

Бондаренко В.А.
Савенок О.В.
Усов С.В.

**МЕХАНИКА
ГОРНЫХ ПОРОД
И ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ
ИНСТРУМЕНТ
ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**



Бондаренко В.А., Савенок О.В., Усов С.В.

**МЕХАНИКА ГОРНЫХ ПОРОД
И ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ
ИНСТРУМЕНТ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Учебное пособие

*по дисциплинам «Механика грунтов», «Механика горных пород»,
«Технология бурения нефтяных и газовых скважин»,
«Бурение нефтяных и газовых скважин»
для студентов всех форм обучения
направления 131000.62 «Нефтегазовое дело»*

Краснодар
2014

УДК 622.02(075.8)+622.243.2(075.8)

ББК 33.131я73

Б81

Рецензенты:

*С.А. Шаманов, кандидат технических наук, заведующий учебной частью
УКК филиала «Краснодар бурение» ООО «Газпром бурение»;
Д.Г. Антониади, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой Нефтегазового дела им. проф. Вартумяна КубГТУ*

Б81 Бондаренко, Вячеслав Александрович.

Механика горных пород и породоразрушающий инструмент при бурении скважин : учебное пособие по дисциплинам «Механика грунтов», «Механика горных пород», «Технология бурения нефтяных и газовых скважин», «Бурение нефтяных и газовых скважин» для студентов всех форм обучения направления 131000.62 «Нефтегазовое дело» / В.А. Бондаренко, О.В. Савенок, С.В. Усов; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 246 с.

ISBN 978-5-91718-339-8

В учебном пособии описаны горные породы нефтяных и газовых месторождений и их основные физико-механические свойства. Рассмотрены конструкции всех типов буровых долот и бурильных головок, механизм разрушения горных пород буровым инструментом. Уделено внимание новым типам высокоэффективного породоразрушающего инструмента. Пособие так же может быть полезным для специалистов производств нефтегазового профиля.

Ил. 167 Табл. 27 Библиогр.: 56 назв.

ББК 33.131я73

УДК 622.02(075.8)+622.243.2(075.8)

ISBN 978-5-91718-339-8

© В.А. Бондаренко, О.В. Савенок,
С.В. Усов, 2014

© ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014

© ООО «Издательский Дом – Юг», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----------|
| Введение | 8 |
| Глава 1 | |
| ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ИХ | |
| ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ | |
| СВОЙСТВА | 8 |
| 1 Горные породы | 8 |
| 1.1 Классификация горных пород | 8 |
| 1.2 Магматические породы | 9 |
| 1.3 Осадочные горные породы | 10 |
| 1.3.1 Обломочные породы | 13 |
| 1.3.2 Хемогенные и биогенные породы | 16 |
| 1.3.3 Вулканогенно-осадочные породы | 17 |
| 1.4 Метаморфические горные породы | 17 |
| 2 Физико-механические свойства горных пород | 18 |
| 2.1 Анизотропность | 18 |
| 2.2 Плотностные свойства горных пород | 19 |
| 2.3 Проницаемость | 21 |
| 2.4 Прочность | 23 |
| 3 Механические свойства твёрдых тел | 32 |
| 3.1 Основные модели твёрдых тел | 33 |
| 3.2 Виды и классы разрушения твёрдых тел | 36 |
| 4 Описание напряжённого состояния твёрдых тел. Методы испытаний горных пород. Одноосное сжатие | 37 |
| 5 Напряжённое состояние горных пород в недрах Земли. Горное и пластовое (поровое) давление | 41 |
| 6 Особенности напряжённого состояния и разрушения горных пород при вдавливании индентора | 44 |
| 6.1 Схемы воздействия элементов вооружения породоразрушающих инструментов на горную породу при бурении | 44 |
| 6.2 Особенности упругого напряжённого состояния пород при вдавливании | 46 |
| 7 Механизм разрушения горных пород при вдавливании инденторов. Скачкообразность разрушений | 51 |
| 7.1 Механизм разрушения горных пород при статическом вдавливании | 51 |
| 7.2 Механизм разрушения горных пород при динамическом вдавливании. Энергоёмкость разрушения | 55 |
| 8 Определение показателей механических свойств горных пород методом статического вдавливания штампа | 58 |
| 8.1 Понятие о твёрдости | 58 |
| 8.2 Метод статического вдавливания штампа | 59 |

