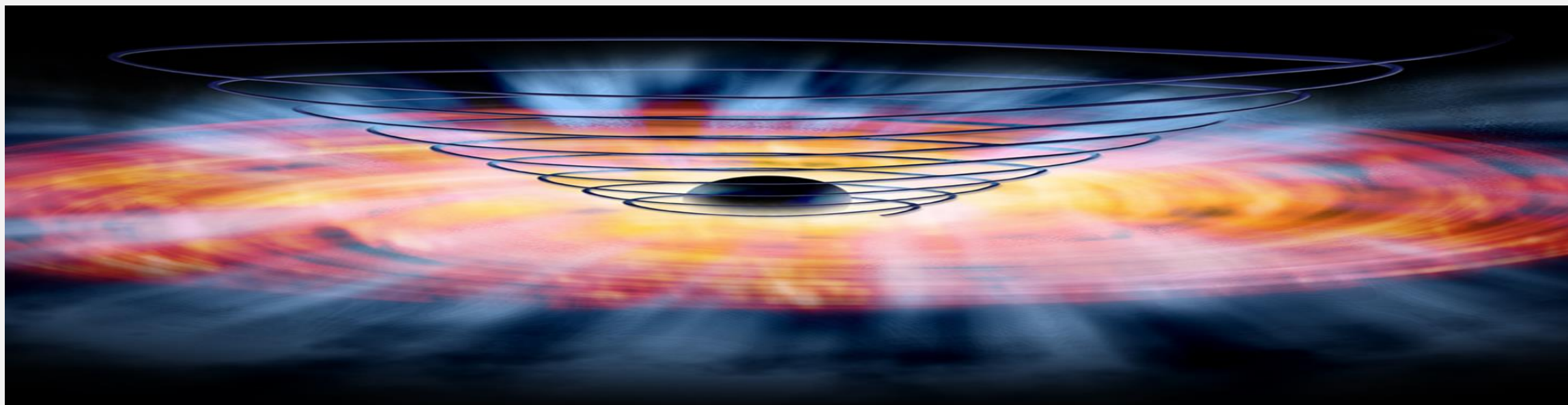




**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ
ПОЛЯМИ НА УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ С ЦЕЛЬЮ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОВ СЕРООЧИСТКИ И ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИИ**



ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Разработана и реализована в опытно-промышленном масштабе технология обессеривания нефти и тяжелых остатков (мазута) путем воздействия вращающимся электромагнитным полем в присутствии ферромагнитных элементов и наночастиц.

Основой процесса является многоуровневое и импульсное воздействия, включая магнитострикцию, кавитацию, электролиз, акустические, а также механохимические, электрофизические и электрохимические влияния на объекты обработки.

Основной процесс обработки происходит в Реакторе - активаторе, представляющем собой рабочую камеру с ферромагнитными элементами, размещённую в индукторе вращающегося электромагнитного поля.

Предлагаемая технология защищена патентом.

Экспертной коллегией Инновационного Центра «Сколково», предлагаемая технология сероочистки была признана соответствующей инновационному приоритету "Технологии нефте- и газопереработки и нефте- и газохимии, включая создание новых катализаторов для этих технологий", в том числе по таким критериям как: наличие потенциальных конкурентных преимуществ перед мировыми аналогами, существенный потенциал коммерциализации, как минимум, на российском, а в перспективе – на мировом рынке, возможность реализации и отсутствие противоречий основополагающим научным принципам.

На основании заключения Экспертной коллегии, оформлен статуса резидента Инновационного Центра «Сколково».

