



ROLE OF BUFFER FLUIDS IN CEMENTING OF OIL AND GAS WELLS

Mirsaatova Shakhnoza Hikmatullaevna,
Doctoral Student of TSTU,

Komilov Tolib Olimovich,
Doctoral Student of TSTU,

Aitmuratov Sharapat Azatovich
Engineer, Process Engineer of the Gas Separation Department
(JV LLC "Uz-Kor Gas Chemical"),

Matyakubov Amal Bakhromovich,
Bachelor of TSTU,

Islomov Shokatzhon Uralovich,
Master's Student, TSTU.

Abstract:

The article presents the role of spacer fluids in cementing oil and gas wells. It is shown for what purpose it is used in the cementing of oil and gas wells to separate the flows of drilling and cement fluids injected into the well. With the accumulation of experience in the use of spacer fluids for cementing wells, their type, composition and requirements for them have increased. Currently, spacer fluids must provide high quality separation of the flow of drilling and cement fluids in the tubular and annular space when cementing deep wells.

Keywords: spacer fluids, cementing, water separation, mud films, viscosity, hydrodynamic pressure, plastic viscosity, sedimentation stability.

Аннотация: в статье представлена роль буферных жидкостей при цементировании нефтяных и газовых скважин. Показано с какой целью используются буферные жидкостей при цементировании нефтяных и газовых скважин для разделения потоков бурового и цементного растворов, закачиваемых в скважину. По мере накопления опыта применения буферных жидкостей при цементировании скважин, увеличился их тип, состав и требования к ним. В настоящее время буферные жидкости должны обеспечивать с высоким



качеством разделение потока бурового и цементного растворов в трубном и затрубном пространстве при цементировании глубоких скважин.

Аннотация: мақолада нефт ва газ қудуқларини цементлашда буфер суюқликларнинг ўрни моҳияти келтирилган. Қудуққа қуйиладиган бурғилаш ва цемент қоришмаларининг оқимларини ажратиш учун нефт ва газ қудуқларини цементлашда қандай мақсадда фойдаланилиши кўрсатилган. Қудуқларни цементлаш учун буфер суюқликлардан фойдаланиш бўйича тажриба тўплангандан сўнг уларнинг тури, таркиби ва уларга бўлган талаблари ошди. Ҳозирги вақтда буфер суюқликлари чуқур қудуқларни цементлашда қувур ва ҳалқали бўшлиқда бурғилаш ва цемент қоришмалари оқимини юқори сифатли ажратилишини таъминлаши муҳимлиги келтирилган.

Ключевые слова: буферные жидкости, цементирование, водоотделение, пленки бурового раствора, вязкость, гидродинамического давления, пластическая вязкость, седиментационная устойчивость.

Калит сўзлар: буфер суюқлик, цементлаш, сувни ажратиш, қоришма плёнкалар, ёпишқоқлик, гидродинамик босим, пластик ёпишқоқлик, чўкма барқарорлиги.

Введение. Буферные жидкости раньше использовались при цементировании нефтяных и газовых скважин для разделения потоков бурового и цементного растворов закачиваемых в скважину [1,2]. Однако по мере накопления опыта применения буферных жидкостей при цементировании скважин, увеличился их тип, состав и требования к ним. В настоящее время к буферным жидкостям предъявляются следующие требования и они должны обеспечить:

- Разделение потока бурового и цементного растворов в трубном и за трубном пространстве при цементировании скважины;
- Смыв неуплотненной части фильтрационной (глинистой) корки со стенки скважины в открытой части ствола скважины представленных горными породами и пленки бурового раствора с наружной поверхности спущенной обсадной колонны;
- Максимальное вытеснение бурового раствора и шлама из кольцевого пространства, включая каверн и желобных выработок.
- Снижение гидродинамического давления на проницаемые пласты при применении цементного раствора для крепления с плотностью, превышающей плотность бурового раствора.



Помимо этого, буферные жидкости должны быть химически совместимыми с буровым и цементным растворами, т.е.:

- Не способствовать повышению вязкости в смеси с буровым и цементным растворами;
- Не способствовать сокращению сроков начала загустевания цементного раствора в контакте с цементным раствором;
- Не способствовать выпадению утяжелителя на контакте или в смеси с буровым раствором;
- Не вызывать размыва, растворения, набухания, обвалывания горных пород в открытой части заколонного пространства спущенной обсадной колонны. В случае невозможности выполнения буферной жидкостью вышеприведенных функций необходимо применять буферной системы из нескольких последовательно заканчиваемых жидкостей, но различающихся по технологическим задачам [3,4].

