

Аналогичные испытания были проведены и с утяжеленным цементом, результаты которых так же соответствует стандарту и техническому решению по реологическим параметрам при совместном использовании расширяющей добавки СаО (известь) и при концентрациях нитрата кальция 2–4%, по отделению свободной воды для всех концентраций, по прочностным показателям при концентрации 2%. Параметру время загустевания соответствуют только растворы при концентрации нитрата кальция 3 и 4% для 70 и 100 (Берден) соответственно.

Выводы

1. Нитрат кальция может быть использован в качестве добавки ускорителя при тампонировании скважин как для облегченного так и для утяжеленного цементов.

2. Са(NO₃)₂ интенсивно снижает водоотделение практически до нулевого уровня при любых концентрациях.

3. Подходит по реологическим и прочностным показателям.

4. Отмечено благотворное влияние нитрата кальция при совместном использовании расширяющей добавки оксида кальция (СаО).

Для более полного представления о действии нитрата кальция на свойства цементного раствора и цементного камня, а так же использования этой добавки на практике тампонирования скважин следует изучить прочностные характеристики при более долгих сроках твердения, склонность к высолообразованию, тепловыделение и пр.

Литература

1. Додсон. Бетонная смесь. Нью-Йорк: В.Н. Рейнхольд:1990.
2. Джастнес: «Ингибиторы коррозии для бетона», Труды Международного симпозиума по прочности бетона I памяти профессора доктора Раймундо, Ривера, 12-13 мая 2005, Монтеррей, Н.Л. Мексика, с. 179-199.
3. Джастнес: «Объяснение долгосрочной прочности на сжатие бетона при использовании нитрата кальция», Труды 11-го Международного конгресса по химии цемента (ICCC), 11-16 мая 2003 года, Дурбан, Южная Африка, с.475-484.
4. Джастнес, Найгаард «Влияние нитрата кальция на связывающую способность цемента и скорость индуцированной коррозии при использовании в строительных растворах». Труды международной конференции по проблемам коррозии и защиты от коррозии стали в бетоне. Великобритания: Шеффилд; 1994. с. 491-502.
5. Авдеенко А.П., Поляков А.Е. «Коррозия и защита металлов: Краткий курс лекций». – Краматорск: ДГМА, 2003. - 104 с.
6. Агзамов Ф. А., Измухамбетов Б. С. «Долговечность тампонажного камня в коррозионно - активных средах». СПб. : Недра, 2005. 318 с.
7. Исследования Цемента и Бетона, «NITCAL - комплексная добавка в бетоны» // ООО Элсвиер Сайенс.- Норвегия, 1995.
8. Научно-технический отчет: «Разработка технологических параметров процессов промышленного комплекса утилизации некондиционных окислителей ракетного топлива и получения активных комплексных нитратных солей для растворов бурения нефтегазовых скважин и добавок в бетон» // Открытое акционерное общество «Красноярский машиностроительный завод» - Химзавод – фил. ОАО «Красмаш», 2012 г.
9. Неверов А.Л., Вертопрахова Л.А., Баталина Л.С., Минеев А.В. «Исследования влияния добавок комплексных нитратных солей на свойства общестроительного и тампонажного цемента». Журнал «Инженерная геология», 2013, с. 64-71.
10. Нитрат кальция NitCal – комплексная добавка для бетонов. 10.2008 «Вестник строительного комплекса» № 59.
11. Сорокин Л. А. «Разработка расширяющихся тампонажных цементов для повышения качества цементирования скважин»: автореф. дис. канд. тех. наук. М., 2005. 17 с.
12. Стандарт API -10А и 10В.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕМЕ ОЧИСТКИ СТВОЛА НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЙ СКВАЖИНЫ ОТ ШЛАМА

О.В. Муратов

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность

Как один из самых важных аспектов очистки скважин, особенно при направленном бурении, оптимизация выноса шлама способствует увеличению проходки и снижению затрат на бурение. Накапливание шлама в нижней части скважины во время бурения может стать причиной таких проблем, как прихват бурильной колонны, увеличение вращающего момента и главное – к значительному снижению проходки, что ведет к затягиванию сроков и увеличению стоимости бурения скважин. В свою очередь вынос шлама зависит от различных факторов, включая такие параметры бурения как расход промывочной жидкости, скорость вращения бурильной колонны, угол наклона скважины и других, причем, они должны учитываться одновременно. Проблеме очистки скважин посвящено много работ отечественных и зарубежных ученых, некоторые из них будут рассмотрены и обобщены в данной статье.

