



## РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

\*\*\*\*\*

## DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

УДК 622.276

## ПРИМЕНЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ

## UTILIZING HORIZONTAL DRILLING TECHNOLOGIES FOR IMPROVED RECOVERY OF CHALLENGING OIL RESERVES

**Абгарян Карине Степановна**

магистрант группы 73-11,  
Альметьевский государственный  
технологический университет,  
«Высшая школа нефти»  
kabgaryan01@mail.ru

**Валеева Лилия Сагдатовна**

магистрант группы 73-11,  
Альметьевский государственный  
технологический университет,  
«Высшая школа нефти»  
lilka-valeeva1998@mail.ru

**Хуснутдинова Дина Саматовна**

магистрант группы 73-11,  
Альметьевский государственный  
технологический университет,  
«Высшая школа нефти»  
dina.khusnutdinova.01@mail.ru

Научный руководитель

**Хаярова Динара Рафаэлевна**

кандидат технических наук,  
доцент,  
доцент кафедры разработки  
и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,  
Альметьевский государственный  
технологический университет,  
«Высшая школа нефти»  
gildinara14@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена проблемам разработки залежей сверхвязкой нефти (СВН), где высокая вязкость и геологическая неоднородность снижают эффективность традиционных методов, включая парогравитационное дренирование (SAGD). Рассмотрены ограничения классического SAGD в зонах с низкой проницаемостью, приводящие к снижению продуктивности скважин. С учетом известного опыта отмечено, что внедрение технологии бурения боковых стволов позволяет повысить дебит нефти, обеспечивая экономическую целесообразность разработки трудноизвлекаемых запасов.

**Ключевые слова:** сверхвязкая нефть, парогравитационное дренирование, технология SAGD, горизонтальные скважины, боковой ствол.

**Abgaryan Karine Stepanovna**

Masters's Student of group 73-11,  
Almetyevsk State Technological University,  
«Petroleum high school»  
kabgaryan01@mail.ru

**Valeeva Lilia Sagdatovna**

Masters's Student of group 73-11,  
Almetyevsk State Technological University,  
«Petroleum high school»  
lilka-valeeva1998@mail.ru

**Khusnutdinova Dina Samatovna**

Masters's Student of group 73-11,  
Almetyevsk State Technological University,  
«Petroleum high school»  
dina.khusnutdinova.01@mail.ru

Supervisor

**Khayarova Dinara Rafaelevna**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor of the Department  
of Development and Exploitation  
of Oil and Gas Fields,  
Almetyevsk State Technological University,  
«Petroleum high school»  
gildinara14@mail.ru

**Annotation.** The article is devoted to the problems of the development of ultra-viscous oil (SVN) deposits, where high viscosity and geological heterogeneity reduce the effectiveness of traditional methods, including steam gravity drainage (SAGD). The limitations of classical SAGD in areas with low permeability, leading to a decrease in well productivity, are considered. Based on well-known experience, it has been noted that the introduction of sidetrack drilling technology makes it possible to increase oil production, ensuring the economic feasibility of developing hard-to-recover reserves.

**Keywords:** superviscous oil, steam gravity drainage, SAGD technology, horizontal wells, sidehole.



**В** настоящее время одним из приоритетных направлений наращивания потенциала добычи углеводородов является разработка залежей сверхвязкой нефти (СВН). Однако их эффективная и рентабельная разработка является сложной задачей.

Добыча сверхвязкой нефти имеет свою специфику в связи с высокой вязкостью ( $> 10000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ ) и практически нулевой текучестью в пластовых условиях. Для разработки залежей СВН широко применяется метод парогравитационного дренирования, основывающийся на технологии воздействия паром на нефтеносный пласт (SAGD). В соответствии с данной технологией бурятся два горизонтальных ствола, параллельных друг другу, на расстоянии по вертикали 5 м. Верхняя горизонтальная скважина является нагнетательной, нижняя – добывающей (рис. 1) [1].

