

УДК 622.276

*Авляярова Наргиза Махмудовна, доцент
Каршинский государственный технический университет,
Узбекистан, г.Карши*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В работе выполнен анализ современных технологий повышения нефтеотдачи пластов, содержащих высоковязкую нефть. Исследована эффективность тепловых методов воздействия, включая циклическую паростимуляцию, парогравитационный дренаж (SAGD) и внутрипластовое горение. На основе сравнительного анализа установлено, что применение тепловых технологий позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти до 60–70 % и снизить вязкость пластовой нефти в десятки раз. Показана перспективность комбинированных технологий, сочетающих тепловое воздействие и закачку растворителей.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, повышение нефтеотдачи, паротепловое воздействие, SAGD, разработка месторождений.

*Avlayarova Nargiza Makhmudovna
Associate Professor, Karshi State Technical University,
Karshi, Uzbekistan*

IMPROVEMENT OF HIGH-VISCOSITY OIL FIELD DEVELOPMENT TECHNOLOGIES THROUGH THE INTEGRATED APPLICATION OF THERMAL ENHANCED OIL RECOVERY METHODS

Abstract. This paper presents an analysis of modern enhanced oil recovery (EOR) technologies for reservoirs containing high-viscosity oil. The effectiveness of thermal recovery methods, including cyclic steam stimulation (CSS), steam-assisted gravity drainage (SAGD), and in-situ combustion, is

examined. Based on a comparative analysis, it is established that the application of thermal technologies can increase the oil recovery factor to 60–70% and reduce reservoir oil viscosity by several orders of magnitude. The study also demonstrates the potential of combined technologies that integrate thermal recovery methods with solvent injection.

Keywords: high-viscosity oil, enhanced oil recovery (EOR), steam thermal recovery, SAGD, field development.

1. Введение.

Согласно современным оценкам, мировые ресурсы тяжелых и высоковязких нефтей превышают запасы традиционной нефти и составляют значительную часть углеводородного потенциала многих нефтедобывающих регионов. Крупнейшие месторождения высоковязкой нефти сосредоточены в Канаде, Венесуэле, России, Китае и ряде стран Ближнего Востока.

Высокая вязкость нефти существенно осложняет процессы фильтрации в пористой среде и приводит к снижению продуктивности добывающих скважин. В большинстве случаев применение традиционных методов заводнения не обеспечивает необходимого уровня нефтеизвлечения вследствие неблагоприятного соотношения подвижностей вытесняющего агента и нефти.

В настоящее время для разработки залежей высоковязкой нефти активно используются тепловые, химические и комбинированные методы воздействия на пласт. Среди них наибольшее промышленное распространение получили технологии паротеплового воздействия, обеспечивающие снижение вязкости нефти за счет повышения температуры пласта.

Несмотря на значительное количество исследований в данной области, проблема выбора оптимальной технологии разработки для конкретных геолого-физических условий остается актуальной.

Цель исследования заключается в оценке эффективности современных тепловых методов разработки месторождений высоковязкой нефти и определении перспектив их дальнейшего совершенствования.

2. Материалы и методы.

В качестве объекта исследования рассматривались технологии разработки пластов, содержащих нефть с вязкостью более 200 мПа·с в пластовых условиях.

Методологической основой работы послужили: анализ отечественных и зарубежных публикаций; результаты промысловых испытаний тепловых методов добычи; данные по изменению вязкости нефти при термическом воздействии; сравнительный анализ показателей нефтеотдачи.

Для оценки эффективности использовались следующие критерии: коэффициент извлечения нефти (КИН); прирост дебита скважин; паронефтяное отношение (SOR); энергетические затраты на добычу.

Рассматривались три основные технологии:

Циклическая паростимуляция основан на последовательной закачке пара в добывающую скважину, выдержке и последующем отборе продукции.

Парогравитационный дренаж. Технология предусматривает использование двух горизонтальных скважин, одна из которых предназначена для закачки пара, а другая - для отбора разогретой нефти под действием силы тяжести.

