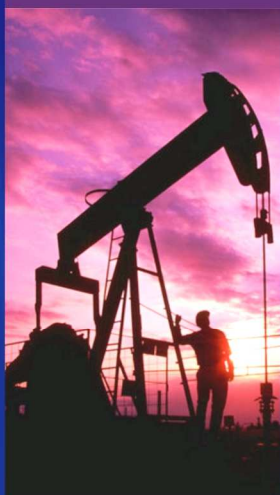


А.И. Булатов, О.В. Савенок

# КАПИТАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ РЕМОНТ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН



**В ЧЕТЫРЕХ  
ТОМАХ**

**Том 4**



*«Я не люблю возвратные  
глаголы – открылось.  
Не открылось – вложен  
колоссальный труд,  
и открыли»*

*С.Э. Шноль (При чтении лекции  
в рубрике «Academia»  
Канал «Культура», 21.09.2010 г.)*

*«Ищи свет, и тьма отступит»  
Индийская мудрость*

*«... постижение есть радость,  
а знание – залог выживания»  
Карл Саган*

**Посвящается выдающемуся ученому-нефтянику  
Виктору Ивановичу КРЫЛОВУ**



**А.И. Булатов, О.В. Савенок**

**КАПИТАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ  
РЕМОНТ НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**В ЧЕТЫРЕХ ТОМАХ**

**Том 4**

**Краснодар  
2015**

УДК 622.279.7

ББК 33.36

Б90

**Рецензенты:**

*Д.Г. Антониади, доктор технических наук, профессор,  
директор института Нефти, газа и энергетики КубГТУ,  
зав. кафедрой Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,  
академик РАН;*

*С.В. Долгов, доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры Нефтегазового дела  
имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ*

**Б90 Булатов, Анатолий Иванович.**

Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. : монография / А.И. Булатов, О.В. Савенок. – Краснодар: Издательский Дом – Юг.

Т. 4. – 2015. – 512 с.

ISBN 978-5-91718-382-4 (Т. 4)

ISBN 978-5-91718-159-2

Рассматриваются физико-механические методы интенсификации работы скважины, оценка качества вскрытия пластов и освоения скважин после их заканчивания и ремонта. Приводятся зарезка и бурение второго ствола, одновременно-раздельная эксплуатация нескольких пластов одной скважиной, аварийные работы в скважине, ремонт скважин с применением канатной техники, а также агрегаты для ремонта и бурения скважин.

Монография предназначена для инженерно-технических работников нефтегазовых предприятий; рекомендуется для использования аспирантами и студентами вузов, обучающимися по специальности 130503 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» направления подготовки дипломированных специалистов 130500 «Нефтегазовое дело» соответствующего профиля в качестве учебного пособия, так как монография составлена с учетом требований Государственного образовательного стандарта РФ и рекомендаций примерной Программы одноименной дисциплины Учебно-методического объединения вузов Российской Федерации по высшему нефтегазовому образованию.

Библиогр.: 112 назв.

ББК 33.36  
УДК 622.279.7

ISBN 978-5-91718-382-4 (Т. 4)

ISBN 978-5-91718-159-2

© А.И. Булатов, 2015

© О.В. Савенок, 2015

© ООО «Издательский Дом – Юг», 2015



### **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**

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



# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Том 4.

Сокращения .....	12
<b>Глава 15.</b>	
<b>ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ</b>	
<b>ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ СКВАЖИНЫ .....</b>	<b>14</b>
15.1 Элементы механики сплошной среды .....	14
15.1.1 Кинематика сплошной среды .....	16
15.1.2 Уравнение неразрывности .....	21
15.1.3 Элементы теории деформаций .....	24
15.1.4 Динамические величины и элементы теории напряжений .....	29
15.1.5 Уравнения движения и равновесия .....	36
15.1.6 Об уравнениях состояния или математических моделях .....	39
15.2 Гидравлический разрыв пластов .....	40
15.2.1 Исследование процессов ГРП .....	54
15.2.2 О возможности снижения порового давления и создания системы протяженных трещин при гидроразрыве пласта .....	88
15.2.3 Об эффективности гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах .....	93
15.2.4 Влияние ГРП на дебит горизонтальной скважины .....	98
15.2.5 Массированный ГРП – способ интенсификации низкопроницаемых коллекторов .....	103
15.2.6 Направленный гидравлический разрыв пласта .....	106
15.2.7 О влиянии направления трещин ГРП на динамику обводнения скважин .....	113
15.2.8 Технология проведения гидроразрыва пластов .....	122
15.3 Гидропескоструйная перфорация .....	133
15.4 Торпедирование скважин .....	149
15.5 Улучшение фильтрационных свойств коллектора с помощью чередования многократных мгновенных депрессий и репрессий на пласт с использованием струйных аппаратов .....	150
15.5.1 Методы расчета струйных аппаратов для освоения скважин .....	153
15.5.2 Восстановление коллекторских свойств пласта в пристволенной зоне скважины при воздействии на него циклическими депрессиями .....	168



