

АННОТАЦИЯ

диссертации, представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по ОП 8D07202 – «Нефтяная инженерия»

Заурбекова Кадыржана Сейтжановича

Исследования и совершенствование технологии и техники парогравитационного воздействия на нефтяной коллектор

Введение. Для поддержания темпов добычи углеводородов в мире стали не только вовлекать в разработку новые месторождения, но и разрабатывать так называемые забалансовые запасы, которые раньше разрабатывать не удавалось. Существенную долю таких месторождений составляют коллекторы с высоковязкими нефтями. По оценкам, приведенным в литературе мировой суммарный объем тяжелых нефтей оценивается в 810 млрд. тонн, тогда как объем остаточных извлекаемых запасов нефти малой и средней вязкости составляет лишь 162,3 млрд. тонн.

Однако разрабатывать такие месторождения достаточно сложно, тяжелая нефть малоподвижна. Для решения этой проблемы в основном применяют тепловые методы воздействия на тяжелую нефть для снижения вязкости, увеличения подвижности и, следовательно, облегчения добычи и увеличения дебита. Распространенные тепловые методы (паротепловое воздействие на пласт, пароциклическая или парогазовая обработка призабойной зоны скважин, внутрипластовое горение) не всегда имеют высокую рентабельность. Наиболее перспективным среди таких методов является метод парогравитационного воздействия на пласт с применением 2-х горизонтальных скважин используемых в паре, известный как SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage).

Данный метод впервые появился в Канаде в 80-е годы XX в., благодаря значительным инвестициям в научно-исследовательские проекты в области тепловых методов, а также с развитием технологии горизонтального бурения в Канаде была разработана технология парогравитационного воздействия с применением пары горизонтальных скважин, более известная в мировой промышленности как SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage).

Метод парагравитационного воздействия на продуктивный коллектор является относительно новым направлением в разработке месторождений с высоковязкими нефтями. Анализ литературных источников показал, что данная технология находит всё более широкое применение в мире.

Актуальность работы. В Казахстане найдены большие запасы нефти и газа и страна вошла в число крупнейших стран экспортеров нефти на текущий момент времени и ближайшую перспективу. По некоторым оценкам объемов запасов углеводородов составляет 1,8% от мировых запасов нефти.

В последние годы стратегической задачей развития нефтегазового комплекса Казахстана является стабилизация и постепенное увеличение

добычи нефти как за счет ввода в разработку новых залежей и месторождений, так и повышение эффективности эксплуатации старых нефтяных объектов.

В условиях истощения традиционных запасов углеводородов все большее внимание уделяется месторождениям с трудно извлекаемыми запасами (ТИЗ). К ТИЗ относятся тяжелые высоковязкие нефти, объемы которых в нашей стране оцениваются в 934 млн.т.

Одной из важных составляющих нефтяных запасов не только в Казахстане, но и других добывающих странах мира являются месторождения с нефтью у которой вязкость составляет более 35 мПа*с. Размер запасов в этих нефтях в мире составляет порядка 810 млрд. т, а размер запасов нефтей малой и средней вязкости, порядка 162,3 млрд. т.

Применение для добычи высоковязких нефтей традиционных, широко используемых технологий имеет низкий коэффициент извлечения нефти (КИН) и как следствие недополучение прибыли недропользователем, также при этом имеет место нанесение экологического ущерба.

Существует большое множество методов для извлечения высоковязких нефтей, наиболее широко распространенные из них это: - парогравитационный метод дренирования, закачка растворителей в парообразном состоянии, циклическая закачка пара и ряд других.

Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы по теме. Наиболее перспективным для добычи высоковязких нефтей с минимально возможными затратами, является метод парогравитационного дренирования (SAGD), широко внедренный на нефтяных месторождениях Канады. Пар, получаемый при помощи природного газа, нагнетается в верхнюю скважину, которая проходит примерно в 5 - 10 м выше добывающей скважины. Пар нагревает и снижает вязкость нефти и повышает её текучесть и она с конденсированным паром стекает в нижележащую добывающую скважину. Поскольку нефть всегда находится в контакте с высокотемпературной паровой камерой, потери тепла минимальны, что делает этот способ разработки экономически выгодным.

Одним из основных сдерживающих факторов широкого применения технологии SAGD является небольшая глубина скважин 500-600 м, в которых данный метод может быть реализован. Для решения данной задачи необходимо обеспечить поддержание высокой температуры закачиваемого пара не зависимо от глубины скважины.

Сведения о планируемом научно-техническом уровне разработки. Предлагаемая авторами техническое решение носит инновационный характер, подтвержденный защищенным патентом РК и рядом научных публикаций как в Казахстане, так и за рубежом. Предлагаемые технические решения позволяют существенно повлиять на уровень научно-

исследовательских работ, обеспечить качественный рост научно-технического потенциала.

