

Роль печей в процессах нефтепереработки и нефтехимии

Докладчик:

Заместитель генерального директора-
Технический директор ООО «Алитер-Акси»

Евгений Анатольевич Хухрин

Роль нефтепереработки и нефтехимии в современном обществе;

Горючие свойства нефти были известны давно

В древности одно из видов орудий защиты или нападения это были пропитанные нефтью огненные шары;

Определённые целители приписывали нефти чудодейственные свойства для лечения различных заболеваний;

Древние племена поклонялись нефтяным потокам как дающим огонь и пр.

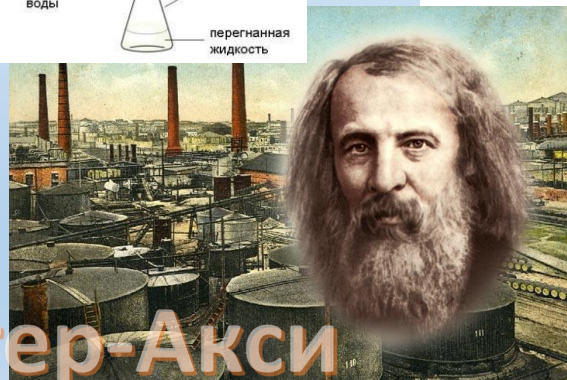
Нефтеперерабатывающий завод (НПЗ)



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Но только сравнительно недавно началось разделение нефти на эти фракции и использование отдельных фракций как самостоятельных видов топлива и под каждый тип топлива разработан отдельный двигатель внутреннего сгорания;
И после этого началось бурное развитие нефтепереработки с постоянно растущими требованиями к качеству вырабатываемого топлива;
Основа нефтепереработки – это разделение исходной нефти на фракции, поэтому для нефтеперерабатывающего завода можно использовать аналогию, как большой самогонный аппарат, принцип действия - аналогичный.

Развитие знаний о нефти



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Одним из первопроходцев всей нефтепереработки был выдающийся русский ученый-химик Д.И. Менделеев, который использовал колбы и спиртовки для нагрева нефти и ее фракций);

Периодическое действие

Печи являются, главным образом, вспомогательным оборудованием в процессах нефтепереработки, за редким исключением.

Трубчатые печи Алитер-Акси



Алитер-Акси

Алитер-Акси

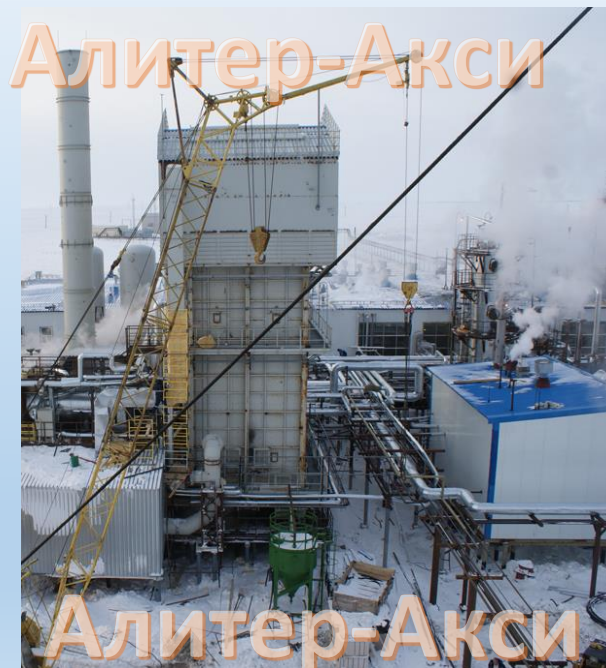


Алитер-Акси

Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Основным оборудованием процессов нефтепереработки, являются, как правило, колонны, реакторы и пр., но за редким исключением основным оборудованием установки являются печи: термодеструктивные процессы, установки производства водорода и пиролиз;

Реакционные печи



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Нефть, как известно, это смесь углеводородов, в которой содержатся как газы, так и жидкие и твердые углеводороды – соединения атомов углерода и водорода, имеющие различную структуру и температуры кипения.

Схема НПЗ

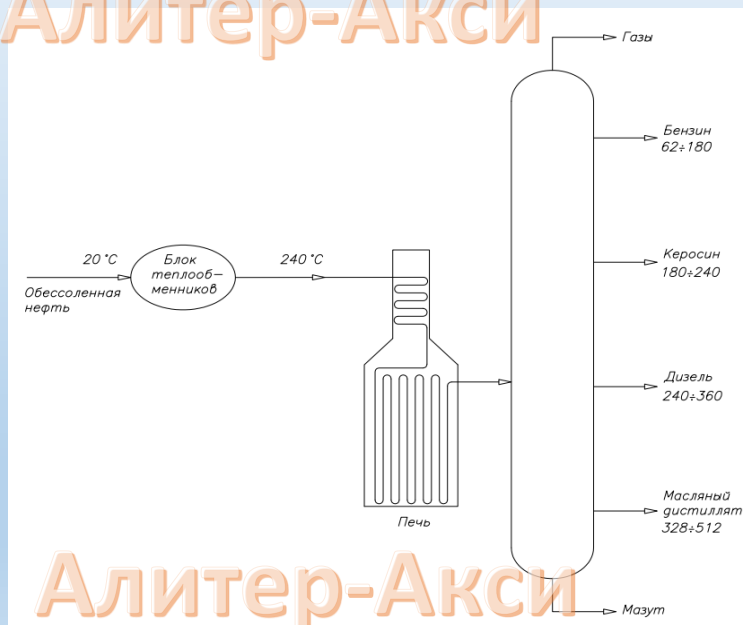


Схемы работы нефтеперерабатывающих заводов бывают разные: топливные, масляные и пр., в зависимости от основной получаемой продукции. Рассмотрим наиболее полную схему НПЗ.