15.5.3	Технология воздействия на призабойную зону мгновенными депрессиями-репрессиями и конструкции струйных аппаратов при освоении скважин .....	178
15.5.4	Применение струйных аппаратов при кислотной обработке пласта .....	203
15.5.6	Результаты использования технологии в промысловых условиях .....	206
15.6	Использование явления кавитации при истечении жидкостей из специальных устройств для очистки призабойной зоны скважин .....	213
15.6.1	Возбуждение ударных импульсов давления .....	218
15.6.2	Принцип действия устройства для очистки забоя и призабойной зоны скважины .....	219
15.6.3	Результаты опытно-промышленных работ импульсационно-кавитационного воздействия на призабойную зону скважины .....	235
15.7	Технология и технические средства низкочастотных знакопеременных импульсных воздействий давлением на ПЗП с целью интенсификации притока в скважинах .....	240
15.8	Технологии ударно-волнового воздействия на продуктивные горизонты для повышения продуктивности скважин с помощью электроразрядного и реагентно-акустического воздействия .....	243
15.8.1	Научно-методическое обоснование технологий ударно-волнового воздействия на продуктивные горизонты и результаты экспериментального внедрения .....	243
15.8.2	Оборудование для реализации ударно-волнового воздействия .....	244
15.8.3	Физическая сущность технологий .....	246
15.8.4	Эффективность повторных и комплексных обработок .....	247

## **Глава 16.**

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ И ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН ПОСЛЕ ИХ ЗАКАНЧИВАНИЯ И РЕМОНА .....**

**250**

16.1	Проверка гипотезы о нормальном законе распределения показателя качества по критерию Шапиро-Уилки .....	251
16.2	Критерии оценки качества вскрытия пласта и освоения скважин после заканчивания и ремонта .....	254

16.3	Критерии сравнения качества двух технологий вскрытия пласта и освоения скважин .....	256
16.4	Некоторые рекомендации по интерпретации гидродинамических исследований .....	258
16.5	Пример оценки качества технологии вскрытия пласта .....	263
16.6	Пример обработки и интерпретации КВД оперативным методом .....	265
16.7	Форма представления исходных данных и заключения о качестве вскрытия пласта или освоения скважин .....	267

## **Глава 17.**

### **ЗАРЕЗКА И БУРЕНИЕ ВТОРОГО СТВОЛА .....**

270

17.1	Технология зарезки вторых стволов из эксплуатационной колонны .....	273
17.2	Установка цементного моста .....	276
17.3	Спуск и крепление клина-отклонителя в колонне .....	277
17.4	Спуск райбера и вырезка окна в эксплуатационной колонне .....	284
17.5	Использование универсального вырезающего устройства .....	290
17.6	Осложнения в процессе вырезки окна .....	295
17.7	Технология бурения и крепления второго ствола скважины .....	296
17.8	Технология вскрытия продуктивных пластов путем зарезки второго ствола с применением пены .....	298
17.9	Опыт эксплуатации ВЗД в капитальном ремонте скважин и бурении дополнительных стволов .....	301
17.10	Эксплуатация двигателей в капитальном ремонте скважин .....	303
17.11	Эксплуатация двигателей при бурении дополнительных стволов .....	305

## **Глава 18.**

### **ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕСКОЛЬКИХ ПЛАСТОВ ОДНОЙ СКВАЖИНОЙ .....**

310

## **Глава 19.**

### **АВАРИЙНЫЕ РАБОТЫ В СКВАЖИНЕ .....**

313

19.1	Ловильные работы в эксплуатационной колонне .....	313
19.2	Печать .....	314
19.3	Метчики .....	319
19.4	Колокола ловильные .....	322

19.5	Колокола гладкие .....	323
19.6	Ловители для труб в скважине (труболовки) .....	324
19.7	Ловители для штанг .....	337
19.8	Ерши и удочки .....	343
19.9	Яс механический .....	345
19.10	Фрезеры и райберы .....	350
19.11	Вырезка труб.....	357
19.12	Ловля подземного оборудования и отдельных предметов .....	359
19.13	Ловильные работы с использованием КГТ .....	362
19.14	Разбуривание в полости скважины с использованием колтюбинговых технологий .....	365

## **Глава 20.**

### **РЕМОНТ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ**

<b>КАНАТНОЙ ТЕХНИКИ .....</b>	<b>372</b>
-------------------------------	------------