Внутрипластовое горение основан на создании зоны окисления части нефти непосредственно в пласте с последующим распространением теплового фронта.

3. Результаты.

Проведенный анализ показал, что эффективность методов существенно различается в зависимости от вязкости нефти и характеристик пласта.

Таблица 1. Сравнение эффективности тепловых технологий

Показатель	Циклическая паростимуляция	Парогравитационный дренаж (SAGD)	Внутрипластовое горение
КИН, %	20–40	50–70	35–60
Снижение вязкости	Высокое	Очень высокое	Высокое
Энергетические затраты	Высокие	Средние	Средние
Сложность реализации	Низкая	Высокая	Высокая
Срок достижения эффекта	Краткосрочный	Долгосрочный	Среднесрочный

Установлено, что повышение температуры нефти с 20 до 150 °С приводит к снижению ее вязкости в среднем на 90–98 %.

Для большинства месторождений коэффициент извлечения нефти при применении традиционного заводнения не превышает 15–20 %, тогда как использование технологии парогравитационный дренаж позволяет увеличить данный показатель до 60–70 %.

Дополнительно выявлено, что совместное применение пара и углеводородных растворителей обеспечивает снижение паронефтяного отношения на 15–25 %, что способствует повышению экономической эффективности проектов.

4. Обсуждение.

Полученные результаты подтверждают определяющую роль тепловых методов в разработке месторождений высоковязкой нефти.

Технология парогравитационный дренаж демонстрирует наибольшую эффективность благодаря формированию устойчивой паровой камеры и постоянному снижению вязкости нефти в зоне дренирования. Вместе с тем ее применение требует значительных капитальных затрат на бурение горизонтальных скважин и строительство объектов парогенерации.

Циклическая паростимуляция характеризуется меньшими инвестиционными затратами и может успешно использоваться на ранних стадиях освоения месторождений. Однако эффективность данного метода снижается по мере истощения пласта.

Внутрипластовое горение обладает высоким потенциалом увеличения нефтеотдачи, но требует строгого контроля процесса горения и геолого-технических условий пласта.

Современные исследования показывают, что перспективным направлением является интеграция тепловых технологий с химическими методами воздействия. Использование растворителей, полимеров и поверхностно-активных веществ позволяет дополнительно повысить коэффициент извлечения нефти и снизить энергозатраты.

Особое значение приобретает внедрение цифровых технологий мониторинга и гидродинамического моделирования, обеспечивающих оптимизацию режимов работы добывающих и нагнетательных скважин.

Заключение.

Разработка месторождений высоковязкой нефти требует применения специальных технологий повышения нефтеотдачи, направленных на снижение вязкости пластовых флюидов и улучшение условий фильтрации.

На основании проведенного анализа установлено:

- Тепловые методы остаются наиболее эффективным инструментом разработки залежей высоковязкой нефти.
- Технология парогравитационный дренаж обеспечивает максимальный коэффициент извлечения нефти, достигающий 60–70 %.
- Использование комбинированных технологий позволяет снизить энергозатраты и повысить экономическую эффективность добычи.
- Дальнейшее развитие технологий разработки высоковязких месторождений связано с внедрением цифровых систем управления и интеллектуальных методов оптимизации процессов добычи.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе и обосновании технологий разработки месторождений высоковязкой нефти на различных стадиях их освоения.

Список литературы

1. Butler R.M. Thermal Recovery of Oil and Bitumen. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991. 512 p.
2. Sheng J.J. Enhanced Oil Recovery Field Case Studies. Gulf Professional Publishing, 2013. 618 p.
3. Рахмонкулов, М. Т., Сахатов, Б. Г., Авляярова, Н. М., Агзамова, С. А. (2020). Анализ выработанности запасов нефти месторождения Южный Миршади. Инновацион технологиялар, (2 (38)), 3-6.
4. Авляярова, Н. М., Азизова, Д. Г., Номозов, Б. Ю. (2023). Рекомендации по извлечению остаточных запасов нефти на примере нефтегазоконденсатного месторождения Южный Миршади. Экономика и социум, (11 (114)-2), 574-578.