

УДК 622.276.6(075.8)

ББК 33.361я73

И46

Ильина Г.Ф.

И46 Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: учебное пособие / Г.Ф. Ильина, Л.К. Алтунина; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 166 с.

В пособии приведены и описаны основные показатели эффективности вытеснения нефти из пористой среды водой и растворами композиций химических реагентов. Изложены основные факторы, влияющие на нефтеотдачу. Рассмотрены методы интенсификации притока жидкости, применяемые для пород коллекторов Западной Сибири.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 130500 «Нефтегазовое дело», 130300 «Прикладная геология»

УДК 622.276.6(075.8)

ББК 33.361я73

Рецензенты

Кандидат физико-математических наук
главный научный сотрудник департамента геологии и разработки
ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК»

В.Н. Панков

Кандидат геолого-минералогических наук, профессор
директор ТФ ФГУП (СНИИГиМС)

В.Е. Пешков

© Томский политехнический университет, 2006

© Ильина Г.Ф., Алтунина Л.К., 2006

© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.	5
1	ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ, МЕТОДЫ МУН И МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ	6
2	ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕФТЕОТДАЧУ, ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛАСТА	9
2.1	Нефтеотдача пластов при различных условиях дренирования	12
2.2	Коллекторские свойства горных пород	14
2.3	Неоднородность порового пространства	16
2.4	Свойства нефти	19
2.5	Давление и температура	22
2.6	Техническое состояние скважины	23
2.7	Состояние призабойной зоны пласта	23
3	ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ НЕФТИ	26
3.1	Физические основы повышения извлечения и структура остаточной нефтенасыщенности	26
3.2	Поверхностные явления при фильтрации пластовых жидкостей.	27
3.3	Дроссельный эффект при движении жидкостей и газов в пористой среде	28
3.4	Схема вытеснения из пласта нефти водой и газом	29
3.5	Роль капиллярных процессов при вытеснении нефти водой из пористых сред	31
3.6	Использование теории капиллярных явлений для установления зависимости нефтеотдачи от различных факторов	32
3.7	Методы увеличения извлекаемых запасов нефти	33
3.8	О многообразии методов воздействия на пласты	33
3.9	Проектирование методов воздействия	34
3.10	Изменение физико-химических свойств нефти в процессе разработки	34
4	РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАВОДНЕНИЯ	35
4.1	Разработка месторождений с использованием заводнения	35
4.1.1	Циклическое воздействие при заводнении пластов	37
4.1.2	Размещение скважин	38
4.1.3	Потребности в воде для заводнения нефтяных залежей	39
4.1.4	Источники обводнения	40
4.2.	Методы повышения нефтеотдачи при заводнении пластов	44
4.2.1	Принципы внедрения методов на месторождениях	45
4.2.2	Критерии применимости методов увеличения нефтеотдачи пластов	46
4.2.3	Оценка технологического эффекта на поздней стадии разработки	47
4.2.4	Методы расчета технологических показателей разработки базового варианта	48
4.2.5	Оценка экономического эффекта	49
4.3.	Физико-химические методы, улучшающие заводнение	50

4.3.1	Полимеры	52
4.3.1.1	Механизм процесса	52
4.3.1.2	Адсорбция полимера пористой средой	53
4.3.1.3	Деструкция (разрушение) молекул полимера	53
4.3.1.4	Технология процесса	53
4.3.1.5	Недостатки метода полимерного заводнения	54
4.3.2	Поверхностно-активные вещества	54
4.3.2.1	Адсорбция ПАВ	55
4.3.2.2	Технология и система разработки	55
4.3.2.3	Технологические этапы и процессы, связанные с внедрением ПАВ	55
4.3.2.4	Применение неионогенных водорастворимых ПАВ	57
4.3.2.5	Недостатки метода заводнения с неионогенными ПАВ	58
4.3.3.	Щелочи	58
4.3.3.1	Технология и системы разработки	59
4.4.	Применение биополимеров и гелеобразующих композиций на их основе, полисила для увеличения нефтеотдачи	60
4.5.	Промышленное использование на месторождениях Западной Сибири гель-технологий увеличения нефтеотдачи, разработанных Институтом химии нефти СО РАН	62
4.5.1	Гель-технологии с применением неорганических гелеобразующих составов ГАЛКА	63
4.6.	Полимерные гелеобразующие композиции МЕТКА и РОМКА	75
4.7.	Технологии увеличения нефтеотдачи композициями на основе ПАВ и комплексная технология воздействия гелеобразующими и нефтевытесняющими композициями	82
4.8.	Воздействие на пласт мицеллярными растворами	91
4.8.1	Механизм действия мицеллярных растворов	93
4.9.	Организация безопасного применения химреагентов	93
4.9.1	Источники загрязнения	93
4.9.2.	Контроль за изменением физико-химических свойств воды	94
4.9.3.	Утилизация отходов нефтепродуктов и химических реагентов	95
5	ГАЗОВЫЕ МЕТОДЫ	96
5.1	Использование диоксида углерода для повышения нефтеотдачи пласта	99
5.2	Механизм вытеснения	99
5.2.1	Вытеснение нефти газообразным диоксидом углерода	100
5.2.2.	Вытеснение сжиженным CO ₂	100
5.3	Способы закачки	102
5.4.	Свойства диоксида углерода	103
5.4.1.	Смеси с CO ₂	103
5.5.	Гидратообразование	103
5.6	Коррозия	104
5.7	Системы разработки	104
5.8	Недостатки метода	104
5.9	Технология CO ₂ для повышения нефтеотдачи	105
5.10	Основные источники CO ₂	106

