

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЧАСТЬ I</b>		Стр.
<b>Глава I</b>	<b>Предпосылки улучшения качества воды, используемой в системе ППД</b>	3
1.1.	Геолого-технические предпосылки улучшения качества закачиваемой воды в пласт	3
1.2.	Характеристика коллекторских свойств пластов по данным порометрии	10
1.3.	Механизм снижения проницаемости кольматирующими частицами	18
1.4.	Фильтрационные процессы и качество закачиваемых вод	24
1.5.	Кольматационные процессы и перспективные технологии очистки закачиваемых вод	28
1.6.	О скорости и других факторах кольматации пористой среды	40
1.7.	Основные типы фильтрационных процессов	49
1.7.1.	Фильтрация жидкости, содержащей ТВЧ, с полной закупоркой пор	50
1.7.2.	Фильтрация с постепенной закупоркой пор	52
1.7.3.	Фильтрация промежуточного типа	53
1.7.4.	Сопоставление различных закономерностей фильтрации	54
1.7.5.	Определение сопротивления системы «осадок-порода»	58
1.7.6.	Пульсирующий характер изменения проницаемости пористой среды	60
<b>Глава II</b>	<b>Влияние коллекторских свойств и других факторов на фильтрационные характеристики пласта</b>	62
2.1.	Распределение пор по размерам и его влияние на затухание фильтрации	62
2.2.	Связь проницаемости с размерами и удельной поверхностью породы пласта	62

2.3.	Зависимость некоторых гидродинамических параметров коллектора от других факторов	64
2.4.	Зависимость проницаемости от размера поровых каналов	67
2.5.	Определение проницаемости пород по номограмме	74
2.6.	Оценка эффективной проницаемости пласта по коэффициенту продуктивности скважин	76
2.7.	Оценка средней проницаемости пласта по анализам кернов	81
2.8.	Оценка средней проницаемости последовательно соединенных пластов	83
2.9.	Оценка проницаемости трещиноватых пород	83
2.10.	Влияние давления на изменение коллекторских свойств пласта	86
2.11.	Влияние на фильтрацию связанной воды	86
2.12.	Влияние фильности породы на движение жидкости в поровых каналах	87
2.13.	Влияние остаточной нефтенасыщенности и других факторов на фильтрационные характеристики породы	89
2.14.	Зависимость проницаемости пород от содержания глин	92
2.15.	Зависимость проницаемости кольматированных кернов от их начальной газопроницаемости	94
2.16.	Влияние скорости закачки на проницаемость и вытеснение нефти	96
2.17.	Влияние температуры призабойной зоны пластов на их приемистость	98
2.18.	Влияние свойств мехпримесей на процессы фильтрации	100
2.19.	Основные виды кольматантов, загрязняющих призабойную зону нагнетательных скважин	105
2.20.	Обобщенная характеристика состава взвесей, содержащихся в закачиваемой воде	106
2.21.	Качественная оценка изменения давления нагнетания в зоне кольматации пористой среды	112
2.22.	Качественная оценка потерь давления в слое кека	113
2.23.	Некоторые зависимости параметров фильтрации вод в пористой среде с образованием кека	115
<b>Глава III</b>	<b>Геохимическая характеристика, совместимость флюидов, кольматанты и их влияние на коллекторские свойства пластов</b>	<b>116</b>
3.1.	Содержание в пластах -коллекторах водорастворимых минералов	116

