

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (профиль) 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (Инжиниринг нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы	
Исследование поверхностно-активных свойств гуминовых кислот в нефтяных дисперсных системах	

УДК 665.6.063.6.097.8:547.992.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2КМ81	Бархатова Виктория Николаева		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Евгения Владимировна	К.Х.Н.		

Со-руководитель (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий лабораторией БИ «ПИП» ШИП	Хачин С.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Наталья Александровна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Самборская Марина Анатольевна	К.Т.Н.		

Томск – 2020 г.

Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Применять глубокие математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3), СУОС ТПУ (УК-1, УК-2), <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: Профессиональный стандарт 40.011- Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам. Профессиональный стандарт 19.012 – «Специалист по оперативно-диспетчерскому управлению нефтегазовой отрасли»
P2	Ставить и решать инновационные задачи производственного анализа и проектирования, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с учетом минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.	Требования ФГОС ВО (ОПК-4, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-2, УК-6) <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: Профессиональный стандарт 40.011- Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам. Профессиональный стандарт 19.012 – «Специалист по оперативно-диспетчерскому управлению нефтегазовой отрасли»
P3	Разрабатывать и проектировать новые технологические процессы на основе математического моделирования, проектировать и использовать энерго-и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС ВО (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-14), СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-5, УК-6) <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: Профессиональный стандарт 40.011- Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам. Профессиональный стандарт 19.002 – «Специалист по химической переработке нефти и газа».
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиций энерго-и ресурсосбережения	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-3, ПК-5), СУОС ТПУ (УК-1, УК-6), <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: Профессиональный стандарт 40.011- Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам. Профессиональный стандарт 19.002 – «Специалист по химической переработке нефти и газа».

P5	Внедрять и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, ОПК-2, ОПК-3, ПК-5), СУОС ТПУ (УК-5, УК-6), <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: Профессиональный стандарт 19.002 - Специалист по химической переработке нефти и газа Профессиональный стандарт 19.0024 – «Специалист по контролю качества нефти и нефтепродуктов»
P6	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, заниматься педагогической деятельностью в сфере профессионального образования.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-3), СУОС ТПУ (УК-4, УК-5), <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: Профессиональный стандарт 01.004 – «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
Профиль «Инжиниринг нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств»		
P7	Формулировать, разрабатывать и реализовывать методы решения научно-исследовательских задач, в области ресурсоэффективности и инжиниринга нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств представлять и защищать результаты	Требования ФГОС ВО (ОПК -3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-16, ПК-17), СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-3), , <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 40.011- «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам», 19.002 – «Специалист по химической переработке нефти и газа».
P8	Проводить все стадии проектирования с использованием методов математического моделирования, коммерческих симуляторов и пакетов прикладных программ, в области ресурсоэффективности и инжиниринга нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств	Требования ФГОС ВО (ПК-18, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-23), СУОС ТПУ (УК-1, УК-2), <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 40.011- «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам», 19.002 - «Специалист по химической переработке нефти и газа».
P9	Разрабатывать учебно-методическую документацию, ставить новые лабораторные работы, проводить практические занятия по теме, ресурсоэффективности и инжиниринга нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств	Требования ФГОС ВО (ПК-25, ПК-26), СУОС ТПУ (УК-4, УК-5), <i>CDIO Syllabus</i> . Критерии АИОР, согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 - «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (Инжиниринг нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Самборская М.А.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерская диссертация

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2КМ81	Бархатовой Виктории Николаевне

Тема работы:

Исследование поверхностно-активных свойств гуминовых кислот в нефтяных дисперсных системах	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.03.2020 №63-53/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – нефть Верхнесалатского месторождения Томской области, гуминовые кислоты торфа месторождения «Таган» Томской области.</p> <p>Определение эффективности действия гуминовых кислот, проводили на установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы;</i></p>	<p>Литературный обзор</p> <ul style="list-style-type: none"> – Гуминовые вещества – Общая характеристика гуминовых кислот <p>Объект и методы исследования</p> <ul style="list-style-type: none"> – Понятие АСПО – Механизм и условия формирования АСПО – Способы предотвращения и борьбы с нефтяными отложениями

наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<p>Расчеты и аналитика</p> <ul style="list-style-type: none"> – Постановка задачи исследования – Установка для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений – Исследование влияния гуминовых кислот на количество образовавшегося нефтяного осадка
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Концепция стартап-проекта	Заведующий лабораторией БИ «ПИП» ШИП Хачин Степан Владимирович
Социальная ответственность	Старший преподаватель ООД ШБИП Атепаева Наталья Александровна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ОХИ ИШПР	Бешагина Евгения Владимировна	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2KM81	Бархатова Виктория Николаевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Студенту:

Группа	ФИО
2KM81	Бархатовой Виктории Николаевне

Школа	Природных ресурсов	Направление	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Уровень образования	Магистр		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Разрабатываемая биодобавка на основе гуминовых кислот позволит решить ключевые проблемы: накопление нефтяных отложений в нефтепромысловом оборудовании; коррозионное действие химических реагентов на нефтепромысловое оборудование, тем самым предотвратив остановку процесса добычи нефти.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Защита интеллектуальной собственности предполагается, как патент на состав биодобавки.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Доступный объем рынка составляет 2250000 кг присадки в год. Такое количество биодобавки необходимо для обработки нефти, добываемой на месторождениях Томской области.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	В Томской области в разработке находятся 18 из 84 разведанных месторождений нефти. Уровень средней выработанности первоначальных запасов всех уже открытых промыслов составляет примерно 30 процентов. Объем еще не разведанных нефтяных ресурсов Томской области больше разведанных примерно в 1,8 раза. Нефтедобыча в Томской области будет продолжаться еще много лет.
<i>Себестоимость продукта</i>	Конечная стоимость продукции рассчитана на основе уровня переменных расходов.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Был выявлен ряд преимуществ перед с присадками других производителей.

<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Было проведено сравнение разрабатываемого продукта с присадками других производителей.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Потребителем создаваемого продукта является нефтяная отрасль.
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Была составлена бизнес-модель по методу Александра Остервальдера
<i>Производственный план</i>	Был составлен производственный план
<i>План продаж</i>	Был составлен план продаж продукта
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы(например, бизнес-модель)</i>	Бизнес-модель продукта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий лабораторией БИ «ПИП» ШИП	Хачин С.В	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2KM81	Бархатова В.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2KM81	Бархатовой Виктории Николаевне

Школа	Природных ресурсов	Отделение	ОХИ
Уровень образования	магистр	Направление	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исследование поверхностно-активных свойств гуминовых кислот в нефтяных дисперсных системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	<p>Объектами исследования являются нефть Верхнесалатского месторождения Томской области, гуминовые кислоты месторождения «Таган» Томской области.</p> <p>Исследования приводились в химической лаборатории кафедры ХТТ и ХК.</p> <p>Результаты работы могут быть использованы нефтедобывающими компаниями.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<p>Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 года «О специальной оценке условий труда».</p> <p>Федеральный закон №184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 года.</p> <p>Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 года (ред. от 10.07.2012 года) «Технический регламент о требованиях к пожарной безопасности»</p> <p>СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.</p> <p>ГОСТ 12.1.003– 2014.ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Шум.</p> <p>СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.</p> <p>ГОСТ 12.1.019- 2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</p>

	ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения). ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
2. Производственная безопасность	Вредные факторы: отклонение показателей микроклимата в помещении, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные факторы: повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; химические вещества, непосредственно действующие на организм работающего.
3. Экологическая безопасность:	<u>Воздействие на атмосферу.</u> Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента, очищается от вредных газов и паров. <u>Воздействие на гидросферу.</u> Отработанные органические сливы собираются в специальную герметически закрытую тару, которую по мере заполнения отправляют на обезвреживание и утилизацию.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Возможным и наиболее типичным ЧС является пожар на рабочем месте.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Наталья Александровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2KM81	Бархатова Виктория Николаевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 91 страницы, 9 таблиц, 3 рисунка, 66 источников и 2 приложений.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, нефть, осадкообразование, нефтяные осадки, асфальтеносмолопарафины, ингибиторы.

Объектом исследования являлась нефть Верхне-Салатского месторождения Томской области, гуминовые кислоты торфа месторождения «Таган» Томской области.

Цель работы – исследование поверхностно-активных свойств растворов гуминовых кислот месторождения «Таган» Томской области в нефтяных дисперсных системах на установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений.

Ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» изменяется в зависимости от концентрации раствора гуминовых кислот в навеске нефти Верхне-Салатского месторождения, а также от глубины залегания торфа месторождения «Таган».

При рассмотрении различных глубин залегания торфа, а именно: 0-25 см, 25-50 см, 75-100 см, 275-300 см, можно сделать вывод о том, что гуминовые кислоты, выделяемые из торфа верхних слоев залегания, обладают наиболее высокой ингибирующей способностью. Следовательно, на глубинах 0-25 см, 25-50 см, извлекаемые из торфа гуминовые кислоты обладают наивысшей способностью уменьшать количество образовавшихся нефтяных осадков при подготовке высокопарафинистой нефти.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе использовались ссылки следующих нормативных документов:

1. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда. Шум.
2. ГОСТ ISO 9612-2015* Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека.
3. ГОСТ 12.1.007 – 76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.019 – 2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. ГОСТ 12.4.011 – 87. Коллективные и индивидуальные средства защиты.
6. ГОСТ 17.2.3.02 – 78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
7. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
8. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение
9. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

В магистерской работе применяются следующие сокращения:

ГВ – гуминовые вещества, ГК - гуминовые кислоты, ФК - фульвокислоты, ПАВ – поверхностно-активные вещества, АСПО – асфальтеносмолопарафиновые отложения.

Содержание

Введение	13
1 Гуминовые вещества	15
1.1 Образование и состав гуминовых веществ	15
1.2 Гуминовые кислоты (ГК)	18
2 Понятие асфальтеносмолопарафиновые отложения (АСПО)	22
2.1 Механизм и условия формирования АСПО	24
2.2 Способы предотвращения и борьбы с нефтяными отложениями	27
3 Постановка задачи исследования	31
4 Экспериментальная часть	32
4.1 Характеристика объекта исследования	32
4.2 Методика определения количества АСПО	33
4.4 Результаты работы и их обсуждение	35
5 Концепция стартап-проекта	39
6 Социальная ответственность	50
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	51
6.2 Производственная безопасность	53
6.3 Экологическая безопасность	61
6.4 Чрезвычайные ситуации	63
Заключение	65
Список публикаций	66
Список использованных источников	67
Приложение А	74
Приложение В	76

Введение

В настоящее время общемировой тенденцией является увеличение доли высокопарафинистой нефти в общем объеме нефтедобычи, что вызывает проблемы при добыче, хранении и транспортировке нефти. Данная проблема связана с высокими температурами застывания, вязкостью и малой подвижностью такой нефти [1-2].

До настоящего времени четко обоснованной и теоретически доказанной схемы механизма образования АСПО пока не существует. В основном рассматриваются вопросы предотвращения и борьбы с нефтяными отложениями [3].

Для эффективного решения данных проблем необходимо принимать во внимание особенности состава и свойств нефтяных осадков в зависимости от состава и физико-химических свойств нефтяных систем [2].

Исходя из всего многообразия применяемых в нефтедобывающей промышленности методов борьбы с АСПО, наиболее эффективным методом является применение химических реагентов.

Наша страна богата полезными ископаемыми, и торфяные ресурсы играют значительную роль, являясь уникальным природным потенциалом органического происхождения. Торфяные ресурсы распространены практически по всей земной поверхности, глобально воздействуя на повышение уровня жизни людей.

Торф является самым молодым горючим ископаемым, который образуется после отмирания и неполного распада болотных растений при затрудненном доступе воздуха и избыточном увлажнении.

Анализ литературных источников показывает, что гуминовые кислоты, выделенные из торфа, характеризуются высокими значениями молекулярной массы и поверхностно-активными свойствами.

Гуматные реагенты (щелочные растворы ГК), извлекаемые из торфа довольно широко распространены. Не смотря на их многофункциональность,

они достаточно дешевы, доступны к приобретению и просты в приготовлении.
Гуматные реагенты обладают моющими и депрессорными свойствами.

1 Гуминовые вещества

1.1 Образование и состав гуминовых веществ

Гуминовые вещества стали известны еще с конца XVIII века. Изучение гуминовых веществ достаточно трудный процесс, который затормаживался в связи со сложной структурой и большим количеством свойств гуминовых веществ, которые были выделены с разных природных источников.

До 60 % гуминовых веществ могут находиться в бурых углях, а в выветрившихся бурых и каменных углях их содержание может достигать до 100% органической массы в зависимости от степени выветривания. Рассматривая почвы, в черноземе находится максимальное количество гуминовых веществ, содержание которых может доходить до 10 %. На гуминовые вещества приходится от 20 до 70% органической части торфа.

Торф – отложения органического происхождения, состоящие из остатков болотных растений (лиственных и хвойных деревьев, кустарников, трав, мхов), подвергшихся неполному разложению при недостаточном доступе воздуха. [4-6] Он включает в себя пять основных групп органических соединений [7,8]:

- Битумы – вещества, состоящие из восков, парафинов и смол, которые экстрагируются органическими растворителями;
- Водорастворимые и легкогидролизуемые соединения – вещества, выделенные из торфа холодной и горячей водой, растворяющиеся в воде после гидролиза в присутствии кислот; также данные соединения содержат сахара, пектиновые вещества, полуклетчатку и клетчатку;
- Гуминовые вещества – выделяются из торфа с помощью щелочных растворов;
- Целлюлоза – растворяется в воде после гидролиза при добавлении концентрированной серной кислоты;
- Негидролизуемый остаток – лигнин, а также вещества группы кутина и суберина.

Помимо органических компонентов в состав торфа входят также неорганические соединения.

В зависимости от ботанического состава и свойства торфа, степени разложения, минерального состава питающих вод, условий миграции в залежи количества указанных выше групп веществ меняются. Минимальное количество гуминовых веществ содержится у слабо разложившегося торфа, принадлежащего к моховой группе верхового типа, максимальное – у сильно разложившегося торфа.

Впервые гуминовые вещества были выделены из торфа немецким химиком Ф. Ахардом в 1786 году. В XX веке изучением гуминовых веществ, занимались ученые Л. А. Христева, М. А. Кононова, Т. А. Кухаренко и другие, а также зарубежные ученые.

Огромный вклад в исследование гуминовых веществ внес доктор биологических наук, заслуженный профессор Московского государственного университета им. М. Ю. Ломоносова, заслуженный деятель науки Российской Федерации, Дмитрий Сергеевич Орлов (1928-2007). Дмитрием Сергеевичем Орловым разработана собственная теория гумификации, схема строения молекул гуминовых веществ, а также сформулированы признаки, которые характеризуют класс данных соединений [9].

Следуя единой классификации Д. С. Орлова, гуминовые вещества делятся на прогуминовые вещества, гумусовые кислоты и гумин (негидролизующий остаток) (рис.1) [4].

По способности растворяться в воде и растворителях выделяют три группы соединений: фульвовые кислоты, растворимые в воде; гиматомелановые кислоты, растворимые в спирте; гумусовые кислоты, нерастворимые в этих растворителях. Деление это условно, так как можно было бы взять другие органические растворители. [10]

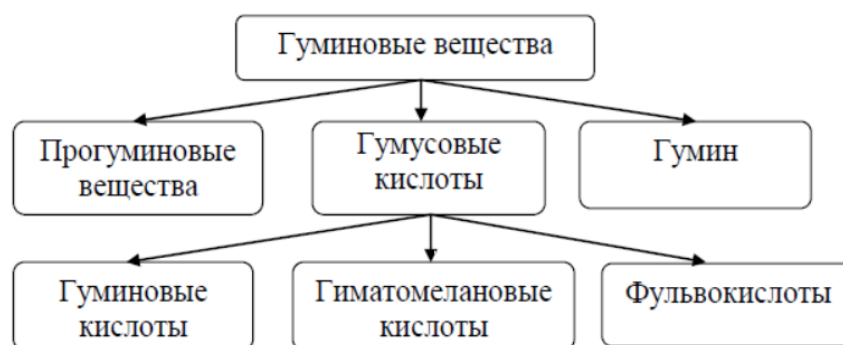


Рисунок 1 - Классификация гуминовых веществ имени Д. С. Орлова

Гуминовые кислоты извлекаются из твердых горючих ископаемых растворами щелочей или солей щелочных металлов в виде гуматов металлов (тёмноокрашенных растворов). Из растворов гуматов гуминовые кислоты легко осаждаются кислотами в виде аморфного хлопьевидного осадка [8,11].