Процессы первичной переработки нефти – служат для отделения нефти от воды, неорганических солей, а главным образом, для разделения нефти на фракции по температурам кипения: фр. НК-62 – отделения нефти от газов, фр. 62-180 – бензиновая; фракция: 180-240 – керосин, фр. 240-360 – дизель, фр. 360-КК – мазут, тяжелые остатки;

Роль печи в процессе первичной переработки нефти (установки АТ)

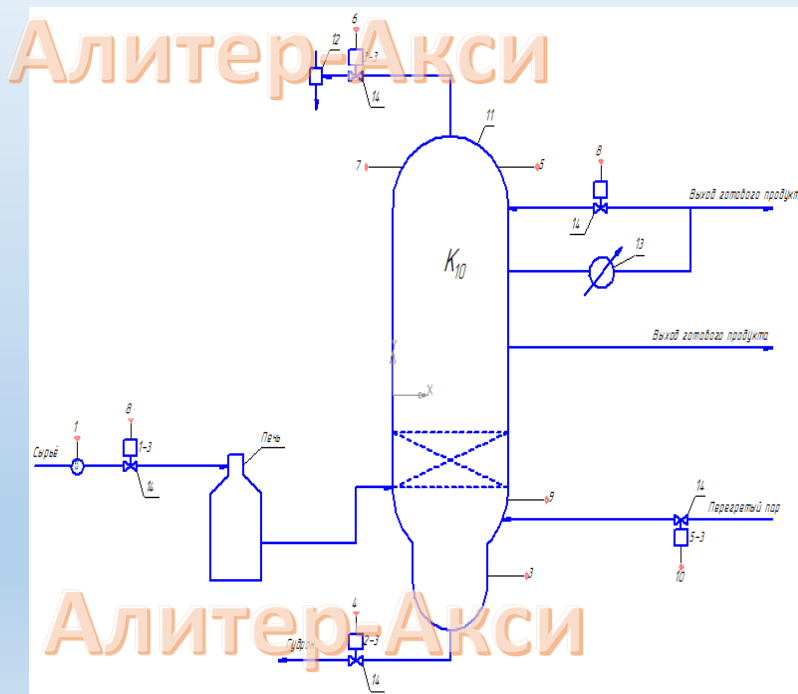
Алитер-Акси



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Чтобы разделить нефть на фракции по температурам кипения предварительно необходимо ее нагреть, для этого в процессе служат трубчатые печи; В печах происходит нагрев нефти до температуры примерно 360 гр.С, а далее нагретая нефть поступает в колонны для разделения. Процесс первичной перегонки напоминает процесс самогонварения

Роль печи в процессе первичной переработки нефти (установки ВТ)



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"



Перегонка тяжелых фракций ограничена температурой 360-400 гр.С, так как при более высоких температурах в печном змеевике может начаться сильное коксование или крекинг, т.е. разложение

Поэтому более глубокое извлечение светлых нефтепродуктов из тяжелых остатков ведут при давлении ниже атмосферного, т.е. под вакуумом. Как известно, чем ниже давление, тем ниже значение температуры кипения, т.е. те же жидкости под вакуумом кипят при более низких температурах.

Этим и обусловлена вакуумная перегонка

Процессы вторичной переработки



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

В результате процесса первичное перегонки нефти – ни одного товарного продукта не получается, выходят только отдельные фракции для дальнейшей переработки;

Газофракционирующая установка



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Газы с первичной переработки нефти, как правило идут на газофракционирующую установку, где разделяются на простые соединения: метан, этан, пропан, бутаны и пентан+ или в топливную сеть завода, где служат топливом для наших печей.

ГФУ всегда отличается батареей колонн (см. слайд на стр. 9)

Газофракционирующие установки нас не интересуют, так как там нет печей, разделение идет при низких температурах, где не требуется подогрев.

Вернемся к схеме вторичной переработки нефти



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Бензиновая фракция, 62-180 – это самая «дорогая» фракция, содержащаяся в нефти

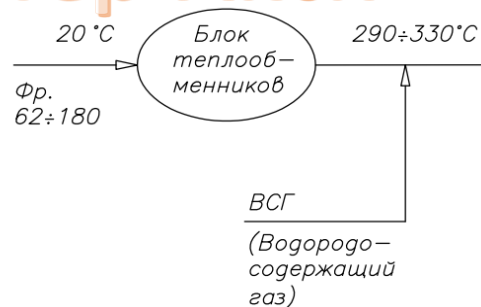
Но для получения из этой фракции бензина необходимо ее облагородить.

В первую очередь освободить от сернистых соединений, а также улучшить антидетонационные свойства и увеличить октановое число, так как у прямогонных бензинов оно имеет порядок около 60ти, поэтому для ее дальнейшей переработки необходим процесс каталитического риформинга.

В процессе каталитического риформинга, фракция 62-180, проходит предварительную очистку от сернистых соединений