3.2.	Солевой состав пластовых и закачиваемых вод	118
3.3.	Совместимость пластовой воды со сточной и пресными водами	120
3.4.	Снижение пористости пласта при его загрязнении соединениями железа	124
3.5.	Изменение проницаемости пласта за счет заполнения пор взвесью гидроокиси железа	126
3.6.	Возникновение осадков при контакте кислородо-содержащих вод с пластовой, содержащей $H_2S$	127
3.7.	Снижение пористости пласта за счет осадков, формируемых при контакте закачиваемых жестких и щелочных пластовых вод	127
3.8.	Снижение пористости пласта за счет выпадения карбоната кальция при нагревании	128
3.9.	Потеря пористости пласта в призабойной зоне за счет взвешенных в воде частиц	129
3.10.	Биозагрязнение пласта	130
3.11.	Коррозионная активность пластовых вод и формирование ТВЧ	133
3.12.	Распределение комплексов «FeS + нефть» в жидкостях	137
3.13.	Методы предотвращения сульфатредукции, выщелачивания и сероводородной коррозии	138
3.14.	Технологии воздействия на призабойную зону скважин и их последствия	141
<b>Глава IV</b>	<b>Основные факторы, влияющие на эффективность ППД как составной части системы разработки нефтяных месторождений</b>	<b>143</b>
4.1.	Существующая система ППД	143
4.2.	Проблема ППД на новом уровне	144
4.3.	Факторы, влияющие на эффективность системы ППД и приемистость нагнетательных скважин	145
4.4.	Основные источники загрязнений закачиваемых вод	147
4.5.	Мехпримеси, поступающие из добывающих скважин	148
4.6.	Краткая характеристика мехпримесей в закачиваемой воде	149
4.7.	Коррозионная компонента в формировании мехпримесей и проблема очистки воды для закачки в пласт	161
<b>Глава V</b>	<b>Традиционные и новые требования к качеству закачиваемых вод</b>	<b>168</b>
5.1.	Требования к качеству пресных вод	169

5.1.1.	Физико-химические свойства пресной воды	169
5.2.	Требования, предъявляемые к качеству пресной воды	171
5.3.	Общая характеристика пластовых вод	173
5.4.	О нормах на качество воды, закачиваемой в продуктивные пласты	177
5.4.1.	Требования к качеству воды за рубежом	180
5.5.	Факторы, учитываемые при нормировании качества закачиваемых вод	181
5.5.1.	Давление нагнетания, энергозатраты и требования к качеству закачиваемых вод	187
5.6.	Расчет допустимых размеров ТВЧ в зависимости от коллекторских свойств пласта	193
5.6.1.	Определение необходимой степени очистки	193
5.6.2.	Корректировочная проверка содержания ТВЧ с учетом мощности пласта	196
5.6.3.	Определение предельно допустимого содержания в сточной воде ТВЧ и капель нефти с размерами ниже критических с учетом мощности пласта	196
5.6.4.	Корректировка предельно допустимого содержания ТВЧ и нефти при кольматационном режиме работы пласта	197
Глава VI	<b>Совершенствование системы ППД</b>	199
6.1.	О комплексном подходе к решению проблемы ППД	199
6.2.	Анализ стоимости ремонтных работ по восстановлению приемистости нагнетательных скважин традиционной системы ППД	200
6.3.	Факторы, учитываемые при проектировании системы ППД	207
6.4.	Рекомендации, учитываемые при реконструкции системы ППД	208
6.5.	Некоторые виды оборудования для очистки закачиваемых вод	211
6.6.	Требования при смешении девонской и угленосной нефтей	214
6.7.	О стабилизации качества очищенной воды при перекачке по системе ППД	215
6.8.	Оперативный контроль процесса закачки	216
6.9.	Требования к системе подготовки нефти, исключаящие неконтролируемый сброс загрязненных вод в систему ППД	218
6.10.	Рекомендуемые методы восстановления приемистости нагнетательных скважин	220

