**Использование устройств контроля притока для увеличения добычи углеводородов**

Елфимов Е.Е., Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень, 2024

**Введение**

В современном мире обеспечение энергетической безопасности и стабильности является критическим для развития экономики и обеспечения благосостояния людей. Углеводороды, такие как нефть и газ, продолжают оставаться ключевыми источниками энергии для удовлетворения глобального спроса. Однако истощение легкодоступных запасов требует от нефтяной и газовой отраслей разработки нетрадиционных и труднодоступных ресурсов. Это стимулирует внедрение инновационных технологий и методов, направленных на обеспечение эффективной и безопасной добычи углеводородов из разнообразных коллекторов, включая использование устройств контроля притока (УКП).

Начало формы

Конец формы

**Актуальность использования устройств контроля притока**

Основной проблемой, с которой сталкиваются операторы при разработке трудноизвлекаемых запасов(ТрИЗ), является неравномерное распределение притока жидкости вдоль горизонтальной скважины. Это приводит к тому, что на участках с высокой продуктивностью начинает прорываться газ или вода. В результате прорыва нежелательного флюида, общая эффективность добычи снижается, как и время эксплуатации скважины. В ситуации, когда большая часть разрабатываемых залежей относятся к ТрИЗ, эксплуатация должна производится крайне аккуратно. Также, всё чаще разрабатываются нефтяные оторочки, где высока вероятность прорыва газа, что приведет к вышеуказанным последствиям.

Для решения этой проблемы было разработано УКП. Они способствуют более равномерному распределению притока жидкости вдоль всей длины скважины, что позволяет увеличить добычу нефти и снизить долю воды или газа в добываемой продукции.

**Устройства контроля притока**

Устройства контроля притока представляют собой специальные конструкции, устанавливаемые в комплекте труб горизонтальной скважины. Основной функцией устройства является выравнивание профиля притока, за счёт ограничения прорыва нежелательного флюида, которое обладает меньшой вязкостью по сравнению с нефтью. Газ или вода, приближаясь к скважине стимулируют малодебитные участки. Принцип действия УКП основан на законе Бернулли, который определяет зависимость между скоростью стационарного потока жидкости и ее давлением. Согласно этому закону, если по мере течения давление жидкости повышается, то скорость течения убывает, и наоборот. Когда газ проходит через устройство скорость потока увеличивается, что приводит к уменьшению давления на диск. С уменьшением давления, диск поднимается, уменьшая зону притока.

Они могут быть пассивными (УКП) или активными (АУКП), в зависимости от способа регулирования притока жидкости.

- Пассивные устройства контроля притока (УКП)

УКП представляют собой простые устройства, не требующие внешнего управления или источника питания. Они основаны на использовании гидравлических ограничителей, которые обеспечивают более равномерное распределение притока жидкости вдоль скважины. Это достигается за счет создания дополнительного гидравлического сопротивления в местах, где приток жидкости изначально был более интенсивным. Таким образом, УКП способствует снижению доли воды или газа в добываемой продукции и повышению общих показателей добычи нефти.

- Активные устройства контроля притока (АУКП)

АУКП являются более продвинутыми устройствами, которые способны самостоятельно регулировать приток жидкости в зависимости от изменяющихся условий в скважине. Это достигается за счет использования специальных клапанов, которые реагируют на изменения давления и концентрации фаз, обеспечивая оптимальное распределение притока в течение всего срока службы скважины. АУКП могут работать как в автономном режиме, так и под управлением внешнего контроллера, что позволяет операторам гибко реагировать на изменения в скважине и оптимизировать ее работу.

Итак, применение устройств контроля притока позволяет:

1. Обеспечить регулировку усилия, при котором происходит закрытие клапана;
2. Повысить надежность закрытия клапана;
3. Повысить эффективность перекрытия клапана при снижении вязкости и увеличении скорости прохождения через него добываемого продукта;
4. Снизить обводненность добываемого продукта;
5. Предотвратить образование водяного и газового конусов.

УКП имеют ряд преимуществ:

1. Повышение эффективности добычи нефти за счет более равномерного распределения притока жидкости вдоль скважины;
2. Снижение доли воды или газа в добываемой продукции, что позволяет уменьшить затраты на ее транспортировку и переработку;
3. Продолжение эксплуатации скважин, которые ранее считались нерентабельными из-за высокого содержания воды или газа;
4. Способствует вовлечению в добычу запасов нефти, которые не могут быть добыты традиционными методами;
5. Возможность оптимизации процесса добычи в реальном времени с использованием АУКП, что позволяет операторам гибко реагировать на изменения в скважине.

