

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

В. В. Нескоромных

БУРЕНИЕ НАКЛОННЫХ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И МНОГОЗАБОЙНЫХ СКВАЖИН

Учебное пособие

Красноярск
СФУ
2016

УДК 622.243.2(07)
ББК 33.131.121я73
Н552

Р е ц е н з е н т ы:

К. И. Борисов, доктор технических наук, доцент Томского национального исследовательского политехнического университета;

П. С. Пушмин, кандидат технических наук, доцент кафедры «Нефтегазовое дело» Иркутского национального исследовательского технического университета

Нескоромных, В. В.

Н552

Бурение наклонных, горизонтальных и многозабойных скважин : учеб. пособие / В. В. Нескоромных. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 322 с.

ISBN 978-5-7-7638-3476-5

Рассмотрены основные вопросы теории, техника и технологии направленного бурения применительно к бурению скважин на нефть и газ. Приведены сведения о причинах и закономерностях искривления скважин, средствах и технологиях бурения скважин по заданным траекториям, технологиях и технических средствах искривления скважин, о бурении многоствольных скважин. Представлены примеры расчетов и основная терминология.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки 21.03.01.01 «Бурение нефтяных и газовых скважин» (ФГОС ВПО – 2015); по специальности 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии», специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин» (ФГОС ВПО – 2014).

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 622.243.2(07)
ББК 33.131.121я73

ISBN 978-5-7638-3476-5

© Сибирский федеральный
университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1. Общие сведения о направленном бурении. Проектирование профилей стволов скважин	8
1.1. Сведения об истории развития направленного бурения.....	9
1.2. Положение стволов скважин в пространстве, понятие об их искривлении	15
1.3. Классификация трасс скважин	22
1.4. Проектирование профилей наклонно направленных и горизонтальных скважин	28
Контрольные вопросы и задания	38
2. Причины и закономерности естественного искривления скважин	39
2.1. Организационно-технические причины искривления скважин.....	39
2.2. Технологические причины искривления скважин	39
2.2.1. Влияние на искривление скважин осевого усилия и устойчивости буровых компоновок	40
2.2.2. Влияние на искривление скважин характера вращения деформированной буровой компоновки	47
2.2.3. Влияние на искривление скважин типа и конструкции породоразрушающего инструмента	51
2.2.4. Механизм искривления скважин при вращательном роторном бурении.....	57
2.3. Геологические причины естественного искривления скважин	63
2.3.1. Характеристика горных пород по влиянию на процесс искривления скважин	63
2.3.2. Влияние анизотропии горных пород на процесс искривления скважин	67
2.3.3. Влияние перемежаемости горных пород по твердости на процесс искривления скважин	99
2.4. Закономерности естественного искривления скважин	105
2.4.1. Закономерности естественного искривления скважин в анизотропных горных породах	105
2.4.2. Закономерности естественного искривления в перемежающихся по твердости горных породах	106
2.5. Методика выявления закономерностей искривления скважин	107
Контрольные вопросы и задания	111

3. Технические средства измерения и контроля искривления скважин	113
3.1. Приборы, использующие принцип горизонтального уровня жидкости для определения зенитного угла скважины.....	116
3.2. Инклинометры.....	117
3.2.1. Инклинометры для одного или нескольких измерений углов, характеризующих положение скважины в пространстве.....	118
3.2.2. Инклинометры, позволяющие многократно производить измерения зенитного и азимутального углов	120
3.2.3. Инклинометры для производства работ в условиях, характеризующихся влиянием магнитного поля	123
3.2.4. Технические средства контроля над искривлением ствола в процессе бурения	124
3.2.5. Телеметрические системы.....	126
Контрольные вопросы и задания	164
4. Технические средства направленного бурения.....	166
4.1. Технические средства для стабилизации заданного направления скважин	167
4.2. Технические средства для искусственного искривления скважин в любом заданном направлении	192
4.2.1. Стационарные клиновые отклонители	194
4.2.2. Извлекаемые (съёмные) клиновые отклонители	197
4.2.3. Отклонители непрерывного действия (ОНД)	199
4.2.4. Отклонители непрерывного действия на базе забойных двигателей	209
4.2.5. Роторные управляемые системы	220
4.3. Основные факторы, влияющие на точность искривления скважины отклонителями. Угол закручивания бурильной колонны	244
4.4. Породоразрушающий инструмент и его возможности при реализации искривления ОНД	248
Контрольные вопросы и задания	257
5. Методы и технологии направленного бурения.....	259
5.1. Способы и средства ориентирования отклонителей, расчет угла установки отклонителя.....	259
5.2. Ориентаторы и приемы работы с ними	269
5.3. Определение параметров искусственного искривления скважин	276
5.4. Определение допустимых значений кривизны ствола скважины по условиям вписываемости буровых компоновок, прочности обсадных и бурильных труб	278

5.4.1. Анализ вписываемости буровых компоновок в искривленный ствол скважины	278
5.4.2. Определение допустимых значений кривизны ствола скважины по условиям прочности обсадных и буровых труб	281
5.5. Способы и технологии забуривания дополнительных стволов	283
5.5.1. Основные способы забуривания дополнительных стволов ...	283
5.5.2. Забуривание бокового ствола из необсаженной скважины....	285
5.5.3. Забуривание бокового ствола скважины из обсаженной скважины	293
Контрольные вопросы и задания	317
Заключение	319
Библиографический список	320