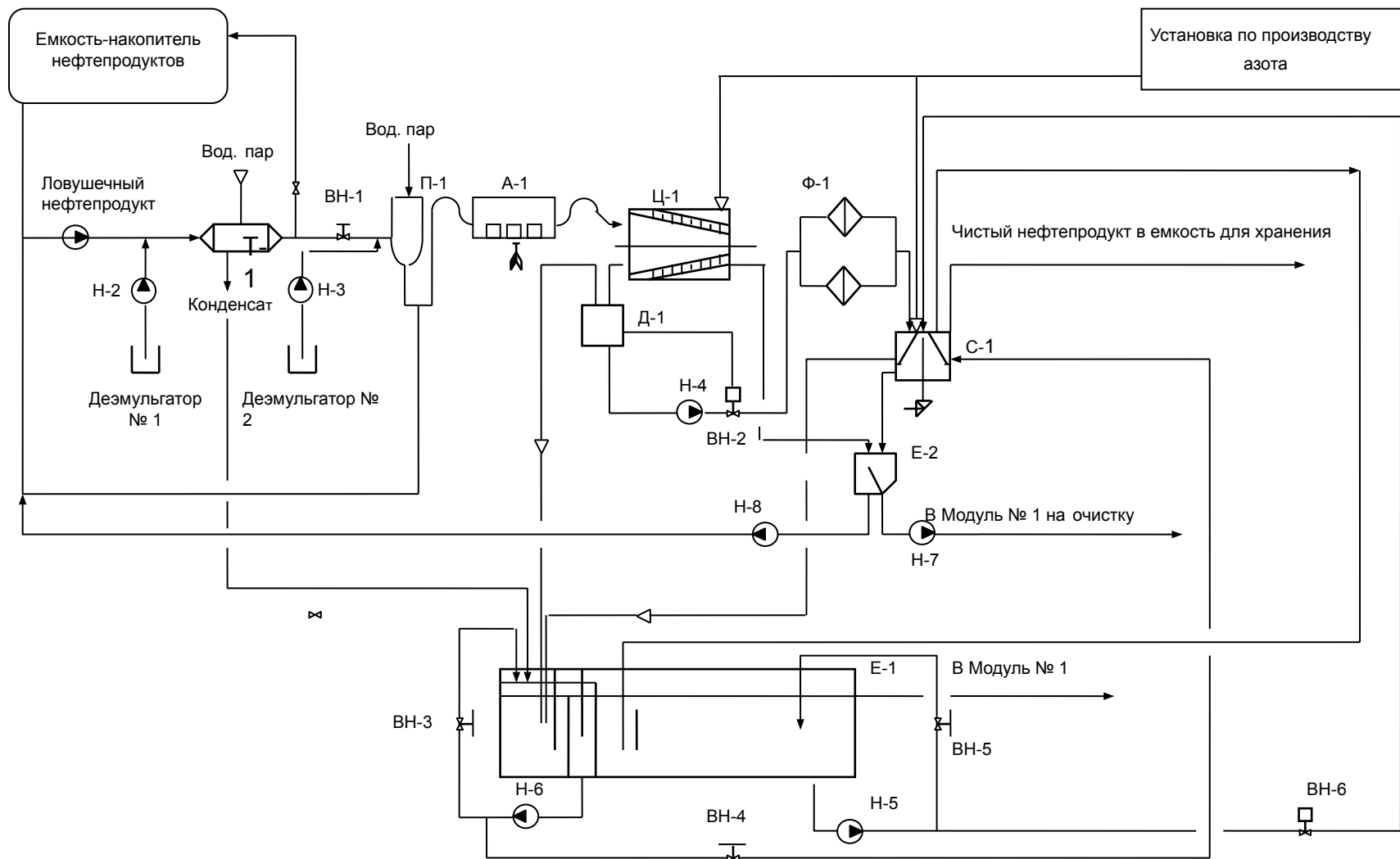
-по обезвреживанию грунтов - 2-3 м3/ч

Оборудование поставляется в составе девяти модулей:

- Модуль N1 сбора и перекачивания донных осадков -1шт.
- Модуль N2 сбора и перекачивания плавающих нефтешламов -1шт
- .
- Модуль N3 разделения нефтешлама -1шт.
- Модуль N4 экстракции донного осадка -1шт.
- Модуль N5 культиватор микроорганизмов -1шт.
- Модуль N6/7 биологической очистки грунтов -2шт.
- Модуль N8 очистки нефти -1шт.
- Модуль N9 испарения влаги -1шт.

Дополнительно поставляется:

- Модуль лаборатория-операторная - 1шт.
- Модуль компрессорная станция - 1шт.



Сравнительные характеристики метода ТЭКО-НГ с аналогами.