6.11.	Каскадная технология очистки и закачки воды в пласт	221
6.11.1.	Характеристика каскадной технологии	221
6.11.2.	Технико-экономические преимущества глубокой очистки сточных вод по каскадной технологии с использованием аппаратов АОСВ-2	229
6.11.2.1.	База сравнения и методика расчета экономического эффекта	229
6.11.2.2.	Исходные данные и расчет hozрасчетного экономического эффекта	234
<b>Глава VII</b>	<b>Промысловый опыт закачки воды различного качества</b>	<b>238</b>
7.1.	Промысловый опыт «Татнефти»	239
7.2.	Промысловый опыт «Башнефти»	245
7.3.	Промысловый опыт «Оренбургнефти»	256
7.4.	Промысловый опыт «Мангышлакнефти»	261
7.5.	Промысловый опыт «Пермнефти»	265
7.6.	Промысловый опыт «Укрнефти»	268
7.7.	Промысловый опыт «Куйбышевнефти»	271
<b>ЧАСТЬ II</b>		
<b>Глава I</b>	<b>Предварительный сброс пластовых вод</b>	<b>276</b>
1.1.	Особенности процесса и основные типы аппаратов	276
1.2.	Аппараты предварительного обезвоживания нефти на базе емкостей	279
1.3.	Применение КДФ для предварительного сброса воды	282
1.4.	Саморегулирование технологического процесса, объем автоматизации и обслуживание	286
1.5.	Рабочее давление, герметизация оборудования	287
1.6.	Уровень индустриализации и фактор времени строительства	288
1.7.	Предварительный сброс воды на установках подготовки нефти	290
1.8.	Качество нефти и воды и их влияние на последующие процессы	292
1.9.	Технологические схемы предварительного сброса пластовой воды, совмещенные со ступенью обезвоживания нефти	293
<b>Глава II</b>	<b>Подготовка воды для использования в системе ППД</b>	<b>296</b>

2.1.	Принципиальные схемы водоподготовки пресных вод	296
2.2.	Требования к системе ППД с учетом коллекторских свойств продуктивных горизонтов	303
2.3.	Классификация методов очистки закачиваемых вод	304
2.4.	Традиционные системы сбора и очистки пластовых сточных вод	307
2.4.1.	Открытые системы	307
2.4.2.	Закрытые системы	309
2.4.3.	Очистка сточных вод отстаиванием	310
2.4.3.1.	Напорные горизонтальные отстойники	310
2.4.3.2.	Полые отстойники	310
2.4.3.3.	Резервуары-отстойники	310
2.4.3.3.1.	Резервуары-отстойники с двухлучевым вводом и выводом	311
2.4.3.3.2.	Резервуар с вращающимся водным слоем	312
2.5.	Очистка сточных вод фильтрацией	313
2.5.1.	Технология очистки воды с использованием подвижной гидрофильной среды	313
2.5.2.	Технология и отстойники с жидкостным гидрофильным фильтром	315
2.5.3.	Технология и отстойники с жидкостным гидрофобным фильтром	318
2.5.4.	Технология очистки воды с помощью фильтров ЖГФ в концевых делителях фаз (КДФ)	320
2.5.5.	Многоступенчатая очистка воды в булитах с помощью ЖГФ	321
2.5.6.	Очистка сточной воды в самообновляющемся ЖГФ, встроенном в установку подготовки нефти	322
2.5.7.	Технология очистки воды с использованием ЖГФ, встроенного в ступень обезвоживания нефти	324
2.5.8.	Технология очистки воды в самообновляющемся ЖГФ на базе резервуара	326
2.5.9.	Очистка воды с использованием углеводородных ЖГФ	327
2.5.10.	Модифицированный гидрофобный фильтр на базе резервуара	328
2.5.11.	Гидрофобные жидкостные фильтры типа СОЖГФ-200 и СОЖГФ-50	329
2.5.12.	Применение ЖГФ в сочетании с автофлотацией	338
2.5.13.	Использование для очистки воды четырехлористого углерода и озона	338
2.5.14.	Применение коалесцирующих фильтров с твердой насадкой	339