Содержание гуминовых кислот в торфе колеблется в пределах 5-50% от его органической части. У слаборазложившегося торфа моховой группы верхового типа содержится минимальное количество гуминовых кислот, максимальное же их количество содержится у сильноразложившегося торфа всех типов.

Гуминовые кислоты выпадают в осадок, который при фильтровании промывают водой до нейтральной реакции и высушивают естественным путем. После осаждения гуминовых кислот в растворе остаются фульвовые кислоты.

Трудоемкий процесс изучения гуминовых веществ обусловлен широким спектром веществ, образующихся в процессе получения гуминовых кислот, также условиями, в которых находятся эти кислоты в процессе дальнейшего превращения.

1.2 Гуминовые кислоты (ГК)

Образование гуминовых кислот (по Раковскому) начинается с растений, так как большинство растений-торфообразователей содержит определенное количество биологически активных веществ, переходящих в торф и концентрирующихся в гуминовых кислотах. Основной особенностью ГК является их способность давать соли. Соли одновалентных катионов (Na^+ , K^+ , NH_4^+) растворимы в воде; на этом свойстве основано выделение ГК из торфа, угля, почв. [4]

Химический состав углеводов торфообразователей определяет выход и структуру гуминовых кислот.

В зависимости от вида торфа, степени разложения и способа выделения ГК имеют элементный состав (средние значения): $\text{C} = 58,7\%$, $\text{H} = 5,0\%$, $\text{O} = 32,9\%$, $\text{N} = 3,4\%$, $\text{S} = 0,7\%$, $\text{P} = 0,27\%$. [8] Практически весь кислород в ГК находится в форме реакционноспособных групп. Наиболее характерными группами, обеспечивающими кислотный характер ГК, являются карбоксильные и фенольные группы. Наряду с этими группами кислород ГК представлен спиртовыми гидроксилами, карбонилами, хиноидными и метоксильными группами. [12]

Такие свойства ГК, как способность к комплексообразованию, склонность к ОВ превращениям, биохимическая устойчивость, связаны с наличием в их молекулах различных кислородсодержащих групп. [14]

Общим для гуминовых кислот различного происхождения является наличие ароматического ядра, карбоксильных групп, гидроксильных спиртового и фенольного характеров и карбоксильных групп. В результате спектроскопических исследований установлено, что ароматические ядра ГК могут содержать до пяти-шести конденсированных бензольных колец, а это соответствует наибольшей термодинамической устойчивости полициклических систем.

Сложность строения гуминовых веществ вызвана огромным многообразием факторов и условий их формирования. Также на состав и

свойства гуминовых веществ оказывают существенное влияние способы извлечения их из природных объектов [6].

Изменчивость состава ГК позволяет отнести их к соединениям с переменным строением.

Гуминовые кислоты представляют собой смесь соединений, близких по структуре, но различающихся молекулярной массой. [15] Это связано с полидисперсностью ГК, ограниченной растворимостью, переменным составом и сильной окраской. Для ГК молекулярные массы, найденные химическими методами, находятся в пределах 1300-130000, физические методы осмометрии, криоскопии, вискозиметрии дают величины 700-26000, методы центрифугирования и светорассеяния 30000-80000. [16]

Одной из причин, препятствующей растворению ГК в воде, являются большая молекулярная масса и наличие в их молекулах гидрофобных фрагментов. Экспериментально показано, что у ГК торфа имеются молекулы с преобладанием как гидрофильных, так и гидрофобных фрагментов, от соотношения которых зависит способность ГК к растворению. [8]

По мнению Н.И. Горбунова (1967), ГК — представляют собой коллоидные дисперсные системы, то есть образования, которые состоят из двух или большего числа фаз, с сильно развитой поверхностью раздела между ними. К примеру, площадь поверхности ГК может составлять от 20 до 800 м²/г (Brady, Weil, 2002), а в отдельных случаях — может достигать 2000 м²/г (Weber, 1988).

Гуминовые кислоты, как коллоидные системы, обладают всеми основными свойствами поверхностно-активных веществ (ПАВ), это обусловлено гидрофильными и гидрофобными участками в их молекулах. Амфифильность (или дифильность) молекул ГК способствует образованию структурированных (коллоидных) мицелл. Коллоидные мицеллы ГВ способны солюбилизовать гидрофобные соединения, включая нефть и нефтепродукты, внутри себя. Солюбилизация — коллоидное растворение,

точнее, самопроизвольное и обратимое проникание солюбилизатора (какого-либо гидрофобного вещества), внутрь коллоидных мицелл. [17]

По мнению Ю.Г. Фролова (1988), свойства и площадь поверхности дисперсных систем зависят от природы молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ), от их концентрации, а также от формы и размера мицелл. Поверхностно-активные свойства гуминовых кислот объясняются тем, что одни участки молекул ГК могут быть гидрофобными, а другие — гидрофильными. Органические вещества дифильного (иначе амфифильного) характера способны адсорбироваться на поверхности раздела двух фаз, при этом, происходит образование мономолекулярного слоя (Фролов, 1988). Из-за данной особенности ГВ Н.И. Лактионов (1978) отнёс ГК к ПАВ.

Важным свойством коллоидных ПАВ является гидрофильно-липофильный баланс. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) зависит от структуры ПАВ, а также от их состава. Каждая структурная единица принимает участие в ГЛБ. К гидрофильным группам относятся, например, $-\text{COOH}$, $-\text{COONa}$ и $-\text{COOK}$, а липофильными (иначе гидрофобными) являются: $=\text{CH}-$, $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_3$ и $=\text{C}=$ (Фролов, 1988). [18]

Данный фактор указывает на многофункциональность гуминовых кислот и гуматных реагентов.

Гуминовые кислоты используют для производства гуматов. Полученные гуматы натрия широко используют в качестве стабилизаторов минеральных суспензий, которые в свою очередь используются в производстве строительных материалов, а также при бурении нефтяных и газовых скважин.

Гуминовые кислоты представляют интерес, как антисептические средства и красящие вещества. Кроме того, эти вещества являются весьма эффективными стимуляторами роста растений и животных. Гуминовые вещества также хорошо зарекомендовали себя в электрохимической промышленности, как модификаторы отрицательных электродов свинцовых аккумуляторов.

ГК используют для улучшения буровых растворов, повышения их дисперсности, для повышения агрессивной устойчивости, чтобы снизить водоотдачи. Они служат для регулировки вязкости, плотности, для статического напряжения сдвига глинистых растворов, которые загустели от выбуренной породы. [20-23]

Гуматные реагенты довольно широко распространены. Не смотря на их многофункциональность, они достаточно дешевы, доступны к приобретению и просты в приготовлении [11].

2 Понятие асфальтеносмолопарафиновые отложения (АСПО)

АСПО - асфальтеносмолопарафиновые отложения, представляющие собой чёрную или тёмно-коричневую густую, временами твердую массу высокой вязкости. АСПО не является простой смесью асфальтенов, смол и парафинов. В состав АСПО включены масла, сера, металлы, минеральные вещества в виде растворов солей органических кислот, диспергированные минеральные вещества или комплексные соединения этих веществ. В АСПО находится незначительное количество воды и механические примеси, представляющие собой глинистые частицы, железные окарины, кварцевые зерна песчаника и т.д. [2].

АСПО являются сложной смесью высокомолекулярных углеводородных соединений, в которых содержание алканов колеблется от 12 до 86 % (парафины, нафтены, церезины), асфальтенов от 0,5 до 45 %, смол от 1 до 20 %, остатков нефти от 33 до 41 %, воды от 0 до 80 % и неорганических веществ от 0 до 37 % (соль, песок) [24-26].

Асфальтены – это полициклические ароматические сильно конденсированные структуры с короткими алифатическими цепями в виде темно-бурых аморфных порошков. В асфальтенах содержится (% масс.): 80...86 % углерода, 7...9 % водорода, до 9 % серы и кислорода, и до 1,5 % азота. Молекулярная масса колеблется в интервале 1500-10000. Плотность асфальтенов несколько больше единицы.

Асфальтены растворяются в ароматических углеводородах, сероуглероде и хлороформе. При увеличении количества растворенных асфальтенов в пластовой нефти, возрастает вязкость нефти. Асфальтены не кристаллизуются и не могут быть разделены на индивидуальные компоненты или узкие фракции.

Асфальтены являются наиболее тяжелыми и полярными компонентами нефти. Они рассматриваются как продукты уплотнения смол. Частица асфальтенов представляет собой «мицеллу», ядро которой состоит из высокомолекулярных полициклических конденсированных соединений

преимущественно ароматического характера, а адсорбционный слой образуют низкомолекулярные поверхностно-активные соединения, включающий смолы и нафтеновые кислоты [27].

Смолы – это полужидкие, иногда полутвердые темно-коричневого или черного цвета вещества. Основной структуры молекул смол является плоская конденсированная поликарбоциклическая сетка, состоящая преимущественно из бензольных колец. В этой структурной сетке могут содержаться нафтеновые и гетероциклические кольца (пяти и шестичленные). В среднем смолы содержат до 15-17 % кислорода, серы, азота. Относительная плотность смол от 0,99 до 1,08 г/см³. Молекулярная масса смол может достигать 1200 [28]. Смолы хорошо растворяются во всех нефтепродуктах и органических растворителях, за исключением этилового и метилового спиртов. При нагреве до 260-350 °С смолы начинают уплотняться и превращаются в асфальтены.

Парафины – смесь твердых углеводородов с числом атомов в молекуле от C₁₆ до C₃₅. Хотя в данной части и преобладают н-парафины (метановые углеводороды, или алканы с прямой цепью), в меньшем количестве в ней содержатся нафтеновые (циклоалкановые) и ароматические углеводороды с длинными алкильными цепями [29]. Растворяются в насыщенных углеводородах (гексановой фракции, пентане, гептане).

Церезины – смесь твердых алканов изо- строения с числом атомов углерода в молекуле от C₃₅ до C₅₅. Растворяются в пентане, гексане, гептане и других углеводородах.

Состав нефтяных отложений характеризуется физико-химическими свойствами добываемой нефти, таких как температура, состояние поверхности оборудования, динамика потока нефти, также содержанием механических примесей и пузырьков газа.

АСПО практически не растворяется повторно и не диспергируются в сырой нефти в условиях её добычи и транспортировки.

2.1 Механизм и условия формирования АСПО

Адсорбционный процесс образования АСПО в настоящее время является основным процессом, протекающим на границе раздела фаз. Процесс адсорбции относят к поверхностным явлениям. Адсорбционный процесс подразумевает формирование слоя плотно удерживаемых молекул и атомов. [24-27]

Под механизмом «парафинизации» понимается совокупность процессов, приводящих к накоплению твердой органической фазы на поверхности оборудования. При этом, образование отложений может происходить либо за счет сцепления с поверхностью уже готовых, образовавшихся в потоке частиц твердой фазы, либо за счет возникновения и роста кристаллов непосредственно на поверхности оборудования [30].

При транспортировании нефти по трубопроводу протекают следующие процессы. Нефть поступает в трубопровод и контактирует с охлажденной металлической поверхностью. При этом возникает градиент температур, направленный перпендикулярно охлажденной поверхности к центру потока. За счет турбулизации потока температура нефти в объеме снижается. При этом параллельно протекают два процесса:

- выделение кристаллов н-алканов на холодной поверхности;
- кристаллизация н-алканов в объеме нефти.

Считается, что отложения зарождаются в основном из-за возникновения и роста кристаллов при механическом сцеплении с неровностями и сколами на поверхности.

Нефтепарафиновые отложения, это исходный этап парафинизации, который характеризуется образованием темного тонкого слоя с полужирной консистенцией. [25]

По литературным источникам, момент контакта нефти с поверхностью труб, температура которых близка к температуре плавления парафина (37-89°C) или ниже ее, принято считать начальной точкой образования АСПО. При определенном снижении температуры нефти в пристенном слое,

снижается адгезия парафинов на поверхности труб, и также ее растворяющая способность по отношению к парафинам.

При охлаждении высокозастывающих нефтей, выделяются кристаллы парафинов, которые соединяются между собой. Они создают прочную структурную решетку, в которой находится жидкая фаза нефти. В такой форме адгезионные свойства парафина усиливаются во много раз, и его способность «прилипать» к твёрдым поверхностям значительно интенсифицируется.

Однако если нефть содержит достаточно большое количество асфальтенов (4-5 % и выше), сказывается их депрессорное действие. Асфальтены могут сами выступать зародышевыми центрами. Парафиновые молекулы участвуют в сокристаллизации с алкильными цепочками асфальтенов образуя точечную структуру. То есть образование сплошной решётки не происходит. В результате такого процесса парафин перераспределяется между множеством мелких центров и выделение парафинов на поверхности существенно ослабляется. [31].

Смолы, в силу своего строения, напротив, способствуют созданию условий для формирования ленточных агрегатов парафиновых кристаллов и их прилипанию к поверхности и своим присутствием препятствуют воздействию асфальтенов на парафин, нейтрализуя их.

На интенсивность образования АСПО в системе транспорта, сбора и подготовки нефти влияет ряд факторов, основными из которых являются [2, 3]:

- снижение давления в области забоя и связанное с этим нарушение гидродинамического равновесия газожидкостной системы;
- интенсивное газовыделение;
- уменьшение температуры в пласте и стволе скважины;
- изменение скорости движения газожидкостной смеси и отдельных её компонентов;
- состав углеводородов в каждой фазе смеси;
- соотношение объёмов фаз (нефть-вода).

Для образования АСПО, температура флюида у стенки скважины должна находиться ниже температуры насыщения нефти парафинами ($T_{стен.} < T_{нас. \text{ нефти парафином}}$).

Практика добычи нефти на промыслах показывает, что основными участками накопления АСПО являются скважинные насосы, подъёмные колонны в скважинах, выкидные линии от скважин, резервуары промысловых сборных пунктов [6]. Наиболее интенсивно АСПО откладываются на внутренней поверхности подъёмных труб скважин. В выкидных линиях их образование усиливается в зимнее время, когда температура воздуха становится значительно ниже температуры газонефтяного потока [1].

2.2 Способы предотвращения и борьбы с нефтяными отложениями

Борьба с АСПО предусматривает проведение работ по двум направлениям. Во-первых, по предупреждению (замедлению) образования отложений. К таким мероприятиям относятся: применение гладких (защитных) покрытий; химические методы (смачивающие, модификаторы, депрессаторы, диспергаторы); физические методы (вибрационные, ультразвуковые, воздействие электрических и электромагнитных полей). Второе направление – удаление АСПО. Это тепловые методы (промывка горячей нефтью или водой в качестве теплоносителя, острый пар, электропечи, индукционные подогреватели, реагенты при взаимодействии с которыми протекают экзотермические реакции); механические методы (скребки, скребки-центраторы); химические (растворители и удалители) [32].

Как показывает практика, наиболее эффективным является предупреждение отложения смолопарафиновых веществ, так как при этом достигается наиболее устойчивая и безаварийная работа нефтепромыслового оборудования, снижаются затраты на добычу и перекачку нефти.

Общеизвестными и наиболее активно применяемыми методами борьбы с АСПО являются: механические, тепловые, физические (магнитная и вибрационная обработки) и химические.

