

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

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



Том 1

*«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 1

**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»

Булатов, Анатолий Иванович.

Б 90 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. 1. – 2011. – 348 с.

ISBN 978-5-91718-122-6 (Т. 1)

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 978-5-91718-122-6 (Т. 1)

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, доцент кафедры нефтегазового промысла Кубанского государственного технологического университета.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Том 1.

Список сокращений	10
Введение	13
Глава 1.	
ЧТО ТАКОЕ АСПО И ГИДРАТЫ	16
Глава 2.	
СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ СМОЛО-ПАРАФИНОВЫХ И ГИДРАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ	31
2.1 Исследование условий отложения парафина на экспериментальной установке промысла № 1 НПУ «Ставропольнефть»	32
2.2 Некоторые особенности парафинистых нефтей	38
2.3 Обзор взглядов и гипотез на механизм отложения парафина	45
2.4 Механизм парафинизации промышленного оборудования	57
2.4.1 Адсорбционные процессы и вероятность образования бронирующих оболочек на поверхности газовых пузырьков	57
2.4.2 Взаимодействие кристаллов парафина с пузырьками попутного газа	59
2.4.3 Кинетическая устойчивость суспензии парафина в нефти	66
2.4.4 Влияние факторов на прилипание кристаллов к поверхностям	70
2.4.5 Вероятность формирования отложений парафина по схеме «стенка – кристалл»	72
2.4.6 Агрегативная устойчивость суспензии кристаллов парафина в нефти и вероятность формирования отложений по схеме «парафин по парафину»	77
2.4.7 Строение твердых углеводородов и их кристаллизация	81
2.4.8 Механизм парафинизации поверхности при движении двух- и трехфазных систем	94
2.4.9 Особенности механизма парафинизации поверхностей в четырехфазном потоке	103
2.5 Способы борьбы с отложениями парафина и выбор материалов для защитных покрытий	105
2.5.1 Способы борьбы с отложениями парафина и перспективы их применения	106
2.5.2 Характер запарафинивания некоторых материалов в условиях скважины	108

2.5.3	Влияние качества обработки поверхностей на запарафинивание	113
2.5.4	Влияние полярности материалов на интенсивность их запарафинивания	117
2.5.5	Количественная оценка сцепляемости парафина с поверхностями различной природы	121
2.5.6	Адсорбционные процессы на поверхностях различной природы	129
2.5.7	Экранирующий эффект адсорбционных слоев	132
2.5.8	Структура адсорбционных слоев	137
2.5.9	Влияние факторов на сцепляемость парафинов с поверхностями	138
2.6	Применение гидрофильных защитных покрытий	144
2.6.1	Работа манифольдов, футерованных стеклом	144
2.6.2	Работа длинных выкидных линий с защитными покрытиями из стекла	148
2.7	Гидратообразование и борьба с ним	149
2.7.1	Понятия о гидратах	150
2.7.2	Образование гидратов в ПЗП, стволе скважин, газопроводе	154
2.7.3	Упрощенные методы расчета условий образования гидратов	165
2.7.4	Состав гидратов	168
2.7.5	Механизм процесса гидратообразования	169
2.7.5.1	Экспериментальные методы исследования газовых гидратов	169
2.7.5.2	Исследование кинетики гидратообразования и типы кристаллизации газовых гидратов	170
2.7.5.3	Скорость образования и накопления гидратов	178

Глава 3.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С АСПО 186

Глава 4.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АСПО 192

4.1	Выбор методов предупреждения и борьбы с АСПО	192
4.2	Подбор гидравлического режима для предупреждения отложений парафина	196
4.3	Применение специальных НКТ для предупреждения АСПО	198
4.3.1	Применение защитных покрытий	198
4.3.2	Применение теплоизоляционных покрытий	207
4.3.3	Стекланные покрытия, технологии их нанесения и свойства	209
4.3.3.1	Технология стеклования труб	209

4.3.3.2	Изнашивание стеклопокрытий НКТ в промышленных условиях	211
4.3.3.3	Абразивное изнашивание стеклопокрытий НКТ	218
4.3.3.4	Исследование прочности износостойких тел	223
4.3.3.5	Стойкость стеклопокрытия труб к действию агрессивных сред	226
4.3.3.6	Методика исследований коррозионной стойкости стеклопокрытий	227
4.3.3.7	Оценка качества стеклопокрытий труб	232
4.3.3.8	Соединение остеклованных труб.....	235
4.4	Использование физических методов борьбы для предупреждения АСПО	239
4.4.1	Применение магнитных полей в целях предупреждения образований АСПО	240
4.4.2	Предупреждение отложений АСПО методами вибрации	256
4.4.2.1	Использование ультразвука	256
4.4.2.2	Воздействие сложномодулированной последовательностью наносекундных импульсов	257
4.4.2.3	Вибрационный метод борьбы с отложениями парафина в манифольдах нефтяных скважин	257
4.4.2.4	Разрушение кристаллической решетки парафинов	260
4.5	Химические способы предупреждения отложений парафинов	260
4.5.1	Гидрофобизация пород ПЗП в целях предупреждения парафинизации пород пласта	261
4.5.2	Депрессаторы	263
4.5.3	Использование ингибиторов АСПО (ООО «ФЛЭК»)	268
4.5.4	Модификаторы	269
4.5.5	Ингибиторы покрывающего (адгезионного) гидрофилизирующего действия	270
4.5.6	Ингибиторы парафиноотложений моющего действия	272
4.5.7	Жидкие ингибиторы парафиноотложений	272
4.5.8	Твердые ингибиторы парафиноотложений	276
4.5.9	Опыт разработки и применения отечественных ингибиторов парафиноотложений типа СНПХ-7000	277
4.6	Обзор зарубежных ингибиторов АСПО, применяющихся в России	288
4.7	Доставка в скважины химических реагентов для предупреждения АСПО	290
4.8	Зарубежный опыт предупреждения отложений парафина ингибиторами	294
4.9	Методы предотвращения гидратообразования	313
	Использованная и рекомендованная литература	324
	Авторские свидетельства и патенты на изобретения	339

