

УДК 550.882.7.622.24(075.8)
ББК 33.131-5я73
Р98

Рябчиков С.Я.

Р98

Технология и техника бурения геологоразведочных и геотехнологических скважин: учебное пособие / С.Я. Рябчиков, В.Г. Храменков, В.И. Брылин; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 514 с.

ISBN 978-5-98298-614-6

В учебном пособии описывается технология бурения геологоразведочных скважин, технология сооружения и оборудования геотехнологических скважин, рассматривается принцип действия и устройство буровых машин и механизмов, предназначенных для бурения вышеуказанных скважин. Пособие будет полезным при углубленном изучении технологических производственных процессов, выполняемых при бурении геологоразведочных и геотехнологических скважин, при выполнении выпускных квалификационных работ и разработке проектов на бурение скважин в различных геолого-технических условиях, особенно при разведке и добыче урана.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 130100.62 «Геология и разведка полезных ископаемых» (бакалавр техники и технологии), а также для подготовки магистров направления «Урановая геология».

УДК 550.882.7.622.24(075.8)
ББК 33.131-5я73

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор
директор Федерального государственного унитарного
геологического предприятия «ТулНИГП»

В.И. Власюк

Кандидат технических наук
старший научный сотрудник НИИ ВН ТПУ

А.М. Адам

ISBN 978-5-98298-614-6

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2010

© Рябчиков С.Я., Храменков В.Г.,
Брылин В.И., 2010

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
1. БУРЕНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН	11
1.1. Общие сведения о колонковом бурении скважин.	
Классификация скважин	11
1.2. Способы разрушения горных пород при бурении скважин	13
1.3. Физико-механические свойства горных пород.	
Характеристика геологического разреза	15
1.3.1. Основные характеристики горных пород	
в геологическом разрезе	16
1.3.1.1. Характеристика горных пород по твердости и буримости ..	16
1.3.1.2. Трещиноватость горных пород	21
1.3.1.3. Устойчивость горных пород	22
1.3.1.4. Структурно-текстурные особенности	
и петрографическая характеристика горных пород	23
1.3.2. Характеристика геологического разреза	25
1.4. Способы бурения скважин	25
1.5. Основные технологические процессы и документация	
на буровой установке при сооружении	
геологоразведочных скважин	27
1.5.1. Геолого-техническая документация на буровой установке	27
1.5.2. Забуривание и оборудование устья скважины	28
1.5.3. Размещение бурового оборудования	31
1.6. Буровой технологический и вспомогательный инструмент	
для бурения геологоразведочных скважин	33
1.6.1. Буровой технологический инструмент	34
1.6.1.1. Твердосплавный породоразрушающий инструмент	34
1.6.1.2. Алмазный породоразрушающий инструмент	38
1.6.1.3. Шарошечный породоразрушающий инструмент	45
1.6.1.4. Расширители и калибраторы	48
1.6.1.5. Методы повышения ресурса	
породоразрушающего инструмента	50
1.6.1.6. Буровой снаряд	59
1.6.2. Буровой вспомогательный инструмент	63
1.7. Удаление продуктов разрушения при бурении скважин.	
Промывочные жидкости	66
1.7.1. Способы удаления продуктов разрушения	
при бурении скважин	66

1.7.2. Промывочные жидкости	68
1.7.2.1. Глинистый раствор, его параметры	69
1.8. Технология бурения геологоразведочных скважин	72
1.8.1. Выбор способа бурения, типа породоразрушающего инструмента и промывочной жидкости	72
1.8.2. Разработка конструкций скважин	79
1.8.2.1. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению	82
1.8.2.2. Обоснование и выбор диаметров скважины и колонн обсадных труб на различных интервалах	83
1.8.2.3. Этапы разработки конструкции скважины	91
1.8.2.4. Типизация конструкций скважин	96
1.8.2.5. Построение профиля скважины	98
1.8.3. Бурение скважин твердосплавным породоразрушающим инструментом вращательным и ударно-вращательным способом	100
1.8.3.1. Бурение твердосплавными коронками	101
1.8.3.2. Гидроударное (ударно-вращательное) бурение	105
1.8.4. Бурение скважин алмазным породоразрушающим инструментом	108
1.8.5. Бескерновое бурение скважин шарошечными и лопастными долотами	115
1.8.6. Бурение с гидротранспортом керна	117
1.9. Оптимизация процессов бурения при сооружении скважин	120
1.9.1. Обработка диаграмм записи параметров режима вращательного бурения скважин	120
1.9.2. Оптимизация рейсовой скорости бурения	127
1.10. Буровая контрольно-измерительная аппаратура	128
1.10.1. Общие сведения о датчиках и регистраторах	129
1.10.2. Классификация буровой контрольно-измерительной аппаратуры	130
1.10.3. Аппаратура для контроля параметров процесса бурения	132
1.10.3.1. Измерители веса снаряда и осевой нагрузки	132
1.10.3.2. Измерители расхода промывочной жидкости	140
1.10.3.3. Измерители давления промывочной жидкости	145
1.10.3.4. Измерение частоты оборотов породоразрушающего инструмента	147
1.10.3.5. Измерители и ограничители крутящего момента. Ваттметры	147
1.10.4. Аппаратура для контроля эффективности процесса бурения скважин	151
1.10.4.1. Измерители механической скорости бурения	151
1.10.4.2. Комплексная аппаратура для контроля технологических и технико-экономических показателей процесса бурения	157
1.10.5. Аппаратура для проведения исследований в скважинах	159

