



**АССОЦИАЦИЯ**  
**НЕФТЕПЕРЕРАБОТЧИКОВ и НЕФТЕХИМИКОВ**

**ПРОТОКОЛ № 155**  
**заседания Правления Ассоциации**  
**нефтепереработчиков и нефтехимиков**

г. Москва

24 декабря 2020 г.

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:**

**Члены Правления:** Абрамов В.В., Баженов В.П., Капустин В.М., Куликов А.Б. (по поручению Максимова А.Л.), Мещеряков С.В., Рябов В.А., Санчес А.Б. (по поручению Сергеева Д.А.), Шуляр Н.А.

**По приглашению:** Васильев М.А. (ООО «РусЭнергоПроект»), Гусева Т.Б. (АО «СЛСи-Рус»), Давлиев Р.К. (АО «ТАИФ-НК»), Зуйков А.В. (ОАО «ВНИПИнефть»), Зурбашев А.В. (АО «ТАНЕКО»), Канищев М.В. (ООО «РусЭнергоПроект»), Каримов А.З. (ООО «Информ-Технология»), Карпухин А.К. (АО «СвНИИ НП»), Колобков Б.И. (ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии МО России»), Кравцов Д.О. (ООО «Газпром переработка»), Куповых А.С. (ЗАО «Промкатализ»), Лебедев А.А. (АНН), Леппке Г.Н. (УГТУ), Логинова Е.Г. (ТЭК-ТВ), Мартынов В.И. (АНН), Мешалкин В.П. (РАН), Озолин П.А. (ПАО «НОВАТЭК»), Ракитский Д.В. (АО «СЛСи-Рус»), Раткевич А.А. (ОАО «ВНИПИнефть»), Солодов П.А. (ООО «Газпром переработка»), Спиридонов Н.И. (ООО «Макс-Инвест»), Стежко К.И. (АО «Антипинский НПЗ»), Ульев Л.М. (РХТУ им. Д.И. Менделеева), Хабибрахманов И.И. (АО «ТАНЕКО»), Храмов А.А. (АО «ТАИФ-НК»), Чибисов Р.Е. (ООО «РусЭнергоПроект»), Шакун А.Н. (ООО «НПП Нефтехим») и другие специалисты ОАО «ВНИПИнефть», АО «ТАИФ-НК», ООО «РусЭнергоПроект».

Заседание Правления проходило в рабочем порядке очно и дистанционно в связи с продлением действия Указа мэра Москвы от 16 марта 2020 года.

**ПОВЕСТКА ДНЯ:**

- 1) **Использование газового конденсата для производства моторного топлива и как сырья для нефтехимии** (протокол заседания Правления АНН № 135 от 17.05.2017г.)

*Выступающие:* **Солодов П.А.** – начальник ИТЦ ООО «Газпром переработка»

- 2) **Повышение энергоэффективности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности как элемент достижения углеродной нейтральности.**

*Выступающие:* **Канищев М.В.** – управляющий директор ООО «РусЭнергоПроект», к.э.н.

- 3) **Использование технологии воздействия электромагнитными полями на углеводородсодержащие материалы с целью осуществления процессов сероочистки и деметаллизации.**

*Выступающие:* **Спиридонов Н.И.** – исполнительный директор ООО «Макс-Инвест»

## **Использование газового конденсата для производства моторного топлива и как сырья для нефтехимии (протокол заседания Правления АНН № 135 от 17.05.2017г.)**

*Солодов П.А. – начальник ИТЦ ООО «Газпром переработка»*

Филиалы Газпром переработка представлены в разных регионах России. Жидкое сырье для его дальнейшей переработки представлено в основном газовым конденсатом с месторождений, каждое из которых имеет свою особенность:

- ♦ в Западной Сибири это Уренгойское, Заполярное, Ямбургское, Ен-Яхинское и Западно-Таркосалинское месторождения. Основным месторождением является Уренгойское, которое характеризуется большим количеством парафинов, содержащихся преимущественно в конденсате ачимовских отложений;
- ♦ сырьевая база в Республике Коми состоит из Вуктыльского, Югидского, Западно-Соплесского и Печоро-Кожвинского месторождений. Эксплуатируемые месторождения в Республике Коми характеризуются истощением запасов газа и газового конденсата в своем составе;
- ♦ месторождения в Оренбургской и Астраханской областях характеризуются высоким содержанием в составе продукции скважин кислых компонентов, таких как сероводород и углекислый газ. Кроме того, газ Оренбургского месторождения содержит в себе значительное количество гелия.