ВНЕШНИЙ ВИД МОДИФИЦИРОВАННОГО ЭКЗЕМПЛЯРА РЕАКТОРА-АКТИВАТОРА



ВНЕШНИЙ ВИД ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ И ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Узел управления



Типовые используемые Реакторы -активаторы



Блок первичной обработки



Блок разделения



Общий вид



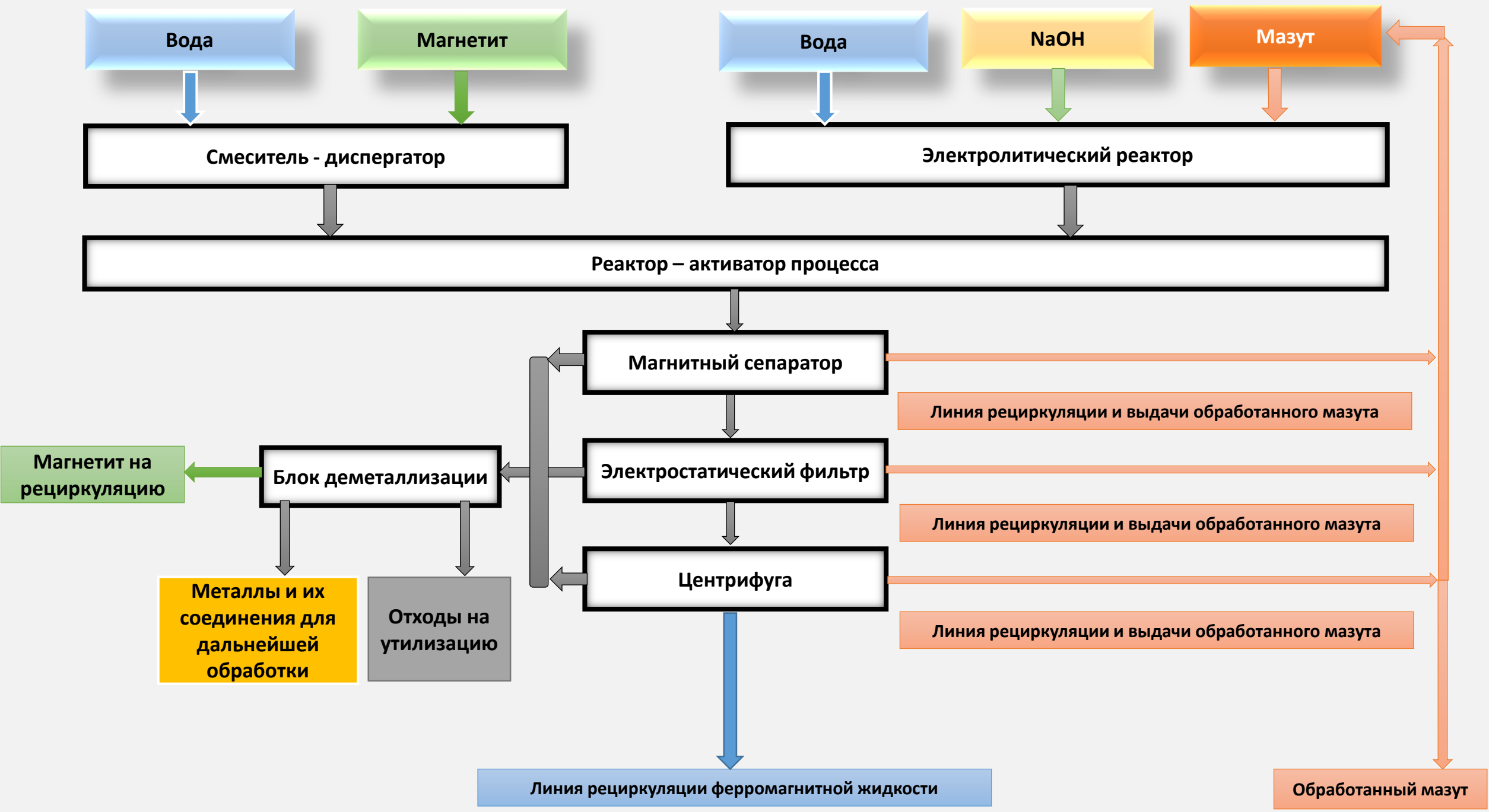
ФАКТИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 4-х ТОНН В ЧАС ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАЗУТА (НЕФТИ)