Упрощенная схема блока г/о установки риформига

Алитер-Акси



Алитер-Акси

Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Алитер-Акси

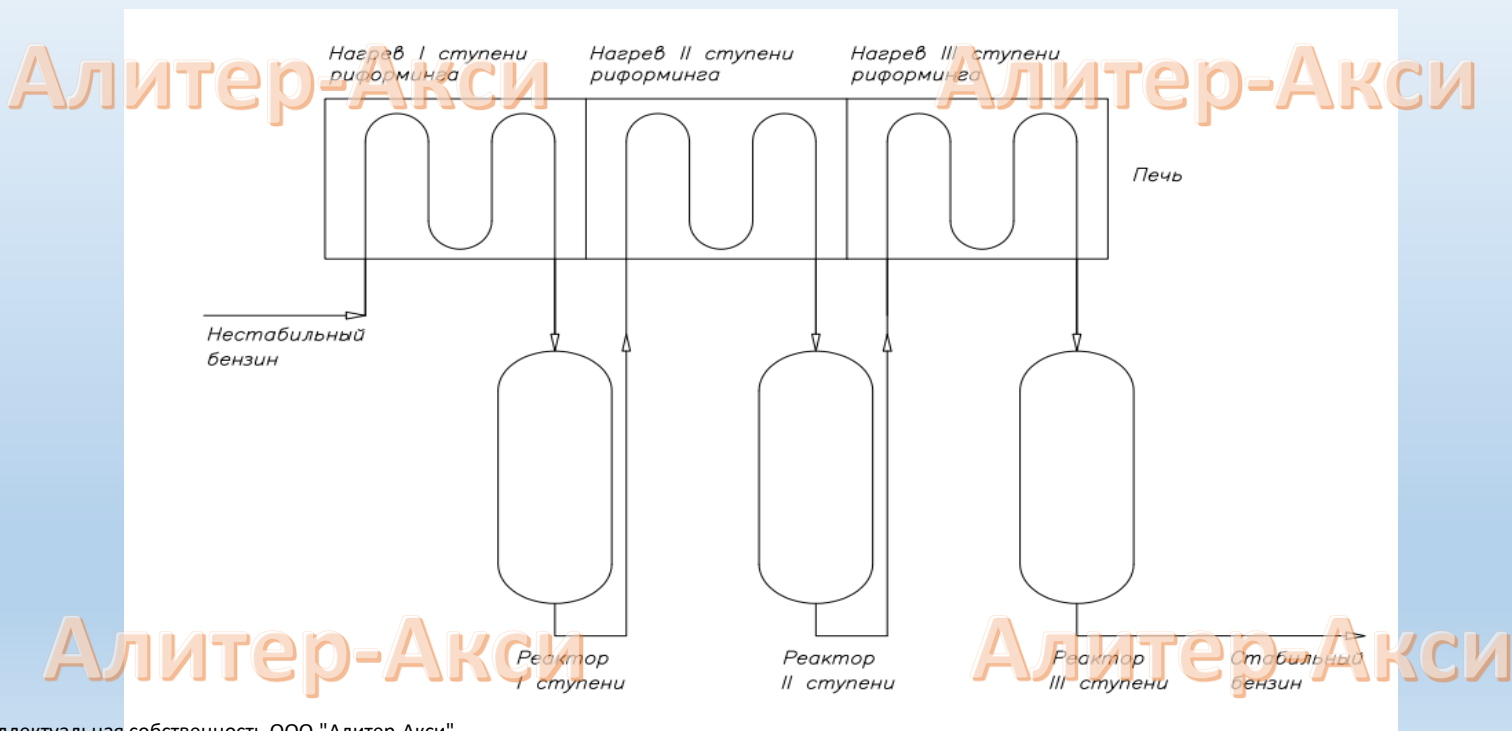
Алитер-Акси

В процессе очистки от серы бензиновая фракция смешивается с водородом и нагревается в трубчатой печи до температуры 330-380, в зависимости от типа катализатора или особенностей лицензиара

После этого нагретая смесь из печи поступает в реактор гидроочистки, где происходит отделение серосодержащих соединений от сырья на платиновом катализаторе, поэтому печь, находящаяся перед реактором, называется **реакторной**, не путать с реакционной, такие тоже бывают;

Реакция гидроочистки эндотермическая, т.е. идет с поглощением тепла, поэтому на выходе сырье более холодное, чем на входе.

Упрощенная схема блока риформига



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

После сероочистки бензиновая фракция поступает на блок каталитического риформинга;
Для увеличения октанового числа наша бензиновая фракция проходит основной процесс: последовательно проходит три ступени риформинга. И если на входе в первую ступень октановое число имеет значение около 60-ти, то на выходе из третьей ступени уже 90-95;
Реакция также эндотермическая, поэтому перед каждой ступенью стоит наша трубчатая печь, а конструктивна она объединена в одну

