ВЛАДИМИРОВ И.В., ТАЗИЕВ М. М., ХИСАМУТДИНОВ Н.И.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ВОДОНЕФТЯНЫХ И ЧАСТИЧНО ЗАВОДНЕННЫХ ЗОН НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Москва – 2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ С.

ВВЕДЕНИЕ……. 4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОБЛЕМЕ РАЗРАБОТКИ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЗОН …..……. 6
1.1 Общие положения……..…. 6
1.2 Понятие о водонефтяном контакте и переходной зоне……... 9
1.3. О схематизации водонефтяного контакта в призабойной зоне скважины…… 13
1.4. Выделение переходной зоны по результатам геофизических исследований скважин……... 15
1.5. Оценка фактических границ водораздела в скважинах с ВНЗ по промысловым данным…… 20
1.6. Лабораторные исследования процессов фильтрации на моделях ВНЗ……. 31
1.7. Теоретические исследования процессов фильтрации пластовых флюидов в водонефтяной зоне……. 33
1.8. Обобщение опыта разработки водонефтяных зон месторождений нефти…… 38
1.9. Основные технологии борьбы с обводнением скважин подошвенными водами……. 46
1.9.1. Изоляция притока подошвенных вод путем применения специальных составов и регулирования разработки……. 47
1.9.2. Способы оптимизации разработки водонефтяных зон изменением интервалов перфорации флюидосодержащих коллекторов…….. 52
1.9.3. Повышение эффективности разработки ВНЗ технологией бурения и обустройства скважин…… 55
1.9.4. Комплексные технологии водоизоляционных работ на обводненном фонде скважин……... 57
1.9.5. Возможность применения сверлящих перфораторов ПС-112……. 59
1.10. Выводы к разделу…… 67
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ ИЗ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЗОН……...……...…….. 68
2.1. Общие положения……... 68
2.2. Математическая модель фильтрации пластовых флюидов в водонефтяной зоне…….. 68
2.3. Схематизация гидродинамических моделей фильтрации двухфазной жидкости в водонефтяных зонах…… 73

2.4. О возможном механизме обводнения добывающих скважин, эксплуатирующих залежи вязкой и высоковязкой нефти с недонасыщенными коллекторами…….. 81
2.5. Влияние распределения начальной нефтенасыщенности пласта на динамику обводнения добываемой продукции скважины…….. 91
2.6. Определение оптимальных схем перфорации пластов и режимов работы скважин, эксплуатирующих водонефтяные зоны залежей нефти……. 97
2.6.1. Определение оптимальных интервалов перфорации добывающих скважин, эксплуатирующих контактные водонефтяные зоны нефтяных залежей…….. 97
2.6.2. Оптимизация системы заводнения водонефтяных зон нефтяных залежей…… 108
2.7. Применение горизонтальных стволов скважин в разработке водонефтяных зон месторождений нефти……... 122
2.8. Оптимизация заводнения коллекторов водонефтяных зон месторождений нефти с применением горизонтальных скважин…… 136
2.9. Выводы к разделу…… 148
ГЛАВА 3. ИСЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЗОН НА ХАРАКТЕР ОБВОДНЕНИЯ СКВАЖИННОЙ ПРОДУКЦИИ. (на примере ряда нефтяных месторождений Татарстана)…….. 151
3.1. Исследование чувствительности изменения обводненности продукции от забойного давления и режима работы скважин…….. 151
3.2. Исследование изменения текущей обводненности в зависимости от геологических и технологических параметров разработки пласта водоплавающей залежи…….. 161
3.3. Методические основы прогнозирования динамики процесса обводнения добывающих скважин на основе промысловой геолого-технической информации о строении эксплуатируемых объектов и режимах работы скважины…… 179
3.4. Выводы к разделу…… 196
ГЛАВА 4. НОВЫЕ СХЕМЫ ПЕРФОРАЦИИ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН, РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ КОНТАКТНОЙ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЗОНЫ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОМЫСЛОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ……. 197
4.1. Новая схема перфорации добывающей скважины, эксплуатирующей залежи контактной ВНЗ. Физические принципы и гидродинамическое моделирование…… 197
4.2. Опыт промышленного применения новых схем перфорации добывающих

скважин, разрабатывающих залежи нефти контактной ВНЗ……. 217
4.3. Выводы к разделу…… 224
ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ВОДОИЗОЛЯЦИИ В РАЗРАБОТКЕ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЗОН МЕСТОРОЖДЕНИЙ…… 225
5.1. Определение оптимальных условий применения водоизоляционных технологий в добывающей скважине при разработке частично заводненного пласта……... 226
5.2. Оптимальные условия применения потокоотклоняющих технологий в нагнетательной скважине при разработке частично заводненного пласта…….. 258
5.3. Выводы к разделу…… 283
ГЛАВА 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА УЧАСТКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА УВЕЛИЧЕНИЕ ОХВАТА ВОЗДЕЙСТВИЕМ……. 285
6.1. Общие положения……... 285
6.2. Физические особенности выработки запасов нефти из пространственно-неоднородных коллекторов верейского горизонта Шумовского месторождения….. 297
6.3. Методические основы расчета и построения карт плотностей начальных и текущих недренируемых подвижных запасов нефти на основе данных геолого-гидродинамического моделирования……... 304
6.4. Обоснование эффективности применения МУН, направленных на увеличение охвата воздействием продуктивных коллекторов…….. 311
6.5. Проектирование потокотклоняющих технологий на участках Ташлиярской площади Ромашкинского месторождения……... 330
6.6. Выводы к разделу…… 339
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….. 340
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….…… 347

