

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Кунаевой Гаухар Ермековны на тему:
«Совершенствование разработки нефтяных месторождений,
эксплуатируемых горизонтальными скважинами»,
представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по
образовательной программе 8D07210 (6D070800) – Нефтегазовое дело

Актуальность исследования:

Основные эксплуатационные объекты нефтяных месторождений Казахстана республики, находятся на поздней стадии разработки. Запасы этих объектов относятся к трудноизвлекаемым, что обусловлено такими факторами, как высокая вязкость нефти, низкая проницаемость коллекторов, а также высокая послойная и зональная неоднородность, малая эффективная толщина пластов коллекторов, наличие под газовые зоны и маломощных нефтяных оторочек. Остаточные трудноизвлекаемые запасы требуют внедрения новых технологий.

Технология бурения горизонтальных скважин имеет огромные перспективы, связанные с возможностью повышения эффективности добычи нефти, продления периода безводной эксплуатации скважины и увеличения коэффициента извлечения нефти, вовлечения в разработку пластов с низкими коллекторскими свойствами и высоковязкой нефтью, снижением депрессии на пласт и эффекта конусообразования.

Возрастающий интерес, во всем мире, к применению горизонтальных скважин возникает необходимость в разработке теории и исследовании процессов фильтрации флюидов к забою этих скважин с учетом вышеуказанных факторов, и это становится актуальной научно-практической задачей.

Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы:

Анализ современного состояния проблемы эксплуатации месторождений горизонтальными скважинами показал, что перспективными в области проектирования, строительства и эксплуатации горизонтальных скважин являются следующие аспекты: анализ геологических условий и обоснование необходимости применения горизонтальных скважин, а также оперативного управления профилем ствола скважины, прежде всего в продуктивных горизонтах. Данное обстоятельство предусматривает широкое использование геофизических исследований, широкого применения математических методов, программного обеспечения при обработке и интерпретации данных, анализа эффективности применения горизонтальных скважин при разработке месторождений нефти и газа; определения производительности многозабойных горизонтальных скважин с учетом перфорации деформируемого пласта; изучения характеристик стационарного притока жидкости к горизонтальным скважинам на модели неизотермической фильтрации; определения оптимальной конструкции

горизонтального ствола скважины и др. Этими вопросами не ограничивается круг актуальных задач, восполняющих пробел в рассматриваемой проблеме. Однако их решение, на наш взгляд, несомненно, будет решающим шагом в достижении намеченной цели.

Цель диссертационной работы заключается в разработке новых гидродинамических методов определения производительности горизонтальных скважин при разработке месторождений нефти с деформируемыми коллекторами.

Адаптация гидродинамической модели на историю разработки фрагмента нефтяного месторождения для расчета прогнозных вариантов разработки.

Задачи исследований:

1. Анализ эффективности применения горизонтальных скважин при разработке месторождений нефти и газа.
2. Определение производительности многозабойных горизонтальных скважин с учетом перфорации деформируемого пласта.
3. Изучение характеристик стационарного притока жидкости к горизонтальным скважинам на модели неизотермической фильтрации.
4. Определение оптимальной конструкции горизонтального ствола скважины.
5. Адаптация гидродинамической модели фрагмента пласта по истории разработки, с целью обоснования его эксплуатации горизонтальными скважинами.

Объект исследования – является система разработки месторождений с разветвлено-горизонтальными скважинами в деформируемой пористой среде.

Предмет исследования – процесс стационарного притока жидкости к горизонтальным скважинам, модели неизотермической фильтрации при оптимальной конструкции горизонтального ствола скважины.

Методы исследования: для выполнения вышеупомянутых задач применялись комплексные методы исследований процессов разработки и эксплуатации нефтяных месторождений.

Основные положения, выносимые на защиту:

Основные научные положения обосновываются их постановкой, вытекающей из анализа современного состояния проблемы, корректным применением научно обоснованных методов моделирования, а также современных вероятностно–статистических методов обработки данных и анализа информации.

Использование в экспериментальных исследованиях стандартной аппаратуры и апробированных методов измерения, основных классических положений механики движения жидкости и газа в трубах и пористых средах, а также разработка адекватной гидродинамической модели фрагмента пласта по истории разработки, на основе реальных промысловых данных, подтверждают достаточно высокую степень достоверности выводов и рекомендаций.

Научная новизна работы:

1. Обобщены знания и опыт применения горизонтальных скважин при разработке месторождений нефти и газа, показана область их эффективного применения.

2. Предложена, научно обоснована и реализована математическая модель и ее решение для установившейся фильтрации жидкости к разветвлена-горизонтальным скважинам в деформируемой пористой среде.

3. Уточнена математическая модель механизма установившегося движения жидкости в деформируемом пласте при притоке к горизонтальной скважине, учитывающая зависимости свойств флюида от давления и температуры.

4. Разработана методика автоматизированного решения задач адаптации гидродинамической модели фрагмента пласта по истории разработки, позволяющая оценить эксплуатацию его горизонтальными скважинами с учетом вероятностно-статистического характера геологических данных.

Практическая значимость работы:

На основе трехмерного гидродинамического моделирования проведена адаптация секторной модели к фактическим показателям эксплуатации окружающих скважин.