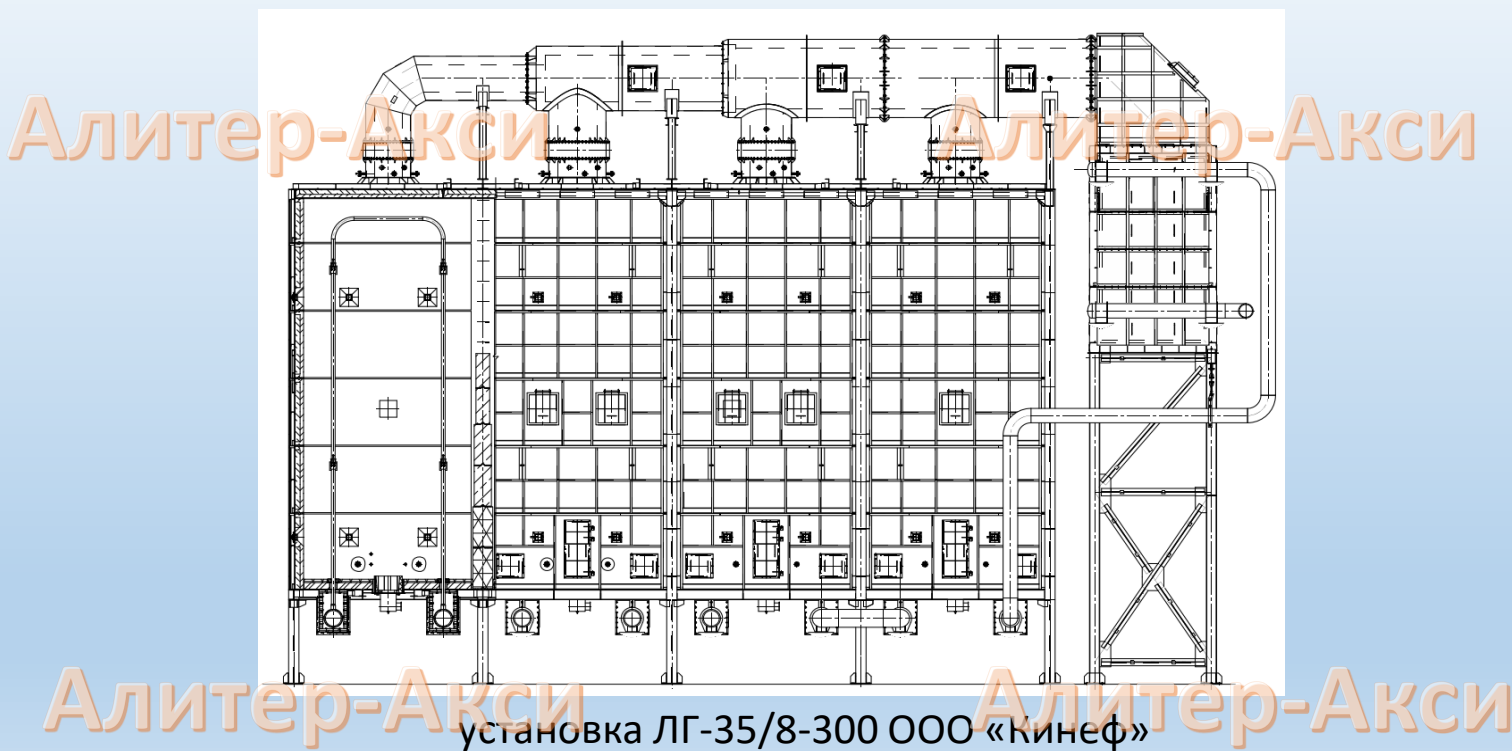
Печь риформинга



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Подобная печь была недавно отправлена в Кириши на установку ЛГ-358/3006 (здесь можно краткое описание конструкции с чертежом)
Особенностью этой печи является коллекторный змеевик, много параллельных U-образных петель между коллекторами

Чертеж печи каталитического риформинга



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Ну и от фотографии к чертежу нашей печи риформинга, где можете видеть U-образный змеевик, подовые горелки и пр. Так облагораживается бензиновая фракция. Вернемся к схеме вторичной переработки нефти,

Процессы вторичной переработки



Мы разобрались с бензиновой фракцией и процессом получения товарного бензина;

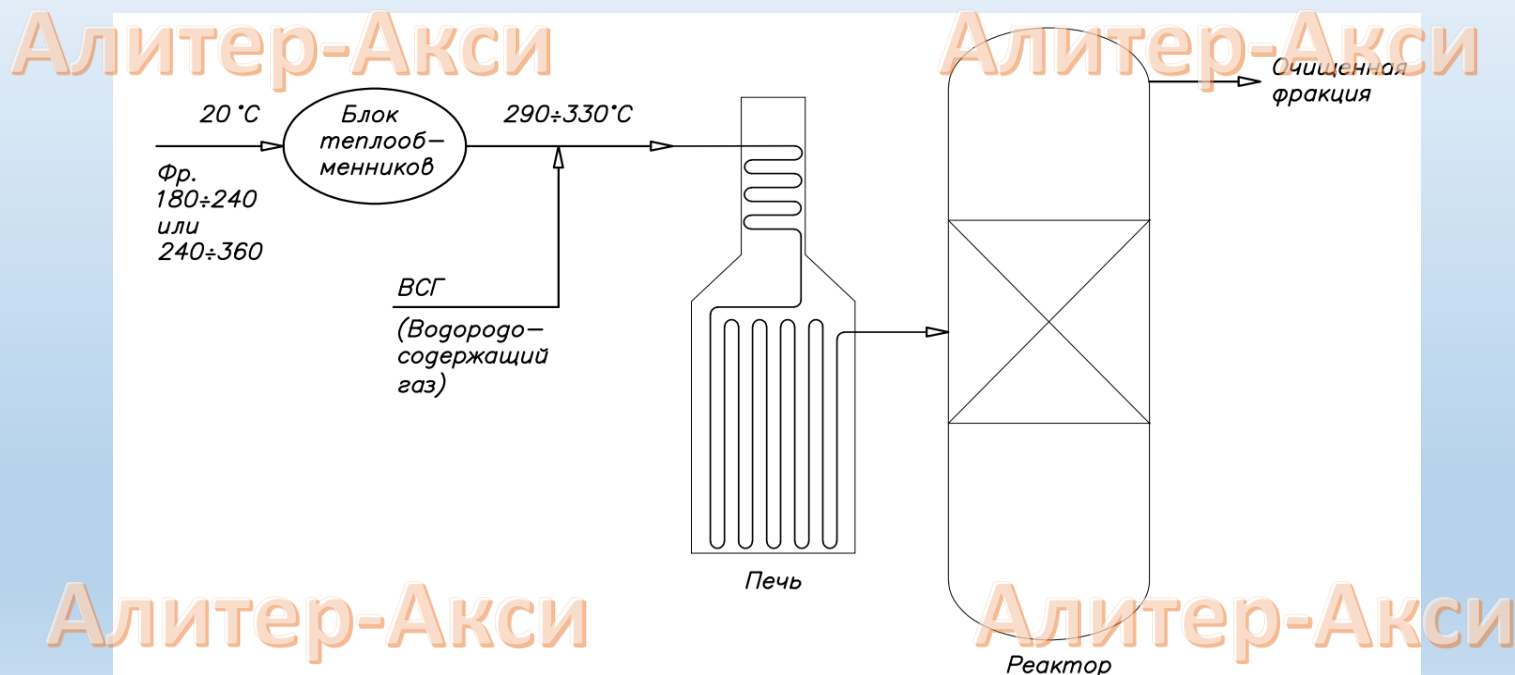
Далее по увеличению температуры кипения и плотности находится керосиновая фракция

Вообще изначально нефть добывали и получали из нее исключительно керосин!

Все остальные фракции выливали, как не нужные;

Сейчас керосин широко используется как топливо для авиации: реактивное топливо для всех старых типов турбовинтовых и дозвуковых турбореактивных двигателей – ТС-1, топливо для турбореактивных дозвуковых и некоторых сверхзвуковых самолётов – РТ, а также топливо для сверхзвуковой авиации – Т-6 и Т-8;

Значение печи в составе установок гидроочистки



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

С установок первичной перегонки керосиновая фракция поступает на установку гидроочистки.

