

АКТУАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ В ХМАО – ЮГРЕ

К.С. Сидоров, студент

М.З. Яндарханова, студент

С.В. Апаев, студент

А.П. Янукян, канд. экон. наук, доцент

Филиал Тюменского индустриального университета в г. Сургуте
(Россия, г. Сургут)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-12-4-43-46

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные физические методы увеличения нефтеотдачи, изучено понятие методов увеличения нефтеотдачи, актуальность их применения и классификация. Подробно разобраны физические методы увеличения нефтеотдачи, приведены цели применения и промышленный опыт использования отдельных методов (зарезка боковых стволов, горизонтальные скважины, электромагнитное и волновое воздействие на пласт) изучены актуальность и результаты применения ряда методов на месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. На месторождениях региона наибольшим потенциалом обладают гидроразрыв пласта, бурение горизонтальных скважин и зарезка боковых стволов.

Ключевые слова: физические методы увеличения нефтеотдачи, горизонтальные скважины, зарезка боковых стволов, гидроразрыв пласта, волновое воздействие.

Одним из главных вызовов, с которыми сталкиваются предприятия нефтяной промышленности сегодня, это повышение нефтеотдачи месторождений. Выработка запасов месторождений приводит к естественному снижению дебитов скважин из-за падения пластового давления. Это негативно влияет на экономическую рентабельность, сроки разработки месторождения и коэффициенты извлечения нефти (КИН).

Для поддержания и увеличения объёмов добычи нефти компаниям приходится либо заниматься разработкой новых месторождений, запасы части из которых относятся к трудноизвлекаемым (ТРИЗ), либо вкладывать средства в исследования и

внедрение в производство разнообразных методов увеличения нефтеотдачи (МУН). Это методы воздействия на пласт, позволяющие получать дополнительные объёмы нефти по сравнению с базовыми вариантами разработки за тот же период времени, то есть они увеличивают извлекаемые запасы по сравнению с базовым вариантом разработки [1].

В зависимости от стадии внедрения МУН разделяют на первичные (до 25% геологических запасов), вторичные (до 20%) и третичные (до 15%). Существует необходимость применения четвертичных МУН, которые смогли бы извлечь остаточные неизвлекаемые сегодняшними методами запасы.

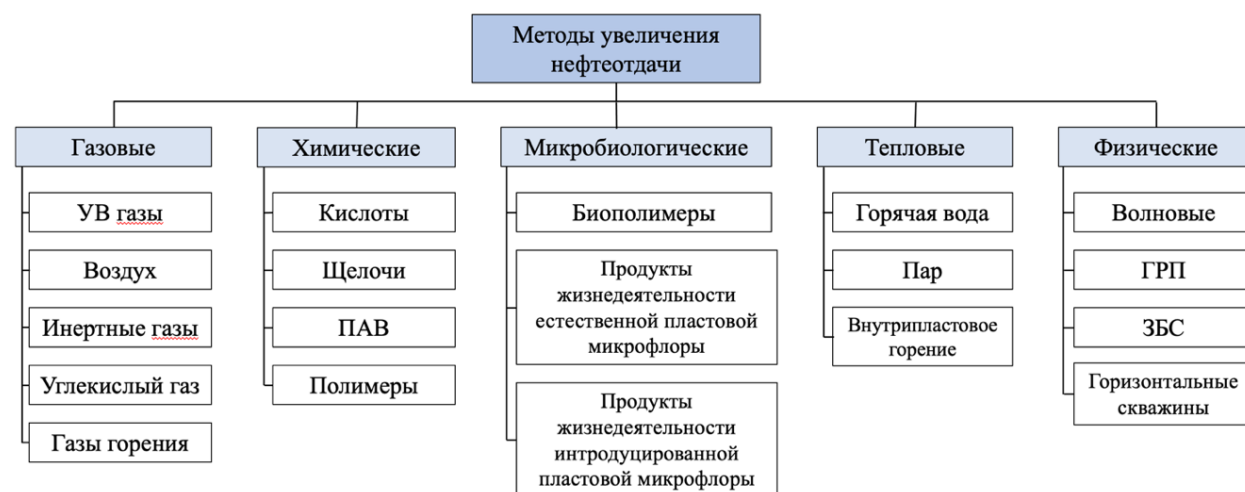


Рис. Классификация МУН [2]