	Номенклатура основного и вспомогательного оборудования	Осуществляемый процесс	Примечание
1.	Отработанные процессы и оборудование в наличии		
1.1.	Реактор активатор	Основной процесс сероочистки	Собственные разработка и производство
1.2.	Электролитический реактор	Подготовка реакционной смеси	
1.3.	Смеситель диспергатор	Подготовка реакционной смеси	
1.4.	Электродинамический сепаратор	Устройства блока разделения	
1.5.	Электростатический фильтр		
1.6.	Фильтры грубой и тонкой очистки	Очистка входящего сырья	Покупные изделия
1.7.	Насосы, трубопроводы, емкости	Перемещение потоков	Покупные изделия
1.8.	Приборы учета и контроля	Фиксация параметров процесса	Покупные изделия
1.9.	Система управления устройствами собственной разработки и изготовления	Управление параметрами процесса	Собственная разработка и изготовление
1.10.	Система силового питания и управления стандартными изделиями (насосы)		Стандартные изделия
2.	Стандартное оборудование, не используемое в настоящее время в силу объективных причин, но, не требующее каких-либо сложных действий для включения в состав Установки		
2.1.	Центрифуга (трикандер)	Устройство блока разделения	Покупное изделие

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

- Первичная обработка исходного углеводородсодержащего сырья (нефть, мазут и т.п.) в проточном электролитическом реакторе.
- Подготовка ферромагнитной жидкости, представляющей из себя водную дисперсию нанометровых частиц материала, содержащего железо, никель, кобальт и их оксиды.
- Смешивание предварительно подготовленного углеводородного сырья и ферромагнитной жидкости.
- Обработка смеси в проточном Реакторе - активаторе с вращающимся электромагнитным полем
- Последовательное разделение реакционной массы в магнитном сепараторе, электростатическом фильтре и трикандере / центрифуге для отделения избыточного количества ферромагнитной жидкости, а также осадка.
- Отделенная избыточная ферромагнитная жидкость возвращается в производственный цикл после процесса реактивации.

Процесс обработки осуществляется при температуре не более 70-80 С и избыточном давлении в зоне реакции не более 2 БАР



ОБОБЩЕННОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОБРАБОТКЕ

Использование вращающегося электромагнитного поля в присутствии ферромагнитных частиц позволяет комплексно активизировать физико-химические процессы в обрабатываемой среде. Энергозатраты Реактора-активатора составляют около 1,0 кВт на тонну обрабатываемой продукции, коэффициент мощности $\cos \phi = 0,98$, при высокой магнитной индукции в рабочей зоне 0,9-1,1Тл.

В результате проведенных экспериментов с углеводородным сырьем (нефть, мазут) были получены результаты, сделать предварительный вывод о существовании в реакционной зоне селективного гетерогенного катализа процессов обессеривания.

Одновременно, происходит процесс расщепления воды (составная часть ферромагнитной жидкости) по схеме: $\text{H}_2\text{O} = \cdot\text{OH} + \cdot\text{H}$. Гидроксил-радикал ($\cdot\text{OH}$) взаимодействует с серой с образованием молекулы сульфона и последующим элиминированием диоксида серы. Атомарный водород ($\cdot\text{H}$) принимает участие в процессе очистки, замыкая углеводородные остатки молекул сульфона. Кроме того, под действием экстремально высоких давлений в области искрового канала происходит прямой распад серосодержащих соединений, преимущественно по связи C—S.

Процессы массообмена в реакционной зоне интенсифицируются в том числе и за счет присутствия наноразмерных образований на границах раздела фаз.

Образовавшиеся соединения серы уносятся из зоны реакции с избытком воды, а также оседают в виде нерастворимого осадка при добавлении специально подобранного компонента в виде ферромагнитных наночастиц. Полученные в результате окислительного обессеривания соединения, в том числе, сульфоны обладают свойствами, которые отличают их от исходных сернистых соединений и облегчают удаление из исходного вещества. На первом этапе инициируется выпадение в осадок серосодержащих соединений. На втором этапе происходит коагуляция и разделение (вода и тяжелый шлам с серой). В результате воздействия электромагнитных полей, данные процессы протекают в условиях более мягких, чем аналогичные стандартные реакции в присутствии катализаторов.