Где также по аналогии с гидроочисткой бензина происходит смешение у/в фракции с ВСГ и с температурой 290-330 гр.С продукт поступает в печь, где нагревается до 370-380 гр.С

Печь также находится перед реактором поэтому в данном случае печь называется РЕАКТОРНОЙ.

В реакторе в присутствии катализатора продукт очищается от серосодержащих соединений и идет на стабилизацию, откуда отгружается как товарный продукт.

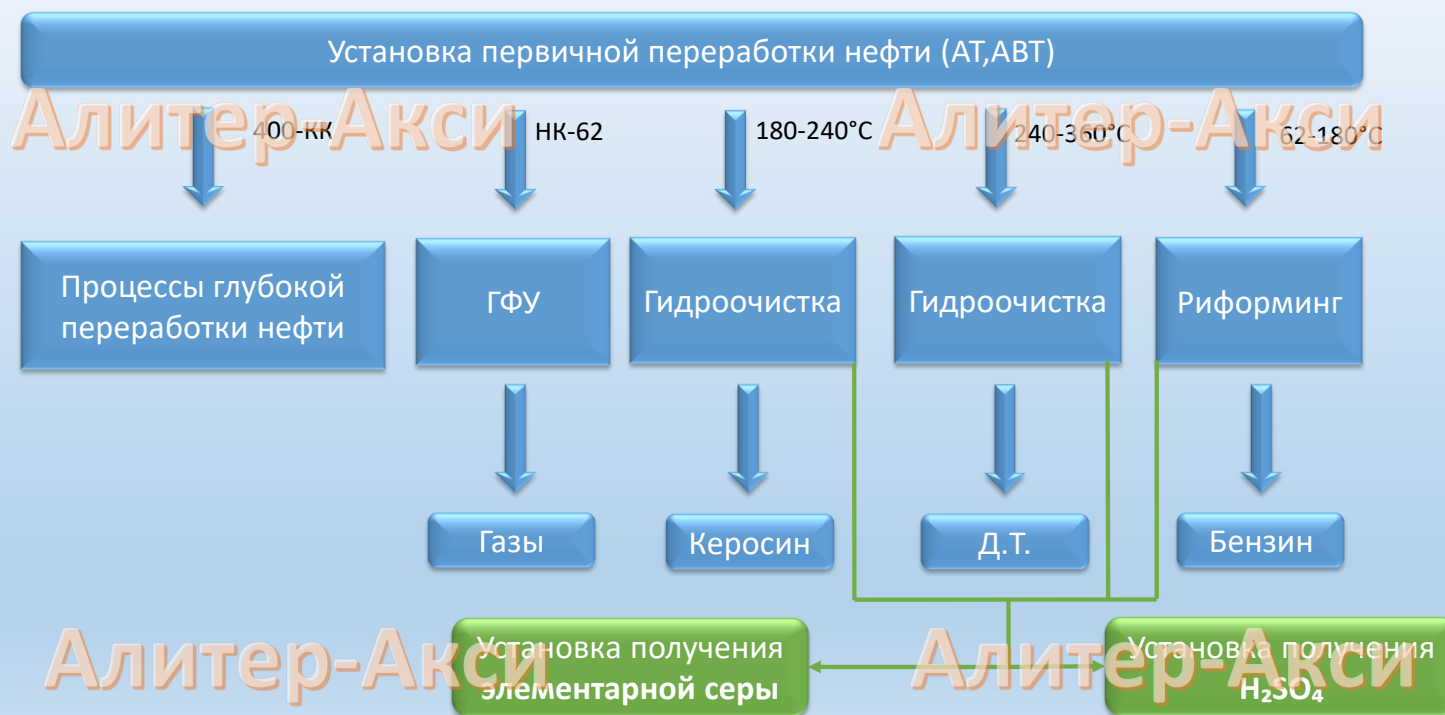
Фото печи и реактора



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

По абсолютно аналогичной схеме идет облагораживание и дизельного топлива
На фотографии вы видите несколько наших объектов, где печи находятся рядом с реакторами, т.е. наши печи называются реакторными.

Процессы вторичной переработки



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Итак, мы разобрались со схемой вторичной переработки нефтепродуктов

При каждом облагораживании топлив вы слышите слово ГИДРООЧИСТКА, как вы поняли это очистка топлив от сернистых соединений

В результате взаимодействия с катализатором сера из ВМС восстанавливается до сероводорода H_2S и далее этот сероводород идет на установки получения элементарной серы, так называемые установки Клауса или установки получения серной кислоты (см. Слайд 08)

Как раз для установок Клауса мы изготавливаем технологические топки, из них часть реакционных где происходит основное сжигание сероводорода и часть топок дожигания.

Если брать в количественном соотношении, то 90% топок мы изготавливаем как раз для установок Клауса.

Но по топкам у нас будет отдельный доклад, поэтому идем дальше.

Фракции от газа до дизеля называются светлыми нефтепродуктами;

Фракции с температурой кипения выше 360 гр.С – называются темными нефтепродуктами;

И их дальнейшая переработка происходит на установках глубокой переработки нефти

Установки переработки сернистых соединений



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Установки переработки сернистых соединений

Алитер-Акси



Алитер-Акси

Алитер-Акси



Алитер-Акси

Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Схема разделения тяжелых фракций с получением товарных продуктов



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

В зависимости от набора установок фракцию 360-КК можно разделить: на масляную фракцию, атмосферный газойль, вакуумный газойль, полугудроны, гудроны, пеки, асфальтены и пр.