| Показатели | “Богарт”, США | Фирмы “Биология” | ТЭКО-НГ |
|--|------------------|---------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Наименование очищаемого материала замазученный грунт замазученный песок | нет да | да да | да да |
| 2. Необходимость подготовки площадки | нет | да | нет |
| 3. Наличие очистки грунта в замкнутом объеме (контейнеры) | да | нет | да |
| 4. Необходимое количество контейнеров для обработки 4500 м ³ загрязненного грунта | 16 | 4 | 6 |
| 5. Наличие модулей автономного энергообеспечения | нет | нет | да |
| 6. Габариты контейнеров | 2,5x3,0x15,0 | - | 2,5x2,5x8,0 |
| 7. Наличие ступени химико-физической очистки грунта от углеводородов | | | |
| 7.1. Деэмульгация, нагрев, сепарация | да | да | да |
| 7.2. Экстракция, акустическое воздействие | нет | нет | да |
| 7.3. Наличие ступени очистки камней, мусора | нет | нет | да |
| 8. Количество углеводородов подаваемых на биологическую очистку, % вес. | 60 | 60 | 1-2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|--|-----------|
| 9. Наличие ступени биологической очистки грунта | да | да | да |
| 10. Выращивание необходимого количества биомассы в процессе выполнения операций | необходимо дополните льное производс тво | необходимо дополните льное производс тво | да |
| 11. Необходимость доставки биомассы на объект обработки в течение всего технологического процесса | да | да | нет |
| 12. Необходимость внесения питательных добавок для повышения эффективности биоштаммов | да | да | нет |
| 13. Коэффициент сокращения количества биомассы, выгружаемой с очищаемым грунтом | 0,3 | 1,0 | 0,01 |
| 14. Необходимость рекультивации грунтов | нет | да | нет |
| 15. Тип микроорганизмов | мутанты | мутанты | аборигены |
| 16. Степень очистки, мг/кг | 100 | 100 | 100 |
| 17. Время очистки грунта | 24 часа | 6 месяцев | 12 часов |
| 18. Потребляемая мощность, кВт | 320 | 90 | 180 |
| 19. Дополнительно получаемый нефте-продукт на 1 м3 очищаемого грунта из расчета 50 % концентрации углеводородов в исходном сырье, л | 200 | 200 | 400 |
| 20. Стоимость работ за очистку 1 т грунта, \$ | 70 | 40 | 30 |
| 21. Стоимость оборудования, \$ | 5500000 | 1200000 | 600000 |
| 22. Стоимость подготовки территории, \$ | нет | 600000 | нет |

Установка очистки нефтешлама фирмы “Alfa - Laval”, Швеция

- С 1987 года на ПО “Ярославнефтеоргсинтез” эксплуатируется установка очистки нефтешлама фирмы “Alfa - Laval”, Швеция.
- Сущность процесса заключается в следующем: нефтешлам закачивают в резервуар, где он отстаивается в течение нескольких суток и разделяется. Отделившуюся воду сбрасывают с резервуара в очистные сооружения, а нефтяную фазу направляют на установку “Alfa - Laval”. Нефтяная фаза поступает в гидроциклон, а затем в двухфазную центрифугу, в которых осуществляется очистка от тяжелых механических частиц. Очистка нефти от воды производится в трехфазном центробежном сепараторе.
- Опыт эксплуатации этой установки показал, что на ней возможно производить очистку исключительно “свежих”, вновь образующихся нефтешламов. Но данная установка вовсе не предназначена для очистки донных осадков шламонакопителей.
- Установка работает по классической схеме, предназначенной для получения нефтепродуктов высокой степени очистки от воды и механических примесей. При этом вода, получаемая на установке, загрязнена стойкими нефтяными эмульсиями и отсутствует решение по обработке периодически выгружаемых из сепараторов механических примесей. К недостаткам этой системы следует отнести отсутствие применения химических реагентов-деэмульгаторов, которые позволяют разрушить стойкие нефтяные эмульсии и достичь более высоких показателей очистки.

- С размещением установки “Alfa - Laval” на ПО “Ярославнефтеоргсинтез” связаны первые неудачи по применению отечественных сепараторов для очистки нефтешлама. “Alfa - Laval” преподала хороший урок отечественной практике.
- В 1988-90-х годах по заданию Миннефтехимпрома и Минхиммаша под руководством ВНИИНефтемаша разработана комплектная технологическая линия переработки нефтешлама и утилизации избыточных биологических илов. В создании технологической линии принимали участие 12 организаций бывшего СССР. В составе технологической линии четыре секции:
 - секция очистки свежего ловушечного нефтепродукта;
 - секция очистки нефтешлама и донных осадков со шламонакопителя;
 - секция сгущения избыточных биологических илов;
 - секция термообезвреживания сгущенных отходов, получаемых при работе первых трех секций, а также других производственных отходов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.
- Сущность процесса заключается в следующем: специально созданное заборное устройство подает нефтешлам на самоочищающийся фильтр, нефтешлам обрабатывают деэмульгатором, нагревают и подают на двухфазную центрифугу, повторно обрабатывают другим деэмульгатором и сепарируют в трехфазном сепараторе. Сгущенные осадки, выводимые из центрифуги и сепаратора подсушивают до остаточной влажности 40 % и подают в печь на термообезвреживание (сжигание). Отходящие газы проходят через дожигатель и очистку в четыре ступени. Отходящие газы очищают от пыли, NOx и SOx. Тепло отходящих газов утилизируют и производят водяной пар.
- Все четыре секции имеют выход на центральный пульт управления. Уровень автоматизации - высший, с выходом на персональные ЭВМ.

Методы очистки фирмы фирмы “Bogart Invironmental Services”, США

- **Фирма “Bogart Invironmental Services”, США. успешно работает в Кувейте по очистке песка от последствий аварийных разливов нефти. Сущность процесса заключается в следующем: грязный грунт вынимают и формируют в бурты высотой до 10 м. Под собственным весом грунта нефть отжимается, отжатую нефть перекачивают на центрифугу для очистки, а грунт разбавляют водой до влажности 95 % и направляют в прямоугольные емкости-контейнеры. В емкостях осуществляют процесс биологической деструкции углеводов.**
- **В начале 80-х годов фирма, для выполнения операций по биодеструкции загрязнений, выполняла строительство блока обработки в форме чаши непосредственно на очищаемой территории. В построенную емкость загружали грязный грунт, заливали чистую воду до показателя влажности - 95 % и добавляли биоштаммы, а также периодически добавляли питательные добавки и эмульгаторы. Емкость также оборудовалась системой аэрации водной суспензии.**
- **Но уже в конце 80-х годов фирма отказалась от строительства блока обработки на очищаемой территории и перешла на поставку готовых модулей, в которых смонтировано оборудование для обеспечения оптимальных условий для выполнения биодеструкции вредных компонентов. Такой переход позволил фирме сократить время на подготовку, очистку грунта и эксплуатационные затраты по очистке.**
- **В 1994 году представители данной американской фирмы посетили Краснодарский край. Отобрав пробы и подписав протокол о намерениях с Краснодарский краевым комитетом по экологии, фирма более не посещала Россию. Объясняется это тем, что получив результаты исследований полученных проб, фирма сделала вывод о невозможности применения данного метода для очистки грунтов, в которых содержится большое количество легких твердых частиц (чернозем).**
- **При этом следует отметить, что при очистке песка фирма обеспечивает остаточное содержание углеводов до 100 мг/кг и менее.**