Кроме перечисленных преимуществ использования УКП, существуют и недостатки, которые не позволяют предприятиям использовать их в полной мере:

1. Создаёт дополнительное сопротивление притоку флюида;
2. Нецелесообразность установки по всей длине ствола горизонтальной скважины;
3. Неработающие интервалы могут включится в работу и попадать в ствол скважины через не оснащенные устройствами интервалы;
4. Изменение параметров после оснащения скважины невозможно.

Учитывая характеристику, описанную выше, получаем инструмент, который нецелесообразно использовать на всем дренируемом интервале из-за создаваемых дополнительных потерь давления и финансовой неэффективности. Для того, чтобы эти параметры не влияли на работу скважины следует точечно размещать УКП по стволу скважины, что невозможно осуществить на основе исследований пласта, так как прогнозируемо неработающие интервалы могут включиться в работу и газ будет прорывать через этот интервал, который не был оснащен устройством на основе исследований проницаемости и трещиноватости.

**Рекомендации**

Решение проблемы расстановки УКП возможно благодаря моделированию многосегментных скважин. Вычислив значения потерь давления на трение и ускорение на сегментах смоделированной скважины, и, учитывая ФЕС и данные по исследованию пласта в указанных интервалах, можно с высокой точностью определить неработающие или работающие при определенных значениях депрессии интервалы ствола горизонтальной скважины. При известных проектных решениях можно делать выводы по необходимости оснащения того или иного интервала ствола устройством контроля притока.

**Заключение**

Использование устройств контроля притока, таких как УКП и АУКП, является эффективным решением для повышения добычи углеводородов из трудноизвлекаемых месторождений. Эти технологии способствуют более равномерному распределению притока жидкости вдоль скважины, снижению доли воды или газа в добываемой продукции и, как следствие, повышению общих показателей добычи нефти. Внедрение УКП и АУКП, а также проведение постоянного мониторинга и анализа производственных показателей позволят операторам оптимизировать работу скважин и эффективно решать возникающие проблемы.

**Список использованной литературы:**

Паклинов, Н. М. 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. – С. 90. – EDN UZIZCJ.

Ведменский, А. М. Исследование влияния негармонических акустических колебаний на критический градиент давления начала фильтрации / А. М. Ведменский, С. Ф. Мулявин, Н. М. Паклинов // Естественные и технические науки. – 2021. – № 6(157). – С. 88-89. – EDN TITTLT.

Paklinov, N. M. Creation of the installation for studying the impact of current pulse excitation on the bottomhole formation zone / N. M. Paklinov, A. N. Shepelevich, A. V. Strekalov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : confernce 1, Tyumen, 28–29 сентября 2018 года. Vol. 181. – Tyumen: Institute of Physics Publishing, 2018. – P. 012024. – DOI 10.1088/1755-1315/181/1/012024. – EDN YBWTNJ.

Результаты лабораторных исследований процесса воздействия на нефтяной пласт физическими полями / А. М. Ведменский, А. А. Барышников, А. В. Стрекалов, Н. М. Паклинов // Естественные и технические науки. – 2018. – № 5(119). – С. 82-83. – EDN UTJASJ.

Сборник задач по разработке нефтяных и газовых месторождений / С. Ф. Мулявин, И. Г. Стешенко, О. А. Баженова [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – 95 с. – ISBN 978-5-9961-2682-8. – EDN LEWJWL.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021662139 Российская Федерация. Расчет показателей воздействия упругими колебаниями на продуктивный пласт : № 2021661090 : заявл. 30.06.2021 : опубл. 22.07.2021 / А. М. Ведменский, Е. Е. Левитина, А. И. Аристов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет». – EDN RQKCEB.

Ведменский, А. М. Исследование влияния негармонических колебаний на процесс фильтрации в насыщенной поровой среде / А. М. Ведменский, С. Ф. Мулявин, Н. М. Паклинов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 2(134). – С. 54-57. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-2(134)-54-57. – EDN FELMFE.

Особенности проведения гидроразрыва пласта в отложениях с трудноизвлекаемыми запасами / А. Г. Копытов, С. В. Левкович, Н. В. Назарова [и др.] // Наука. Инновации. Технологии. – 2022. – № 4. – С. 231-248. – DOI 10.37493/2308-4758.2022.4.10. – EDN XQYWXF.