Проведенные исследования

Ряд исследований был проведен на экспериментальной установке в Тегеранском политехническом университете [1]. Для исследований использовались частицы плотностью 2700 кг/куб.м., размером от 2 до 8 мм, с формой в виде гранул (зерновидные частицы); расход промывочной жидкости менялся в диапазоне от 50 до 90 галлон в минуту, угол наклона от 30 до 90 градусов, скорость вращения бурильной колонны (внутренней трубы) от 30 до 70 оборотов в минуту. В результате исследований были сделаны следующие выводы:

- Зенитный угол в интервале от 45 до 60 градусов является наиболее критичным, очистка скважины с таким зенитным углом затруднена.

- Концентрация частиц в затрубном пространстве снижается при увеличении расхода за счет увеличения интенсивности завихрений турбулентного потока. Следовательно при более высоком расходе промывочной жидкости влияние размера частиц возрастает, частицы большего размера проще выносятся из затрубного пространства.

- Вынос частиц более эффективен при большей скорости вращения бурильной колонны.

Кроме экспериментов так же было выполнено моделирование с использованием вычислительной гидродинамики, при этом максимальное расхождение экспериментальных данных и данных, полученных с использованием вычислительной гидродинамики составило 5,94%, что подтверждает точность проведенных экспериментов.

В Уфимском государственном нефтяном техническом университете были проведены исследования на двух специально сконструированных установках [8]. В результате исследований были сделаны выводы о том, что угол 45 градусов является наиболее критичным для выноса шлама, также было выяснено, что повышение условной вязкости промывочной жидкости, связанное с высоким динамическим напряжением сдвига, ухудшает транспортирование шлама в эксцентричном кольцевом пространстве. Установлено, что винтовое оребрение бурильных труб позволяет существенно улучшить транспортирование шлама. Показано, что вращение гладких бурильных труб позволяет на 30-40% снизить минимально необходимый расход промывочной жидкости, предупреждающий образование осадка шлама на нижней стенке горизонтальной и наклонно направленной скважины.

Согласно исследованиям Сиффермана и Бэйкера [4], проведенным в 1992 году в Юго-Западном исследовательском центре наиболее критичным является зенитный угол в интервале от 45 до 60 градусов, при этом слои шлама могут постепенно сползать и скатываться вниз. При увеличении угла более 60 градусов шлам оседает на нижней стенке скважины, его способность скатываться вниз значительно снижается. Также был сделан вывод о влиянии размера частиц на очистку ствола. При углах близких к 90 градусам и при малых размерах частиц выбуренной породы, вращения бурильной колонны имеет огромное влияние на очистку скважины.

Исследователь Педен в 1990 году, используя оборудование университета Херриот Ватт, изучал влияние изменения угла наклона, скорости вращения бурильной колонны а также размера частиц выбуренной породы. Опыты Педена подтвердили значительное влияние вращения бурильной колонны на движение частиц выбуренной породы [6] вне зависимости от вращения бурильной колонны угол наклона 40-60 градусов был признан самым трудным для очистки скважины. Так же было установлено, что вынос частиц меньшего размера является более сложным чем частиц большего размера вне зависимости от угла наклона.

В своих работах, проведенных в 1995 году, о влиянии размера частиц выбуренной породы на очистку скважин Бассал [2] использовал частицы диаметром от 2 до 7 мм, согласно результатам этих работ перенос частиц выбуренных пород а значит и очистка скважины усложняется с уменьшением размера частиц. Влияние вращения бурильной колонны на очистку скважины от мелких частиц возрастает при углах наклона более 65 градусов, при этом влияние вязкости промывочной жидкости также возрастает.

Наиболее раннее изучение влияния угла наклона скважины на вынос выбуренных пород, было проведено Окраджи и Азаром 1985 году [5]. Показано, что угол наклона в пределах 45-55 градусов является наиболее критичным для выноса частиц выбуренной породы и, следовательно, для очистки скважины в целом.

Согласно докладу Брауна [3] очистка скважины наиболее осложнена при углах наклона в интервале от 50 до 60 градусов, такие данные он получил в результате экспериментов, проведенных в исследовательском центре Бритиш Петролеум.

Компания Дриллинг Флюидс [7] провела детальные исследования зависимости очистки ствола скважины от зенитного угла. Согласно полученным результатам осевший шлам образует «дюны» на наклонном участке ствола скважины при остановке циркуляции в следствии быстрого оседания частиц (так называемый эффект Байкота), наиболее критичным в плане очистки ствола скважины и предупреждения прихвата инструмента был признан интервал зенитного угла от 35 до 55 градусов однако экспериментальная установка не соответствовала геометрическим и кинетическим критериям подобия, что могло повлиять на результаты экспериментов.

Заключение

Как было показано выше результаты проведенных исследований разнятся, это может быть объяснено в незначительной степени условиями проведения экспериментов. Но основная причина заключается в том, что на очистку ствола скважины влияют многие факторы неучтенные в проведенных экспериментов такие как реология промывочной жидкости, форма и природа используемых частиц, геометрические размеры экспериментальных установок и так далее и все эти факторы должны быть учтены одновременно. Однако большинство результатов содержат интервал от 45 до 55 градусов, таким образом данный интервал можно считать неким средним критичным в плане очистки ствола скважины.

