

**А.И. Булатов  
О.В. Савенок**

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

**В ЧЕТЫРЕХ  
ТОМАХ**

**Том 2**

**А.И. Булатов, О.В. Савенок**

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

**В ЧЕТЫРЕХ ТОМАХ**

**Том 2**

*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. 2. – 2013. – 532 с.

ISBN 978-5-91718-268-1 (Т. 2)

ISBN 978-5-91718-246-9

В соответствующих разделах дано краткое описание подготовки ствола скважины, оборудования и спуска обсадной колонны, цементирования обсадных колонн, тампонажного цемента, раствора и камня, испытания тампонажных цементов при высоких температурах и давлениях. Книга предназначена для студентов технических вузов и специалистов нефтяной и газовой промышленности.

Библиогр.: 32 назв.

ББК 33.36я73  
УДК 622.323(075.8)

ISBN 978-5-91718-268-1 (Т. 2) © А.И. Булатов, 2013

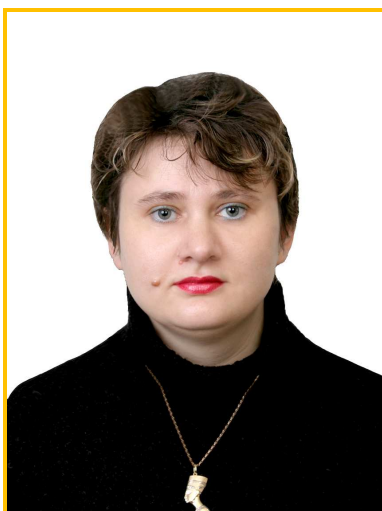
ISBN 978-5-91718-246-9 © О.В. Савенок, 2013

© 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 национальной нефтегазовой  
академии,  
Почетный академик украинской  
нефтегазовой академии,  
Лауреат Премии Совета Министров СССР,  
дважды Лауреат премии администрации  
Краснодарского края,  
дважды Лауреат премии имени академика  
И.М. Губкина,  
награжден орденом РАЕН «За пользу  
Отечеству» имени В.Н. Татищева».  
Окончил Грозненский нефтяной институт.



### **Ольга Вадимовна Савенок**

Кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры нефтегазового промысла  
Кубанского государственного  
технологического университета (КубГТУ).  
Окончила КубГТУ.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Том 2.

<b>Сокращения</b> .....	8
-------------------------	---

### Глава 5.

<b>ПОДГОТОВКА СТВОЛА СКВАЖИНЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И СПУСК ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ</b> .....	11
5.1 Подготовка скважины перед спуском и цементированием обсадной колонны .....	11
5.2 Технология крепления скважин обсадными колоннами .....	30
5.3 Центрирование обсадных колонн в скважинах .....	44

### Глава 6.

<b>ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ОБСАДНЫХ КОЛОНН</b> .....	69
6.1 Условия формирования потока раствора и цементного камня в скважине .....	70
6.2 Замещение буровых растворов тампонажными .....	72
6.3 Буферные жидкости .....	73
6.4 Определение необходимого для цементирования объема буферной жидкости .....	77
6.5 Центрирование обсадных колонн в скважине. Расчет центриатора .....	80
6.6 Расхаживание обсадных колонн при цементировании скважин .....	84
6.7 Цементирование секционных колонн и хвостовиков .....	86
6.8 Ступенчатый способ цементирования обсадных колонн .....	87
6.9 Манжетный способ цементирования скважин .....	88
6.10 Обратное цементирование колонн .....	88
6.11 Схемы размещения и обвязки оборудования при цементировании .....	92
6.12 Контроль и управление процессом цементирования .....	117
6.13 Сведения об основных правилах проведения технологических операций при цементировании скважин .....	121
6.14 Выбор тампонажных материалов и подбор рецептуры растворов .....	124
6.15 Расчет процессов цементирования скважин .....	136
6.16 Другие схемы расчета процесса цементирования .....	182
6.17 Расчет установки цементного моста .....	191
6.18 Проверка герметичности крепи скважины .....	193
6.19 Проверка надежности изоляции зоны поглощения .....	194
6.20 Примеры решения задач .....	195
6.21 Типовой расчет цементирования глубокой скважины, применявшийся в Азербайджане (Р.И. Шищенко) .....	220

6.22	Схема расчета цементирования скважин, применявшаяся в Грозненском районе (М.М. Никаноров) .....	253
6.23	Технология цементирования, применявшаяся в США и других странах Запада (Х. Рабиа) .....	285

## **Глава 7.**

<b>ТАМПОНАЖНЫЙ ЦЕМЕНТ, ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР И КАМЕНЬ .....</b>	<b>310</b>
7.1 Тампонажные цементы .....	310
7.2 Требования к тампонажному цементу .....	312
7.3 Методы испытания порошкообразного цемента .....	319
7.4 Методы испытания цементного раствора .....	347
7.5 Испытание цементного (тампонажного) камня .....	364
7.6 Определение деформативных свойств тампонажных материалов и напряжений в цементном камне при его твердении .....	370
7.7 Определение проницаемости камня из тампонажного цемента для жидкостей и газов .....	372
7.7.1 Определение абсолютной проницаемости цементного камня .....	376
7.7.2 Определение проницаемости цементного камня .....	377
7.2.3 Определение газопроницаемости водонасыщенного цементного камня .....	382
7.2.4 Определение водопроницаемости цементного камня .....	383
7.2.5 Определение водопроницаемости по методике Американского нефтяного института .....	385
7.8 Определение контракции при твердении цементного раствора-камня .....	386
7.9 Определение собственных напряжений при твердении цементного раствора-камня .....	391
7.10 Осмотические перетоки через цементный камень .....	401

## **Глава 8.**

<b>ИСПЫТАНИЕ ТАМПОНАЖНЫХ ЦЕМЕНТОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДАВЛЕНИЯХ .....</b>	<b>405</b>
8.1 Определение сроков схватывания тампонажных растворов .....	406
8.2 Определение времени загустевания тампонажных растворов .....	416
8.3 Основные положения методики определения времени загустевания тампонажных растворов .....	428
8.4 Определение вязкости тампонажных растворов .....	434
8.5 Методика определения структурно-механических свойств тампонажных растворов ротационным вискозиметром .....	439
8.6 Определение структурно-механических свойств тампонирующих смесей пластометром .....	441

8.7	Определение плотности (удельного веса) тампонажных растворов .....	443
8.8	Водоотдача тампонажного раствора и ее измерение .....	444
8.9	Определение механической прочности цементного камня .....	451
8.10	Проницаемость цементного камня .....	455
8.11	Сцепление цементного камня со стенкой скважины и обсадными трубами .....	458
8.12	Тепловыделение тампонажного раствора-камня .....	465
8.13	Современные физико-химические методы исследования тампонажных цементов, твердеющих при высоких температурах и давлениях .....	469
8.13.1	Петрографические исследования тампонажных материалов .....	472
8.13.2	Локальный спектральный лазерный анализ в исследованиях тампонажных материалов .....	475
8.13.3	Методы колебательной спектроскопии .....	477
8.13.4	Методы термического анализа .....	485
8.13.5	Методы электронной микроскопии .....	490
8.13.6	Рентгеновский анализ материалов, применяемых при бурении и креплении нефтяных и газовых скважин .....	495
8.13.7	Применение комплекса современных методов физико-химических исследований для изучения процесса твердения тампонажных материалов .....	503
8.13.8	Пример комплексного применения методов исследования шлаковых цементов .....	516
<b>Глоссарий</b>	.....	<b>526</b>
<b>Литература</b>	.....	<b>529</b>