В отдельную категорию принято выделять физические МУН, хотя часть специалистов с сомнением относятся к такой классификации, так как при применении МУН КИН повышается за счёт потенциала вытесняющего агента, а в случае физических методов для увеличения нефтеотдачи используется естественная энергия пласта. К физическим МУН, которые чаще всего применяются на производствах, можно отнести: зарезку боковых стволов (ЗБС), горизонтальные скважины (ГС), электромагнитное и волновое воздействие на пласт, дострел и перестрел эксплуатационной колонны (ЭК).

Также к физическим МУН часто относят и гидроразрыв пласта (ГРП), но здесь ключевую роль играют геологические условия пласта. Если пласт высокопроницаем, то осуществление ГРП приведёт к созданию дополнительных трещин, увеличению неравномерности движения закачиваемой воды и стремительному росту обводненности добываемой продукции. ГРП следует рассматривать как МУН только для низкопроницаемых пластов с высокой расчленённостью.

В ПАО «Сургутнефтегаз» проводится ГРП в коллекторах баженовских отложений со сложными геологическими условиями. При этом используются горизонтальные скважины и боковые стволы, что значительно повышает зону эффективного дренирования ствола и нефтеизвлечение.

Основная задача волновых методов воздействия на пласт или его призабойную

зону (ПЗП) заключается в создании колебательных процессов разной амплитуды и импульсного воздействия для присоединения к эксплуатации непроницаемых частей пласта с помощью простирающихся на большие расстояния упругих волн. Существует большое количество видов реализации волнового воздействия на промысле: гидроакустическое, сейсмоакустическое, вибросейсмическое и вибровоздействие.

Метод электромагнитного воздействия основан на влиянии колебаний волн различного диапазона для изменения свойств пластовых флюидов и нефтесодержащих пластов (увеличение показателей фильтрационно-емкостных свойств), что позволяет увеличить извлечение нефти. Применение данного метода позволяет добиться теплового эффекта, деэмульсации продукции, уменьшения температуры парафинообразования и появления дополнительных градиентов давления. Многократно увеличить эффективность метода можно, например, при закачке в пласт солевого раствора (электролита) [3].

Для разработки слабопроницаемых пластов, пластов с малой эффективной мощностью, пластов с зональной неоднородностью, а также для уменьшения скорости фильтрации в высокопроницаемых пластах применяются ГС.

С их помощью можно добиться увеличения области дренирования и поверхности вскрытия продуктивных пластов, снизить фильтрационное сопротивление в ПЗП, интенсифицировать переток флюида

из низкопродуктивных зон, повысить эффективность процессов воздействия на пласт (использование скважин в качестве нагнетательных), повысить период безводной эксплуатации – всё это позволяет в конечном итоге увеличить КИН.

Зарезка боковых стволов позволяет повысить добычу на месторождениях на поздних стадиях разработки, возвращая в эксплуатацию скважины из бездействующего фонда или вводя в разработку ранее не задействованные участки или ТРИЗ. Основные этапы работ: выбор скважин для забуривания необходимого количества БС; выбор интервала вырезания «окна» в ЭК; расчет траектории БС; вырезание «окна» в ЭК; забуривание БС.

Особый интерес применение ЗБС и ГС имеет на месторождениях на поздних стадиях эксплуатации, разработка которых осложнена геологическим строением. Неоднородность породы-коллектора является причиной образования пропластков, не введенных в разработку. Исследования ПАО «Сургутнефтегаз» показывают неравномерность выработки пластов с высокой прослойкой неоднородностью. Целые прослойки продуктивных пластов могут оказаться не вскрытыми перфорацией из-за водонефтяных и газонефтяных контактов.