Механическая очистка от нефтяных отложений считается на сегодняшний день самым универсальным методом борьбы с АСПО. Для очищения лифтовых труб скважин и транспортных трубопроводов используются различные конструкции скребков. Механические методы чаще используют в нефтяных резервуарах для очистки нефтяных отложений [33].

Широко применяется термический метод. Сущность метода заключается в расплавлении нефтяных отложений с помощью температурного воздействия от различных источников тепла. Термообработка может осуществляться по необходимости, в основном по мере накопления отложений. Тепло подводится с помощью продувки паром, прокачки горячей нефти и электронагрева [34].

В движущейся жидкости под воздействием магнитного поля разрушаются агрегаты, состоящие из ферромагнитных микрочастиц соединений железа. Соединения железа в нефти и попутной нефти содержатся в концентрации 10-100 г/т. Агрегаты кристаллов парафина в результате разрушения осаждаются в виде устойчивой, объемной, тонкодисперсной смеси. При уменьшении средних размеров агрегатов, которые выпали вместе со смолами и асфальтенами, уменьшается и скорость роста нефтяных отложений.

Вибрационные методы создают ультразвуковые колебания в области осадкообразования, воздействующие на кристаллы парафина. Они вызывают микроскопическое перемещение, тем самым препятствуя оседанию парафина на стенках труб [34-36].

Химические методы базируются на дозировании в добываемую продукцию химических соединений, уменьшающих, а иногда и полностью предотвращающих образование отложений [32]. Химические реагенты на органической основе, содержащие в своем составе поверхностно-активные вещества в разных концентрациях способствуют диспергированию образующейся дисперсной фазы. Также благодаря химическим реагентам идет вынос дисперсных частиц потоком жидкости, снижая тем самым вероятность образования нефтяных отложений.

Ингибирующие свойства проявляет весьма широкий набор соединений различной химической природы. Однако при всем их разнообразии можно выделить три общих признака. Во-первых, все они, даже присадки неполимерного типа, обладают довольно значительной молекулярной массой (в диапазоне 500- 10000), которая в несколько раз больше молекулярной массы наиболее тяжелых n-алканов нефтепродуктов и нефтей, обуславливающих их низкотемпературные свойства. Во-вторых, макромолекула присадок, как правило, представляет собой сочетание полиметиленовой цепи с полярными группами. В-третьих, все вещества, даже неполимерного типа, полидисперсны по молекулярной массе и по составу. Иными словами, присадка не является

индивидуальным веществом, а представляет собой смесь молекул различного состава и молекулярной массы [35].

Различие химических реагентов в основном заключается в механизме воздействия на формирование дисперсной фазы нефти. Некоторые из них предотвращают образование центров кристаллизации путем дробления формирующихся молекулярных групп, другие задерживают рост кристаллов, обволакивая центры кристаллизации при их появлении и создавая на их поверхности энергетический барьер, затрудняющий сближение и объединение частиц.

Все реагенты участвуют в формировании частиц дисперсной фазы, т.е. вступают во взаимодействие с твердой фазой на стадии фазового перехода компонентов из жидкого состояния в твердое. [9].

Химические реагенты подразделяются на смачивающие, модификаторы, депрессаторы и диспергаторы [34]:

- Смачивающие реагенты образуют на поверхности металла гидрофильную пленку, препятствующую адгезии кристаллов парафина к трубам, что создает условия для выноса их потоком жидкости. К ним относятся полиакриламид (ПАА), кислые органические фосфаты, силикаты щелочных металлов, водные растворы синтетических полимерных ПАВ [32,36].

- Модификаторы взаимодействуют с молекулами парафина, препятствуя процессу укрупнения кристаллов. Это способствует поддержанию кристаллов во взвешенном состоянии в процессе их движения. Такими свойствами обладают атактический пропилен, низкомолекулярный полиизобутилен, алифатические сополимеры, сополимеры этилена и сложного эфира с двойной связью, тройной сополимер этилена с винилацетатом и винилпирролидоном [34-35].

- Депрессорные присадки – растворы активного вещества (т.е. вещества, непосредственно обеспечивающего депрессорные свойства) в

органическом растворителе, роль которого заключается в обеспечении быстрой растворимости и равномерного распределения депрессора в нефтях.

- Диспергаторы – химреагенты, обеспечивающие повышение теплопроводности нефти и, следовательно, замедляющие процессы кристаллизации парафина. В результате время пребывания парафина во взвешенном состоянии в потоке и вероятность его подъёма потоком жидкости увеличивается.

Исходя из всего многообразия применяемых в нефтедобывающей промышленности методов борьбы с АСПО, наиболее эффективным методом является применение химических реагентов.

Существует несколько наиболее известных и активно применяемых в нефтедобывающей промышленности методов борьбы с АСПО, но многообразие условий разработки месторождений и различие характеристик добываемой продукции часто требует индивидуального подхода и даже разработки новых технологий.

3 Постановка задачи исследования

Россия самая богатая страна в мире по запасам торфа. На ее территории сосредоточено более 40 % мировых запасов. Общая площадь торфяных месторождений составляет 80 млн.га с разведанными и прогнозными запасами торфа 200 млрд.т. Более 70% этих запасов приходится на территорию Сибири.

Изученность торфяных ресурсов Томской области невысокая: детально исследованные месторождения составляют 2,9 % торфяных ресурсов области.

Для решения вопроса квалифицированного использования торфов Томской области необходимо, провести их детальное исследование.

Цель работы – исследование поверхностно-активных свойств растворов гуминовых кислот, полученных из торфа месторождения «Таган» Томской области с разных глубин залегания в нефтяных дисперсных системах на установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений.

Основные задачи:

1. Исследование влияния щелочного раствора гуминовых кислот на количество образовавшегося нефтяного осадка.
2. Оценка влияния глубины залегания торфа на эффективность раствора гуминовых кислот.

В качестве объекта исследования была выбрана нефть Верхне-Салатского месторождения Томской области, гуминовые кислоты торфа месторождения «Таган» с разных глубин залегания (0-25, 25-50, 75-100, 275-300).

Определение эффективности действия гуминовых кислот, проводили на установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений методом «холодного стержня».

Экспериментальная часть

4.1 Характеристика объекта исследования

В качестве объекта исследования была выбрана нефть Верхне-Салатского месторождения Томской области. С целью прогнозирования эффективности обработки нефти щелочным раствором ГК АСПО были определены физико-химические свойства нефти, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Основные свойства нефти

Характеристики	
Плотность при 20°C, г/см ³	0,78
Кинематическая вязкость при 20°C, мм ³ /с	1,8
Температура застывания	+12,0
Массовое содержание, %	
- парафинов	10,5
- смол	1,4
- асфальтенов	Отсутствует

Также объектом исследования являются образцы гуминовых кислот торфа, который отобран на месторождении «Таган» Томской области. В данной работе проводились исследования на четырех образцах торфа с месторождения «Таган» с разных глубин залегания (0-25, 25-50, 75-100, 275-300 см).

Гуминовые кислоты представляют собой высокомолекулярные органические соединения циклического строения, которые обладают кислотными свойствами. В сухом состоянии это порошок бурого или черного цвета, который хорошо растворяется в щелочных растворах, но не растворяется в воде и минеральных кислотах. Щелочные растворы ГК обладают моющими и депрессорными свойствами.

Ингибирующую способность раствора ГК изучали на специальной установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений. Сущность метода заключается в определении количества осаждающихся АСПО на охлаждаемой металлической поверхности.

4.2 Методика определения количества АСПО

Сущность работы установки для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений состоит в определении количества осаждающихся из нефти на охлаждаемой металлической поверхности асфальтеносмолопарафиновых отложений.

Установка, состоит из двух блоков:

- блок "холодного" стержня с водяной баней;
- блок термостата / криостата, обеспечивающего создание в стержнях температуры в пределах от -30 до $+60^{\circ}\text{C}$.

Блок "холодного" стержня включает в себя 4 металлических стакана, в которые помещаются испытуемые вещества, и крышки, в которые вмонтированы "холодные" стержни – U-образные полые трубки из нержавеющей стали. Трубки подключены к системе подвода и отвода хладагента (рис. 2).

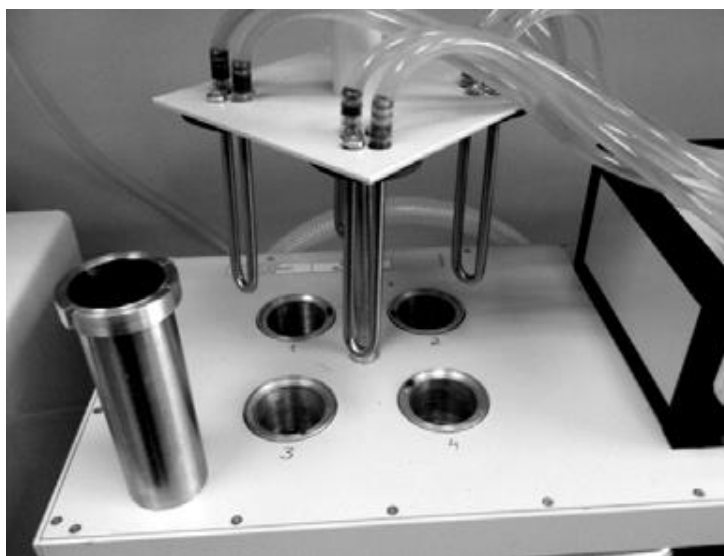


Рисунок 2 – Металлический стакан и параллельно работающие U-образные стержни

Обычно температура нефти в ячейке должна быть на 5°C выше температуры начала кристаллизации парафинов, а температура "холодного" стержня на 5°C ниже температуры начала кристаллизации парафинов. За счет разности температур парафины начинают выкристаллизовываться на

поверхности "холодного" стержня. Во время эксперимента стаканы с нефтью вращаются вокруг стержней. После выдержки стержней в нефти, их вынимают из металлических стаканов и дают стечь остаткам нефти в течение 10-20 минут. Затем устанавливают температуру "холодного" стержня +50°C и далее расплавляющиеся парафины собирают в предварительно взвешенные бюксы и взвешивают.

Экспериментально отработаны оптимальные режимы: время эксперимента 40 мин, навеска нефти - 60г. Количество осадка, образовавшихся на стержне, определяют гравиметрическим методом.

Ингибирующую способность рассчитывают по формуле:

$$(W_0 - W_1) * 100 / W_0,$$

где I - ингибирующая способность, %;

W_0 - выход осадка для исходной нефти, г;

W_1 - выход осадка для нефти с присадкой, г.

Для приближения лабораторных условий к промышленным выбираем оптимальный градиент температур 30/-25.

4.4 Результаты работы и их обсуждение

Результаты опыта по извлечению высокомолекулярных компонентов нефтей методом "холодного" стержня на установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений, при различных соотношениях представлены в таблицах 2-5.

Таблица 2 - Ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» глубины залегания 0-25 см.

№	Объект исследования	Концентрация ГК, % масс.	Вес отложения, г	I, ингибирующая способность, %
1	Нефть	0	9,2	
2	Нефть+ГК	0,05	8,52	7,39
3	Нефть+ГК	0,1	8,62	6,30
4	Нефть+ГК	0,15	7,12	22,61
5	Нефть+ГК	0,2	6,15	33,15
6	Нефть+ГК	0,25	8,43	8,37
7	Нефть+ГК	0,3	8,38	8,91

Анализируя полученные данные в таблице 2, видно, что на глубине залегания 0-25 см ингибирующая способность ГК колеблется от 6,30% до 33,15%, максимальная ингибирующая способность наблюдается при добавлении гуминовых кислот в концентрации 0,15 и 0,2. При добавлении раствора гуминовых кислот в концентрации 0,15% масс., ингибирующая способность составляет 22,61%, при добавлении 0,2 % масс. – 33,15 г. При увеличении концентрации раствора гуминовых кислот, ингибирующая способность снижается.

Таблица 3 - Ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» глубины залегания 25-50 см.

№	Объект исследования	Концентрация ГК, % масс.	Вес отложения, г	I, ингибирующая способность, %
1	Нефть	0	9,2	
2	Нефть+ГК	0,05	8,5	7,61
3	Нефть+ГК	0,1	8,7	5,43
4	Нефть+ГК	0,15	7,75	15,76

5	Нефть+ГК	0,2	6,6	28,26
6	Нефть+ГК	0,25	8,39	8,80
7	Нефть+ГК	0,3	8,5	7,61

Анализируя полученные данные в таблице 3, видно, что на глубине залегания 25-50 см ингибирующая способность ГК колеблется от 5,43 % до 28,26%, максимальная ингибирующая способность наблюдается при добавлении гуминовых кислот в концентрации 0,15 и 0,2% масс. При добавлении раствора гуминовых кислот в концентрации 0,15% масс., ингибирующая способность составляет 13,7%, при добавлении 0,2 % масс. – 28,26 г. При увеличении концентрации раствора гуминовых кислот, ингибирующая способность снижается.

Таблица 4 - Ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» глубины залегания 75-100 см.

№	Объект исследования	Концентрация ГК, % масс.	Вес отложения, г	I, ингибирующая способность, %
1	Нефть	0	9,2	
2	Нефть+ГК	0,05	9,34	-1,52
3	Нефть+ГК	0,1	8,67	5,76
4	Нефть+ГК	0,15	8,35	9,24
5	Нефть+ГК	0,2	7,44	19,13
6	Нефть+ГК	0,25	8,34	9,35
7	Нефть+ГК	0,3	8,38	8,91

Анализируя полученные данные в таблице 4, видно, что на глубине залегания 75-100 см ингибирующая способность ГК колеблется от 5,76% до 19,13%, максимальная ингибирующая способность наблюдается при добавлении гуминовых кислот в концентрации 0,2% масс. При добавлении раствора гуминовых кислот в концентрации 0,2% масс., ингибирующая способность составляет 19,13%. При добавлении раствора гуминовых кислот в концентрации 0,05% масс. наблюдается прирост нефтяных осадков в навеске нефти Верхне-Салатского месторождения. При увеличении концентрации

раствора гуминовых кислот, ингибирующая способность увеличивается, достигается пик, далее идет на снижение.

Таблица 5 - Ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» глубины залегания 275-300 см.

№	Объект исследования	Концентрация ГК, % масс.	Вес отложения, г	I, ингибирующая способность, %
1	Нефть	0	9,2	
2	Нефть+ГК	0,05	9,44	-2,61
3	Нефть+ГК	0,1	9,62	-4,57
4	Нефть+ГК	0,15	7,63	17,07
5	Нефть+ГК	0,2	8,4	8,70
6	Нефть+ГК	0,25	8,6	6,52
7	Нефть+ГК	0,3	8,57	6,85

Анализируя полученные данные в таблице 5, видно, что на глубине залегания 275-300 см ингибирующая способность ГК колеблется от 6,52% до 17,07%, максимальная ингибирующая способность наблюдается при добавлении раствора гуминовых кислот в концентрации 0,15% масс. При добавлении гуминовых кислот в концентрации 0,15% масс., ингибирующая способность составляет 17,07%. При добавлении раствора гуминовых кислот в количестве 0,05% масс. и 0,1% масс. наблюдается прирост нефтяных осадков в навеске нефти Верхне-Салатского месторождения. При дальнейшем увеличении концентрации раствора гуминовых кислот, ингибирующая способность увеличивается, достигается пик, далее идет на снижение.

Ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» изменяется в зависимости от концентрации раствора гуминовых кислот в навеске нефти Верхне-Салатского месторождения, а также глубины залегания торфа месторождения «Таган».

Данные, представленные в таблицах 2-5, показывают, что наибольшую ингибирующую способность ГК проявляют в концентрации 0,15 – 0,2% масс. Данная концентрация раствора ГК работает независимо от глубины залегания торфа.

При рассмотрении различных глубин залегания торфа, а именно: 0-25 см, 25-50 см, 75-100 см, 275-300 см, можно сделать вывод о том, что гуминовые кислоты, выделяемые из торфа верхних слоев залегания, обладают наиболее высокой ингибирующей способностью. Следовательно, на глубинах 0-25 см, и 25-50 см, извлекаемые из торфа гуминовые кислоты обладают наивысшей способностью уменьшать количество образовавшихся нефтяных осадков при подготовке высокопарафинистой нефти.