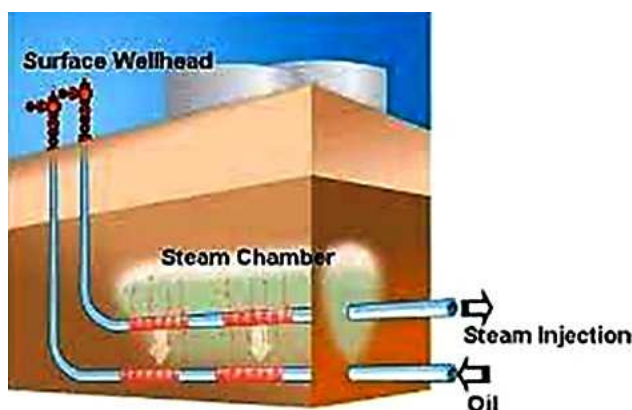


Рисунок 1 – Технология SAGD

Механизм вытеснения природной нефти паром заключается в расширении паровой зоны вверх и вбок вследствие низкой плотности пара по сравнению с другими фазами (рис. 2). Нагнетаемый пар стремится в верхнюю часть пласта. На границе паровой камеры пар конденсируется при передаче тепла нефти, а прогретая нефть вытесняется под действием собственного веса и сконденсировавшимся паром по направлению сверху вниз, то есть на производительность горизонтальной скважины действуют два фактора – соответственно гравитационный дренаж и вытеснение под давлением. Природная нефть и горячий конденсат отбирается нижней горизонтальной добывающей скважиной.

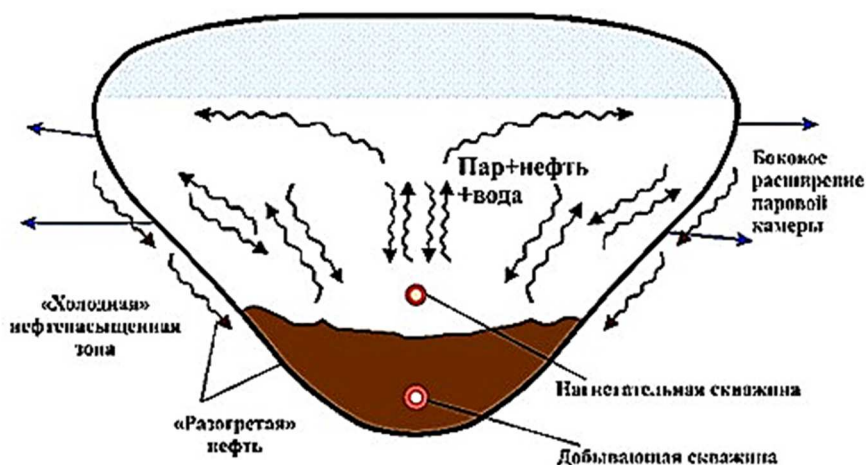


Рисунок 2 – Механизм метода SAGD [2]

На основе гидродинамического моделирования были рассмотрены варианты гравитационного дренирования под воздействием пара отличающихся режимом эксплуатации, длиной горизонтальных стволов и расстоянием между горизонтальными стволами по вертикали. С точки зрения минимальной энергетической затратности добычи нефти наилучшим являются вариант с расстоянием между горизонтальными стволами 5 м при давлении нагнетания пара близком к гидростатическому (0,8 МПа) [2].

Также известно, что внедряются гибридные методы, сочетающие SAGD с растворителями или каталитическими добавками, что ускоряет снижение вязкости нефти. Кроме того, применение наклонно-направленного бурения с высокой точностью (geo-steering) помогает избежать попадания в глинистые пропластки, что особенно актуально для краевых зон залежей [3].



На стадии интенсивного разбуривания горизонтальными скважинами залежей СВН и ввода в разработку данных скважин возникли случаи размещения горизонтальных скважин в нерентабельных геологических условиях. Для условий, когда химическими методами невозможно «реанимировать» такие скважины, разработана технология бурения боковых стволов, которая способствует увеличению степени выработки запасов сверхвязкой нефти [4].