Сравнение расчетных и фактических показателей разработки секторной модели месторождения показало высокую степень достоверности, построение геолого-гидродинамической имитационной модели коллектора, достаточную для приведения прогнозных расчетов с различными конструкциями скважины

На примере реального объекта получена количественная оценка возможного улучшения динамики показателей разработки выработки запасов нефти из пласта за счет трансформации существующей системы разработки на основе горизонтальных скважин.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам: Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан по направлению 1. Экология, окружающая среда и рациональное природопользование: в.т.ч. 21) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Личный вклад автора заключается в определении цели работы и постановке задач исследования, активно принимала участие в обсуждении результатов диссертации, написании статей и тезисов докладов. Кроме этого, автором исследовались основные методы и результаты адаптации гидродинамической модели в истории разработки нефтяного месторождения с целью использования модели для расчета прогнозных вариантов. Все основные результаты работы получены лично автором. Автором самостоятельно проведены структурные исследования, расчет и анализ горизонтальных скважин. Автор принимала участие в обработке и анализе результатов моделирования. Результаты, приведенные в данной

диссертационной работе, неоднократно докладывались автором на международных и республиканских конференциях.

Достоверность результатов обеспечена обоснованностью применяемых гидродинамических моделей, использование современных методов решения начально-краевых задач, а также верификацией полученных результатов других авторов.

Описание основных результатов исследований: По результатам выполненных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Предложена, научно обоснована и реализована гидродинамическая модель притока жидкости к разветвленно-горизонтальным скважинам в трехмерной постановке в деформируемой пористой среде.

2. Исследован характер течения в зависимости от деформационных и геометрических характеристик пласта и количество стволов с учетом плотности перфорационных отверстий показана эффективность принятой модели.

3. Поставлена и решена задача идентификации функции относительной фазовой проницаемости методом современного оптимального управления гидродинамической модели процесса многофазной фильтрации флюидов в секторной модели месторождения Кенкияк.

4. На основе построенной геологической модели показана возможность целенаправленного и эффективного уточнения гидродинамической модели процесса, а тем самым и корректировании для улучшения прогноза технико-экономических показателей секторной модели месторождения с применением горизонтальных скважин.

5. Расчетами установлена степень влияния различных геолого-технологических факторов на определение оптимальной конструкции горизонтального ствола скважин. Установлено, что оптимальный вариант закачивания скважин может быть определен на основе анализа анизотропности по проницаемости и толщины пласта.

6. Установлено существенное влияние изменения термодинамической обстановки пласта на показатели разработки скважины.

7. Анализом установлено, что отработанные с применением вертикальных скважин базовые принципы разработки, касающиеся углубленного изучения и детального анализа геологических условий, обоснованного выделения эксплуатационных объектов, оценки влияния плотности сетки скважин на текущую добычу и нефтеотдачу, установление режима работы (оптимальные и минимально допустимые значения пластовых и забойных давлений), контроля и регулирования процессов разработки, требуют внимания также и применительно к разработке месторождений горизонтальными скважинами. Причем этим вопросам при использовании горизонтальных скважин приходится уделять гораздо больше внимания, чем при эксплуатации залежей вертикальными скважинами (особенно это касается изучения деталей геологического строения, режимов работы скважин, контроля и регулирования процессов разработки).

8. Выявлено наличие связи между начальным дебитом ГС и такими параметрами, как длина горизонтального ствола в пласте, толщина вскрытого интервала, анизотропия по проницаемости и т.д.

9. Установлены основные факторы и положения, на которых необходимо сосредоточить внимание при проектировании оптимальной конструкции горизонтальных стволов скважин, а именно:

- оптимальный вариант заканчивания скважин может быть определен на основе анализа анизотропности и толщины пласта, что позволит повысить надежность выбора проводки стволов горизонтальных скважин;
- для достижения потенциального эффекта от применения ГС необходимо создавать отдельные технологические ячейки.

10. Предложена усовершенствованная расчетная схема для оценки распределения гидропроводности по данным о геологических особенностях, фильтрационно-емкостных характеристиках нефтяного пласта, реализация которой позволяет обосновать место бурения наиболее эффективных по дебиту горизонтальных скважин. Аналогичный почти подход был применен при освоении большого количества месторождений в других регионах, что рекомендовано нами также и для условий Казахстана.

11. Получено выражение для ориентировочных прогнозных расчетов относительной продуктивности горизонтальных скважин в зависимости от длины горизонтального ствола по обобщенным литературным данным для месторождений Казахстана.

Апробация результатов работы: Результаты диссертационной работы и ее основные положения докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Финансово-экономические и правовые аспекты международного сотрудничества прикаспийских государств», посвященной программе модернизации общественного сознания «Рухани жаңғыру». Актау, 2018г.; Международной научно-практической конференции «Современные технологические решения в нефтехимической отрасли», Актау, 2022г.; International research and Practice conference one the topic. Satbayev Conference-2022. «Trends in Modern Scientific Research»; на Международной научно-практической конференции «Advances in Oil and Gas Geology and Geotechnologies». Baku, 23-26 May, 2023.

Публикации:

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 15 научных трудах, в том числе в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ККСОН Республики Казахстан, а также на базе зарубежных научных материалов Scopus.

Объем и структура диссертационной работы: Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов и рекомендаций, списка использованной литературы, включающего 74 наименования и 2 приложения. Работа содержит 96 страниц текста, 9 таблиц и 32 рисунков.