Эффективность торфяной продукции можно значительно повысить при комплексном использовании торфа. В настоящее время разработан большой ассортимент продуктов, получаемых как из самого торфа, так и при химической переработке [20,29].

5 Концепция стартап-проекта

5.1 Название

Сутью проекта является вывод продукта в области нефтехимии на рынок, цель – разработать маркетинговый план продвижения данной разработки среди потенциальных клиентов. Внедрение данного продукта позволит повысить длительность работы нефтепромыслового оборудования, тем самым избежать остановок процесса подготовки нефти. Основываясь на идею и само разрабатываемое решение, было определено название для стартап проекта: «Биодобавка на основе раствора гуминовых кислот для предотвращения парафиноотложения при подготовке нефти».

5.2 Описание продукта как результата НИР

На текущий момент наиболее активно применяемыми методами борьбы с парафиноотложениями является применение химических реагентов. Разрабатываемая биодобавка на основе раствора гуминовых кислот является по своей сути не химическим веществом, а веществом природного происхождения.

Ключевая проблема («боль» клиента) заключается в накоплении нефтяных отложений в нефтепромысловом оборудовании, которое приводит к снижению его пропускной способности, что приводит к аварийной остановке. Так же в коррозионном действии химических реагентов на нефтепромысловое оборудование, в следствие чего приходится останавливать процесс добычи нефти для ремонта оборудования, что сказывается на получении прибыли.

Цель НИР – исследование поверхностно-активных свойств растворов гуминовых кислот, на основе которых можно создать биодобавку для предотвращения парафиноотложения при подготовке нефти.

В качестве объекта исследования была выбрана высокопарафинистая нефть Верхне-Салатского месторождения Томской области, гуминовые кислоты торфа месторождения «Таган» Томской области с разных глубин залегания (0-25, 25-50, 75-100, 275-300 см).

Ингибирующую способность раствора ГК изучали на специальной установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений. Сущность метода заключается в определении количества осаждающихся отложений на охлаждаемой металлической поверхности.

В процессе НИР установлено, что ингибирующая способность гуминовых кислот изменяется в зависимости от концентрации раствора гуминовых кислот в навеске нефти Верхне-Салатского месторождения, а также глубины залегания торфа. На верхних слоях залегания торфа, выделяемые гуминовые кислоты обладают наивысшей способностью уменьшать количество образовавшихся нефтяных осадков при подготовке высокопарафинистой нефти. Следовательно, на основе гуминовых кислот можно разработать биодобавку для предотвращения парафиноотложения.

Предлагаемое решение ключевых проблем – добавление биодобавки на основе гуминовых кислот в качестве ингибитора парафиноотложений. Данная биодобавка не проявляет коррозионных свойств, является экологически безопасной и дешевле в сравнение с химическими реагентами.

5.3 Защита интеллектуальной собственности

Состав биодобавки в будущем подлежит патентованию. По этому направлению работает определенная группа научных сотрудников ТПУ, роли которых распределены. В процессе разработки устанавливают групповой состав торфа и гуминовых кислот, их химизм, рассчитывают математические модели взаимодействия на межмолекулярном уровне. По всем направлениям ведется глубокая научная работа. Как только по всем направлениям будет получен результат, начнется процесс оформления совместного патента.

5.4 Объем и емкость рынка

В РФ на данный момент насчитывается более 2,7 тысяч месторождений нефти, большинством из них владеют 7 крупнейших нефтяных компаний, каждая из которых является потенциальным клиентом. [38] За последний год Россия добыла 560,2 млн. т. нефти.

Потенциальный объем рынка:

- Предположим, что все потенциальные потребители при добыче нефти (560,2 млн. т. нефти в год) использовали ингибирующие присадки.

Фактический объём рынка:

- На долю высокопарафинистой нефти приходится 64% от общей добычи – 358,5 млн. т. нефти в год.

Доступный объём рынка:

- Количество нефти, добываемое на месторождениях Томской области – 9 млн. т. нефти в год.

- На одну тонну нефти требуется 250 г. присадки.

$$N = ЦА * НА = 9000000 * 0,25 = 2250000 \text{ кг присадки в год,}$$

где N – емкость рынка; ЦА – целевая аудитория (млн. т. нефти в год);
НА – норма потребления товара (кг). [39]

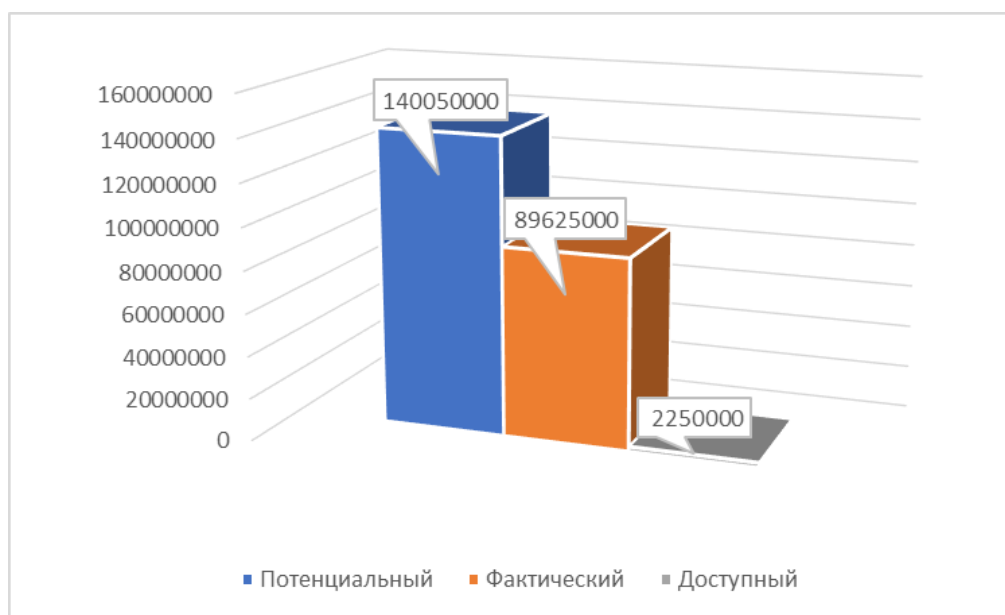


Рисунок 3 – Ёмкость рынка

Из графика можно сделать вывод о том, что рынок обладает большим потенциалом роста.

5.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Поддержание стабильного уровня добычи нефти в РФ на уровне в 525 млн. т. — это заявленная цель развития отрасли в Энергетической стратегии России на период до 2035 г. [40] В настоящее время общемировой тенденцией является увеличение доли высокопарафинистой нефти в общем объеме

нефтедобычи, так как большинство легкой нефти уже добыто. Основная часть высокопарафинистой нефти России находится в Западной Сибири (ХМАО, ЯНАО, Омской, Курганской, Томской, частично Свердловской, Новосибирской областей, Красноярского и Алтайского краев России).

В этом регионе уже открыто порядка пятисот нефтяных, нефтегазоконденсатных и нефтегазовых месторождений, которые содержат в себе 73 процента всех разведанных на данный момент запасов российской нефти, то есть запасы Западной Сибири составляют 9,8 млрд. т. нефти, что позволит Западносибирской ресурсной провинции оставаться ведущим добывающим регионом нашей страны еще не один десяток лет.

Самым богатым нефтяным регионом Западной Сибири и России является Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО). Крупные нефтяные ресурсы сосредоточены также и в другом российском регионе – Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО).

Третьим по значимости нефтедобывающим центром России в Западной Сибири является Томская область. [41]

Здесь в разработке находятся 18 из 84 разведанных месторождений нефти, самыми крупными из которых являются Первомайское, Советское, Игольско-Таловое и Лугинецкое. Уровень средней выработанности первоначальных запасов всех уже открытых промыслов составляет примерно 30 процентов.

Стоит сказать, что объем еще не разведанных нефтяных ресурсов Томской области, по оценкам специалистов, сделанных на основании геологического прогноза, больше разведанных примерно в 1,8 раза. [42] Это позволяет сделать вывод о том, что нефтедобыча в Томской области будет продолжаться еще много лет.

5.5 Планируемая стоимость продукта

Конечная стоимость продукции будет основываться на уровне переменных расходов. Данный подход применяется при внедрении нового

товара на рынок, в целях резкого увеличения доли рынка или в целях сохранения заданного объема продаж или стимулирования продаж.

Расчет себестоимости проведем, исходя из расходов на производство 1 т готовой продукции.

- Сырье

Для производства 1 т готовой продукции нам необходимо:

- 20 кг гуминовой кислоты
- 10 кг гидроксида натрия
- 1 т дистиллированной воды

Таблица 6 - Расчет затрат на сырье на 1 т готового продукта

№ п/п	Наименование затрат	Ед.изм.	Расход	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1	Гуминовые кислоты	кг	20	200	4000
2	Гидроксид натрия	кг	10	40	400
3	Дистиллированная вода	т	1	30	30
Итого					5316

- Заработная плата

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 10% от тарифа или оклада.

Для работы в лаборатории необходимо 2 человека. Примем оклад – 15000 руб., с районным коэффициентом (30%) з/п составит 19500 руб.

Тогда затраты на заработные платы сотрудников составят: $19500 * 2 = 39000$ руб.

- Упаковка

Товар будет поставляться в металлических бочках вместимостью 200 л, то есть на 1 т продукции нам понадобится 5 бочек. Стоимость одной – 700р/шт. Затраты на упаковку составят 4000 рублей.

Всего на производство 1 т готовой продукции необходимо затратить: $5316 + 39000 + 4000 = 48316$ руб.

5.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами

Рынок ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) весьма обширен. Механизм действия и состав большинства марок одинаков. В своём составе они содержат кислоты, щелочи, сконденсированные ароматические соединения и полимеры различного строения. [43-45] Стоимость таких реагентов высока, потому что для их получения необходимо разнообразное нефтехимическое сырьё. [46-47] Ещё одной проблемой использования химических реагентов является их коррозионное действие на оборудование.

В целях сравнения конкурентных технических решений приведем оценочную карту, вычислим коэффициенты конкурентоспособности.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1. Эффективность	0,23	4	5	5	0,92	1,15	1,15
2. Простота эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Безопасность	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Экологичность	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
5. Универсальность	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
6. Цена	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
7. Наличие сертификации разработки	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
Итого	1				4,62	4	4

В таблице 3 условно обозначены баллы и конкурентоспособность:

Б_ф, К_ф - разрабатываемое решение;

Б_{к1}, К_{к1} - конкурентное решение – Flexoil CW-288;

B_{k2} , K_{k2} - конкурентное решение от компании ГК «Миррико» - Dewaxol 7315.

Были выбраны данные конкуренты, т.к. они являются одними из наиболее часто применяемых. Критерии оценки и их веса определялись в соответствии с требованиями предъявляемыми ингибирующим присадкам.

Анализируя данные оценочной карты, можно сделать вывод о том, что разрабатываемое решение конкурентоспособно, имея при этом главные требуемые технические характеристики с более высокими показателями или на уровне конкурентов. Данная карта помогает оценить возможности технических решений конкурентов и собственного и увеличить возможность развития продукта, выхода его на рынок и продвижения.

5.8 Целевых сегменты потребителей создаваемого продукта

Сферы рынка, где могут использовать биодобавку на основе гуминовой кислоты:

- Нефтедобыча – в качестве ингибиторов парафиноотложений, для улучшения буровых растворов, повышения их дисперсности, для повышения агрессивной устойчивости, чтобы снизить водоотдачи.
- Растениеводство – для производства удобрений, в качестве стимуляторов роста.
- Животноводство – безопасность гуминовых кислот позволяет использовать их для изготовления кормовых добавок
- Пищевая промышленность – для изготовления детокс-воды.
- Медицина – используют как антисептические средства, для изготовления БАДов, которые способны нейтрализовать и вывести из организма токсические, вредные и инородные вещества, улучшить общее состояние человека.
- Косметология - используют в косметологии для лечебных масок, ванн, обёртывания, кремов, шампуней, мыла. В результате выводятся

токсические вещества, находящиеся в кожных покровах и провоцирующие аллергические проявления и другие патологии.

- Электрохимическая промышленность – используют в качестве модификаторов отрицательных электродов свинцовых аккумуляторов.
- Строительство – гуматы натрия (щелочные растворы ГК) используют в качестве стабилизаторов минеральных суспензий, которые в свою очередь используются в производстве строительных материалов.

При разработке стратегии на первом этапе рассматриваем только нефтяную отрасль, в дальнейшем планируется проработать другие вышеперечисленные рынки.

5.9 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж

Одним из наиболее удобных и эффективных инструментов управления предпринимательской деятельностью является бизнес-модель, созданная известным предпринимателем и новатором в сфере бизнес-моделирования Александром Остервальдером. Разработка Остервальдера представляет собой схему, которая позволяет увидеть перед собой полную модель бизнеса и проанализировать ее.

Данная разработка включает в себя девять блоков, представляющих собой важные части организации: сегменты потребителей; ключевые ценности организации; каналы, через которые осуществляется поставка; взаимоотношения с различными сегментами клиентов; потоки доходов организации; ключевые ресурсы для создания ключевых ценностей; ключевые действия для максимально эффективной работы; ключевые партнеры и поставщики организации; структура расходов предприятия.

Для успешной реализации проекта выработка бизнес-модели является ключевой, особенно для описания бизнес плана и дальнейшего продвижения на рынке.

Потребительские сегменты – в данном кубе выделяют те компании, которые будут покупать разрабатываемый продукт. Сегментов может быть несколько, но на первом этапе рассматриваем только нефтяную отрасль.

Ключевые виды деятельности – производство биодобавки на основе раствора ГК для предотвращения парафиноотложения при подготовке высокопарафинистой нефти.

Ценностные предложение – это отличительное свойство, почему компании будут покупать разрабатываемое устройство. Для биодобавки на основе раствора ГК – это её экологичность, универсальность и низкая цена.

Ресурсы позволяют компании производить и доносить до потребителя ценностные предложения, поддерживать связи с потребителями и получать прибыль. Компания может быть собственником ресурсов, арендовать или покупать их у партнёров. Учитывая доступность лаборатории Томского политехнического университета и простоту изготовления биодобавки, не потребуется арендовать помещение и закупать дополнительное оборудование, поэтому ключевыми ресурсами являются: материальные (сырьё) и персонал.

К ключевым партнерам относятся поставщики сырья, т.е. компании, добывающие и перерабатывающие торф.

Отношения с клиентами и каналы сбыта. На первой стадии бизнеса для выхода на рынок и привлечения клиентов планируется предложить компаниям бесплатно оттестировать биодобавку, тем самым продемонстрировать её действие и свойства.

Потоки доходов. Планируется получать прибыль от продажи продукции нефтедобывающим и нефтехимическим компаниям.

Далее в таблице 8 построена бизнес-модель по А.Остервальдеру и И.Пинье.

Таблица 8 – Бизнес-модель проекта по А.Остервальдеру и И.Пинье

<p><i>Ключевые партнеры</i></p> <p>Стратегическое сотрудничество со следующими партнерами: поставщиками сырья (гуминовых кислот, гидроксида натрия) для производства биодобавки; компании, для которых готовый продукт проекта – расходный материал (сельское хозяйство, строительство).</p>	<p><i>Ключевые виды деятельности</i></p> <p>Производство. Изготовление биодобавки на основе ГК – готовый продукт.</p> <p>Разрешение проблем. Решение проблемы осаждения парафинов, коррозии оборудования.</p>	<p><i>Ценностные предложения</i></p> <p>1. Относительная новизна. 2. Экологичность технологии. 3. Низкая цена. 4. Сокращение расходов и повышение производительности – минимум остановок в работе оборудования, стабильное качество. 5. Экономичность при производстве. 6. Простота эксплуатации.</p>	<p><i>Взаимоотношения с клиентами</i></p> <p>1. Постоянная консультационная поддержка клиентов. 2. Возможность тестирования продукции.</p>	<p><i>Потребительские сегменты</i></p> <p>Выделены следующие сегменты: Нефтяные компании.</p>
<p><i>Структура издержек</i></p> <p>Переменные издержки – расходные материалы, сырье для изготовления продукта, заработная плата сотрудникам.</p>	<p><i>Потоки поступления доходов</i></p> <p>Регулярный доход от периодических платежей, получаемых от нефтяных предприятий.</p>			

5.10 Стратегия продвижения продукта на рынок

Положительной стороной для продвижения данной продукции на рынок является её направленность на определенные компании, поэтому мы можем вычислить всех клиентов и работать конкретно с ними.

