

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	5
Введение.....	7
1. Газовые месторождения: проблемы разработки.....	9
1.1. Компонентный состав природных газов.....	10
1.2. Свойства газа и газового конденсата.....	21
1.3. Сопутствующие флюиды (рассеянные жидкие углеводороды, нефть, связанная и пластовая вода).....	35
1.3.1. Рассеянные жидкие углеводороды, нефть.....	35
1.3.2. Связанная и пластовая вода.....	38
1.4. Режимы разработки.....	49
1.4.1. Газовые месторождения.....	49
1.4.2. Месторождения газоконденсатного типа.....	55
1.5. Основные проблемы разработки газовых месторождений.....	101
2. Фазовое равновесие природных углеводородных смесей.....	104
2.1. Методы расчета параметров фазового равновесия углеводородных смесей.....	105
2.2. Особенности процесса испарения жидких углеводородов в пористой среде.....	113
2.2.1. Физическое и математическое моделирование процесса.....	114
2.2.2. Сравнительный анализ результатов моделирования влияния пористой среды на процесс испарения.....	118
2.3. Изменение состава газа при снижении пластового давления на месторождении с большим этажом газоносности.....	120
2.4. Моделирование взаимодействия газоконденсатных смесей с нагнетаемыми в пласт агентами воздействия.....	127
2.4.1. Особенности построения тройных диаграмм для газоконденсатных систем.....	128
2.4.2. Изучение массообменных процессов при многоконтатной конденсации.....	134
2.4.3. Влияние содержания промежуточных углеводородов на фазовое распределение компонентов в газоконденсатной системе.....	140
3. Физическое и математическое моделирование пластовых процессов.....	144
3.1. Комплекс компьютеризированного экспериментального оборудования для исследования пластовых процессов.....	145
3.1.1. Системы трех- и двухфазной фильтрации.....	145
3.1.2. Основы применения компьютерной томографии при исследовании процессов фильтрации в пористой среде.....	150
3.1.3. Исследование эффективности использования присадок для увеличения контрастности томограмм.....	155
3.1.4. Определение насыщенности пористой среды по данным томографии.....	157
3.1.5. Пример, иллюстрирующий возможности томографии. Визуализация процесса капиллярной пропитки гидрофильного однородного песчаника.....	158
3.2. Исследование процесса вытеснения выпавшего в пласте конденсата жидкими углеводородными и неуглеводородными растворителями.....	160
3.2.1. Вытеснение ретроградного конденсата легким углеводородным растворителем.....	160
3.2.2. Оценка размеров переходной зоны при вытеснении выпавшего в пласте конденсата растворителями.....	168
3.2.3. Повышение конденсатоотдачи пласта при нагнетании диоксида углерода.....	173
3.2.4. Математическое моделирование вытеснения ретроградного конденсата из пласта.....	181
3.3. Применение обогащенного газа для повышения углеводородоотдачи пласта.....	186
3.3.1. Механизм фильтрации жидкой фазы при нагнетании газообразных агентов....	186
3.3.2. Исследование механизма вытеснения ретроградного конденсата обогащенным газом.....	189