Методы и достижения. В работах А.М. Лахушина, В.Е. Мяснищева и О.Г. Мязина [5] приводится буферные жидкости с улучшенным смывающимися свойствами, состоящие из: а) 92-96% воды, 4 и 8% соляной кислоты; б) 99% воды и 1% сульфнала; в) 99% воды и 1% КССБ. Авторами [6] рекомендована буферная жидкость с низкой водоотдачей для использования в интервалах сыпучих и набухающих пород, состоящая из водорастворимого полимера марки «Эко тех» и гуммита в соотношении 1:1. Она приготовлена в виде 6 % концентрации водного раствора и после 30 минутного перемешивания имела следующие параметры:

- Условная вязкость	25 с
- Пластическая вязкость	1,5 Па с
- Динамическое напряжение сдвига	3,0 Па
- Седиментационная устойчивость	0,03 г/см ³
- Водоотдача	10 см ³ /30 min

В работе [7] приводятся следующие рецептуры буферных жидкостей:

1. Комплексная буферная жидкость состоящая из:

- а) 0,5% раствора полифосфатов натрия и ПАВ-9м³;
- б) цементного раствора, затворенного на 0,5% -м растворе Dual-Spacer, плотностью 1350-1450 кг/м³ в объеме 4 м³;

2. Универсальная буферная жидкость, содержащая следующие мас.ч:

- Цемент	24,6...26,1
- КМЦ	16,5...3,5
- Глинопорошок	0,5...0,6
- Кальцинированная сода	1,2...1,3
- Вода	61,4...65,5



Однако данная буферная жидкость недостаточно эффективна из-за низких моющих свойств. В работах В.П. Деткова и А.Р. Хисматуллина [8] показана мало эффективность воды в качестве буферной жидкости и опасность её тем, что в условиях наличия в скважине тяжелого бурового раствора использование воды в качестве буферной жидкости приводит к авариям.

В качестве примера авторы приводят цементирование эксплуатационной колонны, спущенной на глубину 4000 м на Астраханском газоконденсатном месторождении, где в качестве буферной жидкости использовалась вода плотность $\rho=1020$ кг/м³, объемом 4 м³ с растворенным декстрином и ингибитором коррозии, и второй буфер вода с КМЦ в объеме 6м³, которые находясь между буровым ($\rho=1770-1800$ кг/м³) и цементными растворами смешивались, но несовмещались химически. В результате они загустевали и создавали избыточное давление, происходил разрыв пласта и возникало поглощение.

Также описывается об углеводородной буферной жидкости, которая при цементировании 168 мм колонны на скважине №558 Самотлорского месторождения было закачено 5м³ дизельного топлива, что в результате которой произошел гидроразрыв пласта в процессе продавки и остальные 21 м³ жидкости было закачено без выхода циркуляции.

Специалисты [5,6,8,9] после таких последствий пришли к заключению, что вода, углеродная жидкость, газ в качестве буферной жидкости не эффективны, а в отдельных случаях даже опасны. Двухфазные буферные жидкости наиболее полно выполняют функции разделителя, которые содержат воду твердые нерастворимые добавки, такие как: кварцевый песок, гематит и др. Из-за абразивности твердой фазы они называются эрозионными буферными жидкостями способными эффективно разрушать пластические пасты и фильтрационные корки. Эти жидкости в различных соотношениях могут содержать твердую фазу. При цементировании скважины на месторождениях Российской Федерации широко применялись составы: цемент 70% + песок 30%; цемент 70% + песок 27% + бентонит 3%, + бутоксиаэросил 0,05% к массе сухой смеси. Плотность смесей в пределах 1150...1200 кг/м³. Кроме двухфазных существуют трехфазные и многофазные буферные суспензии. Трехфазные буферные жидкости кроме воды и твердых веществ, содержат ПАВ, а многофазные – разнообразные несколько твердых веществ. Каждый компонент находящийся в составе буферной жидкости выполняет определенную функцию. В частности, кварцевый песок в составе буферной жидкости предназначен для эрозионного разрушения рыхлой фильтрационной корки, увеличения