В работе «Методы увеличения нефтеотдачи на месторождениях Югры» (2020 г.) был проведен анализ эффективности применяемых в производстве третичных МУН на месторождениях региона [5]. В исследовании отмечают, что дополнительная добыча за счёт МУН и проведения геолого-технологических мероприятий (ГТМ) за 2019 г. составила 16%. Самыми эффективными методами оказались бурение ГС, ЗБС и ГРП.

Библиографический список

1. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее. Учебное пособие. – Казань: издательство «ФЭН» Академии наук РТ, 2009. – 664 с.
2. Мусин М.М., Липаев А.А., Хисамов Р.С. Разработка нефтяных месторождений: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / М.М. Мусин, А.А. Липаев, Р.С. Хисамов; под ред. проф. А.А. Липаева. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 328 с.
3. Воздействие на нефтесодержащий пласт физическими полями с целью увеличения нефтеотдачи / Н.М. Паклинов, А.А. Барышников, А.М. Ведменский // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22167> (дата обращения: 09.04.2023).

К применяемым разновидностям ГРП авторы относят как стандартный ГРП, так и его разновидности (многостадийный, сложнопрофильные, большеобъёмные, с ГС). Применяется в том числе и на скважинах с ТРИЗ.

Бурение ГС – наиболее рациональный выбор в настоящее время в регионе. Оптимальная длина горизонтального участка ствола добывающей скважины на месторождениях Югры – 750 м. Повышение эффективности метода возможно при подборе оптимальных схем расположения стволов, но для этого требуются постоянно действующие гидродинамические модели объектов разработки.

Основным преимуществом ЗБС является возможность восстановления бездействующего фонда скважин и повышения продуктивности малодебитных скважин на поздних стадиях разработки. Максимальной эффективности при этом можно достичь при бурении многостволовых и разветвленных ГС. Актуальность применения данного метода на месторождениях Югры обосновывается большим количеством низкодебитных скважин – 17900 скважин с дебитом менее 5 т/сут (на 2019 г.).

Нами были рассмотрены актуальные физические методы увеличения нефтеотдачи: волновое воздействие, электромагнитное воздействие, горизонтальные скважины, гидроразрыв пласта и зарезка боковых стволов. Опыт применения данных методов как по отдельности, так и в комбинации с другими ГТМ доказал их эффективность для повышения КИН. На месторождениях Югры наибольшим потенциалом обладают ГРП, бурение ГС и ЗБС.

4. Применение горизонтальных скважин / И.В. Миронов // Academic Journal of West Siberia. – 2015. – Т. 11, № 5(60). – С. 21-22.

5. Кузьменков С.Г. и др. Методы увеличения нефтеотдачи на месторождениях Югры // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 4. – С. 96-106.

CURRENT PHYSICAL METHODS FOR ENHANCED OIL RECOVERY IN YUGRA

K.S. Sidorov, *Student*

M.Z. Yandarhanova, *Student*

S.V. Араев, *Student*

A.P. Yanukyan, *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

Branch of Tyumen Industrial University in Surgut

(Russia, Surgut)

***Abstract.** Article discusses current physical methods of enhanced oil recovery, studies the concept of physical methods of enhanced oil recovery, the relevance of their application and classification. The physical methods of increasing oil recovery are analyzed in detail, the purposes of application and industrial experience of using individual methods (sidetracking, horizontal wells, electromagnetic and wave effects on the formation) are presented, the relevance and results of applying a number of methods in the fields of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra are studied. Hydraulic fracturing, drilling of horizontal wells and sidetracking have the greatest potential in the fields of the region.*

***Keywords:** physical methods of enhanced oil recovery, horizontal wells, sidetracking, hydraulic fracturing, wave action.*