На первой стадии бизнеса для выхода на рынок, привлечения клиентов и демонстрации продукции планируется предложить крупным компаниям, мнение которых ценится на рынке, бесплатно оттестировать биодобавку на своём производстве с целью получения отзыва о продукции. Такой механизм позволит зарекомендовать продукт в крупных компаниях, а составленный и опубликованный ими отзыв вызовет доверие у других потенциальных клиентов.

Продвижение принципиально новой продукции должно сопровождаться информационной поддержкой продаж. В каждой компании есть отдел научных разработок, который занимается поиском и внедрением новых технических решений. Поэтому параллельным этапом продвижения биодобавки на рынок будет формирование информационного фонда. Основа этого фонда – статьи в журналах о нефтяной отрасли. Их нужно писать так, чтобы они не выглядели как рекламные. Лучше, если они будут восприниматься как журналистские или научные: это в разы повышает доверие.

Социальная ответственность

Целью выпускной квалификационной работы являлось исследование поверхностно-активных свойств раствора гуминовых кислот в нефтяных дисперсных системах в зависимости от глубины залегания торфа. Научно-исследовательская работа включает в себя приготовление вспомогательных растворов (раствора гуминовых кислот) и проб (смесь нефти и раствора ГК), анализы проб (определение количества осаждающихся из нефти на охлаждаемой металлической поверхности асфальтеносмолопарафиновых отложений методом «холодного стержня») и обработку результатов (расчет ингибирующей способности).

Все анализы проб проводились во 2 корпусе Томского политехнического университета в химической лаборатории кафедры ХТТ и ХК.

В настоящее время доля добычи высокопарафинистых нефтей возрастает. В связи с чем актуальным становится решение проблем, связанных с их добычей, транспортировкой и хранением. Наиболее эффективным методом является применение химических реагентов, которые обладают поверхностно-активными свойствами. Применение раствора гуминовых кислот в качестве ингибитора парафинонакопления экологически безопасно и экономически выгодно.

Результаты научной работы могут быть использованы нефтедобывающими компаниями и научно-исследовательскими институтами, которые занимаются разработками ингибирующий присадок.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

При работах с вредными и опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную, сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами.

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований по безопасному ведению работ в отдельных сферах деятельности осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

Ведомственный контроль за охраной труда проводят министерства и ведомства, которые контролируют внутриведомственное соблюдение законодательства о труде. Для этого создают специальные службы охраны труда в виде отделов с аппаратом инженеров по охране труда, санитарных врачей и других специалистов.

Профсоюзный общественный контроль за охраной труда осуществляют общественные инспектора и комиссии по охране труда комитетов профсоюзов.

Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знаний работников требований безопасности труда.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Рабочим местом является химическая лаборатория кафедры ХТТ и ХК. Лаборатория обеспечена вентиляцией, водоснабжением и канализацией. Полы выполнены из негорючей и не впитывающей жидкости плитки. Столы имеют гладкие поверхности из материалов, мало сорбирующих вредные вещества, и легко поддаются очистке. Работа с вредными и легколетучими веществами производится в вытяжных шкафах, обеспечивающих изоляцию работающих от опасной среды. Помещение хорошо освещено как дневным, так и искусственным светом.

В условиях химических лабораторий в задачи производственной санитарии входит предупреждение профессиональных отравлений, предотвращение воздействия на работающих ядовитых и раздражающих веществ, производственной пыли, шума и других вредных факторов, определение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе производственных помещений, разработка и эксплуатация средств индивидуальной защиты, система вентиляции и отопления, рационального освещения и т.п. [49].

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними. Производственный процесс должен быть организован так, чтобы не допускать выделения в воздух рабочей зоны пыли и вредных веществ.

6.2 Производственная безопасность

Работа в химической лаборатории сопровождается целой группой отрицательно действующих на организм факторов, что существенно снижает производительность труда человека.

Основные факторы были определены с помощью ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Подгото вка	Экспери мент	Обработ ка	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Превышение уровня шума	+	+	-	ГОСТ 12.1.003– 2014.ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Шум.
3.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.
4.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.019- 2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. Химические вещества, непосредственно действующие на организм работающего	+	+	-	ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения). ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов

6.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Метеоусловия производственной среды регламентируются по [50-51].

Температура воздуха в лаборатории поддерживается:

- 1) холодный и переходный периоды в пределах 16 – 22 °С;
- 2) теплый период в пределах 18 – 25 °С.

Влажность воздуха не должна превышать 40 – 60 %, скорость движения воздуха 0,1 – 0,5 м/с.

В лаборатории создание микроклимата обеспечивается работой форточек, дверей, приточной вытяжной вентиляцией. Кратность воздухообмена – отношение объема воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него за 1 час, к объему помещения, – при сохранении комнатной температуры должна быть в пределах 4 – 6 час⁻¹.

Летом помещения проветриваются с помощью вентиляторов. В зимнее время помещения нагревают центральным отоплением [51].

6.2.1.2 Превышение уровня шума

Производственные процессы в химической лаборатории сопровождаются значительным шумом. Длительное воздействие шума на организм человека приводит к снижению производительности труда, ослаблению памяти, внимания, остроты зрения и чувствительности к предупредительным сигналам, снижается чувствительность слуха [52].

Для химической лаборатории характерны следующие виды шумов:

1. механический шум (при трении, биении узлов и деталей машин, делительных воронок, механической мешалки);
2. аэрогидродинамический шум (возникает в аппаратах при больших скоростях движения газа или жидкости и при резких направлениях их движения и давления).

В лаборатории уровень шума находится в пределах допустимых норм.

6.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость. Неправильное и недостаточное освещение может привести к созданию опасных ситуаций.

К системам освещения предъявляются следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест по характеру выполняемой зрительной работы;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся поверхностей);
- постоянство освещенности во времени;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока.

В лаборатории, где проводилось исследование, используется комбинированная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение [53].

6.2.1.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками (электроплиты, термостаты, мешалки) по [54,55]:

1. Все электрооборудование с напряжением свыше 42В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены.

2. Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные выключающие устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником.

3. В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;

- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;

- загромождать подходы к электрическим устройствам.

4. Обо всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику.

5. В случае перерыва в подаче электроэнергии все электроприборы должны быть немедленно выключены.

6. Запрещается использование в пределах одного рабочего места электроприборов класса «0» и заземленного электрооборудования.

7. Категорически запрещается прикасаться к корпусу поврежденного прибора или токоведущим частям с нарушенной изоляцией и одновременно к заземленному оборудованию (другой прибор с исправным заземлением, водопроводные трубы, отопительные батареи), либо прикасаться к поврежденному прибору, стоя на влажном полу.

8. При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение производится с помощью выключателя или рубильника.

9. При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от токоведущих частей деревянным или другим, не проводящим ток предметом источник поражения.

10. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

6.2.1.5 Химические вещества, непосредственно действующие на организм работающего

Химические реактивы по степени опасности и влияния на здоровье человека делят на четыре класса опасности: чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные, малоопасные. [57] Обязательным условием безопасной работы с химическими веществами является знание

химических и физических свойств реактивов и растворителей, с которыми предстоит работать, знание особенностей их токсического действия, основных мер профилактики отравлений, симптомов отравлений и способов оказания первой помощи.

Проникновение вредных веществ в организм человека в основном происходит через дыхательные пути, а также через кожу или с пищей, если человек принимает ее, находясь на рабочем месте. Действие этих веществ определяется как свойствами самого вещества, так и особенностями организма человека. Следует заметить, что в сухом состоянии гуминовые кислоты — это порошок и при его пересыпке, взвешивании и измельчении образуется пыль, которая попадая в организм человека, оказывает фиброгенное действие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании возникает профессиональное заболевание — пневмокониоз.

При работе в лаборатории используется едкий натр — представляет собой едкое вещество, которое относят ко 2 классу опасности. При попадании на кожу, слизистые оболочки и в глаза вызывает серьезные химические ожоги. Предельно допустимая концентрация аэрозоля едкого натра в воздухе рабочей зоны производственных помещений составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$. [58]

При работе с нефтью может наблюдаться загрязнение воздуха, оно может приводить к раздражению глаз и органов дыхания, что в итоге даже вызвать пневмонию. Ароматические углеводороды нефти способны накапливаться в тканях человека и вызывать в жировых клетках образование канцерогенно-белкового комплекса.

Все химические реактивы хранятся в специально предназначенных для этого местах (в металлических шкафах, песке и т.д.) в плотно закрытых склянках с этикетками. Взрывчатые, самовоспламеняющиеся, особо токсичные вещества и их смеси в больших объемах в лаборатории не хранятся.

Работая в лаборатории с различными химикатами, необходимо строго соблюдать основные правила техники безопасности работы с химическими веществами.

6.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя

При работе в химической лаборатории соблюдаются требования техники безопасности:

1. При работе с химическими реактивами в лаборатории находятся не менее двух сотрудников.

2. Приступая к работе, сотрудники обязаны осмотреть и привести в порядок свое рабочее место, освободить его от ненужных для работы предметов.

3. Перед работой проверяется исправность оборудования, рубильников, наличие заземления и пр.

4. Работа с едкими и ядовитыми веществами, а также с органическими растворителями проводится только в вытяжных шкафах.

5. Запрещается набирать реактивы в пипетки ртом, для этой цели используют резиновую грушу или другие устройства.

6. При определении запаха химических веществ следует нюхать осторожно, направляя к себе пары или газы движением руки.

7. Работы, при которых возможно повышение давления, перегрев стеклянного прибора или его поломка с разбрызгиванием горячих или едких продуктов, также выполняются в вытяжных шкафах. Работающий должен надеть защитные очки (маску), перчатки и фартук.

8. При работах в вытяжном шкафу створки шкафа следует поднимать на высоту не более 20 - 30 см так, чтобы в шкафу находились только руки, а наблюдение за ходом процесса вести через стекла шкафа.

9. При работе с химическими реактивами необходимо включать и выключать вытяжную вентиляцию не менее чем за 30 минут до начала, и после окончания работ.

10. Смешивание или разбавление химических веществ, сопровождающееся выделением тепла, следует проводить в термостойкой или фарфоровой посуде.

11. При упаривании в стаканах растворов следует тщательно перемешивать их, так как нижний и верхний слои растворов имеют различную плотность, вследствие чего может произойти выбрасывание жидкости.

12. Во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой кипит какая-либо жидкость.

13. Нагревание посуды из обычного стекла на открытом огне без асбестированной сетки запрещено.

14. При нагревании жидкости в пробирке держать ее следует отверстием в сторону от себя и от остальных сотрудников.

15. Ни при каких обстоятельствах нельзя допускать нагревание жидкостей в колбах или приборах, не сообщающихся с атмосферой.

16. Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой до тех пор, пока он не охладится до температуры окружающей среды.

Средства коллективной и индивидуальной защиты.

От воздействия вредных и опасных производственных факторов работника защищают специальная одежда и обувь, рукавицы, перчатки, каски, респираторы, защитные очки, щитки, наколенники, противошумные наушники и вкладыши, предохранительные пояса, диэлектрические коврики и галоши, мази, кремы, пасты, растворы и т. д. [59-60].

Все выдаваемые работнику средства защиты должны соответствовать его полу, росту и размерам, характеру и условиям выполняемой им работы и обеспечивать безопасность его труда.

Средства коллективной защиты одновременно защищают двух и более работающих от воздействия механических, химических и биологических факторов, от шума, вибрации, поражения электрическим током, различных видов излучений, повышенных и пониженных температур и др.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяются на несколько классов:

1. на средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления, вентиляции и очистки воздуха, локализации вредных факторов и т. д.);
2. средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры);
3. средства защиты от поражения электрическим током (оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия и т. д.);

6.3 Экологическая безопасность

В настоящее время очень актуальным вопросом является вопрос обезвреживания отходов отработанных веществ. Увеличивающееся влияние деятельности человека на окружающую среду стало одной из важнейших проблем.

Существует два подхода к проблеме защиты окружающей среды:

- путем максимально эффективной очистки;
- созданием замкнутой безотходной технологической системы.

Для лаборатории наиболее применим первый путь. Для таких выбросов, как пары органических растворителей существуют следующие методы очистки:

- для первой группы – адсорбционные и электрохимические методы. В условиях лаборатории наиболее применим адсорбционный метод;
- для второй группы – адсорбционные методы с последующей десорбцией и сжиганием паров (каталитическое сжигание в печах).

Воздействие на атмосферу. Так как в условиях лаборатории выбросы в атмосферу характеризуются незначительным содержанием вредных газов и паров, то можно ограничиться только адсорбцией. Для этого в лаборатории на выходе вентиляционных труб установлены перегородки, поверх которых уложен слой адсорбента. В качестве адсорбента наиболее часто используют активированный уголь. Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента, очищается от вредных газов и паров.

Воздействие на гидросферу. Все выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. Для этих целей все отработанные кислотные и щелочные сливы собираются в отдельную для каждого вида тару, затем подвергаются нейтрализации и только после этого они могут быть слиты в канализацию с их предварительным 10-кратным разбавлением водопроводной водой. Отработанные органические сливы собираются в специальную герметически закрытую тару, которую по мере заполнения отправляют на обезвреживание и утилизацию.

Соблюдение всех правил безопасного ведения процесса в лаборатории позволяет избежать несчастных случаев и тяжелых последствий.

6.4 Чрезвычайные ситуации

В любой лаборатории всегда существует вероятность возникновения аварийной ситуации. При работе в лаборатории наиболее возможным вариантом чрезвычайной ситуации является пожар.

Лаборатория кафедры топлива относится к невзрывоопасным по степени пожароопасности – к категориям «А» – производства, связанные с обращением с легковоспламеняющимися жидкостями, а также обработкой негорючего материала согласно [61]. Многие органические вещества огнеопасны и взрывоопасны.

Взрывоопасная среда в лаборатории может образоваться вследствие пролива растворителей. Легковоспламеняющиеся жидкости нельзя нагревать на открытом огне, также держать вблизи открытого огня. Жидкости нагревают на водяной бане. Огнеопасные вещества нельзя сливать в канализацию, слив производится в специальные сосуды.

Для ликвидации аварии разрабатываются планы, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на спасение людей, ликвидации аварий.

Оперативная часть плана ликвидации возможных аварий предусматривает способы оповещения об аварии (сигнализация), пути выхода людей из опасных зон, включений аварийной вытяжной вентиляции. К сигнализации безопасности относятся световые, звуковые и цветовые сигналы, знаковая сигнализация и различные указатели. План ликвидации аварий изучает весь персонал, а также работники спасательной станции и пожарной части.

При возникновении пожара необходимо принять все меры по его локализации и тушению. Для этого должен быть обеспечен проход между лабораторными столами, выходы недопустимо загромождать различными предметами. При возникновении возгорания все сотрудники должны действовать четко, в соответствии с заранее разработанной программой согласно инструкции.