шероховатости поверхности для улучшения адгезии. Наличие небольшого количества портландцемента позволяет упрочнить коагуляционный каркас водопесчаной суспензии и увеличить её седиментационную устойчивость. Для получения упругой, тяжелой, буферной жидкости вводится барит. Ниже приводятся рецептуры баритсодержащих буферных жидкостей:

а) – Вода техническая	3м ³
- Барит	150кг
- Крупнозернистый кварцевый песок	100кг
- Портландцемент	100кг
а) – Вода техническая	2,5м ³
- Кварцевый песок	1 t
- Барит	1 t

Авторы [5] рекомендуют буферную жидкость, содержащую в качестве минерального наполнителя алюмосиликатные микросферы, а в качестве полимерной добавки – сульфацелл, а в качестве щелочного реагента – триполифосфат натрия.

Буферная жидкость должна иметь следующие показатели:

- плотность раствора, кг/м ³	1200-1430
- показатели фильтрации, см ³ /30 мин	30-60
- ДНС, d Pa	145.4-394.2
- коэффициент очистки ствола	2,5-4,1
- Адгезия цементного камня к поверхностям после обработки буферной жидкостью улучшается, %	2,5м ³
	10...30

Что характерно, данной буферной жидкости лучшие технологические свойства связаны с тем, что при закачке и вытеснении её начальной порции за счет абразивности цемента и микросфер, воздействия триполифосфата натрия и неонала хорошо вытесняют буровой раствор из кольцевого пространства, удаляют фильтрационную (глинистую) корку. Функцию разделителя полно выполняют двухфазные жидкости, содержащие в своем составе: воду, кварцевый песок, гематит пуццолан, лесс. Содержание в составе буферной жидкости твердой фазы имеющих абразивные свойства, оказалось причиной название их – эрозионными.

Они могут разрушать пластические пасты и фильтрационные корки.

В литературных источниках [8] описывается рецептура буферной жидкости: а) в 6м³ буферной жидкости, 70% портландцемента, 27% песка, 3% бентонита и 0,05% бутоксиаэросила (от массы трех компонентов). Плотность 1170 кг/м³. Однако, перед применением буферной жидкости при расчете его, необходимо учитывать полное разделение зон смещения буфера с вытесняющей и вытесняемой жидкостями. По промышленным данным объем смеси буфера с буровым раствором составляет 2-3м³, а с тампонажным раствором 1...2м³. Данные составы многофазных и многокомпонентных буферных жидкостей эффективны, просты



при применении и апробированы в нефтегазоносных площадях и месторождениях Западной Сибири, Крайнего Севера, Казахстана, Вьетнама, Китая и может найти применение в других регионах мира в аналогичных условиях.

Существуют [6] следующие комплексные буферные жидкости:

- а) техническая вода 3м³ с добавлением 0,5% сульфоната;
- б) техническая вода 6м³ с добавлением 0,5% МПМ (моющих порошкообразный материал);
- в) цементный раствор на водной основе плотностью 1250 кг/м³ в объеме 3 м³, содержащий 150кг песка. Применение двух разнородных буферных жидкостей даёт сумму эффектов от каждого из компонентов по отдельности. Применение комплексной буферной жидкости способствует улучшению показателя сцепления цементного камня с обсадной колонной и горной породой в интервале залегания продуктивного пласта.

В таблице 1 приведены составы буферных жидкостей используемых на

Таблица 1 Буферные жидкости применяемые в России и Узбекистане

Типы буферных жидкостей	Где используется буферная жидкость	Состав буферной жидкости %																	
		Вода	Соляная кислота	сульфанол	КСС	"ЭХО-ТЕХ" и	Полифосфат	Цемент	DUAL SPEEN	КМК	Глино- порошок	Кальцинированная сода	Барит	Кварцевый песок	Песок	Бтоксиаэросил	НТФ	Объём м3	Плотность кг/м3
С улучшенными смывающими свойствами	Российская Федерация	92-96	8 и 4																
		99		1,0															
		99			1,0														
		94				6,0													
Комплексная БЖ	Российская Федерация	В																	
		9м ³ ПАВ				0,5			0,5									4	1350-1450
Универсальная БЖ	Российская Федерация	61,4-65,5					24,6-26,1	16,5-3,5	0,5-0,6	1,2-1,3									
Трёхфазная БЖ	Российская Федерация	3,0 м ³					100кг					150кг	100кг						
		2,5 м ³										1t	1t						
Иные БЖ	Российская Федерация	м ³		0,5			70кг							30г					
		3,0 м ³					70кг		3					27	0,05				
Буферная жидкость *	Узбекистан	2-3 м ³															0,02-0,05		
		3-4 м ³																	