| | | |
|------|---|----|
| 9 | Классификация горных пород по механическим свойствам при вдавливании. Определение твёрдости горных пород в категориях | 63 |
| 9.1 | Определение твёрдости горных пород в категориях по лабораторным и промышленным данным | 64 |
| 10 | Абразивность горных пород | 67 |
| 10.1 | Основные сведения об абразивности горных пород и изнашивании металлов | 67 |
| 10.2 | Основные закономерности изнашивания закаленной стали при трении о горные породы | 68 |
| 10.3 | Определение показателей абразивности горных пород. Классификация по абразивности | 71 |
| 10.4 | Определение абразивности горных пород в категориях. Косвенные методы оценки абразивности | 73 |
| 11 | Особенности разрушения горных пород на забое скважины и основные факторы, влияющие на сопротивление разрушению | 75 |
| 11.1 | Виды и области разрушения горных пород при бурении скважин | 75 |
| 11.2 | Влияние глубины залегания горных пород и дифференциального давления на сопротивление разрушению | 76 |
| 11.3 | Температура горных пород. Многолетнемёрзлые горные породы | 79 |
| 12 | Задание для выполнения самостоятельной работы | 81 |
| 12.1 | Темы рефератов | 82 |
| 12.2 | Теоретические положения для решения задач | 83 |
| 12.3 | Задание для решения задач | 88 |
| 12.4 | Исходные данные для решения задач 1–11 | 89 |

Глава 2

| | |
|---|-----------|
| ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ | 93 |
| 1 Общие сведения | 93 |
| 1.1 Введение | 93 |
| 1.2 Общие понятия, параметры и классификации ПБИ | 93 |
| 1.3 Технологические параметры ПРИ | 97 |
| 1.4 Параметры режима бурения | 98 |
| 2 Режуще-скалывающие инструменты | 98 |
| 2.1 Основные сведения | 98 |
| 2.2 Лопастные долота первого поколения | 99 |
| 2.3 Лопастные долота истирающе-режущие с твердосплавным вооружением (ДИР) | 107 |
| 2.4 Ступенчатые лопастные долота | 108 |
| 2.5 Долота с расчлененной лопастью | 110 |
| 2.6 Зарубежные лопастные долота | 112 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3 | Истирающе-режущие долота с природными и синтетическими алмазами | 113 |
| 3.1 | Природные алмазы | 113 |
| 3.2 | Синтетические алмазы и сверхтвердые материалы | 115 |
| 3.3 | Устройство алмазных долот | 116 |
| 3.4 | Виды и причины износа алмазных долот | 121 |
| 3.5 | Одношарошечные долота | 124 |
| 3.6 | Основные требования к ПБИ | 127 |
| 4 | Долота с алмазно-твердосплавными пластинами и резцами (АТП, АТР) | 127 |
| 4.1 | Общие сведения..... | 127 |
| 4.2 | Устройство долота ДАП | 131 |
| 4.3 | Износ долот и бурильных головок с АТП и АТР. Контроль износа | 137 |
| 4.4 | Зарубежные алмазно-твердосплавные долота | 139 |
| 5 | Долота ИСМ | 143 |
| 5.1 | Понятия о сверхтвердых материалах | 143 |
| 5.2 | Устройство долот ИСМ | 144 |
| 5.3 | Технико-экономические показатели обработки долот ИСМ | 149 |
| 6 | Долота дробяще-скалывающего и дробящего действия | 150 |
| 6.1 | Общие сведения | 150 |
| 6.2 | Устройство трехшарошечного долота | 153 |
| 6.3 | Вооружение трехшарошечных долот | 158 |
| 6.3.1 | Шарошечные долота с фрезерованным вооружением | 159 |
| 6.3.2 | Шарошечные долота с твердосплавным вооружением | 164 |
| 6.4 | Долотные стали | 168 |
| 6.5 | Промывочные системы трехшарошечных долот | 169 |
| 6.6 | Боковая гидромониторная схема промывки | 171 |
| 6.7 | Опоры шарошечных долот | 176 |
| 6.8 | Шифры шарошечных долот | 181 |
| 6.9 | Износ шарошечных долот | 183 |
| 6.10 | Двухшарошечные долота | 186 |
| 7 | Инструмент для отбора керна | 187 |
| 7.1 | Значение отбора керна в разведочном бурении скважин | 187 |
| 7.2 | Эффективность отбора керна | 188 |
| 7.3 | Керноотборные инструменты | 193 |
| 7.4 | Зарубежные керноотборные устройства | 202 |
| 7.5 | Бурильные головки | 205 |
| 7.6 | Зарубежные бурильные головки | 214 |
| 7.7 | Инструмент для отбора керна из стенок скважин | 219 |
| 8 | Вспомогательный технологический инструмент | 224 |
| 8.1 | Расширители скважин | 224 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 8.1.1 | Нераздвижные расширители | 224 |
| 8.1.2 | Зарубежные нераздвижные расширители | 226 |
| 8.1.3 | Раздвижные расширители | 227 |
| 8.2 | Опорно-центрирующий инструмент | 229 |
| 8.3 | Инструмент для бурения скважин больших диаметров | 235 |
| 8.4 | Специальный инструмент для зарезки боковых стволов | 239 |
| | Список литературы | 241 |