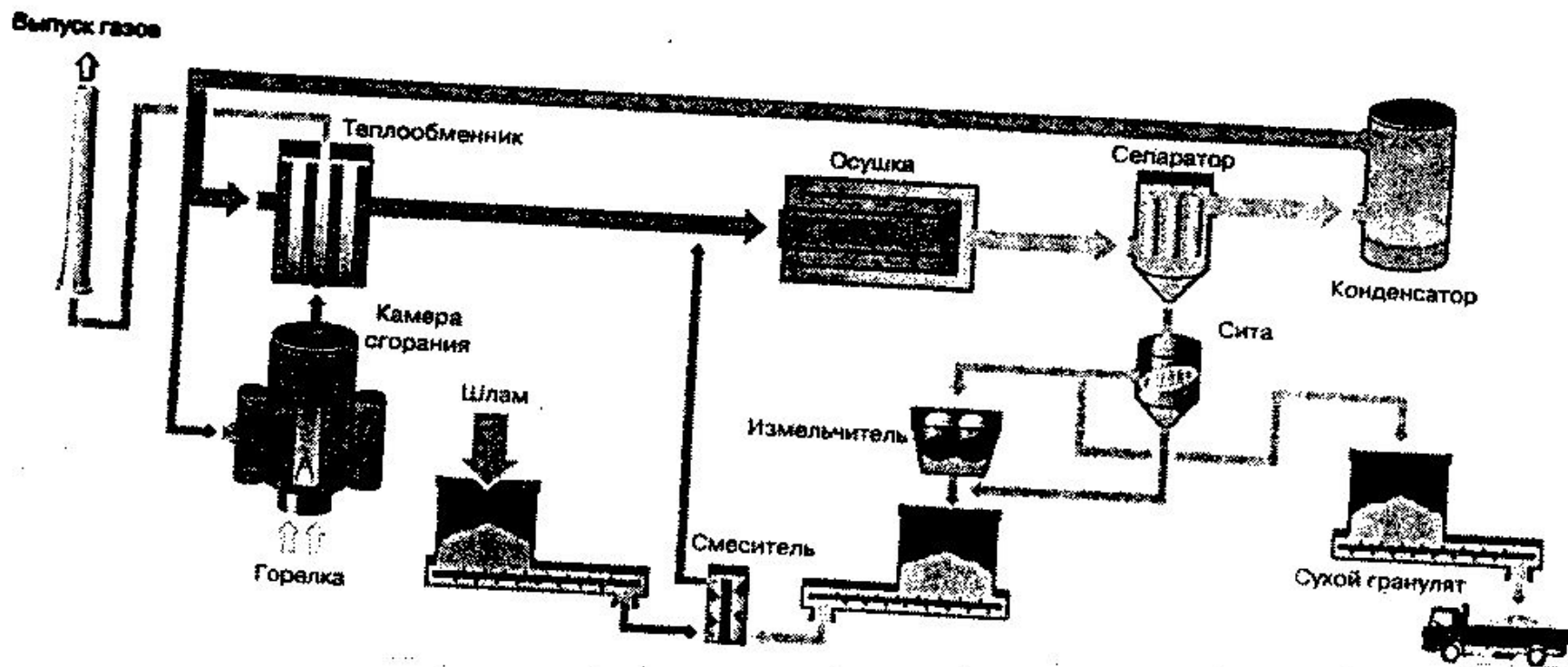


Рисунок 11. Технология обработки шламов с получением гранулята фирмы ANDRITZ