Каждый продукт может быть переработан в дальнейшем на установках специально предназначенных для этого;

Переработка масляных дистиллятов заключается в извлечении из них парафинов, асфальтенов, смол, полициклических веществ и пр. для повышения температуры застывания, помутнения, выделения сернистых соединений и повышения характеристик масел в целом, в первую очередь вязкостных характеристик;

Печи установок по улучшению качества масляных дистиллятов



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Переработка масляных дистиллятов служат установки: деасфальтизации титул 36. Установка служит для удаления высокомолекулярных смолисто-асфальтеновых веществ из масляной фракции, таким образом повышаются вязкостные характеристики масел, т.е. снижение зависимости вязкости от температуры (см.на слайде печь установки 36-30)

Установки селективной очистки масел – Титул 37, где из масляной фракции извлекаются нежелательные для товарных масел компоненты – смолисто-асфальтеновые вещества, гетероатомные соединения и полициклические ароматические углеводороды с короткими боковыми цепями, т.е. опять же улучшаются вяжущие свойства масел;

Так же к процессам переработки минеральных масел относятся установки депарафинизации, которые предназначены для отделения парафина из масляных дистиллятов, но эти установки нас мало интересуют так как на них нет трубчатых печей.

Схема разделения тяжелых фракций с получением товарных продуктов



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

К процессам глубокой переработки нефти относится переработка тяжелых нефтяных остатков, выкипающих, как правило при температуре выше 400 гр.С, для этого служат процессы крекинга: каталитического и гидрокрекинга. От английского слова «crack» ломать, трещать. В этих процессах длинные у/в цепочки ломаются и образуются более легкокипящие углеводороды; В процессах каталитического крекинга целевым продуктом получается бензин. А в процессах гидрокрекинга основным продуктом получается дизельное топливо. В этих процессах также обязательно используется наша продукция – трубчатые печи: для нагрева сырья перед реактором или перед колонной разделения продуктов; Редкий процесс нефтепереработки обходится без трубчатой печи; И на этом этапе моего доклада мы закончим с простыми нагревательными печами. Далее начнем рассматривать более сложные нагревательно-реакционные печи.

Печи установки замедленного коксования (УЗК) и коксовой камеры



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"



Самые тяжелые нефтяные фракции: полугудроны, гудроны или асфальты могут быть использованы на установках замедленного коксования. На установках замедленного коксования из тяжёлых фракций, которые практически нельзя переработать, получают определенное количество светлых и, главным образом, нефтяной кокс – этот продукт востребован в цветной металлургии;

Печь УЗК



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

На установках замедленного коксования сырьё не просто нагревается в печи – в процессе нагрева, происходит изменение химического состава, т.е. хим. состав на входе в печь отличается от хим. состава на выходе из печи.

- 19.2 Это принципиальное отличие от всех ранее рассматриваемых печей, которые имеют под собой назначение только нагрева продукта; Так как в печи УЗК происходит реакция, поэтому данная печь называется – РЕАКЦИОННОЙ; Такие печи мы проектировали для НПЗ Волгограда и «Танэко» - Нижнекамск Стоит отметить, что расчет и проект этих печей является наиболее сложным в процессах нефтепереработки; На данный момент ООО «Алитер-Акси» является единственной отечественной компанией, которая обладает всеми соответствующими званиями и опытом в этом сегменте; Мы можем полностью «с нуля» выполнить все расчеты, сделать проект и изготовить печи установок замедленного коксования; Конкурентами являются только иностранные компании, в первую очередь американские (перечислить): FW, Chevron, CB&I, ConocoPhillips и др.

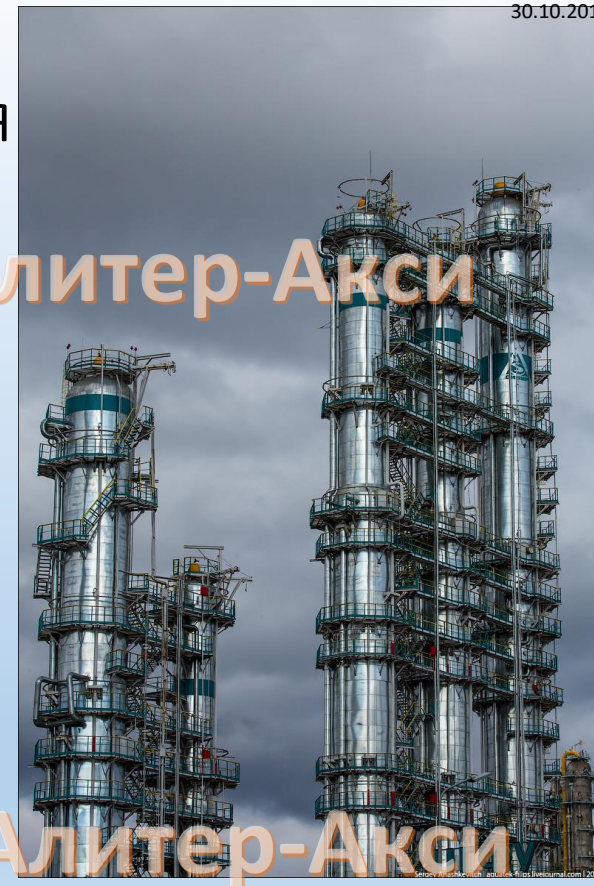
Печи установки висбрекинга



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Также к термодеструктивным процессам относятся установки висбрекинга, они служат для повышения качества жидкого топлива, в первую очередь флотского мазута. Та как до сих пор многие суда, в качестве топлива используют мазут. За последние 40 лет – мы первые кто ввели в эксплуатацию несколько печей термодеструктивных процессов на отечественном рынке; Это большой достижение для нашей компании в целом и каждого сотрудника отдельно

Нефтехимические предприятия



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Отдельно хочется заметить печи процессов нефтехимии

Кроме нефтепереработки печи используются и на всех процессах химических предприятиях.