*- в условиях площадей месторождений Узбекистана в качестве буферной жидкости используется вода, подготовленная для затвердения цементного раствора с добавкой НТФ или без неё в зависимости от условий цементирования.



площадях и месторождениях России и Узбекистана при цементировании обсадных колонн.

Выводы и рекомендации. Из таблицы 1 видно, что в Российской Федерации в одной из передовых стран нефтегазодобычи, при цементировании скважины используются различные по составу буферные жидкости смывающие, комплексные, универсальные, трехфазные и другие, когда в наших условиях практически используются только вода или вода затворения цемента с содержанием до 0,05% НТФ. С увеличением требования к буферным жидкостям, в частности кроме разделения потока бурового и цементного растворов возникли следующие:

Смыв с поверхности горных пород в открытой части ствола скважины неуплотненной фильтрационной корки и пленки бурового раствора с наружной поверхности обсадных труб;

- Повышение степени вытеснения бурового раствора и шлама из – затрубного пространства, каверн и желобных выработок буферной жидкостью, а вслед заполнить цементным раствором.

Исходя из этого, возникли различные рецептуры буферных жидкостей которых в условиях площадей и месторождений, где крепятся скважины необходимо применять для улучшения качества крепления скважины. Научным сотрудникам занимающимся вопросами качества крепления скважин необходимо разработать новые рецептуры буферных жидкостей с вымывающими и вытесняющими свойствами с использованием в её составе местных материалов. Специалистам занимающимся вопросами крепления скважин следует использовать существующие рецептуры буферных жидкостей в зависимости от условий цементирования.

Список использованных источников

1. Комилов Т.О., Д.Р.Махаматхожаев Усовершенствованный состав бурового раствора для предупреждения поглощения промывочных жидкостей // "Нефтяное хозяйство" выпуск 1167- Москва, 2021. – С.68-74.
2. Komilov T.O., Ruzmanov F.I., Raximov A.A., Umedov Sh.X. Ways to create a quality wellbore for smooth casing flow // Palarch's journal of archaeology of egypt/egyptology VOL. 17 NO. 6.2020. P.3520-3523.
3. Ruzmanov F.I., Ashurov B.N., Umedov Sh.X., Komilov T.O. Landslide formation analysis during well drilling // Palarch's journal of archaeology of egypt/egyptology VOL. 17 NO. 6.2020. P.3494-3499.



4. Умедов Ш.Х., Акрамов Б.Ш., Нуритдинов Ж.Ф., Комилов Т.О. Новая тампонажно-полимерная смесь на основе местного сырья // «Наука и образование сегодня». №10(57); Москва, 2020 г. С. 18–22.
5. А.М.Лашухин, В.Е.Мясницев, О.Г.Мазин. К вопросу выбора рационального типа буферной жидкости // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. №6 2013, 35-38с.
6. В.М.Меденцев, Т.В. Шашина. Буферные жидкости с низкой водоотдачей // Бурение и нефть. Октябрь-ноябрь 2005, 28-30с.
7. Н.С.Гамидов. Предотвращение образования флюидопроводящих каналов путем уменьшения контракции цементного раствора // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. №9, 2010, 51-53с.
8. В.П.Детков, А.Р.Хисматулин. Влияние буферной жидкости на качество крепления скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. №3, 2003, 33-39с.
9. В.А. Бурдыга. Разработка новых состав буферных жидкостей для крепления нефтяных и газовых скважин на месторождениях среднего прибылю // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. №9, 2005, 59-60с.
10. Р.Я.Ахметов, Р.Р.Губайдуллин, С.А.Поляков и др. Опыт работы ЗАО «ПНБК» по повышению качества крепления скважины на Средне – Хулымском месторождении // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. №4, 2005, 41-43с.