Стабильные конденсаты, перерабатываемых на заводах ООО «Газпром переработка» на 90 % состоят из светлых дистиллятных фракций, а иногда в отдельных случаях составляет 100%, в отличие от нефти, где содержание светлых гораздо ниже.

Указанные физико-химические свойства и характеристики газовых конденсатов позволяют использовать меньший набор технологических процессов в их переработке в сравнении с переработкой нефти на НПЗ.

С учётом более лёгкого фракционного состава и меньшим количеством остаточных фракций в составе газовых конденсатов технологические схемы заводов не содержат процессов по переработке тяжелых остатков, таких как Каталитический крекинг, гидрокрекинг, коксование и так далее. Вакуумный блок на установках первичной переработки также отсутствует.

Наиболее широким набором процессов характеризуются Сургутский ЗСК и Астраханский ГПЗ, в составе которых есть вторичные процессы переработки, такие как гидроочистка дистиллятных фракций, каталитический риформинг. Дополнительно, на Сургутском ЗСК работает установка депарафинизации дизельного топлива, а на Астраханском ГПЗ – установка изомеризации.

Номенклатура товарной продукции, выпускаемой на каждом заводе. Ассортимент достаточно большой, основные продукты приведены ниже:

### **Завод по подготовке конденсата к транспорту (ЗПКТ)**

1. Конденсат газовый деэтанализованный
2. Газ деэтанализации
3. Газ на собственные нужды
4. Стабильный конденсат товарный
5. Дизельное топливо
6. Топливо для реактивных двигателей марки ТС-1
7. Дистиллят газового конденсата легкий
8. Газы углеводородные сжиженные
9. Фракция пропановая
10. Подтоварная вода

### **Сургутский ЗСК**

1. Дистиллят газового конденсата легкий
2. Конденсат газовый стабильный

3. Сжиженные углеводородные газы
4. Автобензин (Регуляр-92, Премиум-95)
5. Дизельное топливо
6. Топливо для реактивных двигателей марки ТС-1
7. Широкая фракция легких углеводородов

#### **Астраханский ГПЗ**

1. Сера
2. Конденсат газовый стабильный
3. ШФЛУ
4. Бензин автомобильный
5. Топливо дизельное ЕВРО
6. Дистиллят газового конденсата легкий
7. Дистиллят газового конденсата средний
8. Мазут марка 100 ГКТ
9. Газы углеводородные сжиженные (ПБТ)
10. Газ горючий природный сухой отбензиненный

#### **Оренбургский ГПЗ**

1. Сера
2. Конденсат газовый стабильный
3. ШФЛУ
4. Одорант
5. Газы углеводородные сжиженные
6. Газ природный сухой отбензиненный

#### **Сосногорский ГПЗ**

1. Конденсат газовый стабильный
2. Сжиженные углеводородные газы
3. Термический технический углерод
4. Печной термический углерод
5. Сухой отбензиненный газ
6. Метанол

Завод по подготовке конденсата к транспорту обеспечивает переработку нестабильного газового конденсата крупнейших месторождений Надым-Пур-Тазовского региона, а также является главным звеном в обеспечении сырьем Сургутского завода по стабилизации конденсата.

Проектная мощность ЗПКТ по сырью составляет 13,6 миллионов тонн в год. Поставка сырья осуществляется от газодобывающих предприятий группы Газпром.

Основные процессы ЗПКТ:

1. Деэтанализация конденсата – происходит на установках деэтанализации конденсата 1-ой и 2-ой очереди. Основное назначение – подготовка сырья к транспорту по конденсатопроводу «Уренгой – Сургут». Образующийся при этом газ деэтанализации в перспективе послужит сырьем для строящегося Новоуренгойского ГХК.
2. Стабилизация конденсата с дальнейшим производством товарной продукции: дизельного топлива, топлива для реактивных двигателей марки ТС-1, сжиженных углеводородных газов, дистиллята газового конденсата легкого и других продуктов.