5.11	Схема получения CO ₂ из продукции газовых месторождений	106
5.12	Системы транспортировки и закачки CO ₂	107
6	ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ ФИЗИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ	109
6.1.	Тепловые методы	109
6.1.1.	Вытеснение нефти с применением внутрипластового горения	109
6.1.2	Вытеснение нефти паром	111
6.1.3	Циклическое нагнетание пара	112
6.1.4	Технология пароциклического воздействия	113
6.2	Тепловые методы воздействия на пласт	113
6.3	Теплофизические методы воздействия, гидромеханические и импульсно-ударные методы обработки пласта и воздействия на призабойную зону пласта	116
6.3.1	Термоакустическая обработка	116
6.3.2	Импульсно-ударное и вибрационное воздействие	117
6.3.3.	Физические основы волнового воздействия на ПЗП	117
6.3.4.	Область применения	118
6.3.5.	Технические средства и материалы	118
6.3.6.	Принцип действия гидровибратора	119
6.3.7.	Вибросейсмическое воздействие	119
6.3.8.	Метод пульсирующих мгновенных депрессий	120
6.3.9.	Разрыв пласта давлением пороховых газов	121
6.3.10	Метод термогазохимического воздействия	121
7.	ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СКВАЖИНЫ	122
7.1	Вторичное вскрытие продуктивных пластов	122
7.1.1	Технологические показатели эффективности вторичного вскрытия пласта перфорацией	124
7.2	Химические методы воздействия на призабойную зону пласта	125
7.2.1	Технология воздействия на ПЗП	125
7.2.2.	Солянокислотная обработка пласта	129
7.2.3	Солянокислотная обработка пласта при высоких устьевых давлениях без применения пакера	132
7.2.4	Поинтервально-направленная солянокислотная обработка пласта с применением гидроперфоратора	133
7.2.5	Кислотная обработка в условиях высоких пластовых температур	133
7.2.6	Обработка пласта кислотными эмульсиями	134
7.2.7	Обработка пласта кислотными пенами-аэрированными кислотами с добавками ПАВ	135
7.3.	Глинокислотная обработка пласта	137
7.3.1.	Применение бифторида аммония для кислотной обработки пласта	140
7.3.2.	Реагенты, применяемые при кислотных обработках	140
7.3.3.	Термокислотная обработка пласта	142
7.4.	Бурение боковых стволов (зарезка вторых стволов)	144
7.5.	Разработка месторождений горизонтальными скважинами	146
7.6.	Гидравлический разрыв пласта	148

7.6.1.	Основные понятия о методе гидравлического разрыва пласта	148
7.6.2.	Задачи, решаемые при гидроразрыве	149
7.6.3	Цель гидравлического разрыва	150
7.6.4.	Давление разрыва	150
7.6.5.	Направление трещины разрыва	150
7.6.6.	Жидкости разрыва	151
7.6.7	Испытание на проницаемость	153
7.6.8	Типы проппантов	153
7.6.9	Техника и технология гидравлического разрыва пласта	154
7.6.10	Специальные агрегаты и технические средства, применяемые при ГРП	155
7.6.11.	Критерии выбора скважин для проведения ГРП	156
7.6.12	Оценка технологической эффективности проведения ГРП	157
	Список литературы	158