

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Соловьева Валерия Владимировича

«Исследование и разработка технологии кислородно-каталитической очистки нефти от сероводорода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

1. Актуальность темы исследования

Работа Соловьева Валерия Владимировича посвящена изучению технологических основ процесса окислительно-каталитической очистки сырой нефти от сероводорода. Нефть, подготовленная по традиционной технологии на УПВСН, содержит еще до 300-500 ppm сероводорода и для доведения ее качества до требований ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия» и «Технического регламента СОЮЗА ТРЕАЭС 045/2017», ограничивающих содержание сероводорода до 20 ppm, необходима ее очистка на стадии подготовки.

На установках подготовки нефти ПАО «Татнефть» используется для очистки метод отдувки сероводорода из нефти в колонном аппарате чистым углеводородным газом или метод очистки с использованием химически активных нейтрализаторов. Оба варианта имеют свои преимущества и недостатки. Отдув сероводорода прост в аппаратном оформлении, не требует дорогостоящих реактивов, но затраты на транспорт сероводородсодержащего газа и последующая его очистка (аминовая очистка плюс процесс Клауса) делает этот вариант капиталоемким. Более того, для достижения глубокой очистки нефти от сероводорода (менее 20 ppm) требуется большое количество очищенного газа, что вызывает потери легких фракций нефти.

Другой вариант – нейтрализация сероводорода аминформальдегидными нейтрализаторами приводит при переработке нефти к забивке оборудования,

трубопроводов полимерными соединениями – полиметиленсульфидами, образующимися в результате реакции сероводорода с нейтрализатором.

В настоящее время в ПАО «Татнефть» на УПВСН Кутема НГДУ Нурлатнефть эксплуатируется установка ДМС-1МА, разработанная в АО «ВНИИУС». Технология основана на реакции окисления сероводорода молекулярным кислородом в присутствии металлфталоцианинового катализатора. Технология обеспечивает снижение концентрации сероводорода в нефти до 20 ppm и менее. Основным недостатком технологии является потеря легких фракций нефти с отработанным воздухом.

Именно устранению недостатков процесса ДМС-1МА, ее модификации посвящена диссертационная работа Соловьева В.В. и в этом заключается ее актуальность.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные результаты диссертационной работы получены на основании:

- лабораторных и промысловых испытаний технологии очистки нефти от сероводорода с применением технического кислорода и каталитического комплекса;
- моделирования процессов растворения кислорода в нефти и его сепарации.

Лабораторные исследования проводились с использованием сероводородсодержащей нефти, отобранной на объектах ПАО «Татнефть».

Подлинность достигнутых результатов гарантируется использованием аттестованных методик лабораторных анализов. Для моделирования процесса очистки нефти от сероводорода использован программный комплекс Aspen HYSYS.

Работа прошла необходимую апробацию на международной научно-практической конференции и на XXXII молодежной научно-практической

конференции института «ТатНИПИнефть». Основные результаты работы представлены в 6 печатных работах, а также в двух патентах на изобретение.

3. Достоверность и научная новизна результатов диссертации

Достоверность научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации, подтверждается результатами достаточного количества экспериментов, проведенных в лабораторных и промысловых условиях.

Научная новизна заключается в следующем:

- установлено, что зависимость степени удаления сероводорода из нефти от расхода КТК при избытке технического кислорода 100 % к стехиометрическому соотношению выполаживается при увеличении расхода КТК от 0,2 дм³/т.

- экспериментально установлена линейная зависимость степени нейтрализации сероводорода от избытка кислорода относительно стехиометрического соотношения для нефти плотностью 912-895 кг/м³ при температуре 60-85 °С.

- предложен метод очистки сероводородсодержащей нефти путем окисления сероводорода в присутствии катализаторного раствора производных фталоцианина кобальта в 20-30 %-ном водном растворе аммиака при температуре 20-70 °С и избыточном давлении, при котором в качестве окислителя сероводорода используется кислородно-воздушная смесь с концентрацией кислорода не ниже 62 % об., при этом кислородно-воздушная смесь подается в поток сероводородсодержащей нефти в нескольких равноудаленных точках по длине трубопровода.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Результаты, полученные Соловьевым В.В. при выполнении работ, обладают теоретической и практической значимостью, среди которых можно отметить следующие:

- найденные параметры (расход технического кислорода, удельный расход КТК, концентрация катализатора сероочистки в КТК, давление в системе) процесса окисления кислородом сероводорода, содержащегося в подготовленной нефти, позволяют минимизировать затраты на технологию очистки;

- установлено, что снижение концентрации сероводорода происходит в первые 10 мин, что позволяет использовать разработанную технологию и на коротких участках транспортирования нефти;

- разработана технология очистки нефти от сероводорода с совмещением транспорта его по трубопроводу, включающая подачу технического кислорода в поток нефти в присутствии каталитического комплекса, защищенная двумя патентами;

- показана экономическая эффективность технологии кислородно-каталитической очистки нефти от сероводорода с совмещением транспорта нефти по трубопроводу по сравнению с технологиями жидкофазного окисления сероводорода кислородом воздуха с использованием водно-аммиачных растворов катализатора сероочистки (процесс ДМС-1МА) и применением реагентов-нейтрализаторов сероводорода.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертация изложена на 127 страницах печатного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, из 151 ссылок на публикации отечественных и зарубежных авторов, включает 28 рисунков и 28 таблиц.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту, приведена оценка личного вклада соискателя.

В первой главе проведен анализ способов очистки нефти от сероводорода. Рассмотрены достоинства и недостатки методов очистки нефти

с применением реагентов-нейтрализаторов и окислительных методов. Отдельно указаны достоинства и недостатки способа очистки нефти от сероводорода – процесс ДМС-1МА. Несмотря на сравнительно небольшие затраты на реагенты, данная технология характеризуется высокими капитальными вложениями, а также в результате двухступенчатой сепарации со снижением давления происходит потеря легких фракций нефти. На основании проведенного обзора литературы предложен способ очистки нефти от сероводорода, исключающий недостатки процесса ДМС-1МА, а именно удаление сероводорода окислением воздухом, обогащенным кислородом, непосредственно в нефти в трубопроводе при транспортировке нефти. Поставленная цель работы логично вытекает из анализа данных литературы, а поставленные задачи дают полное представление о путях ее достижения.

Во второй главе приведены результаты лабораторных исследований процесса окислительной очистки нефти от сероводорода, а также основные физико-химические свойства и состав нефти. При моделировании процесса в программном комплексе Aspen HYSYS показано, что подача обогащенного кислородом воздуха с концентрацией не ниже 62 % об. позволяет исключить потерю легких фракций нефти за счет уменьшения поступления в систему большого объема балластного газа – азота, который при снижении давления увлекает с собой углеводородные компоненты нефти.

Совместно с институтом химической кинетики и горения Сибирского отделения Российской академии наук рассмотрены вопросы взрывопожаробезопасности технологии при смешении товарной нефти с техническим кислородом. Показано, что при отсутствии источника зажигания возникновения вспышки, воспламенения, горения и взрыва не выявлено при любой концентрации кислорода в смеси его с азотом и парами нефти.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований кислородно-каталитической очистки нефти от сероводорода на УПСВН «Каменка» ПАО «Татнефть». Приведена технологическая схема пилотной установки. Изучено влияние концентрации катализатора, расхода

КТК и избытка кислорода на степень очистки нефти от сероводорода, определены оптимальные режимы процесса.

Выявлено негативное влияние использования кислорода на скорость коррозии стали 20. Поэтому при реализации технологического процесса рекомендуется на начальном участке использовать трубопровод в коррозионностойком исполнении.

На основании проведенных лабораторных исследований и промысловых испытаний, разработана технология кислородно-каталитической очистки нефти от сероводорода с совмещением транспорта нефти по трубопроводу.

В четвертой главе приведена технико-экономическая оценка внедрения технологии окисления сероводорода кислородом при транспортировке нефти в трубопроводе.

Раздел «**Заключение**» подводит итог всей совокупности полученных экспериментальных данных и теоретических обобщений, отражая содержание работы.

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом

При прочтении диссертации не обнаружено принципиальных замечаний, затрагивающих существо настоящей работы. В качестве замечаний и пожеланий хотелось бы отметить следующее:

1. стр. 6 не отмечен существенный вклад одного из авторов технологии ДМС-1МА Шакирова Ф.Г.