Для тушения возможного загорания и пожаров лаборатория оснащена специально оборудованным щитом, на котором установлены:

- а) огнетушитель углекислотный газовый типа ОУ – 2 для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, горящих без доступа воздуха;
- б) порошковый огнетушитель ОПС – Ю, предназначенный для тушения небольших очагов возгорания щелочных металлов;
- в) ручной пенный огнетушитель ОХП, применяемый для тушения установок, находящихся под напряжением;
- г) асбестовое одеяло, которое используется при тушении обесточенных электропроводов, горячей одежды;
- д) ящик с песком для тушения обесточенных горящих на горизонтальной поверхности проводов.

Лаборатория, где была выполнена данная дипломная работа, оснащена всеми противопожарными устройствами и соответствует требованиям пожарной безопасности.

Таким образом, в ходе разработки данной главы учитывалось трудовое законодательство, которое регламентирует разные этапы проведения работы без нарушения нормативов. Также рассматривались вредные и опасные факторы, которые могут оказывать влияние на здоровье людей, выполняющих работы в помещении. В соответствии с ГОСТ и СанПиН для работников были даны рекомендации для избегания несчастных случаев. Также рассматривались возможные чрезвычайные ситуации на рабочем месте и меры для их избежания.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе проведено исследование поверхностно-активных свойств растворов гуминовых кислот месторождения «Таган» Томской области в нефтяных дисперсных системах на установке для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений.

Установлено, что ингибирующая способность гуминовых кислот месторождения «Таган» изменяется в зависимости от концентрации раствора ГК в навеске нефти Верхне-Салатского месторождения.

Наибольшую ингибирующую способность ГК проявляют в концентрации 0,15 – 0,2% масс. Данная концентрация раствора ГК работает независимо от глубины залегания торфа.

Рассмотрев различные глубины залегания торфа, сделан вывод о том, что гуминовые кислоты, выделяемые из торфа верхних слоев залегания, обладают наивысшей способностью уменьшать количество образовавшихся нефтяных осадков при подготовке высокопарафинистой нефти.

Список публикаций

1. «Определение эффективности действия гуминовых кислот на процессы парафинонакопления при подготовке нефтей» // материалы XX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П.Кулёва студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 341-342.
2. «Оценка ингибирующих свойств раствора гуминовых кислот на процессы накопления асфальтосмолопарафиновых отложений» // Сборник научных статей XXIV Международной научно-практической конференции «ИННОВАЦИЯ-2019» / под ред. А.А. Кадырова; Ташкент- 2019. - [С. 307-309]
3. «Исследование действия раствора гуминовых кислот как ингибиторов нефтяных отложений» // Современные материалы и технологии новых поколений: сборник научных трудов II Международного молодежного конгресса / под ред. А.Н. Яковлева; ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. - [С. 233-234]
4. «Исследование ингибирующих свойств раствора гуминовых кислот в зависимости от глубины залегания торфа» // материалы XXI Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П.Кулёва студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020.
5. «Исследование действия магнитной обработки на нефти Западной Сибири» // материалы XXI Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П.Кулёва студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020.

Список использованных источников

1. Данилова Е. Тяжелые нефти России. // The Chemical Journal. – 2008. – №12. с. 34 – 37.
2. Иванова Л.В., Буров Е.А., Кошелев В.Н. Асфальтосмолопарфиновые отложения в процессах добычи, транспорта и хранения. // Нефтегазовое дело. – 2011. – №1. с. 269 – 278.
3. Рагулин В.В. Исследования свойств асфальтосмолопарафиновых отложений и разработка мероприятий по их удалению из нефтепромысловых коллекторов /В.В. Рагулин, Е.Ф. Смолянец, А.Г. Михайлов // Нефтепромысловое дело. 2007. – № 5. – С.33-36.
4. Лиштван И.И. Физика и химия торфа/И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов. – М.; Недра, 1989. – 303 с.
5. Базин Е.Т., Конпенкин В.Д., Косов В.И., Технический анализ торфа/Под общей редакцией Е.Т. Базиана. – М.: Недра. 1992. – 431 с.
6. Раковский В.Е., Пигулевская Л.В. Химия и генезис торфа. М.: Недра, 1978. – 231 с.
7. Раковский В.Е. Химический состав торфообразователей и влияние его на состав торфов/ В.Е.Раковский, Л.В. Пигулевская. – Минск: Труды института торфа, 1957. – 147 с.
8. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Тереньтев А.А. Физикохимия торфа. Учебное пособие для ВУЗов. М.: Недра, 1989. – 304 с.
9. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. Минск, «Наука и техника», 1975. – 320 с.
10. Инишева Л.И., Архипов В.С., Маслов С.Г., Михантьева Л.С., Торфяные ресурсы томской области и их использование. Новосибирск: СО РАСХН, 1995. – 86 с.
11. Левашова А.И., Кравцов А.В. Химия природных энергоносителей и углеводородных материалов: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. – 108 с.

12. Каменева А.И., Платонов В.В. Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Химия, 1990 - 288 с.
13. Марыганова В. В., Бамбалов Н. Н., Шайдак Л. и др. Гидрофобно-гидрофильные свойства гуминовых веществ торфа по данным хроматографии гидрофобного взаимодействия // Природопользование. 2004. Вып. 10. С. 119–125
14. Марков В.Д., Оленин А.С., Оспенников Л.А. Торфяные ресурсы мира: Справочник / Под редакцией Оленина А.С. – М.: Недра, 1988 – 383 с.
15. Михайлов А.В. Природоохранные аспекты при производстве и применении торфяной продукции // Материалы научно – практической конференции «Рациональное использование торфа и других ресурсов торфяных болот». –Кострома, 2003. – С.265
16. Лиштван И.И., Круглицкий Н.Н., Третинник В.Ю. Физико-химическая механика гуминовых веществ. – Минск: Наука и техника, 1976. – 264 с.
17. Н. Н. Бамбалов, В. В. Смирнова, А. С. Немкович. Причины слабой растворимости гуминовых кислот верхового торфа в воде// Природопользование. – 2011. - №20.- с. 92-93.
18. Наумова Г.В. Углеводно–гуминовый комплекс торфа, его переработка и использование. Минск: АН БССР, 1987. – 51 с.
19. Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири: Материалы Второй международной научно-практической конференции (18-21 августа 2014 года, г. Томск, Россия). – Томск: изд-во ООО «Графика», 2014. – 234 с.
20. Городнов В.Д. Химические реагенты для обработки промывочных жидкостей. – М.: ВНИИОЭНГ, 1970. – 89 с.
21. Городнов В.Д. Химические реагенты и термосолеустойчивые буровые растворы. – Ташкент: изд-во ФАН, 1977. – 287 с.
22. Кистер Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. – М.: Недра, 1972. – 392 с.

23. Мискарли А.К. О новых химических реагентах / А.К. Мискарли // Сб. науч. тр. «Промывочные растворы для бурения скважин». – М.: Гостоптехиздат, 1962.
24. Тронов В.П., Гуськова И.А. Механизм формирования асфальто-смоло-парафиновых отложений на поздней стадии разработки месторождений // Нефтяное хозяйство. 1999. №4. С. 24-25.
25. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Тяжелые нефти: аналитический обзор закономерностей пространственных и временных изменений их свойств. // Нефтегазовое дело. – 2005. – №3. с. 24.
26. Мастобаев Б.Н., Шаммазов А.М. Химические средства и технологии в трубопроводном транспорте. – М.: Химия. – 2012. – 296с.
27. Sharifullin A.V., Baibekova L.R., Suleimanov A.T., Khamidullin R.F., Sharifullin V.N. Osobennosti sostava i stroeniya neftyanykh otlozhenii (Features of the structure and composition of oil deposits). Tekhnologii nefti i gaza, 2006, Issue 6. pp. 19-24.
28. Sergienko S.R. Vysokomolekulyarnye neuglevodorodnye soedineniya nefti (High molecular compounds in petroleum). Moscow: Khimiya, 1964. 540 p.
29. Агаев С.Г., Землянская Е.О., Гульятеев С.В. Парафиновые отложения Верхнесалатского месторождения нефти Томской области // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. №3. С. 8-12.
30. А.И. Алиева. Исследования реологических свойств высокопарафинистых нефтей. Известия Академии Наук Азербайджана, № 3, 2007, стр. 88 – 93.
31. Мячугин А.Н. Пути и методы снижения вязкости нефти. Научный руководитель – профессор Каверзин С.В. Сибирский федеральный университет.
32. Баймухаметов М.К. Совершенствование технологий борьбы с АСПО в нефтепромысловых системах на месторождениях Башкортостана. Автореферат диссертации на соискание учёной степени к.т.н. Уфа, 2005.
33. Юрпалов И.А., Драчева Г.Ю., Глущенко В.Н. Практика применения метода холодного контакта для подбора ингибиторов

- асфальтеносмолопарафиновыхотложений из нефти / Сб. Проблемы и перспективы развития химической промышленности на Западном Урале / Тр. Ин-та ПГТУ. Т.1, 2005. С. 258 – 262.
34. Глущенко В.Н., Юрпалов И.А., Шипигузов Л.М. Оценка эффективности ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефтяное хозяйство. №5. 2007. С. 84-87.
35. Горошко С.А. Влияние ингибиторов парафиноотложений на эффективность транспорта газового конденсата месторождения “Прибрежное”. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук: Краснодар, 2003.
36. Хайрулина Э.Р. Опыт и перспективы ингибиторной защиты нефтепромыслового оборудования // Нефтепромысловое дело. № 5. 2004. С. 23-26
37. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия.
38. Крупнейшие добывающие компании нефти (списки) в мире и в России [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://barrel.black/kompanii-dobyvayushhie-neft.html> (дата обращения: 21.05.2020).
39. Емкость и объем рынка: формулы и методы расчета [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://powerbranding.ru/rynok/metod-rascheta-emkosti/> (дата обращения: 22.05.2020).
40. Экономика России, цифры и факты. Часть 6 Нефтегазовая промышленность [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://utmagazine.ru/posts/10448-ekonomika-rossii-cifry-i-fakty-chast-6-neftegazovaya-promyshlennost?answer> (дата обращения: 21.05.2020).
41. Нефть и газ в Сибири: добыча нефти в Западной Сибири [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://neftok.ru/strany/neft-zapadnoj-sibiri.html> (дата обращения: 22.05.2020).
42. Минерально-сырьевые ресурсы Томской области. – Техническая библиотека Neftegaz.ru [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech->

- library/mestorozhdeniya/141467-mineralno-syrevye-resursy-tomskoy-oblasti/
(дата обращения: 22.05.2020).
43. Верхне-Салатское месторождение: карта и описание [Электронный ресурс]
// Режим доступа: http://m.mklogistic.ru/verhnesalatskoe_mestorojdenie (дата обращения: 22.05.2020).
44. Купить химические реагенты для борьбы с АСПО1 [Электронный ресурс]
// Режим доступа: https://www.mirrico.ru/services-products/products/chemicals-against-paraffin_/#description (дата обращения: 23.05.2020).
45. Закупка присадок, растворителей АСПО, ингибитора АСПО, деэмульгатора [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.b2b-center.ru/market/zakupka-prisadok-rastvoritelia-aspo-ingibitora-aspo-deemulgatora/tender-569704/?action=positions> (дата обращения: 22.05.2020).
46. Шадрина П. Н., Волошин А. И., Ленченкова Л. Е., Мочалкин Д. С. Методология подбора реагентов для ингибирования высокопарафинистых нефтей // Нефтегазовое дело. – 2016, т 14, № 4. – с. 64-68.
47. Проведение опытно-промысловых испытаний депрессорной присадки Flexoil CW-288 для нефтепровода внешнего транспорта "Нефтекумск-Буденновск" ООО "РН-Ставропольнефтегаз" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://zakupki.rosneft.ru/node/465545> (дата обращения: 22.05.2020).
48. Стратегии продвижения товара [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://spravochnick.ru/marketing/prodvizhenie_produkcii_marketingovye_kommunikacii/strategii_prodvizheniya_tovara/ (дата обращения: 22.05.2020).
49. Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 – 2016 годы
50. ССБТ ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

51. ССБТ ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
52. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
53. СП 52.13330.2011 СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. - М.: Стройиздат, 2011. -48 с.
54. ССБТ ГОСТ 12.1.019-79 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Изд-во стандартов, 1996.
55. СанПиН 2.2.4.1191 – 03. Электромагнитные поля в производственных условиях. М.: Минздрав России, 2003.
56. ГОСТ 12.2. 003 -91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей.
57. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
58. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
59. ССБТ ГОСТ 12.4.103-83 Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
60. ССБТ ГОСТ 20010-93 Перчатки резиновые технические. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
61. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.06.2008г. №123-ФЗ
62. Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи работникам смывающих и (или) обезвреживающих средств и стандарта безопасности труда "Обеспечение работников смывающими и (или) обезвреживающими

средствами": приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 17 декабря 2010 г. №1122н.

63. Martina Klučáková. Size and Charge Evaluation of Standard Humic and Fulvic Acids as Crucial Factors to Determine Their Environmental Behavior and Impact // Faculty of Chemistry, Materials Research Centre, Brno University of Technology, Brno, Czechia
64. Mohammed Baalousha, Mikael Motelica-Heino, Philippe LeCoustumer. Conformation and size of humic substances: Effects of major cation concentration and type, pH, salinity, and residence time // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – Volume 272, Issues 1–2, 5 January 2006, Pages 48-55
65. Roberto Baigorri, Marta Fuentes, Gustavo González-Gaitano. Analysis of molecular aggregation in humic substances in solution // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – Volume 302, Issues 1–3, 20 July 2007, Pages 301-306
66. Masayuki Kawahigashi, Nobuhide Fujitake. Surface-active properties of particle size fractions in two humic acids // Journal Soil Science and Plant Nutrition. – Volume 44, Pages 497-505 | Published online: 04 Jan 2012.

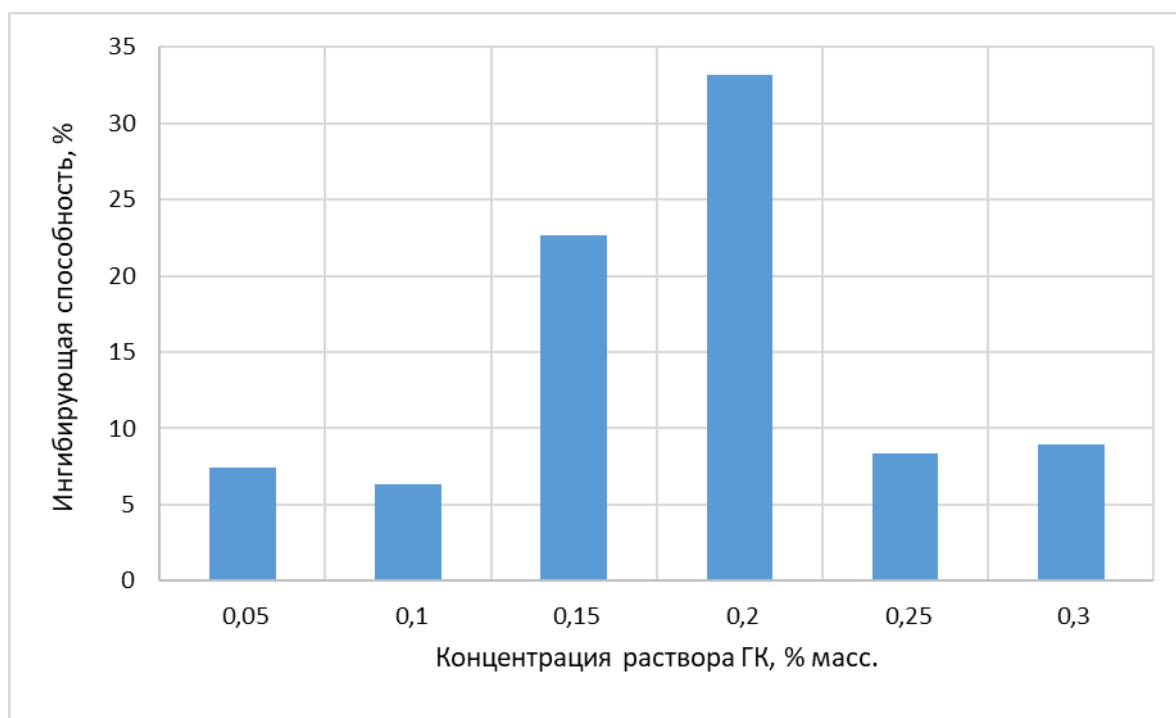


Рисунок А.1 – Зависимость ингибирующей способности от концентрации ГК месторождения «Таган» глубины залегания 0-25 см.

