

**А.И. Булатов  
О.В. Савенок**

**ПРАКТИКУМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЗАКАНЧИВАНИЕ  
НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОВЫХ  
СКВАЖИН»**

**В ЧЕТЫРЕХ  
ТОМАХ**

**Том 3**

**А.И. Булатов, О.В. Савенок**

**ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЗАКАНЧИВАНИЕ НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН»**

**В ЧЕТЫРЕХ ТОМАХ**

**Том 3**

*Учебное пособие*

Краснодар  
2013

УДК 622.323(075.8)  
ББК 33.36я73  
Б90

**Рецензенты:**

*Д.Г. Антониади, доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой Нефтегазового дела  
имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВПО «КубГТУ»,  
академик РАН;*

*С.Б. Бекетов, доктор технических наук,  
директор института Нефти и газа,  
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский Федеральный университет»*

Б90 **Булатов, Анатолий Иванович.**

**Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин»** : в 4 т. : учебное пособие / А.И. Булатов, О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг.  
Т. 3. – 2013. – 348 с.

ISBN 978-5-91718-286-5 (Т. 3)

ISBN 978-5-91718-246-9

В соответствующих разделах дано краткое описание устьевого наземного и подземного оборудования для освоения скважин, вторичного вскрытия продуктивных пластов, вызова притока из продуктивного пласта, разобщения ствола при освоении скважины. Рассмотрено совершенствование технологических процессов в освоении скважин с применением газообразных веществ. Книга предназначена для студентов технических вузов и специалистов нефтяной и газовой промышленности.

Библиогр.: 32 назв.

ББК 33.36я73  
УДК 622.323(075.8)

ISBN 978-5-91718-286-5 (Т. 3) © А.И. Булатов, 2013

ISBN 978-5-91718-246-9 © О.В. Савенок, 2013

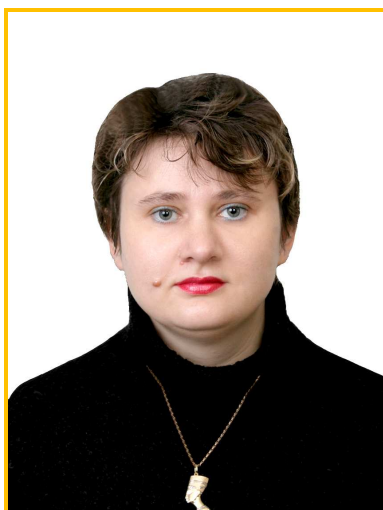
© ООО «Издательский Дом – Юг», 2013





### **Анатолий Иванович Булатов**

Доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки и техники РФ,  
Заслуженный изобретатель РФ,  
академик Международной и Российской  
инженерных академий,  
академик Научно-производственной  
Национальной академии нефти и газа,  
Почетный академик Украинской  
нефтегазовой академии,  
член Географического общества США,  
Лауреат премии Совета Министров СССР,  
дважды Лауреат премии имени академика  
И.М. Губкина,  
дважды Лауреат премии администрации  
Краснодарского края,  
кавалер орденов Трудового Красного  
Знамени,  
награжден РАЕН медалью В.Н. Татищева  
«За пользу Отечеству»,  
медалью «Участник ликвидации  
последствий аварии на ЧАЭС» и др.  
Окончил Грозненский нефтяной институт.



### **Ольга Вадимовна Савенок**

Кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры Нефтегазового дела  
имени профессора Г.Т. Вартумяна  
Кубанского государственного  
технологического университета (КубГТУ).  
Окончила КубГТУ.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Том 3.

Сокращения .....	9
------------------	---

### Глава 9.

#### УСТЬЕВОЕ НАЗЕМНОЕ И ПОДЗЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН .....

12		
9.1	Оборудование устья скважины колонными головками .....	12
9.2	Испытание обсадных колонн на герметичность .....	16
9.3	Оборудование устья скважины фонтанной арматурой .....	19
9.4	Обвязка наземного оборудования при испытании и исследовании скважин .....	23
9.5	Эксплуатационные пакеры .....	26
9.6	Взрывные эксплуатационные пакеры .....	37
9.7	Расчет колонны насосно-компрессорных труб на прочность и их эксплуатация .....	40
9.7.1	Определение нагрузок на свободно подвешенную колонну НКТ .....	40
9.7.2	Особенности расчета колонны НКТ на прочность в условиях действия изгибающих усилий .....	51
9.7.3	Условия эксплуатации насосно-компрессорных труб ....	56
9.7.4	Подготовка труб для проведения операций по интенсификации добычи .....	63
9.7.5	Причины аварий с НКТ .....	63
9.7.6	Примеры решения задач .....	63

### Глава 10.

#### ВТОРИЧНОЕ ВСКРЫТИЕ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ .....

72		
10.1	Пулевая перфорация .....	72
10.2	Кумулятивная перфорация .....	73
10.3	Перфорация при депрессии на пласт .....	83
10.4	Перфорация при репрессии на пласт .....	87
10.5	Выбор типоразмера перфоратора .....	88
10.6	Специальные жидкости для перфорации скважин .....	89
10.7	Буферные разделители .....	95
10.8	Проектирование гидropескоструйной перфорации .....	97
10.8.1	Основные принципы проведения процесса .....	97
10.8.2	Методика расчета и примеры решения задач .....	105
10.9	Задачи и примеры .....	105