2.5.15.	Фильтрация загрязненных вод через гелевые фильтры	341
2.6.	Очистка сточных вод флотационными методами	343
2.6.1.	Применение резервуаров-флотаторов	343
2.6.2.	Использование в качестве флотоагента попутного газа	345
2.6.3.	Очистка воды попутным газом в КДФ или трехфазных сепараторах	346
2.6.4.	Очистка воды попутным газом в режиме микро-турбулентной флотации	348
2.6.4.1.	Особенности формирования газоводонефтяных смесей при флотационной очистке воды	361
2.6.4.2.	Влияние минерализации воды на эффективность флотационного извлечения эмульгированной воды	371
2.6.5.	Электрофлотация	391
2.6.6.	Жидкостная флотация	393
2.7.	Очистка сточных вод с использованием эффектов автофлотации	394
2.7.1.	Теоретические предпосылки	394
2.7.2.	Влияние некоторых факторов на эффективность автофлотационных процессов	396
2.7.3.	Принципиальные технологические схемы	401
2.7.4.	Автофлотация загрязнений в трехфазных сепараторах	404
2.7.5.	Использование автофлотации в сочетании с ЖГФ	405
2.7.6.	Очистка воды автофлотацией с использованием критической скорости потока	406
2.7.7.	Очистка воды с использованием эффектов автофлотации в автономной емкости	407
2.7.8.	Технологическая схема совмещения процессов подготовки нефти и очистки воды автофлотацией	409
2.8.	Очистка сточных вод с использованием поверхностных эффектов	411
2.8.1.	Теоретические предпосылки	411
2.8.2.	Технологические схемы очистки сточных вод с использованием поверхностных эффектов	417
2.8.2.1.	Использование изливающих цилиндров	420
2.8.2.2.	Очистка воды в КДФ с изливом свободных струй	422
2.8.2.3.	Технология очистки воды с использованием изливающих пакетов	424
2.8.2.4.	Технология и установка очистки воды с использованием принципа набегающей струи	425
2.8.2.5.	Технология очистки воды созданием обновленной поверхности разбрызгиванием	429

2.8.3.	Комбинированные методы очистки сточных вод с использованием поверхностных, автофлотационных и других эффектов	431
2.8.3.1.	Влияние расхода рециркулируемой воды на качество ее подготовки	433
2.8.3.2.	Влияние газонасыщенности воды на степень ее очистки	435
2.8.3.3.	Использование трубопроводов для микротурбулентной флотации	436
2.8.3.4.	Влияние типа деэмульгатора на качество очищенной воды	437
2.8.3.5.	Влияние последовательности размещения и типа оборудования на качество воды	437
2.8.3.6.	Об эффективности укрупнения капель загрязнений перед аппаратами	441
2.8.3.7.	Очистка сточных вод с помощью аппаратов типа АОСВ	449
2.8.3.8.	Испытания аппарата индуцированной газовой флотации фирмы «Серк-Бейкер»	451
2.8.3.9.	Совмещение процессов очистки воды с защитой оборудования от коррозии	454
2.9.	Очистка воды с применением мультигидроциклонов	458
2.9.1.	Мультигидроциклон НУР-3500	458
2.9.2.	Технологическая схема очистки сточных вод в напорных отстойниках и мультигидроциклонах НУР-3500	460
2.9.3.	Технологическая схема установки очистки нефтепромысловых сточных вод в резервуарах-отстойниках и мультигидроциклоне НУР-3500	460
2.9.4.	Особенности и эффективность работы напорных и ротационных гидроциклонов	461
2.9.5.	Результаты промысловых испытаний мультигидроциклона фирмы «Серк-Бейкер»	482
2.10.	Использование ультразвуковых генераторов	486
2.11.	Применение химических реагентов и других методов для очистки нефтепромысловых сточных вод	489
2.12.	Установка для деаэрации воды	492
2.13.	Совмещенная установка подготовки нефти и очистки воды	493
2.14.	Эффективные технологические схемы очистки сточных вод	494
2.15.	Блочная автоматизированная кустовая насосная станция (БКНС) и методы регулирования подачи воды	502



<b>Глава III</b>	<b>Техника и технология обработки воды за рубежом</b>	506
3.1.	Обработка извлекаемой пластовой воды	506
3.2.	Формирование сточных вод	511
3.3.	Гидродинамические методы очистки сточных вод	514
3.4.	Очистка сточных вод в гравитационных отстойниках	515
3.5.	Очистка сточных вод флотационными методами	517
3.6.	Очистка сточных вод с помощью фильтров	521
3.7.	Требования к качеству закачиваемой воды	524
	Литература	530