ВВЕДЕНИЕ

Огромные запасы нефти на территории России, в том числе и на месторождениях Урало-Поволжья, расположены в водонефтяных зонах. По данным работы [14] анализ геологического строения 49 крупных нефтяных месторождений платформенного типа показал, что площадь первоначальных водонефтяных зон занимает от 31 до 80.3 % общей площади нефтеносности. Так, например, водонефтяная зона горизонта $Д_2$ Туймазинского месторождения занимает около 75% общей площади нефтеносности, а извлекаемые запасы данной части залежи составляют 45 % от всех извлекаемых запасов горизонта.

Особенностям эксплуатации и обобщению опыта разработки водонефтяных зон уделено достаточное внимание [например, 14, 80, 6, 7]. На основе анализа работ установлено, что выработка запасов ВНЗ происходит в 1,5-2 раза медленнее по сравнению с чисто нефтенасыщенными участками. В зонах ВНЗ происходит быстрый прорыв воды в добывающие скважины. Водонефтяной фактор на скважинах оказывается в 2-3 раза выше, чем в первоначально чисто нефтяных участках. Появление воды в продукции с начала эксплуатации скважин и интенсивное их обводнение в дальнейшем обусловлены близостью забоев скважин к начальному положению водоносной части пласта. Т.к. при разработке залежей, подстилаемых подошвенной водой, достигается относительно низкий коэффициент нефтеизвлечения, причем разработка сопровождается большим отбором попутно добываемой воды, то это позволяет традиционно относить запасы нефти в ВНЗ к трудно извлекаемым запасам.

К настоящему моменту в научной и научно-технической литературе опубликовано немалое число работ, исследующих закономерности процессов нефтеизвлечения из коллекторов, приуроченных водонефтяным зонам месторождений. Однако, в виду сложности как исследуемых объектов, так и происходящих в них процессов, невозможно получить решения, отражающие все стороны реальных процессов нефтеизвлечения из ВНЗ. Таким образом, сохраняются объективные причины для продолжения исследований с целью как изучения влияния ряда параметров строения и разработки залежи нефти, так и поиска путей повышения эффективности разработки водонефтяных зон.

Все более возрастающая доля применения горизонтальных скважин в разработке нефтяных месторождений ставит перед нефтяной наукой вопросы о возможности эффективного их применения в выработке запасов нефти из водонефтяных зон. Работы, посвященные этой проблеме (например, [40]), закладывают солидную научную базу для проектирования систем разработки залежей нефти с водонефтяными зонами на основе строительства горизонтальных стволов скважин.

Бурно развивающиеся в последние десятилетия вычислительная техника, а также численные алгоритмы решения задач гидродинамики, создали основу для проведения "крупномасштабных математических экспериментов на элементах разработки при учете основных определяющих параметров и факторов" [43].

С другой стороны, для систем разработки ВНЗ, основанных на применении вертикальных добывающих и нагнетательных скважин (а таких в силу исторических причин большинство) большим резервом для увеличения нефтедобычи остается ревизия интервалов перфорации скважин. Одной из основных проблем при разработке ВНЗ является вопрос об оптимальной степени вскрытия пласта. При наличии контакта между нефтеносной и водоносной зонами пласта (в условиях незначительного влияния переходной зоны) быстрое обводнение продукции скважин неизбежно из-за процесса конусообразования. Методы борьбы с конусообразованием связаны с определением оптимальных депрессий на пласт и интервалов перфорации. Однако, эти меры дают временный эффект. Вместе с тем, несовершенное вскрытие нефтенасыщенной части пласта с ВНЗ приводит к значительному снижению продуктивности скважины и потерям части подвижных запасов нефти. Поэтому совершенствование различных вариантов вскрытия пласта с ВНЗ может дать значительное увеличение добывных возможностей скважин, как новых, так и находящихся в эксплуатации [23, 24, 68]. Представленная работа, в основном, посвящена изучению этой проблемы и разработке рекомендаций по интенсификации притока нефти.

Авторы выражает глубокую признательность д.т.н. Гильмановой Р.Х. за любезно предоставленный геологический материал по ряду нефтяных залежей, постоянный интерес и ряд рекомендаций по написанию материала книги. Огромное спасибо к.ф.-м.н. Казаковой Т.Г. за консультации по численным алгоритмам и программированию.

При написании раздела 3 использованы предоставленные Сагитовым Д.К. материалы по статистическому моделированию процесса обводнения скважин, эксплуатирующих залежи ВНЗ, за что выражаем ему глубокую признательность.

Огромное спасибо работникам НПО "Нефтегазтехнология" и ЗАО «Меллянефть» за постоянную помощь и ценные замечания при написании книги.

Авторы