

А.И. Булатов, Г.В. Кусов, О.В. Савенок

**АСФАЛЬТО-СМОЛО-ПАРАФИНОВЫЕ
ОТЛОЖЕНИЯ И ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ:
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ**



Том 2

*«Человек должен верить,
что непонятное можно понять»*

И.В. Гете

*«Есть многое на свете, друг Горацио,
что и не снилось нашим мудрецам»*

У. Шекспир

*«Есть два способа скользить по жизни
легко: либо верить во все, либо во всем
сомневаться; то и другое освобождает
от необходимости мыслить»*

Анри Пуанкаре

*«Справедливости ради следует сказать,
что пока не будет установлена истинная
причина явления, исследователи
вправе предполагать все, что угодно»*

Алла Белоконь

Посвящается выдающемуся ученому-нефтянику

Валентину Петровичу ТРОНОВУ

А.И. Булатов, Г.В. Кусов, О.В. Савенок

**АСФАЛЬТО-СМОЛО-ПАРАФИНОВЫЕ
ОТЛОЖЕНИЯ И ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ:
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ**

В ДВУХ ТОМАХ

Том 2

**Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности
130503 «Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений»
направления подготовки дипломированных специалистов
130500 «Нефтегазовое дело»**

**Краснодар
2011**

УДК 622.276.72(075.8)

ББК 33.361я73

Б 90

Рецензенты:

Антониади Дмитрий Георгиевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой нефтегазового промысла КубГТУ, академик РАН;
Джалалов Константин Эдуардович, кандидат технических наук, главный научный сотрудник ООО «НК «Роснефть» – НТЦ»

Б 90 Булатов, Анатолий Иванович.

Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление: в 2 т.: учебное пособие для студентов, обучающихся по спец. 130503 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» направления подготовки дипломированных специалистов 130500 «Нефтегазовое дело» / А.И. Булатов, Г.В. Кусов, О.В. Савенок. – Краснодар: Издательский Дом – Юг.

Т. 2. – 2011. – 348 с.

ISBN 978-5-91718-123-3 (Т. 2)

ISBN 978-5-91718-121-9

Рассматриваются механизмы образования и накопления АСПО и гидратообразований в скважинах, методы их предупреждения и ликвидации. Проблема полностью не решена, поэтому приводятся многие методы, применяемые в различных нефтегазовых районах для конкретных геолого-физических условий. Для студентов вузов, аспирантов соответствующего профиля и ИТР нефтегазовых предприятий.

Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 130503 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» направления подготовки дипломированных специалистов 130500 «Нефтегазовое дело».

Библиогр.: 214 назв.

ББК 33.361я73

УДК 622.276.72(075.8)

ISBN 978-5-91718-123-3 (Т. 2)

ISBN 978-5-91718-121-9

© А.И. Булатов, 2011

© Г.В. Кусов, 2011

© О.В. Савенок., 2011

© ООО «Издательский Дом – Юг», 2011



Анатолий Иванович Булатов

Доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, Заслуженный изобретатель РФ, академик Международной и Российской инженерных академий, академик национальной нефтегазовой академии, Почетный академик украинской нефтегазовой академии, Лауреат Премии Совета Министров СССР, дважды Лауреат премии администрации Краснодарского края, дважды Лауреат премии им. акад. И.М. Губкина, награжден медалью РАЕН «За пользу отечества В.Н. Татищева».

Окончил Грозненский нефтяной институт.



Геннадий Владимирович Кусов

Кандидат филологических наук, старший преподаватель кафедры политологии и права Кубанского государственного технологического университета.

Окончил Кубанский государственный университет – факультеты Романо-Германской филологии и юридический, а также Кубанский государственный технологический университет по специальности «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».



Ольга Вадимовна Савенок

Кандидат технических наук, доцент кафедры нефтегазового промысла Кубанского государственного технологического университета.

Окончила Кубанский государственный технологический университет по специальности «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Том 2.

Список сокращений	10
-------------------------	----

Глава 5.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С АСПО И ГИДРАТООТЛОЖЕНИЯМИ	13
--	-----------