Соответствующим образом, отходы обессеривания представлены в виде высокомолекулярных серосодержащих органических соединений, а также соединения серы с металлами (сульфиды).

Полученные в результате обработки органические соединения серы, а также образующиеся соединения серы с металлами, обладают свойствами, которые отличают их от исходных сернистых соединений и облегчают удаление из исходного вещества. Образовавшиеся соединения серы уносятся из зоны реакции с избытком воды, а также оседают в виде нерастворимого осадка при добавлении специально подобранного компонента.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ И ОТХОДОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ

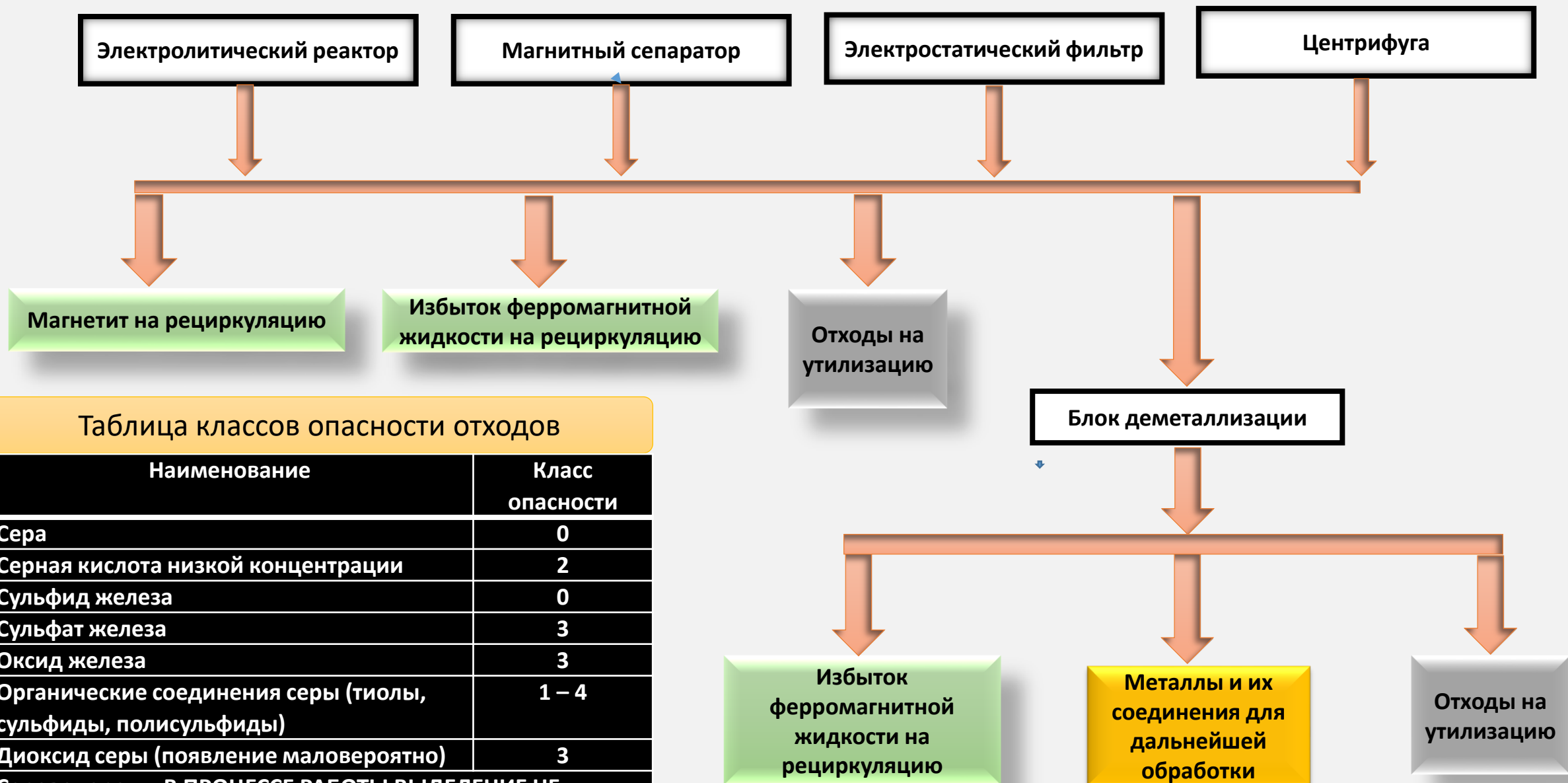


Таблица классов опасности отходов

Наименование	Класс опасности
Сера	0
Серная кислота низкой концентрации	2
Сульфид железа	0
Сульфат железа	3
Оксид железа	3
Органические соединения серы (тиолы, сульфиды, полисульфиды)	1 – 4
Диоксид серы (появление маловероятно)	3
Сероводород - В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ВЫДЕЛЕНИЕ НЕ ФИКСИРОВАЛОСЬ	

Технология позволяет:

- Обеспечить выделение из нерегенерированных ферромагнитных материалов и отходов содержащиеся в них в заметных количествах элементы, представляющие собственный коммерческий интерес (включая, например, редкие и цветные металлы). Для этого разработан Блок деметаллизации отходов на основе технологии электролитического выделения металлов.
- Обрабатывать высокомолекулярные органические соединения серы с получением смол и полимерных составов для применения в качестве составных части при создании изоляционных и строительных материалов.
- Обрабатывать циркуляционную воду, содержащую растворенные неорганические соединения серы, с получением возвратной воды и неорганического осадка, подлежащего захоронению либо использованию в качестве пластификатора для дорожных покрытий

При эксплуатации пилотной установки отработаны технологические процессы:

- Подготовка ферромагнитных компонентов реакционной массы;
- Подготовка ферромагнитной жидкости;