3.4. Метод доразработки истощенного газоконденсатного месторождения в режиме подземного хранилища газа	196
3.5. Разработка нефтяной оторочки с помощью растворителей.....	203
3.5.1. Физические основы вытеснения нефти растворителями, газом высокого давления и обогащенным газом	204
3.5.2. Оценка коэффициента извлечения	209
3.5.3. Пример расчета параметров разработки нефтяной оторочки газоконденсатной залежи.....	218
3.5.4. Технологическая схема закачки в пласт и регенерации углеводородного растворителя.....	223
3.6. Повышение отбора углеводородов на завершающей стадии эксплуатации газоконденсатного месторождения с помощью закачки неравновесного газа	226
3.6.1. Исследование фильтрации многокомпонентных углеводородных систем при вытеснении пластового газа сухим	226
3.6.2. Исследование компонентоотдачи пласта	229
3.6.3. Изучение размеров зоны смеси при вытеснении газа газом	245
3.6.4. Математическое описание процесса вытеснения пластовой газоконденсатной смеси сухим газом	255
4. Особенности разработки крупных газовых месторождений	270
4.1. Разработка месторождения Медвежье	270
4.1.1. Геолого-физическая характеристика месторождения	272
4.1.2. Технологическая основа для проектирования	277
4.1.3. Технологические и технико-экономические показатели разработки	287
4.1.4. Рекомендации по контролю за разработкой	292
4.1.5. Технология и техника добычи газа	298
4.1.6. Рекомендации по системе внутрипромыслового сбора, подготовке и компримированию газа	301
4.2. Разработка Уренгойского месторождения.....	305
4.2.1. Геологическая характеристика сеноманской залежи.....	305
4.2.2. Этапы проектирования.....	307
4.2.3. Состояние разработки. Сопоставление проектных и фактических показателей	308
4.2.4. Анализ результатов исследований скважин при стационарном режиме фильтрации. Уточнение продуктивной характеристики “средней” скважины зон УКПГ.....	313
4.2.5. Контроль за разработкой	316
4.2.6. Анализ эксплуатации скважин с водо- и пескопроявлениями	319
4.2.7. Рекомендации по усовершенствованию технологии подготовки газа к транспорту	321
4.2.8. Технологические показатели разработки.....	324
4.3. Разработка Ямбургского месторождения	330
4.3.1. Геологическая характеристика сеноманской залежи.....	330
4.3.2. Состояние разработки сеноманской залежи	332
4.3.3. Технологические показатели разработки.....	338
4.3.4. Рекомендации по контролю за разработкой	341
4.3.5. Технология и техника добычи газа	343
4.3.6. Модернизация системы сбора и промысловой подготовки газа в процессе доразработки сеноманской залежи	348
4.3.7. Основные выводы по особенностям разработки сеноманской залежи Ямбургского месторождения	356
5. Увеличение продуктивности скважин	361
5.1. Особенности эксплуатации газоконденсатных скважин. Динамика изменения их продуктивности	361
5.1.1. Причины снижения продуктивности скважин	362
5.1.2. Влияние накопления ретроградного конденсата в призабойной зоне на продуктивность скважины.....	365
5.1.3. Влияние коллекторских свойств на течение газоконденсатных смесей	373
5.1.4. Накопление конденсата в призабойных зонах скважин в пластах с неоднородным коллектором.....	380
5.1.5. Влияние динамических параметров на процесс фильтрации газоконденсатных смесей	386
5.1.6. Приток к скважине подвижной ретроградной жидкости	394
5.2. Повышение продуктивности газоконденсатных скважин путем обработки их призабойных зон газом.....	395
5.2.1. Основные принципы обработки призабойных зон газоконденсатных скважин сухим газом.....	395
5.2.2. Влияние неоднородности пластов на процесс обработки	419
5.2.3. Промысловый опыт обработки газоконденсатных скважин газом.....	426

