

Определение степени сходства и достоверности осуществлялось по формулам (1) и (2).

$$R = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_{Ai} - x_{ci}}{x_{ci}} \right| \quad (1)$$

Где:

$R$  – степень сходства объектов

$N$  – количество параметров

$x_{Ai}$  – количественный параметр потенциального аналога

$x_{ci}$  – количественный параметр целевого объекта

$$\theta = \ln Q_{\text{извл}} t_{\text{разраб}} * \lambda_t \quad (2)$$

Где:

$\theta$  – степень достоверности данных

$Q_{\text{извл}}$  – извлекаемые запасы

$t_{\text{разраб}}$  – время разработки

$\lambda_t$  – отбор от НИЗ

Проведённый анализ показал, что метод аналогий имеет большой потенциал к применению при проектировании разработки. Качественный подбор аналогов открывает возможности для дальнейшего расширения возможностей их применения. Подобный инструмент существенно упрощает выполнение задач для специалистов. Количественная оценка степени сходства в совокупности с оценкой достоверности данных позволяет минимизировать риски и снизить капитальные затраты на введение объекта в эксплуатацию.

#### Литература

1. Официальный сайт компании C&C Reservoirs / Электронный ресурс / режим доступа / <https://www.ccrepositories.com/DAKS>.
2. Кошелев А.Т., Соловьева В.Н., Орлова И.О., Даценко Е.Н. Проблема поиска месторождений-аналогов и методика её решения // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и море. 2014. – № 7. – С. 10 – 12.
3. Вологин И.С., Исламов Р.Р., Нигматуллин Ф.Н., Харисова А.В., Лознюк О.А. Методика выбора объекта-аналога для нефтегазовой залежи по геолого-физическим характеристикам // Нефтяное хозяйство. 2019. – № 12. – С. 124 – 127.
4. Никифоров Д.В., Глухих И.Н. Усовершенствованный подход выбора объектов-аналогов при проектировании разработки месторождений с помощью вывода по прецедентам // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2020. – № 10. – С. 106 – 111.

### ОПТИМИЗАЦИЯ БАЗОВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ВЫСОКИМ РИСКОМ КОНУСООБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НЕОКОМСКИХ ПЛАСТОВ ПК13-22)

Ким В.В.

Научный руководитель профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из наиболее частых механизмов образования неизвлеченной нефти является образование конусов воды у добывающих скважин. Этот процесс включает в себя изменение формы ВНК, что приводит к нежелательной добыче пластовой воды, преждевременной обводненности и как следствие низкой нефтеотдаче. Конусообразование долгое время является важной проблемой многих отечественных и зарубежных месторождений. Решение данной проблемы в наиболее распространенном случае - является регулирование максимально допустимой рассчитанной депрессии с целью предупреждения раннего прорыва воды в скважину. Также в России активно проводят испытания по внедрениям новых экономически обоснованных технологий для решения данной проблемы. Они включают закачку полимерной оторочки в скважину, а также использование устройств контроля притока в компоновки скважин.

Рассмотрим актуальность данных технологий на примере неоконских пластов Западной Сибири. Одним из наиболее перспективных объектов неоконки являются пласты покурской свиты, приуроченные к апт-альб-сеноманскому нефтегазоносному комплексу. Формирование нижней покурской свиты происходило в результате чередования прибрежно-морских и континентальных фаций. В последствии из-за этих процессов отложения характеризуются высокой литологической неоднородностью. Литология представлена светло-серыми песчаниками с прослоями глины и алевролитов. Порода имеет разнообразные типы слоистости и остатки растительного детрита [1]. Основной нефтематеринской породой являются глины и угли, расположенные в нижней части мелового комплекса.

Для неоконских пластов довольно характерно подтягивание конусов воды как для вертикальных, так и для горизонтальных скважин. Связано это в том числе от сложной геологии объекта. На сегодняшний день начинают внедрять технологии закачки оторочки полимерного состава, которые снижают проницаемость пресной воды и как следствие уменьшают конусообразование. Технология заключается в закачке полимерной оторочки в область нижнего интервала перфорации в зону ВНК. Экспериментально на основе гидродинамических моделей и промысловых исследований было подтверждено увеличение отборов нефти на 15-35 % [2].

На текущий момент также активно внедряют технологии с включением в состав компоновок устройств контроля притока. Различают несколько типов таких устройств, но наиболее эффективными являются именно автономные устройства контроля притока. Принцип и физика их действий основана на законе Бернулли [3]. Так как нефть менее подвижная и более вязкая фаза чем вода или газ. То скорость прохождения у нефтяной фазы будет выше, как следствие подвижный диск устройства реагирует на эту скорость и автоматически закрывается. Это позволит более своевременно отсекал те интервалы, через которые вода стремительно прорывается. Тем самым это позволит увеличивать нефтеотдачу за счет сохранения безводного периода добычи. Результаты моделирования подтвердили их преимущество. Важным плюсом является то, что такие приборы являются отечественными тем самым уменьшая издержки и повышая экономическую рентабельность использования данного типа оборудования.