2. стр. 11. Название главы 1 «Анализ способов очистки нефти от сероводорода» не полностью соответствует ее содержанию. В главе 1 кроме очистки нефти от сероводорода описаны способы очистки нефтепродуктов и природного газа от сероводорода и меркаптанов и даже окисление углеводов, не имеющих отношение к теме диссертации.

3. стр. 33. В выводах к главе 1 нет упоминания о процессе ДМС-1МА, который лежит в основе диссертации. АО «ВНИИУС» ранее рекомендовал

использовать воздух, обогащенный кислородом, для очистки нефти от сероводорода. В технологическом регламенте на проектирование установки очистки нефти от сероводорода на УПВСН-2 «Кутема» НГДУ «Нурлатнефть», выполненном в соответствии с договором № 120/07/26 от 29.04.2019 г. между ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина и АО «ВНИИУС», на стр. 18 в Примечании к табл. 3.2 Техническая характеристика основных и вспомогательных материалов написано: «С целью снижения потерь углеводородов с отработанным воздухом окисление сероводорода можно проводить воздухом, **обогащенным кислородом до 60 % мас.** Возможным поставщиком генератора кислорода или кислородной станции является компания «ОКСИМАТ» (www.oxymat.ru) и ООО «Криотехника» (www.gazificator.com)».

4. стр. 46 и стр. 49 Табл. 2.11-2.13 Следует писать удельный расход КТК вместо удельный расход катализатора.

5. стр. 77 Пилотные испытания по очистке нефти от сероводорода проводили в режиме циркуляции нефти «по замкнутому контуру» в емкости длиной 3000 мм и диаметром 207 мм. На стр. 78 автор пишет «система обновляется 1,5 раза в минуту, что обеспечивает качественное перемешивание КТК и кислорода с нефтью. Это не совсем корректно моделирует трубопровод.

6. В работе экспериментально доказана эффективность применения кислорода при очистке нефти от сероводорода, однако возможность проведения процесса в трубопроводе вызывает сомнения.

7. Было бы целесообразно провести опытно-промышленные испытания на действующей установке УПВСН Кутема с подачей обогащенного кислородом воздуха.

8. В работе не приведены рекомендации по обустройству транспортного трубопровода перемешивающими устройствами для достижения кинетического режима протекания реакции.

9. Не убедительно утверждение о достаточности давления 0,2-0,4 МПа для эффективного окисления сероводорода в аммиачных растворах. Все

технологические процессы типа Мерокс проводятся при давлении, необходимом для растворения кислорода воздуха для исключения образования двухфазного потока.

10. Не верно утверждение о том, что подача кислорода с указанной концентрацией (62 % об.) позволяет «исключить убыль массы нефти». Правильнее было бы позволяет сократить убыль массы нефти.

11. Требуется редактирование п. 1 об основах защищаемых положениях.

Не обосновано утверждение о «кратном сокращении затрат» на достижение требуемого показателя качества нефти.

7. Заключение диссертационной работы

Автореферат и публикации автора правильно и достаточно полно отражают содержание диссертации, соответствующей паспорту научной специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа Соловьева Валерия Владимировича является законченной научно-квалификационной работой. Решены научные задачи, заключающиеся в разработке технологии кислородно-каталитической очистки нефти от сероводорода с совмещением транспорта нефти по трубопроводу. Получены результаты для развития нефтедобычи.

Таким образом, можно заключить, что по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, поставленным задачам и уровню их решения, обоснованности выводов и достигнутым результатам диссертация «Исследование и разработка технологии кислородно-каталитической очистки нефти от сероводорода» полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Соловьев Валерий Владимирович заслуживает присуждения степени

кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент,
Доктор технических наук, профессор,
директор Акционерного общества
«Волжский научно-исследовательский
институт углеводородного сырья»

*Согласен на размещение персональных данных на официальном сайте института
«ТатНИПИнефть»*



Вильданов Азат Фаридович

«22» ноября 2024 г.

Вильданов Азат Фаридович, доктор технических наук по специальности 05.17.04 –
«Технология органических веществ», профессор
Адрес: 420061, г. Казань, ул. Николая Ершова, д. 35-А
Контактный телефон: +7(843)272-17-16
Email: vniius@mail.ru

Настоящим удостоверяю подлинность личной подписи директора
АО «ВНИИУС», доктора технических наук, профессора Вильданова Азата
Фаридовича:

