

УДК 622.24

Бухарцев Я.В.,

студент второго курса магистратуры

Уфимского государственного нефтяного технического университета

г. Уфа, Российская Федерация

Комлева С.Ф.,

доцент, кандидат наук кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин»

Горно-нефтяного факультета

Уфимского государственного нефтяного технического университета

г. Уфа, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ БУФЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ЦЕМЕНТИРОВАНИИ СКВАЖИН И РЕЖИМЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

***Аннотация:** Повышение качества цементирования обсадных колонн является одним из важнейших вопросов в технологии бурения и строительства скважин.*

Процесс цементирования скважины может быть разделен на два этапа: удаление бурового раствора и закачка цемента, причем оба зависят от степени вытеснения жидкости.

***Ключевые слова:** Наклонно-направленные скважины, ламинарный, турбулентный, промывка скважины, буровой раствор.*

***Annotation:** Improving the quality of casing cementing is one of the most important issues in the technology of drilling and construction of wells.*

The well cementing process can be divided into two stages: drilling mud removal and cement injection, both depending on the degree of fluid displacement. In this paper, the process of removing drilling mud and filtration crust from the walls of the borehole was considered in detail.

Keywords: *Directional wells, laminar, turbulent, well flushing, drilling fluid, buffer fluid, well wall, cement mortar, washing capacity, substitution, removal.*

Качество строительства, а также последующая продуктивность скважины в основном зависит от степени заполнения цементным раствором зоны между обсадной колонной и стенкой ствола скважины. Крепление скважины должно обеспечивать надежную и долговечную непроницаемую крепь с полной герметизацией межколонного пространства, а также сохранность коллекторских свойств продуктивной зоны.

Помимо состава тампонажной смеси и качества обсадных труб, важным является процесс подготовки ствола скважины, а также процесс цементирования, который в первую очередь сопровождается прокачкой буферной жидкости, свойства которой также обеспечивают качественную крепь скважины.

Данная жидкость предупреждает смешивание бурового раствора с цементным, а также очищает ствол скважины от остатков бурового раствора. Первой жидкостью, которую использовали в качестве буфера являлась вода, также применялись нефть и нефтепродукты, минерализованная вода, смеси различных кислот и так далее. Применение буферных жидкостей в процессе цементирования является обязательным в настоящее время.

Современное назначение применения буферных жидкостей, обеспечивающим повышения качества цементирования, должно отвечать следующим требованиям:

- предупреждение смешивания цементировочной смеси с буровым промывочным раствором;
- предупреждение образования труднопрокачиваемых смесей;
- обеспечение полноты замещения бурового раствора цементировочным;

- обеспечение «моющего эффекта», разрушение фильтрационной корки в стволе скважины;

- обеспечение надежного контакта цементировочной смеси с горной породой;

Оценка эффекта промывки в рамках исследования основана на принципе равной скорости сдвига [2] — то есть скорость сдвига получается в соответствии с размером скважины, эксплуатационными параметрами и характеристики скважинной жидкости, которые были зацементированы.

Затем, используя скорость сдвига в сочетании с размерами экспериментального устройства и характеристиками жидкости, измеренными в лаборатории, можно получить объем вытеснения.

Как показано на рисунке 1, для кольцевого пространства с распределением внутреннего и внешнего радиусов R_1 и R_2 координата r устанавливается вдоль радиального направления с центральной линией кольцевого пространства в качестве начала координат. В месте, удаленном от входа и выхода, полосовой проточный элемент толщиной $2r$, берется длина L и ширина $\pi(R_1+R_2)$.

Учитывая постоянный поток цементного раствора, импульс потока сохраняется.

Внешняя сила, действующая на него, то есть результирующая сила давления на обоих концах $\pi(R_1+R_2)2r\Delta P$, направление которой совпадает с направлением потока, является движущей силой, то есть сопротивлением потоку, вызванным напряжением сдвига τ на верхней и нижней сторонах из элемента $2L\pi(R_1+R_2)$.

Уравнение баланса импульса получается следующим образом:

$$\tau = \Delta r pL \quad (1)$$

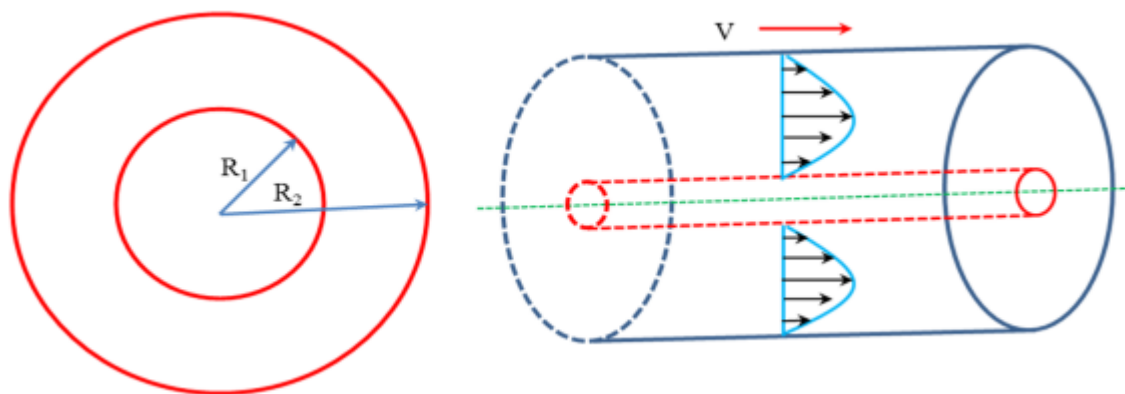


Рисунок 1 – Распределение скоростей в затрубном пространстве скважины

Можно легко получить, что напряжение сдвига распределяется по прямой линии в кольцевом зазоре.