На изученной залежи сверхвязкой нефти средняя нефтенасыщенная толщина составляет 20–30 м [5]. В сводовой части залежи максимальная толщина достигает 32 м. В краевых частях песчаная пачка неоднородна, встречаются глинистые пропластки, также местами наблюдаются уплотненные участки песчаной пачки, обусловленные заполнением межзернового пространства известковым материалом. Данные факторы приводят к ухудшению условий для получения гидродинамической связи между парами скважин при разработке залежи методом парогравитационного дренажа. В краевой, восточной части залежи в 2014 г. была пробурена пара горизонтальных скважин \*\*\*\*7, \*\*\*\*8 (рис. 3). Результаты геофизического исследования показали, что большая часть добывающей скважины (55%) была пробурена в глинистом пропластке песчаной пачки. Для увеличения приемистости была проведена большеобъемная кислотная обработка, но она не дала положительного результата. На этапе эксплуатации наблюдался низкий дебит по жидкости (10 т/сут) и по нефти (3 т/сут), отсутствовала термогидродинамическая связь с верхней нагнетательной скважиной, вследствие чего было принято решение о переводе скважины в бездействующий фонд. После этого для вывода скважины из бездействия было предложено произвести бурение нового горизонтального ствола с несколькими ответвлениями [5].

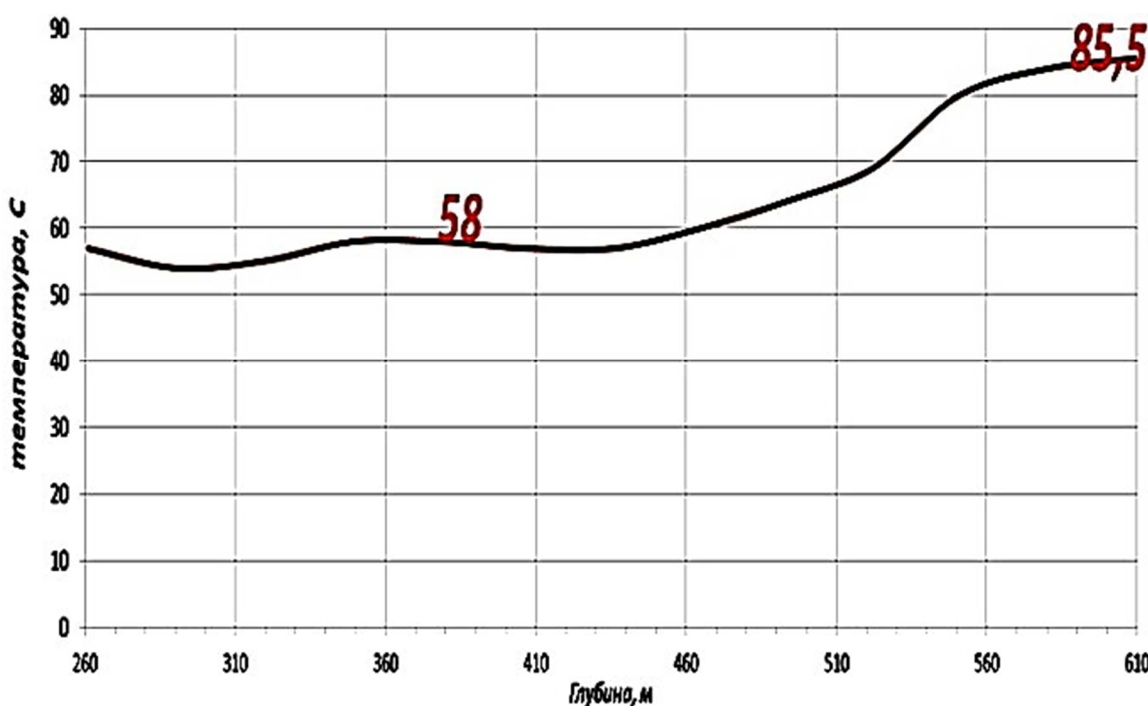


Рисунок 3 – Температура по стволу скважины \*\*\*\*8 [5]