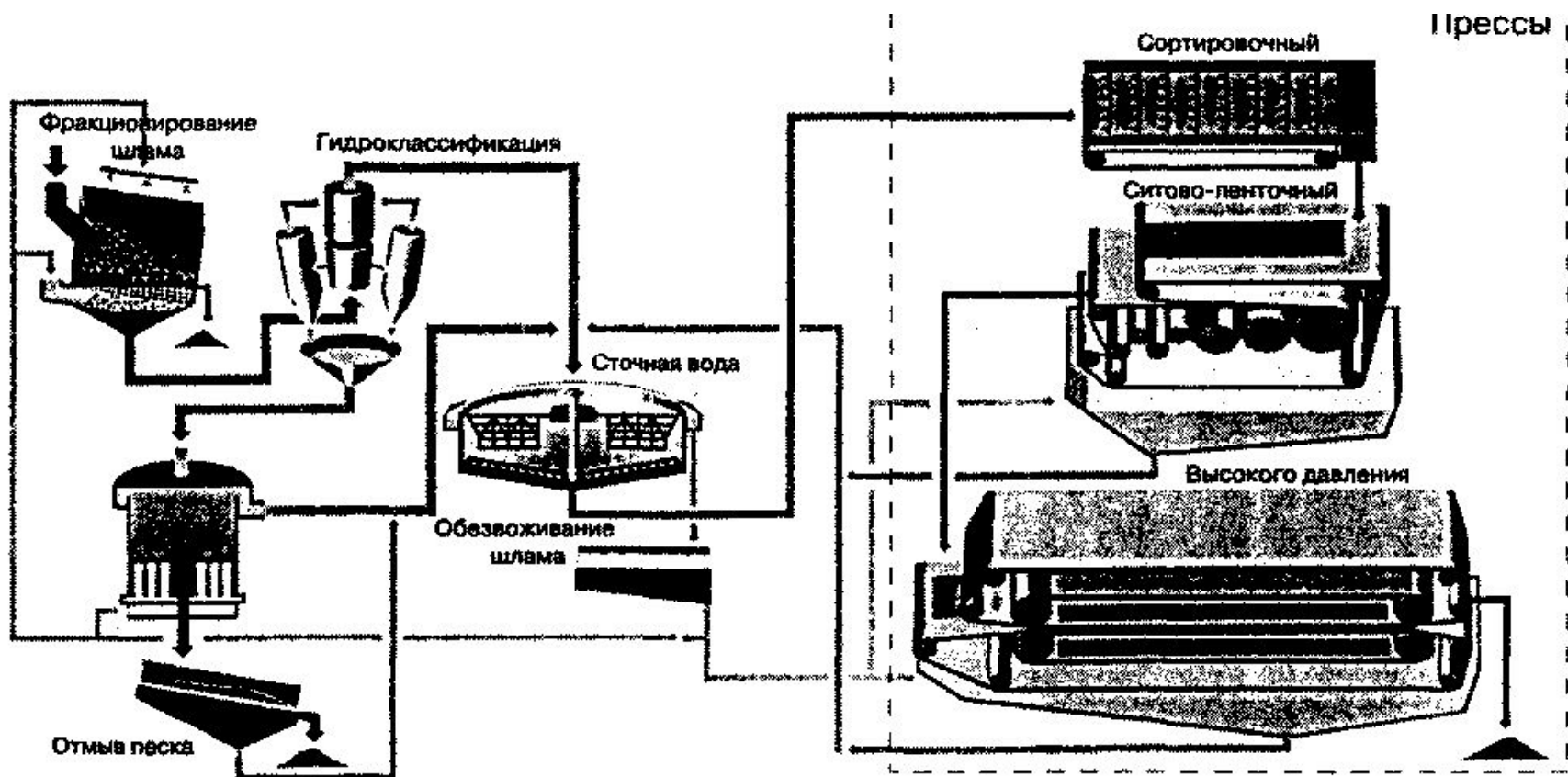


Рисунок 4. Ленточный фильтр-пресс фирмы ANDRITZ

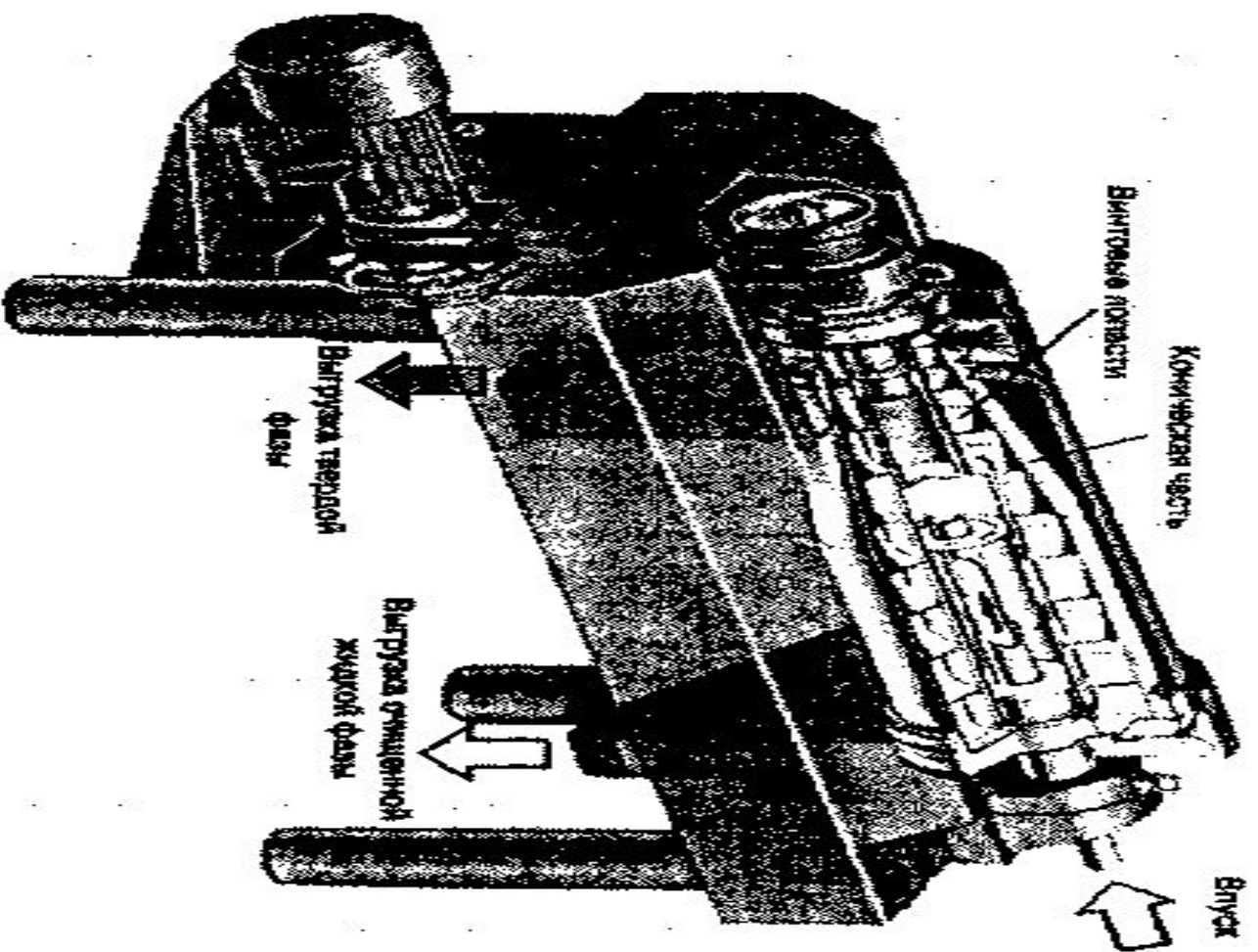


Рисунок 5. Устройство