Литература

1. Amanna B., Reza M., Movaghar K. Cuttings transport behavior in directional drilling using computational fluid dynamics (CFD) – Journal of Natural Gas Science and Engineering №34, 2016. – 670 - 679
2. Bassal, A.A. Thesis, University of Tulsa, 1996.
3. Brown, N.P.; Bern, P.A.; Weaver, A. Cleaning Deviated Holes: New Experimental and Theoretical Studies. In: SPE/ IADC Drilling Conference; 28 Feb-3 March 1989; New Orleans: USA, 1989.
4. Sifferman, T.R.; Becker, T.R. Hole cleaning in full-scale inclined wellbores. – SPE Dril. Eng., №7(2), 1992., – 115 - 120
5. Okranjini, S.S., Azar, J.J., 1985. In: SPE 14178, SPE Annual Technical Conference and Exhibition, USA, Las Vegas, September, 22-25
6. Peden, J.M.; Ford,
7. J.T.; Oyeneyin, M.B. Comprehensive Experimental Investigation of Drilled Cuttings Transport in Inclined Wells Including the Effects of Rotation and Eccentricity. In: European Petroleum Conference; 21-24 Oct 1990; The Hague: Netherlands, 1990
8. Железняков Ф.И. Влияние отдельных факторов технологии бурения на механическую скорость бурения // Нефтяное хозяйство. 1979.- №1.- С. 1318.57.Зарубежный обзор. Исследования компании M-1 Drilling fluids со.
9. Хабибуллин И.А. Совершенствование процессов транспортирования выбуренной породы при бурении горизонтальных скважин – УФА: УГНТУ, 2008. – 160

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНОВОК ПО ХАРАКТЕРУ ВЛИЯНИЯ НА ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ШЛАМА

Ф. Х. Мухаметов

Научный руководитель профессор Л. М. Левинсон

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Для скважин с горизонтальными участками большой протяженности с целью улучшения показателей бурения предлагается внести изменения в компоновку бурильной колонны в горизонтальных участках. Во-первых, стальные бурильные трубы заменить на легкосплавные алюминиевые трубы. Во-вторых, вместо стальных замков предлагается применение конструкции замка-центратора-турбулизатора.

Преимущества предлагаемой компоновки бурильной колонны:

- улучшение передачи нагрузки на долото;
- сокращение времени спуско-подъемных операций и снижение энергетических затрат при подъеме бурильной колонны, за счет снижения веса бурильной колонны;
- увеличение механической скорости бурения;
- повышение степени очистки ствола скважины;
- центрирование бурильной колонны в стволе скважины;
- защита ствола скважины и уменьшение износа обсадных труб в процессе бурения и во время спускоподъемных работ, благодаря округлой форме наружной поверхности ЗЦТ;
- предупреждение и исключение осложнений при бурении (прихватаопасность) и спускоподъемных операциях (затяжки и посадки). [1]

Для обоснования эффективности применения предлагаемой компоновки было проведено исследование и сравнительный анализ различных компоновок по характеру влияния на транспортирование шлама, с помощью компьютерного моделирования и визуализации процесса турбулизации потока в программе SolidWorks Flow Simulation. Все элементы компоновки представлены на рисунке 1. Были составлены три различные компоновки (рис. 2), которые в дальнейшем сравнивались между собой.

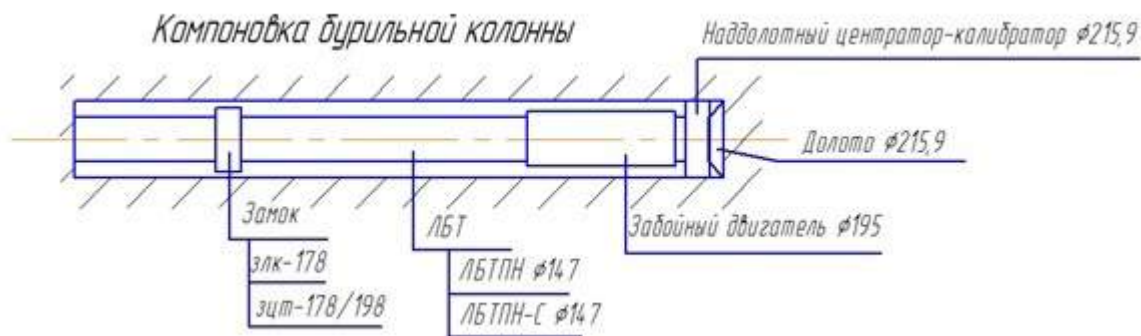


Рис. 1. Элементы компоновки бурильной колонны