Напряжение сдвига на стенке трубы является наибольшим, а напряжение сдвига на оси трубы является минимальным, которое равно нулю:

$$\tau_w = \frac{1}{2}(R_2 - R_1)\Delta p/L \quad (2)$$

Если математическая модель реологии жидкости является степенной моделью и определены реологические параметры, распределение скорости жидкости может быть выведено в соответствии с уравнением динамического баланса потока [3]:

$$u = \frac{n'}{1+n'} \left(\frac{L}{\Delta p K^{1/n'}} \right) \left[\left(\frac{\Delta p (R_2 - R_1)}{2L} - \tau_y \right)^{\frac{1+n'}{n'}} - \left(\frac{\Delta p r}{2L} - \tau_y \right)^{\frac{1+n'}{n'}} \right] \quad (3)$$

где n' - индекс текучести,

t - статическая сила сдвига.

Скорость сдвига может быть получена путем выведения, приведенного выше уравнения. Кроме того, Чэнь Цзялян [4] также вывел уравнение распределения скорости.

$$u = \frac{n}{2n+1} \left(\frac{p}{kL} \right)^{\frac{1}{n'}} \left[\frac{1}{2} (R_2 - r) \right]^{\frac{n'+1}{n'}} \quad (4)$$

Аналогичным образом, скорость сдвига также может быть получена путем выведения, приведенного выше уравнения. Чэнь Цзялян [5] также получено уравнение распределения скорости кольцевого сдвига.

$$\frac{du}{dr} = \frac{12V}{R_2 - R_1} \frac{2n'+1}{3n'} \quad (5)$$

где V - текущая скорость.

Предполагая, что угловая скорость постоянна, учитывая баланс между давлением и напряжением сдвига, получается выражение скорости сдвига на внешней стенке кольцевого пространства [6]:

$$\frac{du}{dr} = \left(\frac{\tau_y}{k} \right)^{\frac{1}{n'}} \left(\frac{R_1 - R_2}{2\delta} - 1 \right)^{\frac{1}{n'}} \quad (6)$$

где δ - распределение потока,

k - коэффициент густоты потока.

Взяв в качестве примера данные о строительстве скважины на нефтяном месторождении, плотность жидкости для цементирования скважины составляет $2,42 \text{ г/см}^3$,

$$n = 0,543,$$

$k = 1,398 \text{ Па}\cdot\text{сн.}$

Диаметр отверстия третьей скважины составляет $D = 0,3112 \text{ м}$, а размер корпуса составляет $d = 0,2445 \text{ м}$.

Объем составляет 33 л/с , а скорость потока – $1,134 \text{ м/с}$.

Скорость сдвига составляет $261,26 \text{ с}^{-1}$, $261,28 \text{ с}^{-1}$, $261,25 \text{ с}^{-1}$ и $261,26 \text{ с}^{-1}$.

Это показывает, что уравнение может быть использовано для соответствующего расчета [7].

Внутренний диаметр цилиндра промывочного устройства составляет $0,0536 \text{ м}$, а наружный диаметр имитируемого формационного экрана составляет $0,0305 \text{ м}$.

Основанный на принципе равной скорости сдвига, расход жидкости в промывочном цилиндре составляет $0,367 \text{ м/с}$, а объем - $0,5333 \text{ л/с}$.

Список использованной литературы:

1. Об условиях существования напорного режима движения технологических жидкостей при цементировании скважин. Ашрафьен М.О., Нижняк А.Е., НТЖ. «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море», №12 – М.. Изд. ОАО «ВНИИОЭНГ», 2008.

2. Проектирование гидравлического режима цементирования обсадных колонн в глубоких скважинах с учетом влияния «отрывного течения». Логачев Ю.Л., Осипов П.Ф. НТЖ, «Интервал» №12(47) – г. Самара, 2002.

3. Проектирование гидравлического режима цементирования обсадных колонн в глубоких скважинах с учетом влияния «отрывного течения» в трубах. Логачев Ю.Л., Мальковская О.Н., Осипов П.Ф., НТЖ, «Разведка и охрана недр», №7 Изд. Недра, 1996.

4. Булатов, А.В. Технология цементирования нефтяных и газовых скважин Москва, 1983-151с.

5. Темиров, Э.В. Разработка составов буферных жидкостей и тампонажных растворов для повышения качества крепления нефтяных и газовых скважин: диссертация кандидата технических наук: 21.12.06 / Темиров Эльдар Велиюллаевич. – Ставрополь, 2006. – 21 с.

6. Рогов, Е.А. Разработка методов оценки составов технологических жидкостей для разупрочнения глинистых образований при бурении скважин: диссертация кандидата технических наук: 20.10.11 / Рогов Евгений Анатольевич. – Москва, 2011. – 25 с

Бухарцев Я.В., Комлева С.Ф. © 2023