Диссертация обладает высокой значимостью в национальном и международном масштабах и позволит поднять статус и престиж нефтегазовой отрасли Казахстана на мировой арене.

Данная научная работа связана с НИР по ГФ ИРН АР05135893 «Многодисциплинарный подход к оптимизации парогравитационного дренажа нефти с использованием геомеханических расчетов и изменения расположения скважин».

Сведения о метрологическом обеспечении диссертаций. Настоящее исследование основано на официальной терминологии международной организации законодательной метрологии. В ходе проведения исследований подразумевается использование как новых контрольно-измерительных приборов, так и приборов, прошедших государственную поверку в период эксплуатации. Эти приборы должны соответствовать требованиям полярного класса точности и стандарта, установленным «Законом о соблюдении единства измерений». Аналитические исследования будут проводиться в соответствии с методиками измерений, соответствующими указанному закону. В зависимости от графических зависимостей будут использоваться показатели измерений, соответствующие метрологическим правилам и стандартам международной системы единиц СИ.

Научная новизна диссертации заключается в решении технологических и технических задач по подведению высокотемпературного пара к продуктивному пласту, залегающему на глубине 1000-1500 м, что позволит впервые применить технологию SAGD в Казахстане и обеспечить приоритет в международном масштабе по применению результатов исследований для повышения добычи высоковязкой нефти.

Объектом исследования является метод парогравитационного дренирования (SAGD) для повышения добычи высоковязкой нефти на месторождениях Казахстана.

Предметом исследования является «Система скважинного термoeлектрического модуля, размещаемого в колонне НКТ».

Целью работы является расширение области применения метода парогравитационного воздействия (SAGD), для продуктивных пластов с высоковязкой нефтью залегающих на глубинах 1000 - 1500 м.

Задачи исследования:

1. Анализ существующих путей расширения применения метода парогравитационного воздействия (SAGD) на продуктивный пласт с высоковязкой нефтью.

2. Аналитические исследования процесса поддержания заданной температуры пара по стволу скважины при методе SAGD с термоэлектрическим модулем и построение математической модели в программе Eclipse.

3. Экспериментальные исследования процесса поддержания температуры пара на физической модели скважины при закачке пара с и без скважинного термоэлектрического модуля.

4. Выполнить расчет ожидаемый дебит скважины при парогравитационном воздействии на продуктивный пласт методом SAGD с термоэлектрическим модулем.

5. Произвести расчет ожидаемой экономической эффективности применения SAGD с термоэлектрическим модулем.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Комплексный подход к исследованию области расширения применения парогравитационного воздействия (SAGD) на продуктивный пласт с высоковязкой нефтью в значительной степени определяется параметрами закачиваемого пара и теплопотерями по стволу скважины.

2. Техническое решение по созданию системы скважинного термоэлектрического модуля, размещаемого в колонне НКТ позволяющего снизить теплопотери и довести насыщенный пар до продуктивного пласта с заданными параметрами по температуре и объему.

3. Основные закономерности по изменению температурного режима по стволу скважины влияющие на расширение области применения метода SAGD с термоэлектрическим модулем по глубине скважин.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в инновационной технологии и техники поддержания температуры закачиваемого пара на большие глубины для метода SAGD и пути решения задачи снижения теплопотерь по стволу горизонтальных скважин.

Практическая значимость результатов заключается в создании системы скважинного термоэлектрического модуля, размещаемого в колонне НКТ позволяющего снизить теплопотери и довести насыщенный пар до продуктивного пласта с заданными параметрами по температуре и объему, тем самым решается вопрос расширения области применения метода SAGD для более глубоких скважин характерных для месторождений Казахстана.

Апробация результатов диссертационной работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались на Международных рецензируемых научных журналах, входящих в БД Scopus/Web of Science (2021 г. – Cite Score 1.0 и 2023 г. – Q3), Международной конференции Сатпаевские чтения «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и

нефтегазовом секторах экономики РК» (г. Алматы, 2020г.), в трудах Международных Сатпаевских чтений (г. Алматы, 2021 г.), в журналах Нефть и газ (г. Алматы, 2022 г.), Горный журнал Казахстана (№3 и №5, г. Алматы, 2023 г.), в Вестнике КБТУ (г. Алматы, 2021 г.).\

Публикации

Основные результаты исследования отражены в 10 научных публикациях. Из них 2 статьи опубликованы в журналах, включенных в базы данных Web of Science и Scopus. Также имеются 3 статьи, включенные в издания утвержденных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Одна статья опубликована в других научных изданиях. Кроме того, результаты исследования отражены в 2 патентах Республики Казахстан и 2 докладах, представленных на международных научно-практических конференциях.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка использованных источников из 98 наименований. Работа изложена на 108 страницах, включает 62 рисунка и 23 таблицы.