Для увеличения продуктивности скважины из основного нового ствола в стороны пробурили три боковых ствола с небольшим подъемом к забоям. Длина боковых стволов составила от 126 до 219 м, что позволило увеличить зону дренирования скважины. В результате проведенных мероприятий увеличилась приемистость по пару с 22 до 85 т/сут. Текущий дебит по жидкости составил 78 т/сут, по нефти – 27 т/сут.

Также стоит отметить, что важным аспектом внедрения технологии парогравитационного дренирования (SAGD) является минимизация экологического воздействия, особенно учитывая высокие энергозатраты и потребление воды, характерные для этого метода. Ключевым решением стала интеграция замкнутых систем циркуляции пара, которые обеспечивают рециркуляцию до 80% конденсата, образующегося в процессе добычи, что сокращает потребление пресной воды.

Таким образом, разработка залежей сверхвязкой нефти (СВН) требует комплексного подхода, сочетающего эффективные технологии и адаптацию к сложным геологическим условиям. Классический метод парогравитационного дренирования (SAGD), несмотря на свою эффективность, сталкивается с ограничениями в зонах низкой проницаемости и неоднородности коллекторов. Применение



метода парогравитационного дренирования в сочетании с бурением боковых стволов может быть эффективным в условиях неоднородных коллекторов, где традиционные методы добычи демонстрируют низкую продуктивность.

#### Список литературы:

1. Каюкова Г.П. Свойства тяжелых нефтей и битумов пермских отложений Татарстана в природных и техногенных процессах / Г.П. Каюкова, С.М. Петров, Б.В. Успенский. – М. : ГЕОС, 2015. – 343 с.
2. Гареев М.М. Опыт внедрения технологии парогравитационного дренирования (SAGD) на месторождениях сверхвязкой нефти Татарстана / М.М. Гареев, Р.С. Хисамов // Нефтегазовое дело. – 2021. – № 4. – С. 15–16.
3. Тухватуллин Р.Ф. Методы повышения нефтеотдачи в условиях зрелых месторождений Татарстана. – Казань : Изд-во КФУ, 2018. – 169 с.
4. Перспективы развития технологии строительства скважин для добычи сверхвязких нефтей и природных битумов / Н.Г. Ибрагимов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 7. – С. 52–53.
5. Гомес А.Ш.С. Анализ эффективности применения технологии парогравитационного дренирования / А.Ш.С. Гомес, К.А. Воробьев // Сборник научных трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.. – Пермь : Изд-во: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – Т. II. – С. 69–72.

#### List of references:

1. Kayukova G.P. Properties of heavy oils and bitumens of the Permian deposits of Tatarstan in natural and technogenic processes / G.P. Kayukova, S.M. Petrov, B.V. Uspensky. – M. : GEOS, 2015. – 343 p.
2. Gareev M.M. The experience of introducing steam-gravity drainage (SAGD) technology in the fields of extra-viscous oil of Tatarstan / M.M. Gareev, R.S. Khisamov // Oil and gas business. – 2021. – № 4. – P. 15–16.
3. Tukhvatullin R.F. Methods of increasing oil recovery in the conditions of mature deposits of Tatarstan. – Kazan : Publishing House of KFU, 2018. – 169 p.
4. Prospects for the development of well construction technology for the production of super-viscous oils and natural bitumens / N.G. Ibragimov [et al.] // Oil industry. – 2013. – № 7. – P. 52–53.
5. Gomez A.Sh.S. Analysis of the efficiency of steam-assisted gravity drainage technology / A.Sh.S. Gomez, K.A. Vorobyov // Collection of scientific papers based on the materials of the XI International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. – Perm : Publishing house: Perm State National Research University, 2018. – Vol. II. – P. 69–72.