деаэриатора для обработки влажной ПЕСТИЛЛА СЕПАРАТОР

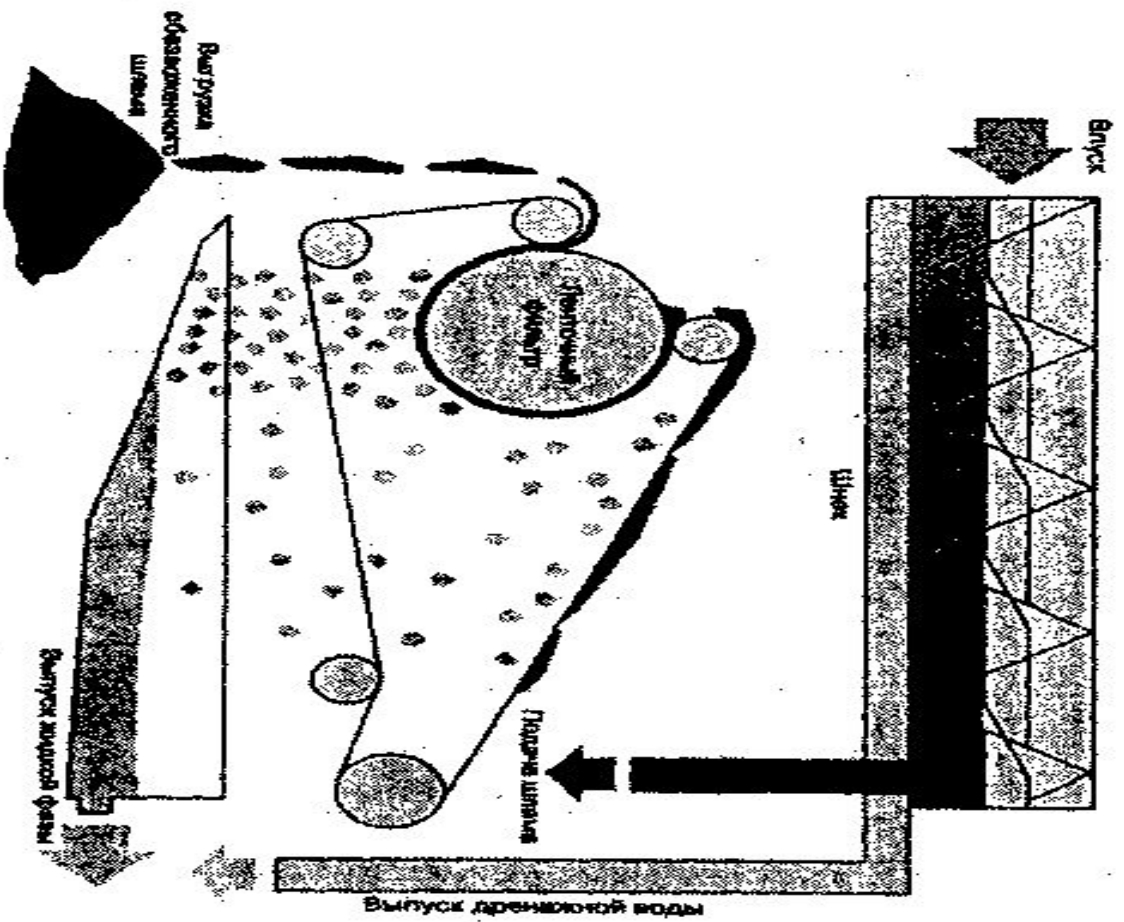
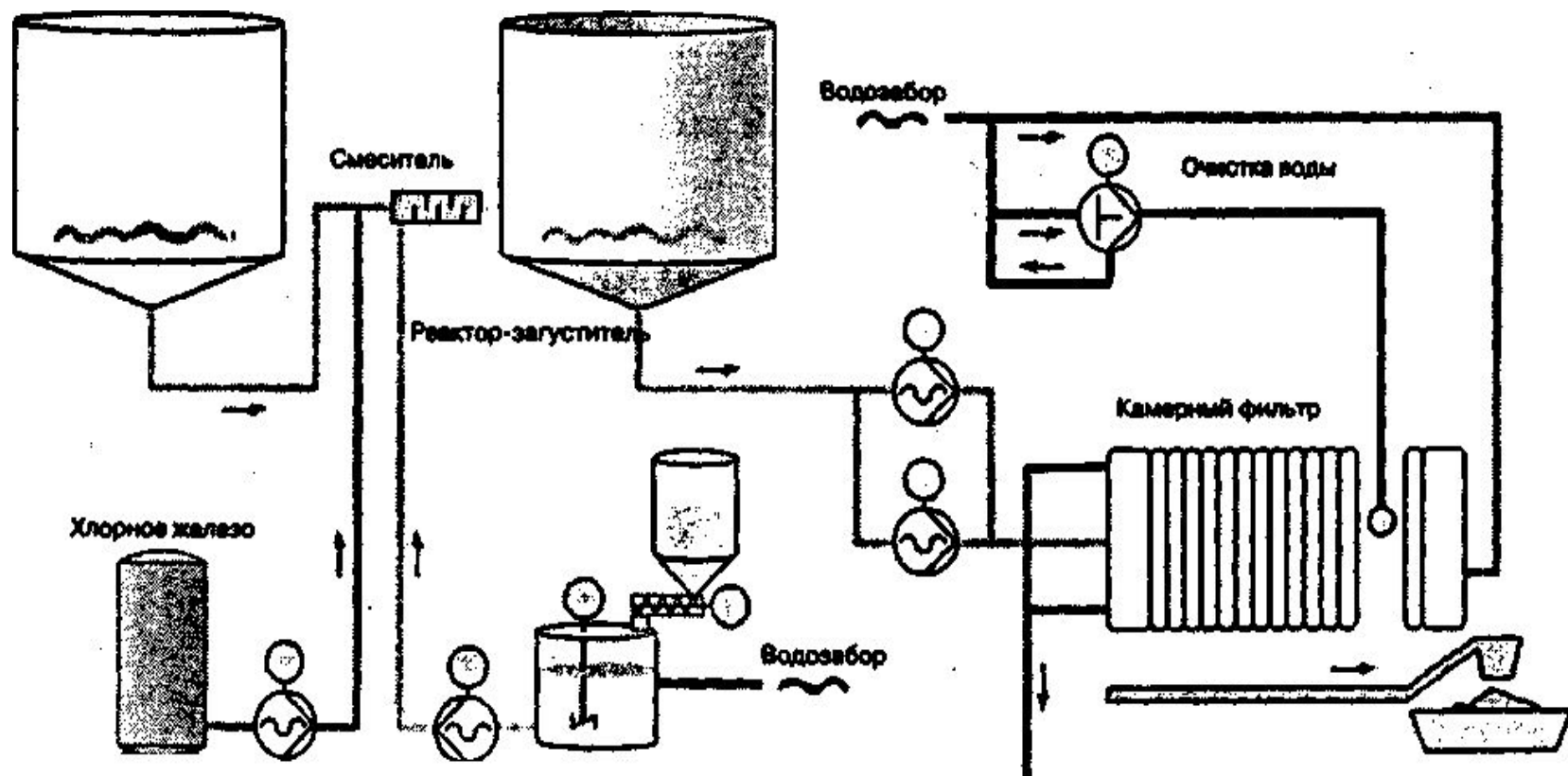