- Смешивание компонентов реакционной массы;
- Обессеривание;
- Разделение продуктов реакции;
- Отделение и реактивация ферромагнитных компонентов с возвратом в реакционную зону;

Отделение и реактивация ферромагнитной жидкости на циркуляцию;

Процесс деметаллизации и выделение соединений серы.

ПРИМЕР УСРЕДНЕННОГО МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРИ ОБЕССЕРИВАНИИ

1. Приведенный далее материальный балансы являются усредненными и составлен на основе работы экспериментальной Установки при различной производительности.
2. При расчетах принято:
 - 2.1. Общее количество рабочих часов в год: 8 000;
 - 2.2. Работа установки осуществляется в 3 смены;
 - 2.3. Продолжительность одной смены: 8 часов;
 - 2.4. Численность работников одной смены: 2-3 человека

Усредненный расчетный материальный баланс для установки обессеривания производительностью до 100 000 тонн исходного мазута (сера 3,5% масс.) в год

		Метрические тонны					% масс.
		год	квартал	месяц	сутки	час	
1.	СЫРЬЕ И РЕАКЦИОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ (ТОННЫ)						
1.1.	Исходный высокосернистый мазут (3,5% сера)	100 000,000	25 000,000	8 333,333	300,000	12,500	83,56%
1.2.	Вода на производство ферромагнитной жидкости	10 000,000	2 500,000	833,333	30,000	1,250	8,36%
1.3.	Ферромагнитная жидкость из системы рециркуляции	8 000,000	2 000,000	666,667	27,778	1,000	6,68%
1.4.	Магнетит	420,000	105,000	35,000	1,260	0,053	0,35%
1.5.	Вода на производство раствора NaOH	1 200,000	300,000	100,000	3,600	0,150	1,00%
1.6.	NaOH (100%)	60,000	15,000	5,000	0,180	0,008	0,05%
	ИТОГО:	119 680,000	29 920,000	9 973,333	362,818	14,960	100,00%
2.	ВЫХОД КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА, ЦИРКУЛЯЦИЯ, ОТХОДЫ И ПОТЕРИ (ТОННЫ)						
2.1.	Низкосернистый мазут (0,5%)	106 500,000	26 625,000	8 875,000	319,500	13,313	88,99%
2.2.	Циркуляция ферромагнитной жидкости	8 000,000	2 000,000	666,667	24,000	1,000	6,68%
2.3.	Отходы производства (выделенные соединения серы и металлов), потери	5 180,000	1 295,000	431,667	15,540	0,648	4,33%
	ИТОГО:	119 680,000	29 920,000	9 973,333	359,040	14,960	100,00%