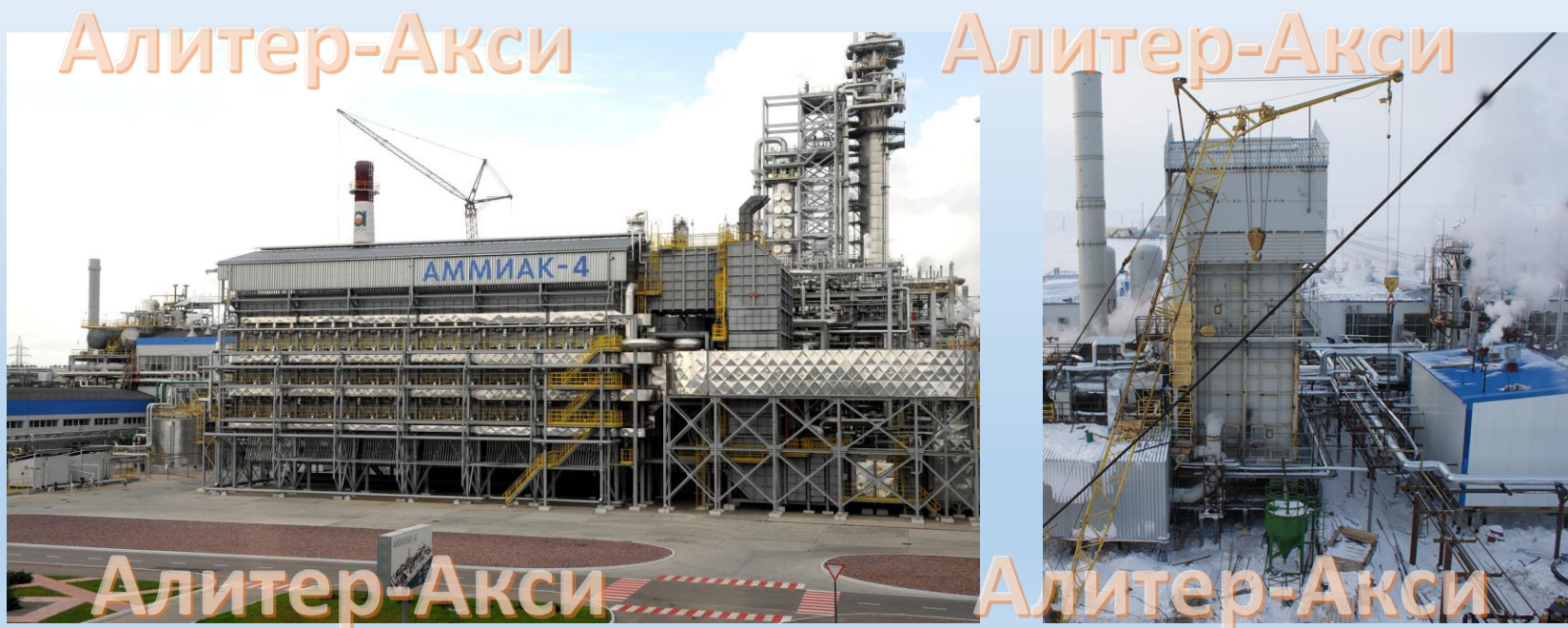
Как правило, печи этих процессов являются еще более сложными чем печи термодеструктивных процессов

ПАУЗА

Печи установок производства водорода или паровые риформеры

Это также является по принципу печь-реактор

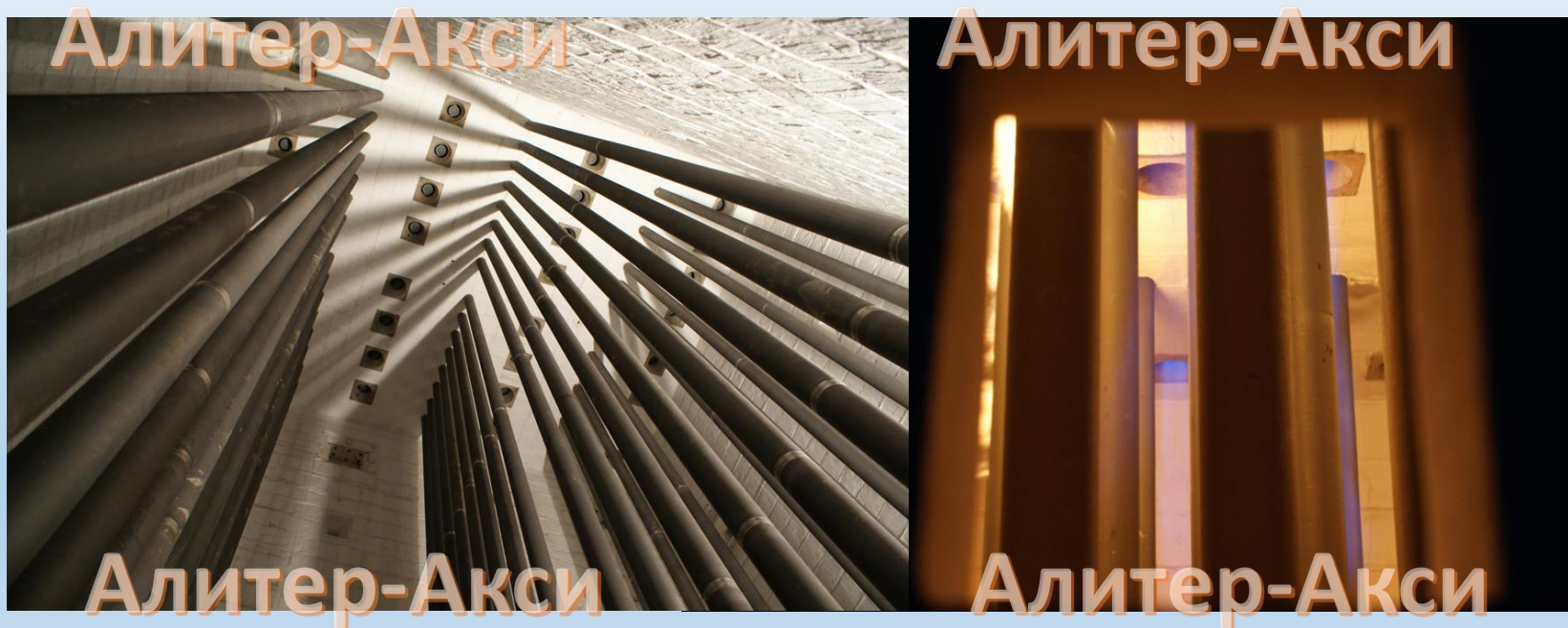
Печи установок производства водорода (УПВ)