Рисунок 6. Схема работы мобильного фильтра фирмы ТЕКНОБАЙНГ

Установка обработки шламов химической обработкой с последующим разделением на фильтр-прессе фирмы NETZSCH



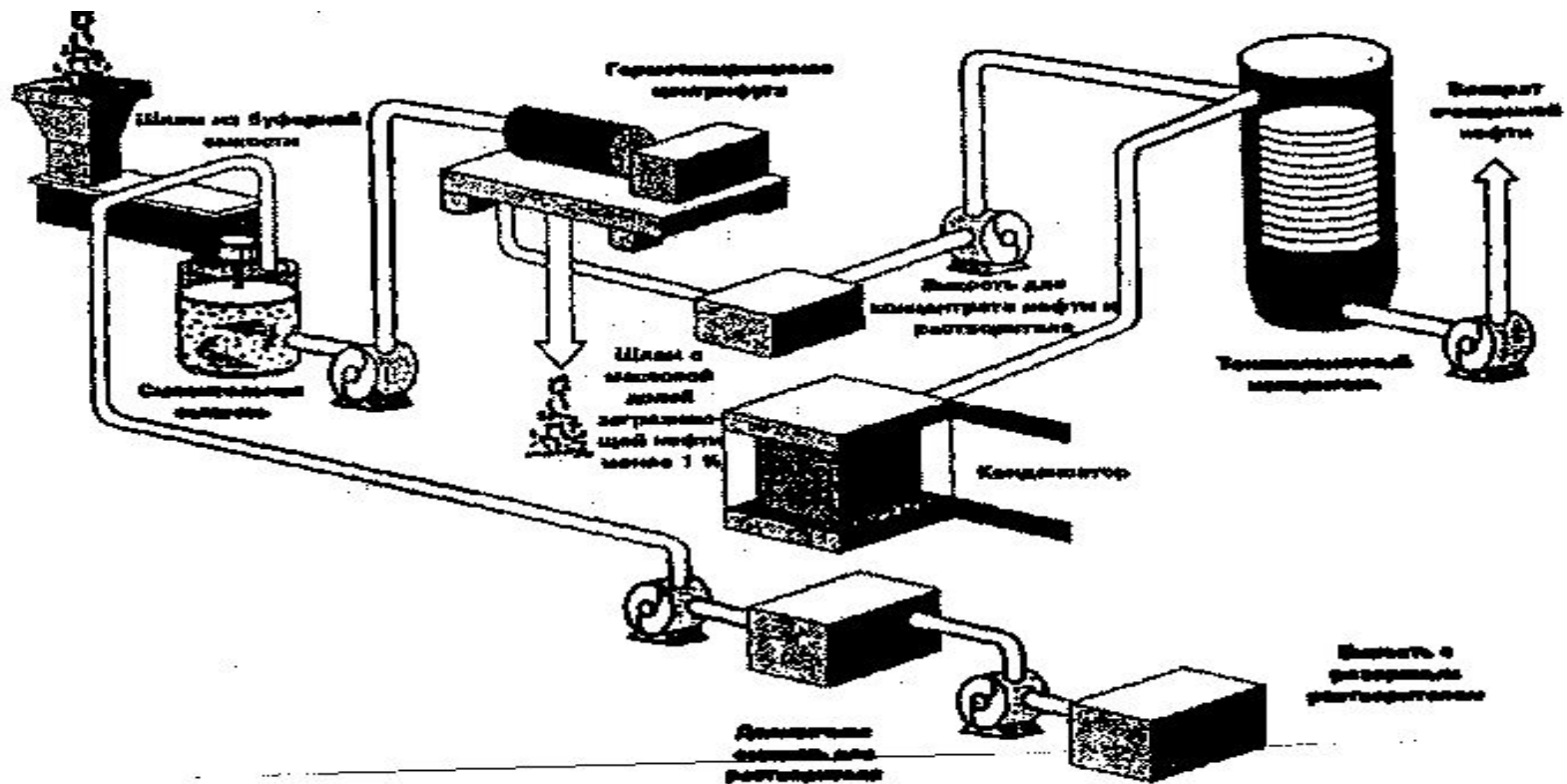