В зарубежных источниках рассматривают альтернативное решение данной проблемы. Основная идея заключается в нововведении в конструкции заканчивания скважины с системой забойного стока воды (Downhole Water Sink). Она включает в себя систему одновременно раздельной эксплуатации с наличием двух НКТ, в результате чего происходит создание стабильной депрессии в водонефтяной зоне для формирования устойчивого водонефтяного контакта. Данная методология была смоделирована в результате создания двух скважин на одной координате в нескольких слоистых коллекторах. В результате исследования процент обводненности насосно-компрессорных труб для добычи нефти составил 0 %, следовательно, накопленная добыча нефти стала выше. Основными чувствительными на этот показатель параметры оказались коэффициент подвижности, вертикальная, горизонтальная проницаемость, а также интервал перфорации [4].

В результате проведенных исследований, были выделены основные технологии для оптимизации системы разработки с высоким риском конусообразования. Для неокотских пластов нижней покурской свиты, из-за наличия сложных геологических строений наиболее эффективными являются технологии закачки оторочки полимерного состава, а также использование автономных устройств контроля притока. Технология Downhole Water Sink в отличие от предыдущих еще не имела промысловых испытаний, но также является одним из математически доказанных способов оптимизации.

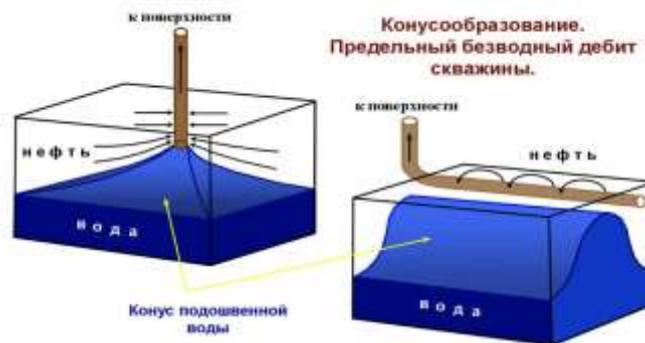


Рис. 1. Иллюстрация процесса конусообразования для вертикальной и горизонтальной скважины

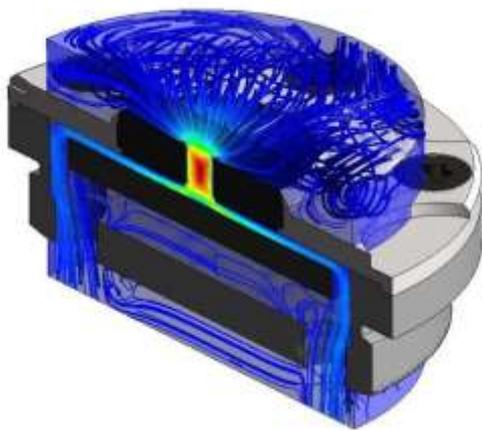


Рис. 2. Автономное устройство контроля притока

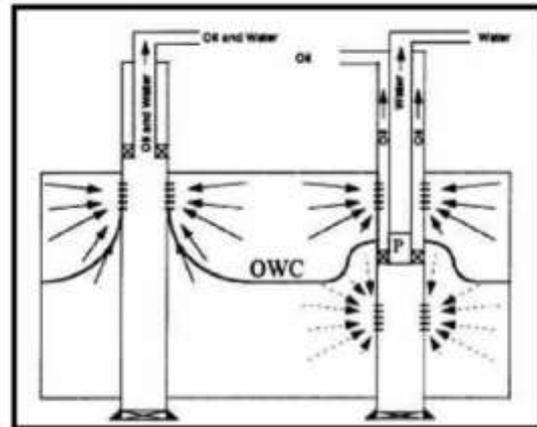


Рис. 3. Сравнение стандартного и DWS типа заканчивания

#### Литература

1. Афонин И. В. Строение и гидрогеохимические условия формирования покурской свиты на примере одного из месторождений Нижневартковского свода (Западная Сибирь). // Сборник материалов. Томск: ТГУ. – С. 352 – 354.
2. Хузин М.А. Контроль конусообразования: закачка оторочки пресной воды. // Территория нефтегаз. – №12. – Москва, 2015 – С. 118 – 123.
3. Исмаков А.И., Денисова Е.В., Черникова М.А., Сидоров С.П. Система управления устройством контроля притока флюида в скважине. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Томск: ТПУ. – С. 192 – 196.
4. Jupriansyah J., Balikpapan M. An Integrated Study of Water Coning Control with Downhole Water Sink Completion Approaches in Multilayered - Strong Water Drive Reservoir to Improve Oil Recovery. – Mumbai; SPE Oil and Gas India Conference and Exhibition, 2019. – 12 p.