Завод по стабилизации конденсата имени В.С. Черномырдина (Сургутский ЗСК) перерабатывает поступающую по конденсатопроводу «Уренгой – Сургут» с ЗПКТ нефтегазо-конденсатную смесь. Проектная мощность по переработке сырья составляет 12 млн т/год. Мощность по первичной переработке составляет 4 млн т/год.

Завод производит широкий спектр товарной продукции, в том числе: автомобильные бензины, дизельное топливо, топливо для реактивных двигателей, сжиженные газы, дистил-

лят газового конденсата легкий и стабильный конденсат. Продукцией Сургутского ЗСК обеспечиваются потребители семи Федеральных округов РФ.

На заводе представлены следующие каталитические процессы:

- ♦ гидроочистка бензиновой, керосиновой и дизельной фракций;
- ♦ две установки каталитического риформинга;
- ♦ каталитическая депарафинизация дизельной фракции.

Производимые автобензины и дизельное топливо соответствуют классу 5 Техрегламента.

Сырье Сургутского ЗСК богато нафтеновыми углеводородами, что делает его ценным сырьем для производства автобензинов.

Особенностью переработки на Астраханском ГПЗ является значительное (более 25 процентов) содержание сероводорода в составе сырья. На сегодняшний день Астраханский ГПЗ занимает третье место в мире по объемам годового производства серы, с 10 % мирового и 80% российского рынка.

Общая проектная мощность газовой части завода составляет 12 млрд. кубометров в год отсепарированного газа.

Мощность по стабилизации газового конденсата – 7,3 млн. т/г, по первичной переработке – 2,5 млн. т/г по стабильному конденсату.

На заводе представлены следующие каталитические процессы:

- ♦ гидроочистка бензиновой и дизельной фракций;
- ♦ установка каталитического риформинга;
- ♦ в марте 2016 года запущена установка изомеризации пентан-гексановой фракции.

Все производимые автобензины и дизельное топливо также соответствуют

Оренбургский ГПЗ перерабатывает сырье с уникального Оренбургского нефтегазоконденсатное месторождение с высоким содержанием неуглеводородных компонентов: сероводорода – до 3 %; меркаптанов – более 500 мг/м<sup>3</sup>; СО<sub>2</sub> – более 1 %; гелия – до 0,06 %.

Завод состоит из трех очередей. В настоящее время мощность ГПЗ составляет 37,5 млрд. м<sup>3</sup>/год по газовой части. Мощность по переработке нестабильного конденсата – 6,26 млн. т/г.

Предприятие выпускает свыше 30 видов товарной продукции. В том числе 100 процентов российского одоранта.

Переработка газового конденсата представлена в основном стабилизацией с производством стабильного конденсата и ШФЛУ.

Мощность Сосногорского ГПЗ по переработке природного газа составляет 3,0 млрд. м<sup>3</sup>/г, нефтегазоконденсатной смеси – 2,5 млн. т/г.

Продукция завода:

- ♦ сухой отбензиненный газ,
- ♦ сжиженные газы для автомобильного транспорта и коммунально-бытового потребления;
- ♦ конденсат газовый стабильный;
- ♦ печной техуглерод марок Т900, Т900-Т (N-990, N-991), термический техуглерод марок П701, П701-Т (N772, N774, N762). Причем термический технический углерод в России выпускается только на данном предприятии.

#### **Заключение и выводы:**

- 1) Переработка газового конденсата характеризуется высокой глубиной переработки и выходом светлых фракций;
- 2) Газовый конденсат является высококачественным сырьем для дальнейшей его переработки в моторные топлива, сжиженные углеводородные газы и полупродукты;
- 3) В газовом конденсате низкое содержание азота, тяжелых металлов и других нежелательных соединений;

- 4) Переработка газового конденсата характеризуется несложной технологической схемой заводов в связи с отсутствием необходимости строительства установок глубокой переработки.
- 5) Конденсат Западной Сибири богат нефтяными углеводородами, что делает его ценным сырьём для производства автобензинов;
- 6) В периметре компании ООО «Газпром переработка» производство бензинов керосина и дизельного топлива осуществляется на ЗПКТ, Сургутском ЗСК и Астраханском ГПЗ;
- 7) Моторные топлива соответствуют классу 5 TP EAC;
- 8) Нефтехимические мощности в ООО «Газпром переработка» отсутствуют, прямогонные фракции и СУГ направляются сторонним потребителям.

