

ВОЗМОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ МИГРАЦИИ ГАЗА В ЗАКОЛОННОМ ПРОСТРАНСТ- ВЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Егорова Елена Валерьевна

кандидат технических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: egorova_ev@list.ru

Повсеместно, на газовых и нефтяных месторождениях Волго-Уральской, Прикаспийской и Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, после ввода скважин в промышленную разработку выявляются межколонные давления (МКД) и перетоки (МКП) более чем в 50 % эксплуатационных скважин. Установлено, что газ поступает за цементированную обсадную колонну и мигрирует вверх по цементному кольцу из продуктивного пласта в проницаемые пропластки верхней части разреза скважины, образуя техногенные скопления газа. При достижении газом устья по цементному кольцу наблюдаются межколонные газопроявления, перетоки и грифоны на устье скважин. Проблемы межколонных давлений и перетоков в эксплуатационных скважинах чреваты нарушением целостности цементного камня, нарушением герметичности скважины и как следствие – вывод скважины из эксплуатационного фонда.

Ключевые слова: межколонные давления, межколонные перетоки, эксплуатационные скважины, грифоны, миграция флюида в заколонном пространстве, нарушение крепи скважины, цементный камень, давление в межколонном пространстве, математическое моделирование, обсадная колонна.

THE MATHEMATICAL MODELING OF THE MECHANISM OF GAS MIGRATION IN THE ANNULUS OIL AND GAS WELLS

Yegorova Yelena V.

C.Sc. in Technical Sciences

Associate Professor

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: egorova_ev@list.ru

Everywhere on the gas and oil fields of the Volga-Ural, the Caspian and West Siberian oil and gas province, after entering into commercial development wells identified intercolumned pressure (MCD) and flows (INC) more than 50 % of wells. Found that gas flows in cemented casing and cement migrates up the ring from the reservoir into permeable interlayers upper section of the well to form a man-made gas accumulations. Upon reaching the mouth of the gas on the cement ring observed intercolumned gas show, flows and springs at the wellhead. Problems between strings pressures and flows in the production wells may violate the integrity of the cement stone, well integrity violation and as a consequence - the conclusion of a well operating fund.

Keywords: intercolumned pressure intercolumned flows, production wells, springs, fluid migration in the annulus, violation of the lining of the well

Практика показывает, что нарушение целостности цементного камня, в большинстве случаев, происходит на стадии крепления скважин. Во время

первичного цементирования, газ может вторгнуться в цементное кольцо и в результате движения к устью скважины проложить каналы миграции. Даже качественный цементаж может оказаться неэффективным из-за последующего изменения режима нагружения скважины, связанного, главным образом, с изменением давления и температуры [1]. Под воздействием тектонических напряжений и резкого увеличения давления или температуры в скважине, цементное кольцо может треснуть или даже распасться на куски. Смещение обсадной колонны, вызываемое общей усадкой цементного камня или понижением температуры и давления в скважине, может привести к одновременному изменению радиальных и касательных напряжений и последующему разрушению цемента под действием растяжения или сжатия, либо его отрыву от обсадной колонны или пород с образованием микроразрывов. Эти каналы и трещины обеспечивают пути для миграции газа и накапливаются на устье скважины, в результате чего мы получаем МКД [2].

Исследованиями выявлено два сценария потока газа в столбе жидкости: быстрое протекание низковязкого пластового флюида (ньютоновской жидкости), и, медленное восхождение газового пузырька в вязком цементном растворе (неньютоновской жидкости). Эти два сценария были математически смоделированы и теоретически изучены.

Первая модель предполагает быстрое протекание и не подразумевает образование газа в столбе жидкости. Моделирование показало, что начальный рост давления контролируется давлением цементного раствора, в кольцевом пространстве, и объем газовой шапки ограничивается. Математическое моделирование учитывает возрастающее давление как в трубном, так и в затрубном пространствах скважины, тем самым подтверждая, что модель имеет определенные физические достоинства.

Вторая математическая модель полностью описывает миграцию газа путем соединения переменной скоростью потока газа в цементе с двухфазным потоком в столбе жидкости. Это сочетание численных решений давления и концентрации газа, их распределение в столбе жидкости, с аналитическим решением течения газа в цементном растворе позволит рассчитать давление в затрубном пространстве при проведении операции цементирования.

Применение второй модели подразумевает понимание типичных причин возникновения МКД, возможность анализа чувствительности основных факторов воздействия на возникновение перетоков. Также позволяет проанализировать несколько сценариев развития роста МКД и МКП в эксплуатационных скважинах [3].

Из анализа чувствительности, было установлено, что при росте давления были затронуты различные свойства. Например, снижение давления в цементном кольце контролируется параметрами сред, расположенных выше цемента – концентрацией газа в столбе бурового раствора и размером газовой шапки. Определенное во времени повышение давления после мгновенного притока флюида достаточно, чтобы получить информацию о направлении потока флюида.

Таким образом, путем сопоставления полученных расчетных кривых зависимости интенсивности потока во времени с полем данных, показано, что данное математическое моделирование имеет существенный потенциал для количественного анализа и диагностического тестирования в скважинах с МКД и МКП.

Список литературы

1. Патент 2235858 Российская Федерация, E21V33/14. Способ предупреждения миграции газа по заколонному пространству нефтяных и газовых скважин, а также последующих межколонных газопроявлений и грифонов газа на их устье / С. И. Райкевич. – № 2002128957/03; заявлен 29.10.2002; опубликован 27.04.2004.
2. Cavanagh P. Self-Healing Cement – Novel Technology to Archieve Leak-Free Wells / P. Cavanagh, C. R. Johnson, S. Le Roy-Delage, G. DeBruijn, I. Cooper, D. Culliot, H. Bulte, B. Dargaud // Paper IADC/SPE 105781, presented at the IADC/SPE Drilling Conference. – Amsterdam, February 20–22, 2007.
3. Nelson E. B. Well Cementing / E. B. Nelson, D. Culliot. – Sugar Land, Texas : Schlumberger Publ., 2006.

References

1. Raykevich S. I. Patent 2235858 Russian Federation, E21V33/14. A method of preventing the migration of gas annulus oil and gas wells, as well as subsequent gas shows between strings and griffins gas in their mouth. No. 2002128957/03, reported 29.10.2002, publ. 27.04.2004.
2. Cavanagh P., Johnson C. R., Le Roy-Delage S., DeBruijn G., Cooper I., Culliot D., Bulte H., Dargaud B: Self-Healing Cement - Novel Technology to Archieve Leak-Free Wells. *Paper IADC / SPE 105781*, presented at the *IADC / SPE Drilling Conference*, Amsterdam, February 20–22, 2007.
3. Nelson E. B., Culliot D. *Well Cementing*, Sugar Land, Texas, Schlumberger Publ., 2006.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ

Золотоконова Светлана Васильевна

доктор технических наук, профессор

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г.Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: zolotokopova@mail.ru

Сеитова Сабина Анатольевна

аспирант

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г.Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: sabina-seitova@mail.ru

Дойников Роман Александрович

магистр

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г.Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: roman990@inbox.ru

Альбикова Эльза Гумаровна

аспирант

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г.Астрахань, ул. Татищева, 16