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Эти печи также стоят особняком в процессах газохимии, так как это наиболее дешевый процесс получения водорода;
Но дешевый далеко не отождествляется со словом – простой;
В трубах печи находится катализатор, через который подаются водяной пар и природный газ или ШФЛУ;
В результате реакции на катализаторе пар и метан образуют водород и CO!
Обращаю внимание, что температура парогазовой смеси достигает 850 гр.С!
А температура стенки змеевика трубы около 1000 гр.!! Представляете в каких условия работаем металл и насколько точными должны быть технологические и прочностные расчеты оборудования, где каждый градус играет влияние на механические свойства реакционных труб.

Реакционные трубы



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Таким образом оцените при каких условиях идет процесс и какие материалы нужно правильно подобрать и правильно провести как технологические, так и механические расчеты
И в ЗАКЛЮЧЕНИИ хочу остановиться на процессе пиролиза, который также относится к высокоинтеллектуальным процессам нефтехимии

Печи пиролиза

Алитер-Акси



Алитер-Акси

Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"



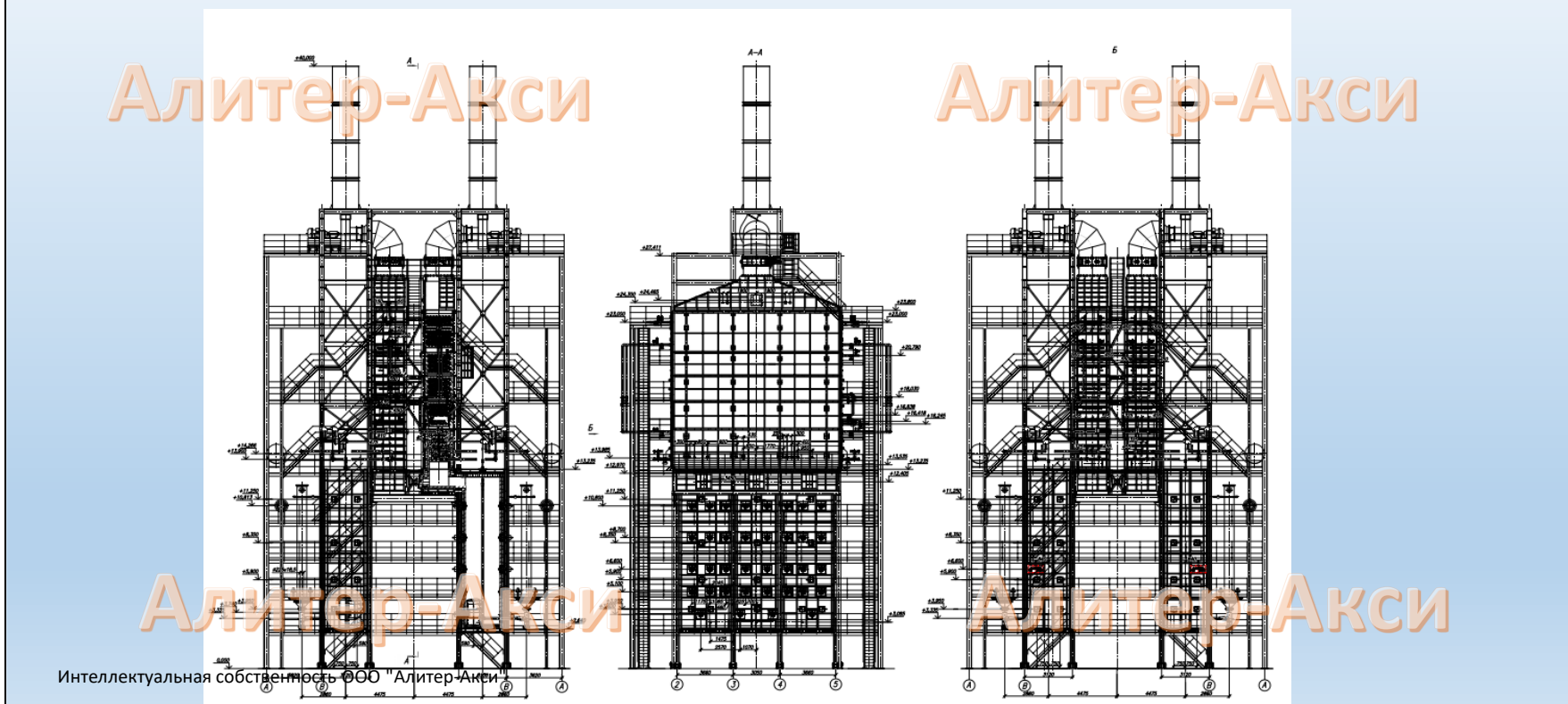
Алитер-Акси

Алитер-Акси

В результате реакции в змеевике печи происходит получение непредельных углеводородов: этилена, пропилена и пр., которые широко используются в промышленности для получения полимеров: полиэтилена, полипропилена и т.д.

В этой области мы тоже сделали первые шаги и сейчас производим реконструкцию печей пиролиза на «Казаньорсинтез»;

Чертеж печи пиролиза (реконструкция)



Эта область знаний сейчас очень востребована и за ней будущее процессов;

На данный момент начинается строительство огромных комплексов по строительству процессов пиролиза под Иркутском, В Нижнекамске, Ленинградской области, на дальнем востоке: амурский ГХК, а также идет увеличение мощности существующих предприятий



Интеллектуальная собственность ООО "Алитер-Акси"

Целью моего доклада является демонстрация на реальных примерах результатов нашей работы и значение наших объектов в процессах нефтепереработки и промышленности в целом