Рисунок 8. Установка для очистки шлама с использованием растворителя фирмы BP Exploration

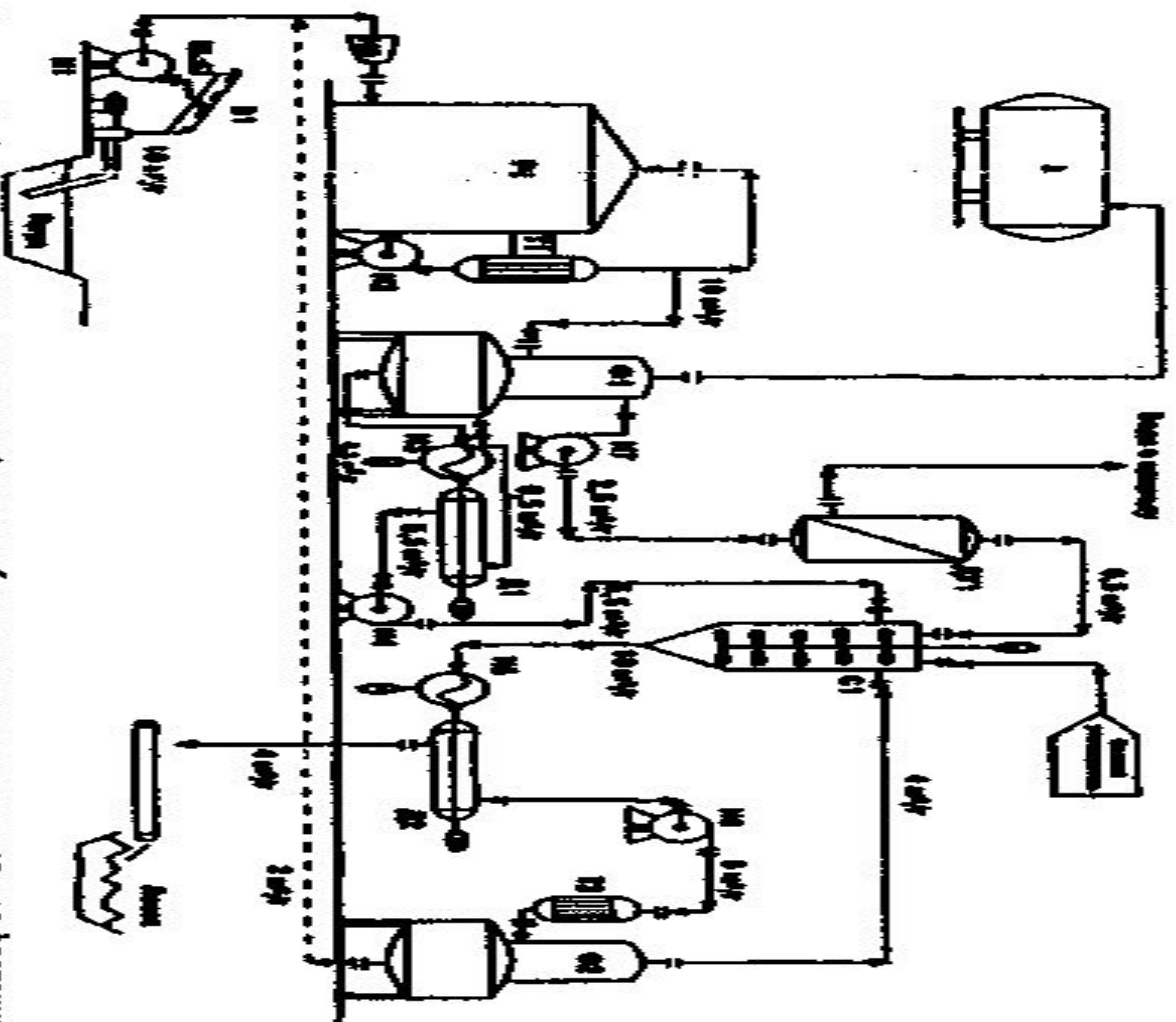


Рисунок 9. Схема разделенки шлама нефтепереработки с использованием методов флотации и экстракции фирмы SAS SOLDA.