1.10.5.1. Аппаратура для замера дебита при откачках воды из скважин	159
1.10.5.2. Аппаратура для контроля статики и динамики подземных вод	163
1.10.6. Неразрушающий контроль бурового оборудования и инструмента	170
1.10.6.1. Классификация основных методов неразрушающего контроля	170
1.10.6.2. Аппаратура для контроля технического состояния бурильных труб	170
1.11. Буровые автоматические системы	176
1.11.1. Автоматизация подачи бурового инструмента	177
1.11.2. Регулируемый привод буровых установок и буровых автоматических регуляторов	179
1.11.3. Автоматические регуляторы подачи инструмента АРП в бурении геологоразведочных скважин	182
1.12. Техника и технология получения кондиционных проб керна при бурении по вмещающим горным породам и полезному ископаемому	186
1.12.1. Специальные режимы бурения для получения качественных проб пород и полезного ископаемого	190
Список литературы к разделу 1	196
Приложения к разделу 1	198
2. БУРЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН	222
2.1. Общие сведения о геотехнологических методах добычи полезных ископаемых	222
2.2. Системы разработки урановых месторождений методом подземного выщелачивания	224
2.3. Влияние физико-механических свойств горных пород на эффективность сооружения геотехнологических скважин	233
2.4. Сооружение геотехнологических скважин	239
2.4.1. Основные сведения о геотехнологических скважинах и их классификация	239
2.4.2. Способы бурения геотехнологических скважин	241
2.4.3. Создание противofильтрационных завес вокруг рудного тела	245
2.5. Технология сооружения геотехнологических скважин	248
2.5.1. Выбор и обоснование конструкции скважин для подземного выщелачивания урана	248
2.5.2. Крепление геотехнологических скважин	256
2.5.2.1. Обсадные трубы для оборудования геотехнологических скважин	256
2.5.2.2. Монтаж и спуск эксплуатационных и обсадных колонн	273
2.5.2.3. Расчет обсадных труб	283
2.5.3. Оборудование технологических скважин фильтрами	285

2.5.3.1. Основные требования к фильтрам технологических скважин	285
2.5.3.2. Типы фильтров	286
2.5.3.3. Оборудование технологических скважин ПВ фильтрами с гравийной обсыпкой	293
2.5.4. Оборудование устья технологических скважин	308
2.5.5. Цементирование и гидроизоляция геотехнологических скважин	312
2.5.5.1. Назначение цементирования и гидроизоляции	312
2.5.5.2. Материалы для тампонажа и гидроизоляции пород	313
2.5.5.3. Способы цементирования геотехнологических скважин ..	317
2.5.5.4. Технология гидроизоляции зон движения рабочих и продуктивных растворов	323
2.5.5.5. Технические средства для цементирования скважин	327
2.5.6. Беструбное крепление технологических скважин	328
2.5.6.1. Состав тампонажных растворов и способы закрепления пород при беструбном креплении скважин ..	330
2.5.6.2. Технология беструбного крепления скважин.	334
2.5.6.3. Расчет прочности и устойчивости кольцевого тампонажного камня на стенках скважины	336
2.5.7. Вскрытие и освоение продуктивного горизонта в геотехнологических скважинах	337
2.5.7.1. Вскрытие продуктивного горизонта	337
2.5.7.2. Освоение технологических скважин подземного выщелачивания металлов	350
2.6. Технология и техника для подъема растворов из геотехнологических скважин	370
2.7. Ликвидация технологических скважин	380
2.7.1. Технология и техника извлечения обсадных и эксплуатационных колонн и фильтров	380
2.7.2. Ликвидационное тампонирующее	391
Список литературы к разделу 2	394
3. БУРОВЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ И ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН	397
3.1. Состав буровой установки	397
3.2. Классификация буровых установок	398
3.3. Буровые агрегаты для бурения геологоразведочных скважин	399
3.3.1. Структурная схема буровых станков	399
3.3.2. Вращатели буровых станков	400
3.3.3. Механизмы подачи	411
3.3.4. Буровые лебедки	421
3.3.5. Коробки передач	428
3.3.6. Фрикционы буровых станков	433
3.3.7. Привод буровых агрегатов	434

3.3.8. Устройство, назначение и техническая характеристика современных буровых станков	438
3.3.9. Буровые насосы	448
3.4. Буровые вышки и мачты	457
3.4.1. Классификация буровых вышек и мачт	457
3.4.2. Устройство буровых вышек	458
3.4.3. Способы монтажа башенных вышек	460
3.4.4. Устройство и техническая характеристика буровых мачт	463
3.5. Механизмы для свинчивания и развинчивания бурильных труб ...	466
3.6. Буровые установки для бурения геологоразведочных и геотехнологических скважин	469
3.6.1. Буровые установки на базе станков типа «ЗИФ»	469
3.6.2. Буровые установки нормального ряда по ГОСТ 7959–74	472
3.6.3. Самоходные буровые установки общего назначения	478
3.6.4. Зарубежные буровые установки для бурения геологоразведочных и геотехнологических скважин	488
3.7. Забойные машины и механизмы	493
3.7.1. Гидроударники	493
3.7.2. Пневмоударники	500
3.8. Талевые системы	506
3.8.1. Классификация талевых систем	506
3.8.2. Определение грузоподъемности талевой системы	509
3.8.3. Талевые канаты	510
3.8.4. Расчет талевого каната	512
Список литературы к разделу 3	512