### Глава 11.

#### ВЫЗОВ ПРИТОКА ИЗ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА .....

135		
11.1	Определение допустимой депрессии на пласт .....	135

11.2	Вызов притока путем замещения жидкости в эксплуатационной колонне .....	137
11.3	Потери давления на трение в НКТ круглого сечения и межтрубном пространстве .....	138
11.3.1	Определение потерь давления на трение в НКТ .....	138
11.3.2	Определение потерь давления на трение в межтрубном пространстве .....	140
11.3.3	Определение потерь давления на трение в кольцевом пространстве при наличии местных сопротивлений .....	142
11.4	Вызов притока при помощи воздушной подушки .....	142
11.5	Вызов притока с использованием пусковых клапанов .....	145
11.6	Расчет процесса вызова притока при помощи струйных аппаратов .....	146
11.7	Задачи .....	149
11.8	Поинтервальное снижение уровня жидкости в скважине .....	161
11.9	Снижение уровня жидкости в скважине поршневанием (свабированием) .....	161
11.10	Вызов притока из пласта методом аэрации .....	162
11.11	Снижение уровня жидкости в скважине в условиях аномально низкого пластового давления .....	164
11.12	Вызов притока из пласта с применением двухфазных пен .....	166
11.13	Технология вызова притока из пласта пенами с использованием эжекторов .....	168
11.14	Вызов притока из пласта с помощью комплектов испытательных инструментов .....	175
11.15	Практические рекомендации по применению струйных аппаратов при освоении скважин .....	177
11.16	Вызов притока из продуктивного пласта путем снижения давления в скважине .....	192

## **Глава 12.**

<b>РАЗОБЩЕНИЕ СТВОЛА ПРИ ОСВОЕНИИ СКВАЖИНЫ .....</b>	<b>209</b>	
12.1	Установка цементных мостов при освоении скважин .....	209
12.2	Установка цементных мостов в глубоких скважинах .....	210
12.3	Технические средства контроля над установкой цементных мостов .....	215
12.4	Проверка обсадных колонн на герметичность .....	219
12.5	Разобшение ствола скважины поликонденсирующейся псевдопластичной жидкостью. Полимерные вязкоупругие составы .....	220
12.5.1	Полимерные вязкоупругие составы .....	220
12.5.2	Подбор рецептур поликонденсирующейся псевдопластичной жидкости .....	226

12.5.3	Исследование реологических и механических свойств пакерующей жидкости .....	232
12.5.4	Пластомеры для определения механических параметров .....	235
12.5.5	Определение высоты пакера .....	238
12.5.6	Технология приготовления ППЖ в промышленных условиях .....	238
12.5.7	Установка пакера из ППЖ в скважине .....	242
12.5.8	Обработка пласта и удаление продуктов поликонденсации ППЖ из скважины .....	244
12.5.9	Опыт пакерования скважин ППЖ .....	245

### **Глава 13.**

<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОСВОЕНИИ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ .....</b>		<b>250</b>
13.1	Установки для транспорта и нагнетания азота в скважины .....	251
13.2	Освоение скважин азотом .....	252
13.2.1	О применении газообразных агентов для освоения скважин .....	252
13.2.2	Подготовка оборудования и материалов для освоения скважин азотом .....	254
13.2.3	Расчет параметров освоения скважины азотом .....	256
13.2.4	Технология освоения скважин азотом .....	258
13.2.5	Технология освоения скважин газированной азотом жидкостью (пенной) .....	261
13.2.6	Исследование процессов освоения скважин азотом .....	266
13.2.7	Опыт освоения скважин азотом .....	272
13.2.8	Совершенствование технологии освоения скважин азотом .....	273
13.3	Обработка скважин смесью кислотного раствора с азотом и природным газом .....	276
13.3.1	Исследование кислотного воздействия с добавлением газа. Особенности кислотной обработки поровых слабокарбонатных коллекторов .....	278
13.3.2	Технология обработки скважин кислотой, газированной азотом .....	290
13.3.3	Опыт обработки скважин АКС .....	294
13.4	Обработка скважин смесью кислоты с природным газом .....	298
13.4.1	Оборудование для нагнетания в скважину газокислотных смесей .....	300
13.4.2	Обоснование параметров обработки скважин смесью кислотных растворов с природным газом .....	302
13.4.3	Технология газокислотной обработки и результаты исследования скважин .....	310

13.5	Термообработка скважин углеводородными жидкостями с азотом .....	322
13.6	Газогидропескоструйная перфорация скважин .....	326
13.6.1	Исследование выработки каналов азотогидропескоструйной перфорацией .....	327
13.6.2	Представление о механизме выработки каналов и методике расчета их глубины .....	331
13.6.3	Расчет параметров процесса газогидропескоструйной перфорации .....	335
13.6.4	Опыт применения азотогидропескоструйной перфорации .....	338
<b>Глоссарий</b>	.....	343
<b>Литература</b>	.....	346