5.2.4. Основные положения технологии обработки призабойных зон газоконденсатных скважин сухим газом.....	436
5.2.5. Глубокая газовая репрессия на призабойную зону скважин.....	439
5.3. Повышение продуктивности газоконденсатных скважин путем обработки их призабойных зон растворителями.....	448
5.3.1. Основные принципы обработки призабойных зон газоконденсатных скважин жидкими углеводородными растворителями.....	448
5.3.2. Промысловый опыт обработки газоконденсатных скважин растворителями.....	471
5.3.3. Основные положения технологии обработки призабойных зон газоконденсатных скважин жидкими углеводородными растворителями.....	481
6. Методы повышения углеводородоотдачи продуктивного пласта.....	483
6.1. Вытеснение выпавшего конденсата растворителем (эксперимент на Вуктыле).....	492
6.2. Разработка газоконденсатной залежи с нагнетанием неравновесного газа.....	498
6.2.1. Геолого-промысловая характеристика опытного участка.....	498
6.2.2. Схема подачи газа для площадного вытеснения углеводородов и подготовки продукции к транспорту.....	510
6.2.3. Система контроля за процессом.....	512
6.2.4. Результаты реализации технологии на полигоне в районе УКПГ-8 Вуктыльского месторождения.....	530
6.3. Нагнетание сухого газа в обводняющиеся зоны газоконденсатного месторождения.....	556
6.4. Повышение газоотдачи путем нагнетания азота в обводняющуюся газовую залежь.....	563
6.4.1. Общие предпосылки воздействия на залежь.....	563
6.4.2. Влияние эффекта выделения растворенного в пластовой воде газа на процесс обводнения сеноманских залежей месторождений севера Западной Сибири.....	571
6.4.3. Модель фильтрации подошвенных вод в газовую залежь, учитывающая выделение растворенного газа, при значениях газонасыщенности, не достигающих порога подвижности газовой фазы.....	572
6.4.4. Моделирование макронеоднородности коллекторов сеноманских отложений.....	575
6.4.5. Прогнозирование обводнения сеноманской залежи месторождения Медвежье с использованием модели, учитывающей выделение из пластовой воды растворенного газа.....	577
6.4.6. Основные проектные показатели разработки месторождения Медвежье.....	580
6.4.7. Расчетные показатели применения технологии разработки месторождения Медвежье с закачкой азота в пласт.....	582
6.4.8. Обоснование выбора пилотного участка и основные показатели опытной закачки азота.....	595
6.4.9. Экологические аспекты азотной технологии.....	605
6.4.10. Экономическая эффективность закачки азота в пласт на месторождении Медвежье.....	605
7. Эксплуатация газоконденсатного месторождения в режиме регулятора.....	622
7.1. Цели создания регулятора сырьевой базы углеводородов и магистральных потоков газа.....	623
7.2. Текущее состояние Вуктыльского НГКМ как базового объекта для организации регулятора. Этапы перевода месторождения в режим регулятора.....	624
7.3. Особенности промыслового контроля при эксплуатации ГКМ в режиме регулятора.....	635
7.4. Анализ возможных и обоснование рекомендуемого варианта эксплуатации регулятора. Ожидаемые технико-экономические показатели.....	637
7.4.1. Выбор расчетных вариантов разработки.....	637
7.4.2. Технологические показатели разработки.....	638
7.4.3. Технико-экономическая оценка эксплуатации Вуктыльского НГКМ в режиме хранилища-регулятора.....	642
7.5. Программа научного сопровождения работ по переводу ГКМ в режим регулятора и при эксплуатации объекта в новом качестве.....	647
8. Система сбора и промысловой обработки природных газов в северных условиях. Особенности проектирования и эксплуатации.....	649
8.1. Обеспечение качества газа и жидких углеводородов.....	649
8.1.1. Требования к качеству газа.....	650
8.1.2. Методы контроля качества товарного газа.....	657
8.1.3. Требования к качеству углеводородного конденсата, ШФЛУ, смесей легких жидких углеводородов.....	673
8.1.4. Контроль качества жидких углеводородных продуктов.....	690
8.1.5. Основные требования по обеспечению безопасности работы.....	701
8.2. Технологические процессы абсорбционной осушки газа.....	707

8.2.1. Усовершенствованная технологическая схема двухстадийной абсорбционной осушки газа на северных месторождениях.....	712
8.2.2. Опыт эксплуатации и модернизации основного технологического оборудования на установках комплексной подготовки газа сеноманских залежей Уренгойского месторождения.....	720
8.2.3. Особенности нормирования и прогнозирования технологических потерь гликолей на установках осушки газа.....	738
8.2.4. Пути сокращения технологических потерь гликолей в системах абсорбционной осушки газа.....	757
8.3. Низкотемпературная обработка природных газов.....	759
8.3.1. Общая характеристика низкотемпературных процессов промышленной обработки газа.....	762
8.3.2. Технологические процессы промышленной обработки природных газов валанжинских залежей на Уренгойском и Ямбургском месторождениях.....	786
8.3.3. Особенности применения летучих ингибиторов гидратообразования и новые технологические процессы низкотемпературной обработки газа.....	794
8.3.4. Возможности применения низкотемпературных процессов при промышленной обработке природных газов с малым содержанием тяжелых углеводородов.....	813
8.3.5. Опыт и перспективы применения эжекторных газодинамических устройств на северных месторождениях.....	820
8.3.6. Термодинамические основы совершенствования инженерных методик расчета газодинамических устройств.....	830
8.4. Особенности проектирования и эксплуатации системы промышленной подготовки природных газов в северных условиях.....	841
8.5. Актуальные направления совершенствования технологии добычи газа в осложненных условиях.....	869
Список литературы.....	874

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Вяхирев Рем Иванович
Гриценко Александр Иванович
Тер-Саркисов Рудольф Михайлович

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Заведующий редакцией *Т.К. Рубинская*
 Редакторы издательства *А.И. Вороновская, Н.В. Сергеева, С.А. Скотникова*
 Переплет художника *Н.П. Новиковой*
 Художник-график *Н.П. Новикова*
 Технический редактор *Г.В. Лехова*
 Корректоры *Т.Ю. Шамонова, Л.Н. Фомина, Г.В. Лехова*
 Оператор *Ю.А. Титова*
 Компьютерная верстка *И.В. Севалкина, Е.Б. Рагузина*