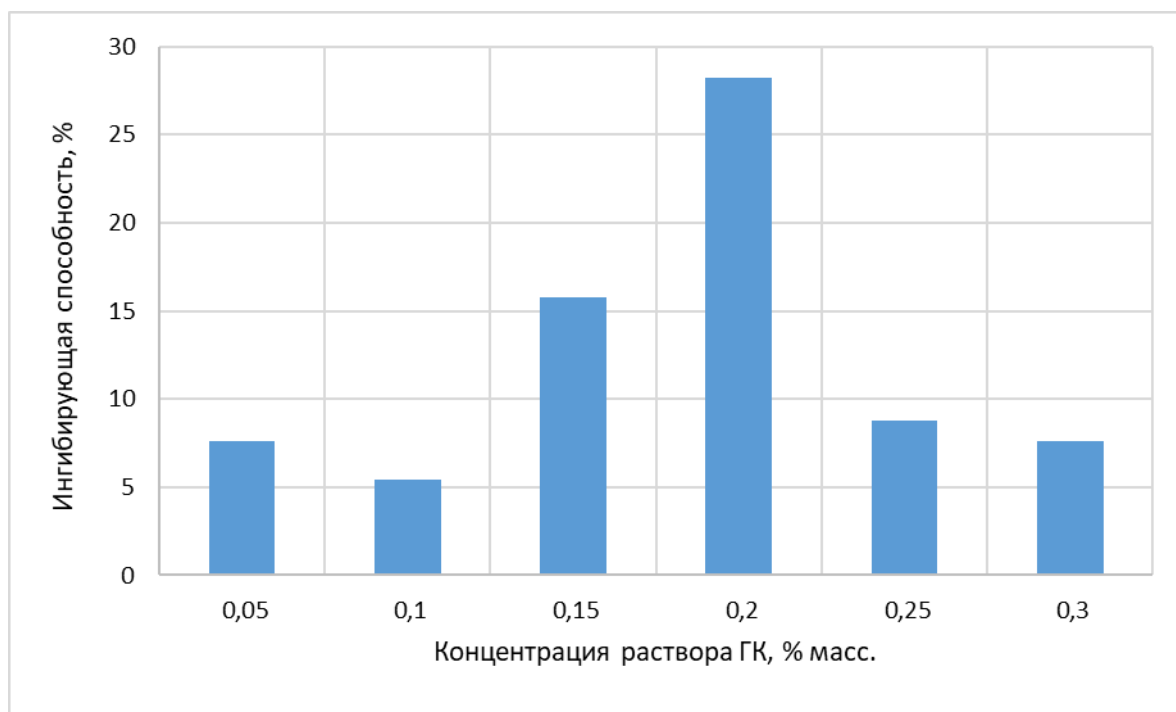


Рисунок А.2 – Зависимость ингибирующей способности от концентрации ГК месторождения «Таган» глубины залегания 25-50 см.

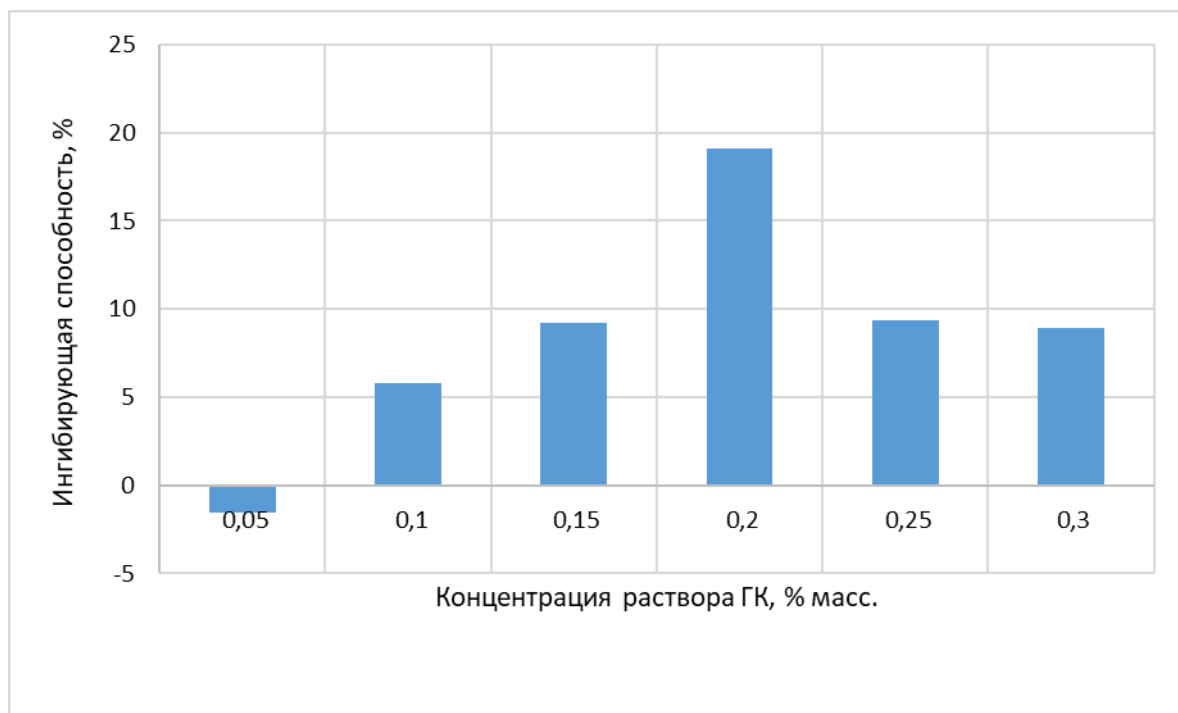


Рисунок А.3 – Зависимость ингибирующей способности от концентрации ГК месторождения «Таган» глубины залегания 75-100 см.

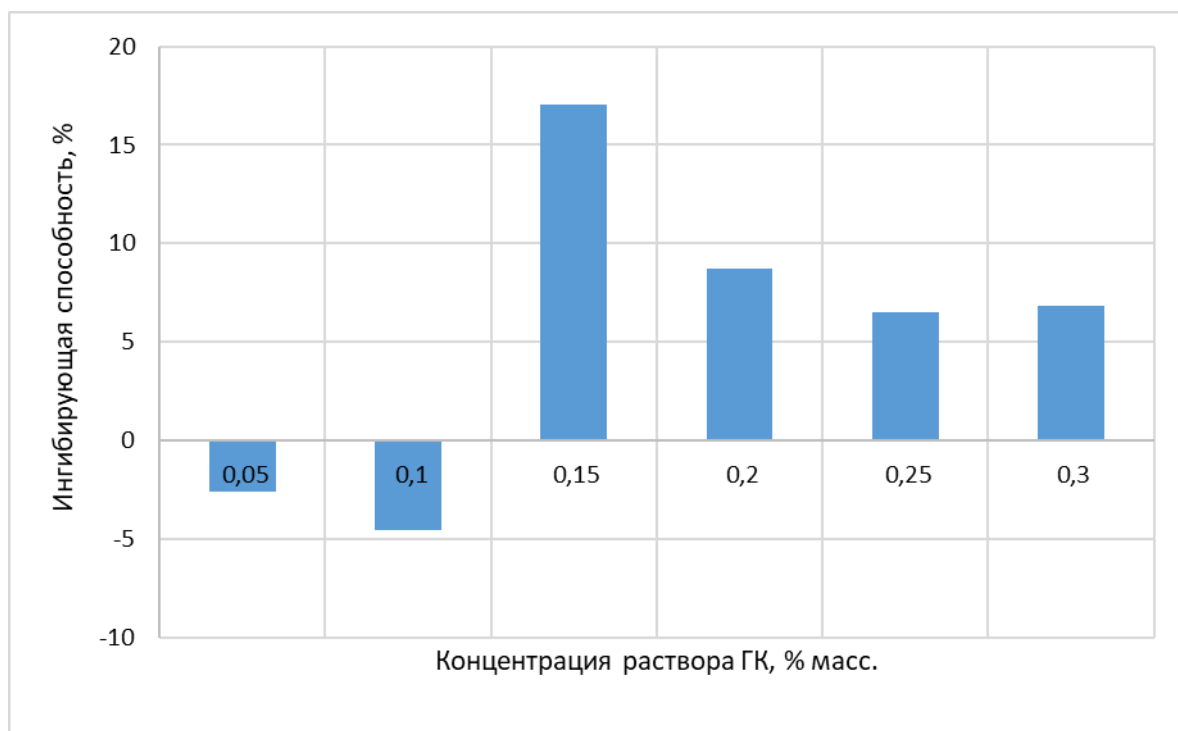


Рисунок А.4 – Зависимость ингибирующей способности от концентрации ГК месторождения «Таган» глубины залегания 275-300 см.

Literary review on the topic "Humic substances, asphalt-resin-paraffin deposits"

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2KM81	Бархатова Виктория Николаевна		

Консультант ОХИ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бешагина Е.В.	к.х.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л.М.	к.ф.н.		

Introduction

Currently, the global trend is an increase in the share of high-paraffin oil in the total volume of oil production, which causes problems in the production, storage and transportation of oil. This problem is associated with high pour points, viscosity and low mobility of such oil.

To date, a substantiated and theoretically proven scheme of the mechanism of formation of paraffin deposits does not yet exist. The main issues addressed are the prevention and control of oil deposits.

To solve these problems effectively, it is necessary to take into account the characteristics of the composition and properties of oil deposits, depending on the composition and physico-chemical properties of oil systems.

Based on the whole variety of methods used in the oil industry to combat paraffin, the most effective method is the use of chemicals.

Our country is rich in minerals, and peat resources play a significant role, being a unique natural potential of organic origin. Peat resources are distributed practically over the entire earth's surface, globally influencing the improvement of people's living standards.

Peat is the youngest fossil fuel, which is formed after the dying and incomplete decay of bog plants with difficult access to air and excessive moisture.

An analysis of literature shows that humic acids isolated from peat are characterized by high molecular weights and surface-active properties.

Humate reagents (alkaline solutions of humic acids) extracted from peat are quite widespread. Despite their versatility, they are cheap enough, affordable, and easy to prepare. Humate reagents have detergent and depressant properties.

1 Humic substances

1.1 The formation and composition of humic substances

Humic substances have been known since the end of the eighteenth century. The study of humic substances is a rather difficult process, which was inhibited because humic substances extracted from various natural sources have a complex structure and a large number of properties.

Up to 60% of humic substances can be found in brown coals, but in weathered brown coals and coals their content can reach up to 100% of the organic mass, depending on the degree of weathering. Examining soils, the maximum amount of humic substances is located in chernozem, the content of which can reach up to 10%. Humic substances account for from 20 to 70% of the organic part of peat.

Peat is a sediment of organic origin, consisting of the remains of marsh plants (deciduous and coniferous trees, shrubs, grasses, mosses), which underwent incomplete decomposition with insufficient air access. It includes five main groups of organic compounds:

- Bitumens are substances consisting of waxes, kinds of paraffins and resins, which are extracted with organic solvents;
- Water-soluble and hydrolyzable compounds are substances isolated from peat by cold and hot water, dissolving in water after hydrolysis in the presence of acids; Also, these compounds contain sugars, pectin, semi-fiber and fiber;
- Humic substances are extracted from peat using alkaline solutions;
- Cellulose is a substance that dissolves in water after hydrolysis with the addition of concentrated sulfuric acid;
- The non-hydrolyzable residue is lignin, as well as substances of the cutin and suberin groups.

In addition to organic components, inorganic compounds are included in the composition of peat.

Depending on the botanical composition and properties of peat, the degree of decomposition, the mineral composition of the feed water, the conditions of migration into the deposits, the amounts of the above groups of substances change.

The minimum amount of humic substances is found in poorly decomposed peat belonging to the moss group of the upper type, the maximum - in highly decomposed peat.

Humic substances were first isolated from peat by the German chemist F. Ahard in 1786. In the XX century, the study of humic substances was carried out by scientists L. A. Khristeva, M. A. Kononova, T. A. Kukharenko and others, as well as foreign scientists.

A huge contribution to the study of humic substances was made by the Doctor of Biological Sciences, Honored Professor of Moscow State University named after M. Yu. Lomonosov, Honored Scientist of the Russian Federation, Dmitry Sergeyevich Orlov (1928-2007). Dmitry Sergeyevich Orlov developed his own theory of humification, a diagram of the structure of the molecules of humic substances, and formulated the characteristics that characterize the class of these compounds.

Following the unified classification of D. S. Orlov, humic substances are divided into pro-humic substances, humic acids and humine (non-hydrolyzable residue) (Fig. 1).

According to their ability to dissolve in water and solvents, three groups of compounds are distinguished: fulvic acids, soluble in water; alcohol soluble hematomelanic acids; humic acids insoluble in these solvents. This division is arbitrary since it would be possible to take other organic solvents.

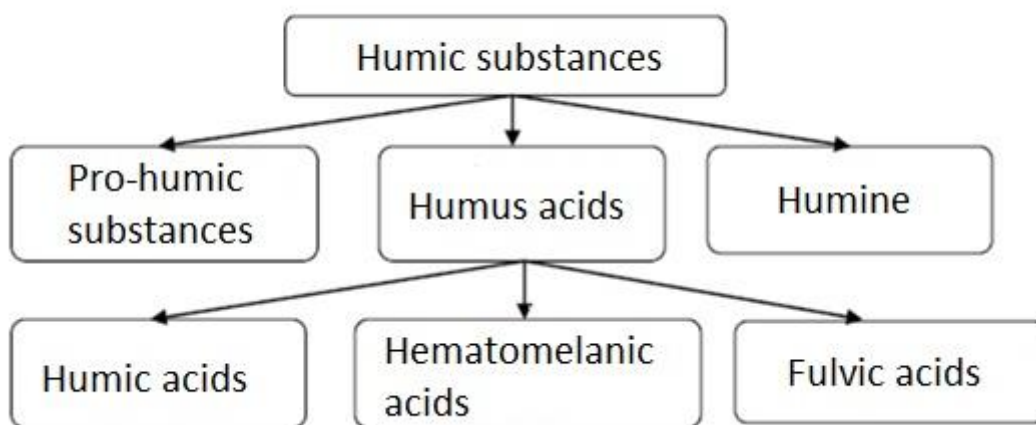


Figure B.1 – Classification of humic substances by D. S. Orlov

Humic acids are extracted from solid fossil fuels with solutions of alkalis or alkali metal salts in the form of metal humates (dark-colored solutions). From humate solutions, humic acids are easily precipitated by acids in the form of an amorphous flocculent precipitate.

The content of humic acids in peat ranges from 5-50% of its organic part. Slightly decomposed peat of the moss group of the upper type contains a minimum amount of humic acids, while the maximum amount of them is found in highly decomposed peat of all types.

Humic acids precipitate, which, when filtered, is washed with water until neutral and dried naturally. After precipitation of humic acids, fulvic acids remain in the solution.

The time-consuming process of studying humic substances is due to a wide range of substances formed in the process of obtaining humic acids, as well as the conditions in which these acids are in the process of further transformation.

1.2 Humic acids

The formation of humic acids begins with plants, since most peat-forming plants contain a certain amount of biologically active substances that are converted into peat and concentrated in humic acids. The main feature of humic acids is their ability to give salts. Monovalent cation salts (Na^+ , K^+ , NH_4^+) are soluble in water; This property is the basis for the release of humic acids from peat, coal, and soils.