В прениях выступили: *Рябов В.А., Баженов В.П., Капустин В.М., Лепке Г.Н., Озолин П.А.* и др.

#### **РЕШЕНИЕ:**

- ♦ Газовый конденсат – это продукт, определяющий глубину переработки (с малым выпуском дешевого мазута), он является прекрасным сырьем для выпуска моторных топлив и продуктов нефтехимии, дает высокую добавленную стоимость (для развития нефтегазохимической отрасли в России существует необходимая сырьевая база – СУГ, нефть и этан).

Вынуждены просить Правительство РФ (Новак А.В.), ПАО «Газпром» (Миллер А.Б.) и ПАО «НОВАТЭК» (Михельсон Л.В.) утвердить «дорожную карту» переработки газового конденсата в текущем пятилетии.

- ♦ Отметить необходимость большего освещения деятельности ООО «Газпром переработка». ООО «Газпром переработка» является важной перерабатывающей структурной единицей ПАО «Газпром».
- ♦ Принять к сведению ход реализации проекта строительства газохимического комплекса (МТО) АО «Газпром нефтехим Салават» (в настоящий момент – этап обоснования инвестиций).
- ♦ Предложить руководству ООО «Газпром переработка» совместно с Ухтинским Государственным техническим Университетом и при содействии Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков, учитывая географическую удаленность месторождений Ямала от Сосногорского ГПЗ, рассмотреть возможность получения сырья для переработки, аналогичного с газовым конденсатом Вуктыльского месторождения по фракционному и химическому составу, методом частичной ректификации нефтей из месторождений средней и южной части Республики Коми. Это позволит получать сырье на площадке ГПЗ, не неся при этом значительных транспортных расходов.
- ♦ Отметить, что по информации представителя ПАО «Новатэк» в IV квартале 2020г. блок очистки нефти от ртути успешно введен в эксплуатацию в составе двух технологических линий фракционирования стабильного газового конденсата на производственной площадке ООО «Новатэк-Усть-Луга».
- ♦ Принять к сведению информацию представителя ПАО «Новатэк» о строительстве комплекса гидрокрекинга, в настоящий момент:
  - произведена государственная экспертиза проектной документации по I и II этапам;
  - готовится инвестиционное решение;

К июлю 2021 года планируется принятие решения, полная информация по строительству комплекса гидрокрекинга будет представлена на очередном заседании Правления Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков.

## Повышение энергоэффективности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности как элемент декарбонизации и достижения углеродной нейтральности отрасли

*Канищев М.В. – управляющий директор ООО «РусЭнергоПроект», к.э.н.*

**Справочно:** Декарбонизация ключевое слово 2020-2030 для индустрии нефтепереработки РФ. В соответствии с решениями Правительства Российской Федерации Минэкономразвития России направило на согласование проект распоряжения Правительства Российской Федерации об утверждении Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, доработанный в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 4 ноября 2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов». Проект распоряжения с прилагаемой Стратегией был направлен в МИД России, Минприроды России, Минпромторг России, Минэнерго России, Минсельхоз России, Минтранс России, Росгидромет и ключевые ВИНК.

Целями Стратегии, являются достижение диверсифицированного устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, характеризующегося низким уровнем выбросов парниковых газов, а также обеспечение национальных интересов в условиях глобального перехода на путь развития с низким уровнем выбросов парниковых газов (низко-углеродное развитие) и стремления к достижению климатической нейтральности.

Для достижения целей Стратегии первым пунктом выделено необходимость решения задачи динамичного снижения энергоёмкости российской экономики до среднемировых значений за счет реализации комплекса мер по повышению ее энергетической эффективности с последующим достижением уровня развитых стран.

Согласно Распоряжению Правительства, Акционерным обществам с государственным участием и заинтересованным компаниям рекомендуется включение в свои стратегии деятельности мер, направленных на обеспечение развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, и в срок до 30 марта 2021 г. направить уточненные стратегии деятельности в Минэкономразвития России.

При этом Минэкономразвития России необходимо обеспечить:

- ♦ подготовку и ежегодное представление в Правительство Российской Федерации до 30 ноября года, следующего за отчетным, доклада о ходе реализации Стратегии, включая оценку прогресса в достижении целей и индикаторов Стратегии, уточнение долгосрочного прогноза выбросов парниковых газов;
- ♦ разработку в 6-месячный срок совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и организациями плана мероприятий по реализации Стратегии и внесение его в Правительство Российской Федерации.

*Источник:* Проект Распоряжения Правительства РФ

Планируемое ужесточение законодательства ЕС, в отношении экологических стандартов производства продукции, в частности уровня выбросов CO<sub>2</sub> при производстве продукции, несет значительные риски для отечественного нефтеперерабатывающего сектора. Ставка налога, как ожидается, будет коррелироваться с уровнем выбросов CO<sub>2</sub>, которое генерирует предприятие в процессе производства продукции.

Эксперты оценивают, что до 22 млрд. \$ дополнительных налогов ежегодно будет стоить российским экспортерам применение трансграничных санкций, а после 2030 года потери нефтеперерабатывающего и нефтехимического комплекса могут составить 53 млрд. \$/год.

В 2019 году объем экспорта в ЕЭС составил 180 миллиардов долларов, из которых 75% — это нефть и производные от неё.

Таким образом, 22 миллиарда — это минус 12% от рентабельности.

Объем выбросов CO<sub>2</sub> на тонну прямо пропорционален объему потребляемых на процесс топливно-энергетических ресурсов. Таким образом, повышение энергоэффективности

отвечает главной задаче и способствует реализации Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации

Повышение энергоэффективности производства является ключевым механизмом, снижающим уровень выбросов CO<sub>2</sub> и, при этом, приносящим экономическую выгоду предприятию.

В мире в целом и в России в частности, большое количество идей и возможностей по повышению энергоэффективности.

Поэтому ключевой вопрос – выбор экономически обоснованных инструментов среди всех доступных возможностей.

Разработанный российскими учёными, во главе с академиком РАН В.П. Мешалкиным, научный метод Ансельм позволяет цифровизировать и стандартизировать процесс поиска, оценки и приоритизации проектов по повышению энергоэффективности.

С помощью этого системного метода обеспечивается учёт всех возможностей по повышению энергоэффективности предприятия, формирование стратегической карты активностей, учитывающую существующую конфигурацию, технологический режим, график ремонтов и так далее.

Кроме того, по части проектов, в частности по тепловой интеграции, ООО «РусЭнергоПроект» проводит разработку конкретных мероприятий, с привязанными по месту техническими решениями.

Средний достигнутый процент повышения энергоэффективности по нашим проектам составил в среднем 30% по различным видам установок.

Для декарбонизации отрасли (достижения климатической нейтральности) целесообразно использовать комплексный метод – повышение энергоэффективности и последующую утилизацию оставшихся выбросов CO<sub>2</sub> на карбоновых фермах или иными методами.

По оценке Леонида Федуна, стоимость утилизации тонны CO<sub>2</sub> составит 500 долларов, исходя из затрат в оборудование.

Бостон Глобал Консалтинг сообщает, что, по международной статистике, сокращение на 1 тонну будет стоить до 150 долларов, при этом область нефтепереработки является сложно утилизируемой в части CO<sub>2</sub>.

С такими значениями стоимости утилизации количество экономически обоснованных проектов по повышению энергоэффективности будет выше. ООО «РусЭнергоПроект» предполагает, что по НПЗ в среднем потребление ТЭР можно будет снизить минимум на 50% с помощью окупаемых мероприятий.

По проектам, реализованным ООО «РусЭнергоПроект» с помощью метода SELOOP-анализа, в пересчёте на тонну CO<sub>2</sub> собственник НПЗ зарабатывает от 140 до 200 долларов. Таким образом Ансельм помогает зарабатывать на сокращении тонны выбросов, а утилизация их – это затраты.

Поэтому, по моему выше обоснованному мнению, в первые несколько лет необходимо, с помощью Ансельма, найти все пути по повышению энергоэффективности и реализовать максимум из них.

После, оставшуюся часть, нам надо секвестировать.

В прениях выступили: *Рябов В.А., Баженов В.П., Капустин В.М., Лепке Г.Н., Чибиков Р.Е., Васильев М.А., Лебедев А.А.* и др.

#### **РЕШЕНИЕ:**

- ♦ Отметить, что повышение энергоэффективности производства продукции не является главным фактором увеличения прибыли и экономической эффективности работы нефтеперерабатывающих предприятий, а находится на третьем месте после увеличения производительности и повышения качества продукции и составляет порядка 10-15%.
- ♦ Обратить внимание, что энергоэффективность и декарбонизация нефтепереработки напрямую не связаны, и должны рассматриваться отдельно.
- ♦ Отметить, что ключевой компетенцией ООО «РусЭнергоПроект» и Ансельм является повышение энергоэффективности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. В этом направлении компания вместе с НПЗ на ряде действующих

ших установок показала сокращение энергопотребления технологических установок в среднем до 30%.

- ♦ ООО «РусЭнергоПроект» необходимо сосредоточиться, прежде всего, на повышении энергоэффективности ВИНК, и учитывать, что решения происходят на НПЗ, и заслуга в их реализации в большей степени лежит на ВИНК.
- ♦ Отметить, что в рамках проведения уточнения стратегий деятельности компаний с целью включения в них мер, направленных на обеспечение развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, целесообразно использовать возможности метода Ансельм.
- ♦ Рекомендовать предприятиям нефтеперерабатывающего и нефтехимического комплекса использовать программные решения ООО «РусЭнергоПроект» для оценки потенциала повышения энергоэффективности и сокращения выбросов, а также для разработки детальных решений по такой модернизации.
- ♦ Компании ООО «РусЭнергоПроект» предложить не позиционировать себя как обладателя уникального метода «Ансельм», так как он является вспомогательным инструментом выявления недостатков системы рекуперации тепла на нефтеперерабатывающих предприятиях.
- ♦ Рекомендовать ООО «РусЭнергоПроект» использовать свои программные решения для проработки влияния энергосбережения на снижение выбросов парниковых газов по CO<sub>2</sub> экв/мдж на 1 т ископаемого дизтоплива на НПЗ, экспортирующие дизтоплива К5 в Европу.

### **Использование технологии воздействия электромагнитными полями на углеводородсодержащие материалы с целью осуществления процессов сероочистки и деметаллизации**

*Спиридонов Н.И. – исполнительный директор ООО «Макс-Инвест»*

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. Технология защищена патентом.

### **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 трикантере/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  $\cos \varphi = 0,98$ , при высокой магнитной индукции в рабочей зоне 0,9-1,1 Тл.
- ♦ В результате проведенных экспериментов с углеводородным сырьем (нефть, мазут) были получены результаты, позволяющие 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 сульфена и последующим элиминированием диоксида серы. Атомарный водород ( $\cdot\text{H}$ ) принимает участие в процессе очистки, замыкая углеводородные остатки молекул сульфена. 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, сульфены 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.

## 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 М 100 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.

#### Анализы образцов

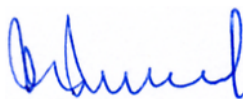
- ♦ Анализы образцов исходных и обработанных веществ проводились в сертифицированных лабораториях «Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН РФ»; «Института общей физики им. Прохорова РАН РФ»; «Всероссийского теплотехнического научно-исследовательского института»; «Института физики металлов 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 (XRF), Ядерной магнитной релаксационной спектроскопии.

В прениях выступили: *Рябов В.А., Баженов В.П., Капустин В.М., Ленке Г.Н.* и др.

#### **РЕШЕНИЕ:**

- ♦ Отметить, что в настоящее время АО «Институт нефтехимпереработки» (Республика Башкортостан) подключается к дальнейшей разработке данного процесса.
- ♦ Рекомендовать построить более производительную установку с целью подтверждения возможности ее масштабирования при использовании на крупных НПЗ.
- ♦ Предложить использовать данную технологию для снижения вязкости, содержания серы, демеетализации, увеличения потенциала светлых нефтепродуктов в процессе подготовки тяжелых сернистых нефтей на месторождениях, тяжелых нефтяных фракций в процессе переработки нефти, для повышения качества сернистых мазутов в терминалах бункеровщиков.
- ♦ Отметить особую эффективность данной технологии на мини-НПЗ.

**Председатель Правления**



**Рябов В.А.**