Выделение остаточного содержания нефтепродуктов из твердой фазы нефтешлама различными растворителями

| Растворитель | Соотношение растворитель-шлам | Выделено нефтепродуктов, % |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| Прямогонный бензин | 2:1 | 5 |
| Дизельное топливо | 2:1 | 5 |
| Легкий отгон газоконденсата (фракция 100-150 С) | 2:1 | 4 |
| Гексан | 6:1 | 24 |
| О-ксилол | 9:1 | 15 |
| Бензол | 4:1 | 8 |
| CCl ₄ | 5:1 | 46 |
| Триэтиленгликоль | 3:1 | 25 |

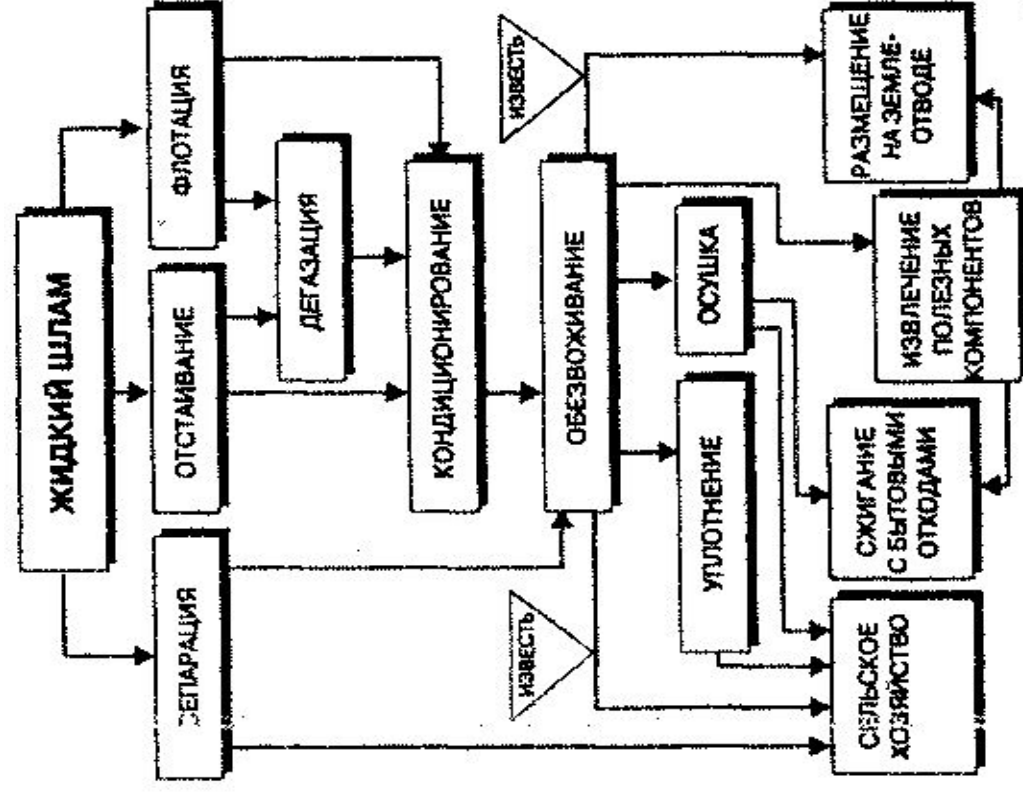


Рисунок 15. Комплексная схема обработки шлаковых отходов фирмы DEGREMONT

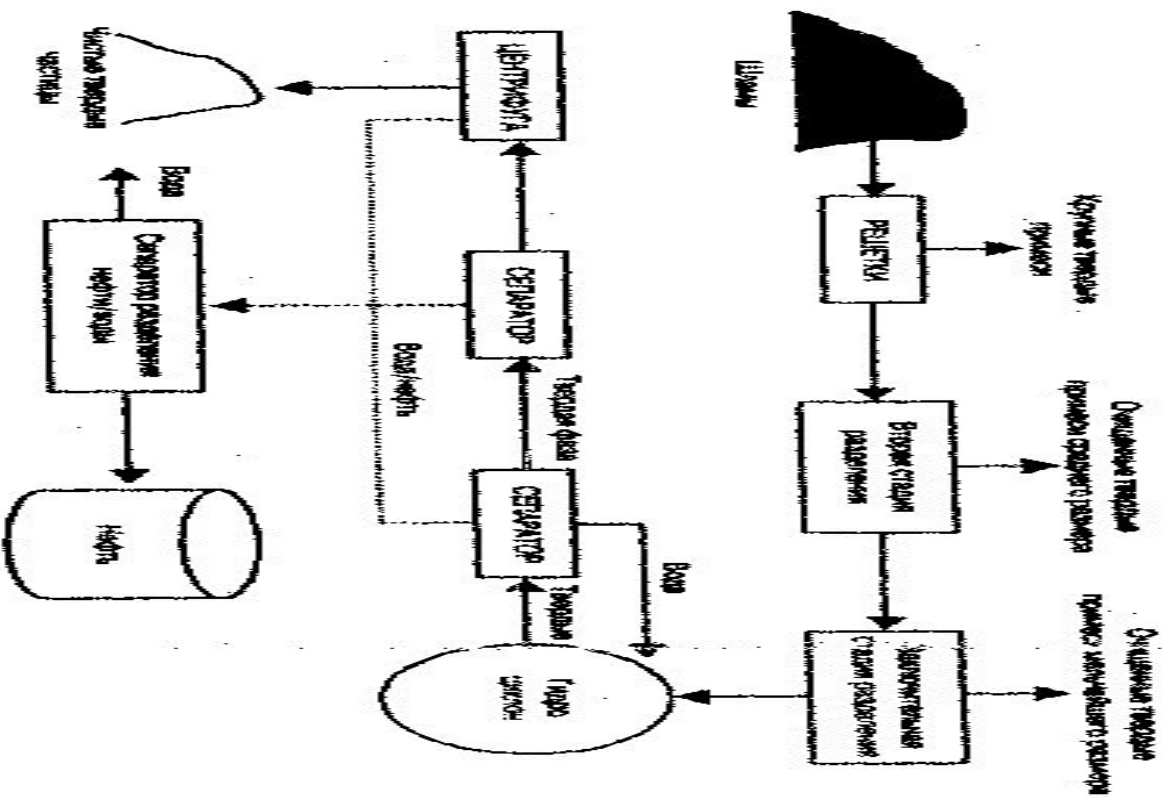


Рисунок 18. Иерархия систем компьютерной обработки данных фирмы СИС