The chemical composition of carbohydrates of peat formers determines the yield and structure of humic acids.

Depending on the type of peat, the degree of decomposition and the method of isolation, humic acids have the elemental composition (average values): C = 58.7% H = 5.0%, O = 32.9%, N = 3.4%, S = 0.7%, P = 0.27%. Almost all of the oxygen in them is in the form of reactive groups. The most characteristic groups providing their acidic character are carboxyl and phenolic groups. Along with these groups, humic acid oxygen is represented by alcohol hydroxyls, carbonyls, quinoid and methoxy groups.

Such properties of humic acids as the ability to complexation, a tendency to redox transformations, biochemical stability, are associated with the presence of various oxygen-containing groups in their molecules.

Common to humic acids of various origin is the presence of an aromatic nucleus, carboxyl groups, hydroxyl alcohol and phenolic characters and carboxyl groups. As a result of spectroscopic studies, it was found that aromatic nuclei of humic acids can contain up to five to six condensed benzene rings, and this corresponds to the highest thermodynamic stability of polycyclic systems.

The complexity of the structure of humic substances is caused by a huge variety of factors and the conditions of their formation. Also, the composition and properties of humic substances are significantly affected by the methods of extracting them from natural objects.

The variability of the composition of humic acids allows us to attribute them to compounds with a variable structure.

Humic acids are a mixture of compounds that are similar in structure but differ in molecular weight. This is due to their polydispersity, limited solubility, variable composition and strong color. For humic acids, molecular weights found by chemical methods are in the range 1300-130000, physical methods of osmometry, cryoscopy, viscometry give values of 700-26000, centrifugation and light scattering methods 30000-80000.

One of the reasons preventing the dissolution of humic acids in water is the large molecular weight and the presence of hydrophobic fragments in their molecules. It was experimentally shown that humic acids of peat have molecules with a predominance of both hydrophilic and hydrophobic fragments, the ability to dissolve depends on the ratio of which.

According to N.I. Gorbunov (1967), humic substances are colloidal dispersed systems, that is, formations that consist of two or more phases, with a strongly developed interface between them. For example, the surface area of humic substances can range from 20 to 800 m²/g (Brady, Weil, 2002) and in some cases it can reach 2000 m²/g (Weber, 1988).

Humic substances as colloidal systems have all the basic properties of surface-active substances (surfactants), this is due to hydrophilic and hydrophobic sites in their molecules. Amphiphilic (or biphilic) molecules of humic substances promote the formation of structured (colloidal) micelles. Colloidal micelles of humic substances are capable of solubilizing hydrophobic compounds, including oil and oil products, within themselves. Solubilization is colloidal dissolution, more precisely, spontaneous and reversible penetration of a solubilizate (any hydrophobic substance) into colloidal micelles.

According to Y.G. Frolova (1988), the properties and surface area of dispersed systems depend on the nature of the molecules of surface-active substances, on their concentration, as well as on the shape and size of micelles. The surface-active properties of humic acids are explained by the fact that some parts of humic acids molecules can be hydrophobic, and others hydrophilic. Organic substances of a diphilic (otherwise amphiphilic) nature are capable of adsorbing on the interface of

two phases, and a monomolecular layer is formed (Frolov, 1988). Because of this feature humic substances N.I. Laktionov (1978) classified humic acids as surfactants.

An important property of colloidal surface-active substances is the hydrophilic-lipophilic balance. The hydrophilic-lipophilic balance depends on the structure of surface-active substances, as well as on their composition. Each structural unit takes part in the hydrophilic-lipophilic balance. Hydrophilic groups include, for example, $-\text{COOH}$, $-\text{COONa}$, and $-\text{COOK}$, and lipophilic (otherwise hydrophobic) are: $=\text{CH}-$, $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_3$, and $=\text{C} =$ (Frolov, 1988).

This factor indicates the multifunctionality of humic acids and humate reagents.

Humic acids are used to produce humates. The resulting sodium humates are used as stabilizers of mineral suspensions, which in turn are used in the production of building materials, as well as in the drilling of oil and gas wells.

Humic acids are of interest as antiseptics and colorants. Besides, these substances are very effective stimulants of the growth of plants and animals. Humic substances have also proven themselves in the electrochemical industry as modifiers of negative electrodes of lead batteries.

Humic acids are used to improve drilling fluids, increase their dispersion, increase aggressive stability, to reduce water loss. They serve to adjust the viscosity, density, for static shear stress of clay solutions that are thickened from cuttings.

Humate reagents are quite common. Despite their versatility, they are cheap enough, affordable, and easy to prepare.

2 The concept of asphaltene-tar-paraffin deposits

Asphaltene-tar-paraffin deposits are black or dark brown dense, at times solid masses of high viscosity. They are not a simple mixture of asphaltenes, resins and kinds of paraffins. They include oils, sulfur, metals, minerals in the form of solutions of salts of organic acids, dispersed minerals or complex compounds of these substances. In asphaltene-tar-paraffin deposits there is a small amount of water and mechanical impurities, which are clay particles, iron oxides, quartz grains of sandstone, etc.

Asphaltene-tar-paraffin deposits is a complex mixture of high molecular weight hydrocarbon compounds in which the alkane content ranges from 12 to 86% (paraffins, naphthenes, ceresins), asphaltenes from 0.5 to 45%, resins from 1 to 20%, oil residues from 33 to 41%, water from 0 to 80% and inorganic substances from 0 to 37% (salt, sand).

Asphaltenes are dark brown amorphous powders, polycyclic aromatic highly condensed structures with short aliphatic chains. Asphaltenes contain (% wt.): 80 ... 86% carbon, 7 ... 9% hydrogen, up to 9% sulfur and oxygen, and up to 1.5% nitrogen. Molecular mass ranges from 1500-10000. The density of asphaltenes is slightly greater than unity.

Asphaltenes dissolve in aromatic hydrocarbons, carbon disulfide and chloroform. With an increase for the amount of dissolved asphaltenes in the reservoir oil, the viscosity of the oil increases. Asphaltenes do not crystallize and cannot be divided into individual components or narrow fractions.

Asphaltenes are the heaviest and polar components of oil. They are regarded as resin compaction products. A particle of asphaltenes is a “micelle”, the core of which consists of high molecular weight polycyclic condensed compounds of predominantly aromatic nature, and low molecular weight surface-active compounds, including resins and naphthenic acids, form the adsorption layer.

Resins are semi-liquid, sometimes semi-solid, dark brown or black substances. The basis of the structure of the resin molecules is a flat condensed polycarbocyclic network, consisting mainly of benzene rings. This structural network can contain

naphthenic and heterocyclic rings (five and six-membered). On average, resins contain up to 15-17% of oxygen, sulfur, nitrogen. The relative density of the resins is from 0.99 to 1.08 g / cm³. The molecular weight of the resins can reach 1200. Resins dissolve well in all petroleum products and organic solvents, with the exception of ethyl and methyl alcohols. When heated to 260-350 ° C, the resins begin to condense and turn into asphaltenes.

Paraffins are a mixture of solid hydrocarbons with the number of atoms in the molecule from C₁₆ to C₃₅. Although n-paraffins (methane hydrocarbons or straight chain alkanes) predominate in this part, they contain naphthenic (cycloalkane) and aromatic hydrocarbons with long alkyl chains in a smaller amount. Soluble in saturated hydrocarbons (hexane fraction, pentane, heptane).

Ceresins are a mixture of solid alkanes of the structure with the number of carbon atoms in the molecule from C₃₅ to C₅₅. They are soluble in pentane, hexane, heptane and other hydrocarbons.

The composition of oil deposits is characterized by the physicochemical properties of the produced oil, such as temperature, equipment surface condition, oil flow dynamics, and also the content of mechanical impurities and gas bubbles.

Resin-asphaltene-tar-paraffin deposits are not re-dissolved and are not dispersed in crude oil under conditions of its production and transportation.

2.1 The mechanism and conditions for the formation of asphaltene-tar-paraffin deposits

The adsorption process of the formation of asphaltene-tar-paraffin deposits is currently the main process occurring at the phase boundary. The adsorption process is a surface phenomenon. The adsorption process involves the formation of a layer of tightly held molecules and atoms.

The “paraffinization” mechanism is a combination of processes leading to the accumulation of a solid organic phase on the equipment surface. In this case, the formation of deposits can occur either due to the adhesion to the surface of already prepared, formed in the flow of solid particles, or due to the emergence and growth of crystals directly on the surface of the equipment.

When transporting oil through a pipeline, the following processes occur. Oil enters the pipeline and is in contact with a cooled metal surface. In this case, a temperature gradient arises, directed perpendicular to the cooled surface to the center of the flow. Due to the turbulization of the flow, the temperature of the oil in the volume decreases. In this case, two processes proceed in parallel:

- Isolation of n-alkane crystals on a cold surface;
- crystallization of n-alkanes in the volume of oil.

It is believed that deposits originate due to the emergence and growth of crystals during mechanical adhesion with irregularities and chips on the surface.

Oil-paraffin deposits, this is the initial stage of paraffinization, which is characterized by the formation of a dark thin layer with a bold consistency.

According to literature, the moment of contact of oil with the surface of pipes whose temperature is close to or below the melting point of paraffin (37-89 ° C) is considered to be the starting point for the formation of asphaltene-tar-paraffin deposits. With a certain decrease in the temperature of oil in the near-wall layer, the adhesion of paraffins on the pipe surface and its dissolving ability with respect to paraffins are reduced.

When cooling highly refined oils, paraffin crystals are released, which are interconnected. They create a strong structural lattice in which the liquid phase of

the oil is located. In this form, the adhesive properties of paraffin are enhanced many times over, and its ability to “stick” to solid surfaces is greatly intensified.

However, if the oil contains a sufficiently large amount of asphaltenes (4-5% and above), their depressant effect is affected. Asphaltenes themselves can act as germinal centers. Paraffin molecules are involved in co-crystallization with alkyl chains of asphaltenes forming a point structure. That is, the formation of a continuous lattice does not occur. As a result of this process, paraffin is redistributed between many small centers and the release of paraffins on the surface is significantly weakened.

Resins, due to their structure, contribute to the creation of conditions for the formation of tape aggregates of paraffin crystals and their adhesion to the surface and their presence prevent the effects of asphaltenes on paraffin, neutralizing them.

A number of factors influence the intensity of formation of asphaltene-tar-paraffin deposits in the system of transport, collection and preparation of oil, the main of which are:

- a decrease in pressure in the bottom face and the associated violation of the hydrodynamic equilibrium of the gas-liquid system;
- intense gas evolution;
- decrease in temperature in the reservoir and wellbore;
- change in the speed of the gas-liquid mixture and its individual components;
- hydrocarbon composition in each phase of the mixture;
- phase volume ratio (oil-water).

For the formation of asphaltene-tar-paraffin deposits, the temperature of the fluid at the borehole wall should be below the temperature of oil saturation with paraffins.

The practice of oil production in the fields shows that the main areas of accumulation of asphaltene-tar-paraffin deposits are well pumps, lifting columns in wells, flow lines from wells, reservoirs of field assembly points.

The most intensely asphaltene-tar-paraffin deposits are deposited on the inner surface of the lifting pipes of the wells. In flow lines, their formation is enhanced in

winter, when the air temperature becomes much lower than the temperature of the gas-oil stream.

2.2 Ways to prevent and combat oil deposits

The fight against asphaltene-tar-paraffin deposits includes work in two directions. Firstly, to prevent (slow down) the formation of deposits. Such measures include: the use of smooth (protective) coatings; chemical methods (additives); physical methods (vibrational, ultrasonic, exposure to electric and electromagnetic fields). The second direction is the removal of asphaltene-tar-paraffin deposits. These are thermal methods (flushing with hot oil or water as a coolant, high pressure steam, electric furnaces, induction heaters, reagents when interacting with which exothermic reactions occur); mechanical methods (scrapers); chemical (solvents and removers).

As practice shows, the most effective is the prevention of deposits of resin-paraffin substances, since this ensures the most stable and trouble-free operation of oilfield equipment, reduces the cost of oil production and pumping.

Well-known and most actively used methods of dealing with asphaltene-tar-paraffin deposits are: mechanical, thermal, physical (magnetic and vibration processing) and chemical.

Mechanical cleaning of oil deposits is by far the most universal method of controlling asphaltene-tar-paraffin deposits. Various scraper designs are used to clean the lift pipes of wells and transport pipelines. Mechanical methods are more often used in oil tanks for cleaning oil deposits.

The thermal method is widely used. The essence of the method is the melting of oil deposits using temperature effects from various heat sources. Heat treatment can be carried out as necessary, mainly as deposits accumulate. Heat is supplied by steam blowing, hot oil pumping and electric heating.

In a moving fluid under the influence of a magnetic field, aggregates consisting of ferromagnetic microparticles of iron compounds are destroyed. Compounds of iron in oil and associated oil are contained in a concentration of 10-100 g / t. The aggregates of paraffin crystals as a result of destruction are deposited in the form of a stable, bulk, finely divided mixture. With a decrease in the average

size of the aggregates that precipitated together with resins and asphaltenes, the growth rate of oil deposits also decreases.

Vibration methods create ultrasonic vibrations in the area of sedimentation, affecting paraffin crystals. They cause microscopic movement, thereby preventing the deposition of paraffin on the pipe walls.

Chemical methods are based on dosing chemical products into the products that reduce, and sometimes completely prevent the formation of deposits. Organic-based chemicals containing surfactants in various concentrations contribute to the dispersion of the resulting dispersed phase. Also, thanks to chemical reagents, dispersed particles are removed by a fluid stream, thereby reducing the likelihood of oil deposits.

A very wide range of compounds of various chemical nature exhibits inhibitory properties. However, for all their diversity, three general characteristics can be distinguished. First, all of them, even non-polymer additives, have a rather significant molecular weight (in the range of 500-10,000), which is several times larger than the molecular weight of the heaviest n-alkanes of oil products and oils, which determine their low temperature properties. Secondly, the macromolecule of additives, as a rule, is a combination of a polymethylene chain with polar groups. Thirdly, all substances, even of non-polymer type, are polydisperse in molecular weight and composition. In other words, the additive is not an individual substance but is a mixture of molecules of different composition and molecular weight.

The difference in chemical reagents mainly lies in the mechanism of action on the formation of the dispersed phase of oil. Some of them prevent the formation of crystallization centers by crushing the forming molecular groups, others inhibit the growth of crystals, enveloping the crystallization centers when they appear and creating an energy barrier on their surface that makes it difficult for the particles to come together and combine.

All reagents participate in the formation of particles of the dispersed phase, that is, they interact with the solid phase at the stage of the phase transition of the components from the liquid to the solid state.

Chemical reagents are divided into wetting, modifiers, depressants and dispersants:

- Wetting agents form a hydrophilic film on the metal surface, which prevents adhesion of paraffin crystals to the pipes, which creates conditions for their removal by a fluid stream. These include polyacrylamide, acidic organic phosphates, alkali metal silicates, aqueous solutions of synthetic polymeric surfactants.

- Modifiers interact with paraffin molecules, interfering with the process of crystal enlargement. This helps to maintain the crystals in suspension during their movement. Atactic propylene, low molecular weight polyisobutylene, aliphatic copolymers, copolymers of ethylene and an ester with a double bond, and a triple copolymer of ethylene with vinyl acetate and vinylpyrrolidone possess such properties.

- Depressor additives are solutions of the active substance in an organic solvent, the role of which is to ensure rapid solubility and uniform distribution of the depressant in oils.

- Dispersants are chemicals that increase the thermal conductivity of oil and, therefore, slow down the crystallization of paraffin. As a result, the residence time of paraffin in suspension in the flow and the likelihood of its rise by the fluid flow increases.

Based on the whole variety of methods used in the oil industry to combat paraffin, the most effective method is the use of chemicals.

Several methods are most well-known and actively used in the oil industry to combat asphaltene-tar-paraffin deposits, but the variety of field development conditions and the difference in the characteristics of produced products often require an individual approach and even the development of new technologies.