

УДК 622.276.031:53(075.8)
ББК 26.325.31я73
Ш 51

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Северо-Кавказского федерального
университета

Шестерень А. О., Коломийцев А. В., Шлютер М.
Ш 51 **Гидравлика многофазных потоков в добыче нефти /**
Multiphase flow hydraulics in oil production: учебное по-
собие на англ. яз. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. –
104 с.

Пособие разработано в соответствии с программой дисциплины и ФГОС ВО Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования; представляет курс лекций, в котором приведены общие и частные уравнения и законы механики многофазных жидкостей. Рассмотрено движение многофазных смесей с учетом фазовых переходов. Показаны примеры решения некоторых прикладных задач. Предложены модели, упрощающие описание многофазных смесей и доводящие их до вычислительного алгоритма.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Авторы:

ст. преподаватель **А. О. Шестерень**,
ассистент **А. В. Коломийцев**,
д-р техн. наук, профессор **М. Шлютер**

Рецензент:

д-р техн. наук, доцент **А.-Г. Г. Керимов**,
Ведущий специалист отдела проектирования
и мониторинга разработки месторождений
республики Дагестан ООО «НК «Роснефть» НТЦ»,
канд. геол.-минерал. наук **А. А. Папоротная**

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет», 2019

CONTENTS

Introduction	5
 1. FUNDAMENTALS OF RESERVOIR FLUID FLOW	
1.1. Types of fluids	7
1.2. Incompressible Fluid	8
1.3. Compressible Fluid	9
 2. FLOW REGIMES	
2.1. Steady-State Flow	11
2.2. Unsteady-State Flow	11
2.3. Pseudosteady-State Flow	12
 3. RESERVOIR GEOMETRY	
3.1. Radial Flow	13
3.2. Linear Flow	13
3.3. Spherical and Hemispherical Flow	13
 4. NUMBER OF FLOWING FLUIDS IN THE RESERVOIR. FLUID FLOW EQUATIONS	
4.1. Number of flowing fluids in the reservoir	16
4.2. Fluid flow equations	16
 5. THE LINE SOURCE SOLUTION	
5.1. Linear Flow of Incompressible Fluids	19
5.2. Radial flow model of an incompressible fluid	20
 6. APPROXIMATION OF THE GAS FLOW RATE	
6.1. Pressure-squared method	27
6.2. Horizontal Multiple-Phase Flow	27
 7. UNSTEADY-STATE FLOW	
7.1. Pressure disturbance as a function of time	31
7.2. Unsteady-state flowing condition.....	32

8. CONSTANT-TERMINAL-PRESSURE SOLUTION. CONSTANT-TERMINAL-RATE SOLUTION	
8.1. Constant-terminal-pressure solution	35
8.2. Constant-terminal-rate solution	35
8.3. Infinite-Acting Reservoir	41
8.4. Finite-Radial Reservoir	41
9. PSEUDOSTEADY-STATE FLOW	
9.1. Pseudosteady (semisteady) – state flow	43
9.2. Pressure-Squared Approximation Method	45
9.3. Skin Factor	45
9.4. Turbulent Flow Factor	46
9.5. Turbulent Flow Factor	49
APPENDIX	
LABORATORY WORKS	
1. Characterisation and modelling of flow patterns	53
2. The Radial Model	59
3. The Steady State Solution	64
4. Non-Steady State Flow Regimes and Dimensionless Variables	69
5. The line source solution	73
6. The constant terminal pressure solution	82
7. Principle of Superposition and Approximation of Variable – Rate Pressure Histories	87
8. Effects of Rate Changes	92
9. Simulating Boundary Effects (Image Wells)	96
Conclusion	102
References	103