

А. Н. Попов

# РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

**А. Н. Попов**

# **РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД**

Учебное пособие

Москва    Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2021

УДК 622.24(075.8)  
ББК 33.36я7  
П58

Утверждено редакционно-издательским  
советом Уфимского государственного  
нефтяного технического университета

**Рецензенты:**

генеральный директор ООО «Азимут» (г. Уфа) канд. техн. наук *Х. И. Акчурин*;  
директор НИОКР ООО «Перфобур» (г. Уфа) д-р техн. наук *А. В. Лягов*

**Попов, А. Н.**  
**П58** Разрушение горных пород : учебное пособие / А. Н. Попов. – Москва ;  
Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 184 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-0762-5

Рассмотрены горные породы нефтяных и газовых месторождений, их геологические и механические свойства с точки зрения бурения нефтяных и газовых скважин. Большое внимание уделено устройству и механике породоразрушающих инструментов, их взаимодействию с забоем и изнашиванию в процессе бурения. Описаны принципы выбора породоразрушающих инструментов для конкретных условий бурения и их рациональной отработки.

Для студентов нефтегазовых направлений подготовки. Может быть полезно студентам, изучающим горное дело.

УДК 622.24(075.8)  
ББК 33.36я7

ISBN 978-5-9729-0762-5

© Попов А. Н., 2021  
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021  
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Предмет и задачи курса «Разрушение горных пород».....	3
<b>Тема 1. ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ</b> .....	4
1.1. Осадочные горные породы .....	4
1.2. Структурные модели осадочных горных пород .....	6
1.3. Геостатическая температура горных пород. Многолетнемерзлые породы .....	9
<b>Тема 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД</b> .....	11
2.1. Испытание горных пород при одноосном сжатии.....	11
2.2. Метод статического вдавливания штампа с плоским основанием.....	14
2.3. Классификации горных пород по твердости по штампу. Определение твердости горных пород в категориях.....	17
2.4. Особенности разрушения горных пород при динамическом вдавливании.....	18
2.5. Абразивность горных пород.....	20
2.6. Определение показателей абразивности горных пород. Классификация по абразивности.....	23
2.7. Особенности изнашивания твердого сплава.....	25
2.8. Влияние состава и строения горных пород на сопротивление разрушению.....	25
2.9. Взаимосвязь основных показателей свойств горных пород .....	27
<b>Тема 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТАХ</b> .....	30
3.1. Назначение породоразрушающих инструментов и требования к ним.....	30
3.2. Функциональные системы породоразрушающих инструментов. Классификации инструментов.....	30
3.3. Материалы вооружения породоразрушающих инструментов.....	33
3.4. Параметры режима работы долот.....	35
3.5. Показатели работы долота.....	37
3.6. Критерии оптимизации выбора и режима работы долот.....	37
<b>Тема 4. РЕЖУЩЕ-СКАЛЫВАЮЩИЕ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ</b> .....	39
4.1. Долота режуще-скалывающего действия с твердосплавным вооружением.....	39
4.2. Особенности взаимодействия лопатного долота с забоем.....	40
4.3. Изнашивание лопатных долот.....	43
4.4. Одношарошечные долота.....	43

<b>Тема 5. ДОЛОТА С ФИКСИРОВАННЫМИ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИМИ РЕЗЦАМИ.....</b>	<b>46</b>
5.1. Элементы вооружения алмазно-твердосплавных долот.....	46
5.2. Устройство долота PDC.....	48
5.3. Долота с гребнеобразными резцами и коническими вставками.....	52
5.4. Шифры и коды долот PDC.....	53
5.5. Кодирование износа долот PDC.....	57
5.6. Коды видов износа долот PDC.....	60
5.7. Выбор долота PDC в соответствии с механическими свойствами горных пород .....	66
5.8. Истирающе-режущие долота, оснащенные натуральными и синтетическими алмазами.....	68
<b>Тема 6. ШАРОШЕЧНЫЕ ДОЛОТА ДРОБЯЩЕ-СКАЛЫВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ.....</b>	<b>72</b>
6.1. Устройство шарошечного долота .....	72
6.2. Принцип работы долота. Дробящая способность шарошек.....	74
6.3. Долото как источник вынужденных колебаний инструментов.....	76
6.4. Скалывающая способность шарошек .....	77
6.5. Кинематика шарошечного долота .....	79
6.6. Стендовое определение передаточных чисел шарошек .....	81
6.7. Вооружение шарошек долот первого класса .....	83
6.8. Особенности периферийного вооружения шарошек.....	87
6.9. Вооружение шарошек долот второго класса.....	88
6.10. Периферийное вооружение шарошек долот 2-го класса.....	91
6.11. Системы промывки шарошечных долот .....	92
6.12. Опоры шарошек и система их смазки .....	96
6.13. Армирование лап шарошечных долот.....	104
6.14. Размеры и шифр долот по ГОСТ 20692-2003. Кодирование долот по системе Международной ассоциации буровых подрядчиков.....	106
6.15. Шифры шарошечных долот ОАО «Волгабурмаш» .....	108
<b>Тема 7. РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ.....</b>	<b>111</b>
7.1. Виды и области разрушения горных пород при бурении скважин.....	111
7.2. Области объемного разрушения горных пород.....	112
7.3. Влияние глубины залегания горных пород и дифференциального давления на сопротивление разрушению.....	114
7.4. Приведение предела текучести горных пород к забойным условиям.....	117
7.5. Безразмерные характеристики разрушения горных пород.....	122
7.6. Формулы подбоя .....	123
7.7. Мощность и момент, обеспечивающие работу долота .....	124
7.8. Выбор шарошечных долот по данным о механических свойствах горных пород.....	126
7.9. Контроль параметров режима работы долота .....	138

7.10. Отработка долота. Признаки отказа долота.....	140
7.11. Рейкообразование на забое скважины и его профилактика.....	142
7.12. Описание износа шарошечных долот.....	144
7.13. Коды основных видов износа шарошечных долот.....	149
7.14. Описание прочности горных пород и выбора долот в кодах МАБП .....	152
<b>Тема 8. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ С ОТБОРОМ КЕРНА .....</b>	<b>156</b>
8.1. Керн и основные виды керноприемных устройств .....	156
8.2. Бурильные головки .....	160
8.3. Кернорватели.....	164
8.4. Причины разрушения керна при бурении и методы обеспечения необходимого выноса керна .....	166
<b>Тема 9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ) ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН.....</b>	<b>169</b>
9.1. Инструменты для подготовки ствола и забоя скважины к последующим операциям .....	169
9.2. Инструменты для увеличения диаметра скважины .....	172
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>176</b>