20.1	Посадочные ниппели .....	373
20.2	Скважинные камеры .....	376
20.3	Циркуляционные клапаны механического действия .....	378
20.4	Разъединители колонн .....	380
20.5	Клапаны для подачи ингибитора .....	382
20.6	Дистанционно управляемые клапаны-отсекатели .....	382
20.7	Пакеры .....	384
20.8	Телескопические соединения .....	384
20.9	Срезные клапаны .....	385
20.10	Фонтанный патрубок .....	385
20.11	Работа канатных инструментов .....	387
20.12	Ударная (грузовая) штанга .....	391
20.13	Яссы .....	391
20.14	Фиксатор кулачковый .....	397
20.15	Глухие пробки .....	398
20.16	Обратные клапаны .....	400
20.17	Предохранительные клапаны-отсекатели, спускаемые на проволоке (тросе) .....	400
20.18	Газлифтные клапаны .....	402
20.19	Смена вышедших из строя съемных газлифтных клапанов ....	403
20.20	Последовательность операций по извлечению газлифтных клапанов и их установка в камеру с боковым карманом .....	406
20.21	Дополнительная информация о газлифтном оборудовании .....	409
20.22	Ориентация киковеера .....	409
20.23	Устьевое оборудование для проведения тросоканатных работ .....	411
20.24	Гидравлические установки для проведения канатных работ .....	416

20.25	Технология подземного ремонта скважин с помощью канатной техники .....	418
20.26	Устройство и работа инструментов .....	422
20.27	Использование инструмента .....	432
<b>Глава 21.</b>		
<b>АГРЕГАТЫ ДЛЯ РЕМОНТА И БУРЕНИЯ СКВАЖИН .....</b>		<b>435</b>
21.1	Агрегаты и установки .....	435
21.2	Буровые установки .....	438
21.3	Подъемные установки и агрегаты для ремонта нефтяных скважин, оборудованных штанговыми насосами, а также погружными электронасосами .....	440
21.4	Колтюбинговые технологии .....	446
21.5	Оборудование устья скважины .....	463
	21.5.1 Инжекторы .....	473
	21.5.2 Колтюбинговые трубы .....	474
21.6	Подземное оборудование .....	485
21.7	Вспомогательное оборудование .....	491
<b>Глава 22.</b>		
<b>ЛИКВИДАЦИЯ СКВАЖИН .....</b>		<b>500</b>
<b>Использованная и рекомендуемая литература .....</b>		<b>503</b>

## СОКРАЩЕНИЯ

**ВЗД** – винтовой забойный двигатель  
**В/Ц** – водоцементное отношение  
**ГИВ** – геофизический индикатор веса  
**ГИДП** – генератор импульсов давления поверхностный  
**ГК** – гамма-каротаж  
**ГПП** – гидropескоструйная перфорация  
**ГРП** – гидравлический разрыв пласта  
**ГС** – горизонтальная скважина  
**ГТ** – гибкие трубы  
**ГТМ** – геолого-технические мероприятия  
**ДБТ** – длинномерная безмуфтовая труба  
**ДМД** – детерминированный момент давления  
**ИЦК** – инструмент циркуляционного клапана  
**КВД** – кривая восстановления давления  
**КГТ** – колонна гибких труб  
**КЗ** – клапан забойный  
**КНБК** – компоновка низа бурильной колонны  
**КП** – кривая притока  
**КС** – клапан срезной  
**ИД** – индикаторная диаграмма  
**ИОП** – инструмент освобождения пакера  
**ИСЗ** – инструмент спуска замка  
**ИЦК** – инструмент циркуляционного клапана  
**ЛМ** – ловушка магнитная  
**МБУ** – метчик бурильный универсальный  
**МЛМ** – магнитный локатор муфт  
**МОП** – межочистной период  
**МРП** – межремонтный период  
**МСЗ** – метчик специальный замковый  
**НГДУ** – нефтегазодобывающее управление  
**НКТ** – насосно-компрессорные трубы  
**НП** – ниппель посадочный  
**ОМС** – отложения минеральных солей  
**ОПЗ** – обработка призабойной зоны  
**ПАВ** – поверхностно-активное вещество  
**ПГ** – печать гидравлическая  
**ПЗП** – призабойная зона пласта  
**ПЗС** – приствольная зона скважины  
**ПЖД** – поддержание пластового давления  
**ППИ** – погружной пневматический источник  
**ПУ** – печать универсальная  
**РО** – рабочий объем

**СПО** – спускоподъемная операция  
**СТД** – скважинный термокондуктивный дебитомер  
**СШН** – скважинный штанговый насос  
**ТДШ** – торпеда с детонирующим шнуром  
**ТРГ** – труборез гидравлический  
**УБР** – управление буровых работ  
**УБТ** – утяжеленные бурильные трубы  
**УВ** – углеводороды  
**УВВ** – ударно-волновое воздействие  
**УВУ** – универсальное вырезающее устройство  
**УГ** – ударник гидравлический  
**УГИП** – устройство для гидродинамических исследований пласта  
**УГИС** – устройство для геофизических исследований скважин  
**УЗТ** – устройство закрепления троса  
**УМ** – ударник механический  
**УПТ** – установка для перематывания труб  
**УСО** – устьевое сборное основание  
**УШГН** – установка штанговых глубинных насосов  
**УЭЦН** – установка электропогружного центробежного насоса  
**ФМ** – фрезер магнитный  
**ФУМ** – фторуплотнительный материал  
**ШГН** – штанговый глубинный насос  
**ШК** – штанголовитель комбинированный  
**ШУ** – шток уравнильный  
**ЭЦН** – электроцентробежный насос