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА

Представленные далее материалы подготовлены исключительно для предварительной оценки эффективности работы Установки, как отдельной производственной единицы. Не принята во внимание учетная политика ПАО Газпром нефть. Кроме того, данные расчеты не привязаны к возможным специальным техническим требованиям заказчика к Установке, ее составным частям, качеству исходного и конечного продуктов. При расчетах принято также, что переработка отходов будет осуществляться поставщиком Установки.

РАСЧЕТНЫЙ ГОДОВОЙ ПЛАН ПРИБЫЛЕЙ С НАЧАЛА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 000 ТОНН ИСХОДНОГО МАЗУТА В ГОД

	Тысячи рублей
Чистая выручка от реализации продукции	1 341 000,00
Производственная себестоимость реализованной продукции	789 700,00
Валовая прибыль	551 300,00
Общие (накладные) расходы без учета процентов по кредиту и амортизации	9 027,00
Амортизация	0,00
Общие операционные расходы	9 027,00
Операционная прибыль	542 273,00
Прибыль до уплаты налога на прибыль	542 273,00
Налог на прибыль, ____%	110 260,00
Чистая прибыль	432 013,00

РАСЧЕТНЫЙ ПЛАН ГОДОВЫХ ПРОДАЖ С НАЧАЛА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 000 ТОНН ИСХОДНОГО МАЗУТА В ГОД

Товар	Тысячи рублей
Обработанный мазут	
Количество (тонн)	103 000,00
Цена (тысячи рублей)	13,00
Сумма (объем продаж) тысячи рублей	1 339 000,00

ПЛАНИРУЕМЫЕ ГОДОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕБЕСТОИМОСТИ С НАЧАЛА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 000 ТОНН ИСХОДНОГО МАЗУТА В ГОД

Статьи расходов	Тысячи рублей в год
Производственная себестоимость	
Сырье и материалы (Высокосернистый мазут, компоненты)	700 000,00
Электроэнергия (для производства товаров)	45 000,00
Зарплата производственного персонала	30 000,00
Налоги на зарплату производственного персонала	10 800,00
Затраты на модернизацию оборудования	1 500,00
Ремонт и поддержка оборудования, помещений	600,00
Аренда производственных помещений	1 200,00
Другие производственные расходы	600,00
Итого производственная себестоимость	789 700,00
Накладные расходы	
Реклама/Продвижение	120,00
Аренда непромышленной недвижимости	360,00
Ремонт помещений	50,00
Электроэнергия/отопление	60,00
Телефон/факс/почта	60,00
Командировки	600,00
Лизинговые платежи	5 000,00
Офисные расходы	720,00
Зарплата (кроме производственного персонала)	1 200,00
Налоги на заработную плату	552,00
Ремонт и поддержка	65,00
Услуги банка	60,00
Транспорт	180,00
Итого накладные расходы	9 027,00
Всего себестоимость	798 727,00

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛАХ



ТИПИЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Проведенные эксперименты с нефтью, например, перерабатываемой на ООО «Марийский НПЗ» позволили снизить содержание массовой доли серы в нефти с 1,24% до 0,51%. Одновременно, доля легких фракций в нефти после обработки выросла на 14,5%.

По результатам обработки, достигнуто снижение массовой доли содержания серы в мазуте М 100 ООО «Марийский НПЗ» с 2,00% до 0,13%, мазуте М100 ООО «ЛУКОЙЛ – Нижегороднефтеоргсинтез» с 3,50% до 0,50 %, М100 ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» с 2,60% до 0,37%, сланцевом масле с 1,00 % до 0,250 % при энергозатратах на уровне 0,6 квт на тонну входящего сырья.