5.1 Механические способы удаления АСПО из скважин	17
5.1.1 Скребки для фонтанно-компрессорных скважин и скважин с погружными электронасосами	18
5.1.2 Удаление АСПО с использованием скребков при глубинно-насосной эксплуатации	29
5.1.3 Очистка обсадных колонн скребками	38
5.2 Удаление АСПО термическими методами	39
5.2.1 Механизм депарафинизации скважин при их тепловой обработке	40
5.2.2 Обработка скважин теплоносителями на водной основе	43
5.2.3 Удаление АСПО с глубинно-насосного оборудования при помощи пара	45
5.2.4 Удаление АСПО с глубинно-насосного оборудования прокачкой горячей жидкости (не на водной основе)	47
5.3 Физические методы удаления АСПО	48
5.3.1 Борьба с АСПО термическими методами	49
5.3.2 Удаление АСПО путем электродепарафинизации глубинно-насосного оборудования	49
5.3.3 Использование глубинных электронагревателей	57
5.3.4 Предотвращение АСПО путем депарафинизации подъемных труб индукционными нагревателями	61
5.3.5 Метод пульсации жидкости	62
5.3.6 Удаление отложений АСПО методами ударно-волнового, акустического и ультразвукового воздействий	63
5.3.7 Использование энергии сжатого газа	73
5.3.8 Удаление АСПО и ГПО термогазохимическими, термохимическими и термомеханическими методами	74
5.3.9 Получение тепла за счет взаимодействия химических реагентов	77
5.3.10 Физические методы борьбы с отложениями парафина и асфальтенов в зарубежной практике	80
5.4 Химические способы удаления отложений парафинов, АСВ и газогидратов	83
5.4.1 Растворимость АСПО в нефти	84
5.4.2 Растворимость АСПО в углеводородах	86
5.4.3 Анализ и обсуждение результатов исследований	95
5.4.3.1 Показатели и характеристики некоторых	

растворителей АСПО	95
5.4.3.2 Изучение моющей, растворяющей и диспергирующей способности углеводородных растворителей по отношению к твердым АСПО	97
5.4.3.3 Исследование влияния фракционного состава на эффективность растворителя	103
5.4.3.4 Исследование влияния добавок ПАВ на эффективность и технологичность растворителя	106
5.4.3.5 Изучение эффективности растворения полужидких АСПО	112
5.4.3.6 Статистическая обработка результатов лабораторных испытаний	113
5.4.4 Основы направленного подбора растворителей	115
5.4.4.1 Метод ранговой классификации	117
5.4.4.2 Метод построения типовых безразмерных тестов эффективности растворителей	118
5.4.4.3 Уравнение С.С. Nathan	118
5.4.4.4 Подбор эффективных реагентов по диэлектрическим характеристикам нефти и растворителя	119
5.4.4.5 Подбор растворителей по графикам эффективности бинарных углеводородных смесей	122
5.4.4.6 Подбор растворителя по параметру Гильдебранта-Скетчарда	128
5.4.4.7 Возможность и целесообразность варьирования компонентами при составлении композиционных растворителей	133
5.4.5 Практика удаления АСПО химическими методами	135
5.4.6 Удаление АСПО углеводородными растворителями	181
5.4.7 Применение азота	186
5.4.8 Технологические схемы осуществления промывок	188
5.4.9 Технологические схемы удаления АСПО в нефтяных скважинах с применением углеводородных растворителей .	192
5.5 Микробиологический метод борьбы с парафиновыми отложениями	199
5.6 Прогноз начала и количества выпадающих АСПВ	203
5.7 Способы борьбы с гидратообразованием	218
5.7.1 Образование гидратов в призабойной зоне пласта	218
5.7.2 Образование гидратов в стволе скважин	219
5.7.3 Образование гидратов в системе обустройства газового месторождения	220
5.7.4 Методы удаления гидратов	229
5.7.5 Эффективность применения смешанных составов термодинамических и малодозированных ингибиторов гидратообразования	232
5.7.6 Исследования и промысловые результаты применения антиагломерантных ингибиторов гидратообразования	237

5.7.7	Применение высокоактивного ингибитора гидратообразования на газовом месторождении в провинции Альберта в Канаде	241
5.7.8	Рекомендации по совершенствованию борьбы с отложениями гидратов в ОАО «НК Роснефть»	243

Глава 6.

ПРАКТИКА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ ПАРАФИНОВ, АСПО И ГИДРАТОВ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ 245

6.1	Основные результаты опытно-промышленных испытаний отечественных ингибиторов	245
6.2	Ингибиторы парафиноотложений модифицирующего (депрессорного) действия	250
6.3	Месторождения Западной Сибири	259
6.4	Месторождения Западного Казахстана	266
6.5	Месторождения Волго-Уральского региона	272
6.6	Месторождения Чеченской Республики	280
6.7	Месторождения Краснодарского края	292
6.8	Охрана окружающей среды	304

Глава 7.

ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ 309

7.1	Оптимизация режимов транспорта высокопарафинистых нефтей в виде насыщенной газонефтяной смеси	309
7.2	Применение скребков	311
7.3	Применение шаровых резиновых разделителей	311
7.4	Изоляционные покрытия стальных труб	313
7.5	Химические и тепловые методы борьбы с отложениями парафинов и АСПВ	313
7.6	Применение холода	318
7.7	Испытания удалителя АСПО РИИ-9 для очистки резервуаров от донных отложений	320
7.8	Методика зачистки резервуаров от донных отложений с применением мобильной установки	321
7.9	Зарубежный опыт	323

Использованная и рекомендованная литература	325
Авторские свидетельства и патенты на изобретения	340