В результате подбора параметров соответствующего воздействия на мазут М 100 (исходная сера 2,62%) –Рязанского НПЗ содержание серы снизили до 0,93%. Калорийность: было исх. 9660,00 ккал/кг - стало 9677,10 ккал./кг. рН исходный 6,1, обработанный 6,2. Водорастворимые кислоты и щелочи в обработанном мазуте отсутствуют, запах сероводорода не обнаружен.

НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТИПИЧНЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЦЕССОВ СЕРООЧИСТКИ

ПЕЧНОЕ ТОПЛИВО

№	Наименование продукта	Плотность (кг/куб.м.)		Содержание серы (%)	
		Исходное печное топливо	Обработанное печное топливо	Исходное печное топливо	Обработанное печное топливо
1.	Печное топливо (1)	893,0	866,9	2,650	1,451
2.	Печное топливо (2)	857,0	817,8	1,960	0,001

ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

№	Наименование продукта	Плотность (кг/куб.м.)		Содержание серы (%)		Теплотворная способность (ккал/кг)	
		Исходное дизтопливо	Обработанное дизтопливо	Исходное дизтопливо	Обработанное дизтопливо	Исходное дизтопливо	Обработанное дизтопливо
1.	Дизельное топливо (1)	856,0	817,5	0,233	0,105	8 138,10	10 555,00
2.	Дизельное топливо (2)	835,7	829,6	0,050	0,007	9 626,70	10 973,20
3.	Дизельное топливо (3)	835,2	830,1	0,06	0,007	9 879,10	10 992,40

Анализы образцов

Анализы образцов исходных и обработанных веществ проводились в сертифицированных лабораториях «Института нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН РФ»; «Института общей физики им. Прохорова РАН РФ»; «Всероссийского теплотехнического научно-исследовательского института»; «Института физики металлов Уральского отделения РАН», зарубежных лабораториях.

Методы проводимых исследований: масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS); Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-ES); Рентгено - флуоресцентный (XIR), Ядерной магнитной релаксационной спектроскопии.

ПРОЦЕССЫ ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИИ

ТИПИЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Актуальность внедрения технологии процесса деме­таллизации углеводородсодержащих продуктов (нефть, мазут и др.) обусловлена как наличием в них металлов, представляющих отдельный коммерческий интерес, так и потребностями удаления металлов и их соединений, затрудняющих глубокую переработку нефти, так как металлы (такие как, ванадий, железо, никель), содержащиеся в остатке, при каталитическом крекинге являются "ядами" для катализаторов, мешают процессам переработки.

Применительно к нефтяному сырью одним из существенных факторов повышения рентабельности может являться комплексный подход к его глубокой переработке, позволяющий использовать не только его углеводородный потенциал, но и возможность выделения попутных неорганических компонентов в его составе, таких как редкоземельные металлы, концентрат которых может служить ценным товарным продуктом.

В далее приведенных таблицах показатели содержания металлов приведены в граммах на тонну.

Метод анализа, методика: ICP-MS

В таблицах не указана информация по металлам, количества которых в исходной нефти были менее предела определения и металлы, не представлявшие интереса при проведении экспериментов

НЕФТЬ - 1

Элемент	Исходная нефть	Обработанная нефть
Li	10,000	< ПО
Be	2 200,000	< ПО
Mg	140,000	< ПО
V	4 000,000	28,4
Mn	50,000	< ПО
Fe	2 000,000	1,0
Ni	2 700,000	19,5
Cu	1 500,000	1,6
Y	0,700	< ПО
Nd	0,500	< ПО
Sm	0,500	< ПО
Pt	0,400	< ПО
Hg	2,000	< ПО
Pb	160,000	< ПО
U	0,500	< ПО

НЕФТЬ - 2

Элемент	Нефть исходная	Нефть после обработки
Na	52,00	29,00
Mg	22,00	8,80
Al	190,00	16,00
P	20,00	13,47
K	11,00	4,00
Mn	15,00	-
Fe	254,70	33,96
Zn	94,00	27,00
Zr	0,30	-
Ba	4,70	3,60
La	0,10	0,05
Ce	0,10	0,04
Pb	4,50	1,70

СЛАНЦЕВОЕ МАСЛО

Элемент	Исходное сланцевое масло	Обработанное сланцевое масло
Na	420,00	100,00
Mg	14,00	5,90
Al	40,00	28,00
Ca	67,00	24,00
Mn	3,70	0,35
Fe	170,34	38,25
Ni	5,00	5,00
Cu	8,60	7,80
Zn	55,00	16,00
Mo	0,54	0,43
Ba	4,60	3,10
Ce	0,04	0,03
Pb	5,41	4,50

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

ОБЕССЕРИВАНИЕ НЕФТЯНОГО КОКСА

Получены положительные результаты при экспериментах по обессериванию нефтяного кокса.

Приведенные ниже Типичные результаты подтверждают эффективность обессеривания.

Пример 1

Обработка кокса электродного нефтяного производства ООО «ЛУКОЙЛ-ВОЛГОГРАДНЕФТЕПЕРЕРАБОТКА». Массовая доля серы по паспорту продукции – не более 1,8%.

Фактический показатель – 1,35%

По результатам однократной обработки обеспечено снижение содержания массовой доли до показателя 0,4%.

По результатам двукратной обработки содержание серы составило 0,08% масс.;

Пример 2

Обработка кокса нефтяного производства группы НПЗ «Башнефть». Массовая доля серы по паспорту продукции – не более 4,7%. массовых Фактический показатель – 4,51%

По результатам однократной обработки кокса, показатель содержания серы составил 0,341%масс.

По результатам двукратной обработки кокса, показатель содержания серы составил 0,332%масс.

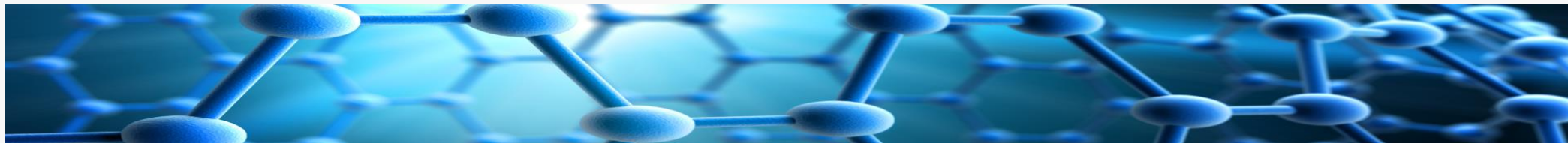
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТОМ ЧИСЛЕ И ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИЗА

Предлагаемая технология обеспечивает высокоэффективное и высокопроизводительное промышленное производство нанопорошков металлов и их соединений.

При разработке технологии использовались опыт и материалы, полученные в результате воздействия вращающегося электромагнитного поля и находящихся в рабочей зоне поля ферромагнитных элементов на любые обрабатываемые вещества: жидкие среды или твёрдые вещества.

Размеры частиц получаемых порошков соответствуют составляют от 10 до 100 нм.

Наночастицы имеют игольчатую и сферическую форму. Присутствующие на поверхности наночастиц оксидные и гидроксидные фазы образуют защитную оболочку толщиной до 2-3 нм.



ПЕРЕРАБОТКА ЖИДКИХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Предлагаемая технология обработки исходных веществ, основанная на воздействии вращающегося электромагнитного поля и находящихся в рабочей зоне поля ферромагнитных частиц может использоваться при обработке техногенных отходов

Предлагаемая технология отличается в положительную сторону при сравнении с существующими методами удаления загрязнений, к которым относятся реагентный, сорбционный, электрохимический, ионообменный, мембранный и т.д.

Сферы использования предлагаемой технологии для утилизации и очистки различных вариантов отходов, применительно в нефтедобыче и нефтепереработке:

- содержимое нефтешламовых амбаров;
- шахтные и буровые растворы и воды;
- продукты очистки нефтехранилищ и систем трубопроводов;
- стоки предприятий нефтедобычи и нефтепереработки и др.

ООО «МАКСИНВЕСТ»

Москва

2021 год

