



УДК 622.245.423

БУФЕРНАЯ ЖИДКОСТЬ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СКВАЖИНЫ ПОДЗЕМНОГО РЕЗЕРВУАРА, ЗАПОЛНЕННОГО РАССОЛОМ

BUFFER LIQUID USED WHEN SEWING THE WELL OF THE UNDERGROUND TANK FILLED WITH THE RASSOL

Минченко Юлия Сергеевна

кандидат технических наук,
начальник лаборатории комплексных
химико-аналитических и газохимических исследований,
Ставропольский филиал ООО «Газпром проектирование»
minchenko.yuliya@inbox.ru

Аннотация. Одной из основных задач при проведении работ по восстановлению герметичности технологических скважин подземных резервуаров в каменной соли является необходимость изолировать выработку-емкость большого геометрического объема, заполненную насыщенным хлоридно-натриевым раствором, от технологической скважины. Технически такое разделение может быть осуществлено при помощи промежуточного моста, устанавливаемого ниже башмака эксплуатационной колонны в необсаженном стволе скважины. Для установки промежуточного моста могут быть использованы различные механические устройства или буферные жидкости, основное назначение которых отделить рассол от тампонажного раствора. В данной работе представлена специально разработанная буферная жидкость, используемая при герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом.

Ключевые слова: герметичность скважины, буферная жидкость, подземный резервуар в каменной соли, промежуточный мост, капитальный ремонт скважин.

Minchenko Yuliya Sergeevna

Candidate of Technical Sciences,
Head of the Laboratory of
Complex Chemical-Analytical
and Gas Chemical Research,
Stavropol Branch of LLC Gazprom Projecting
minchenko.yuliya@inbox.ru

Annotation. One of the main tasks in the work to restore the integrity of the technological wells of underground reservoirs in rock salt is the need to isolate the production-capacity of a large geometric volume filled with a saturated sodium chloride solution from a production well. Technically, this separation can be effected with an intermediate bridge, which is installed below the production shoe of the production string in the open hole. For the installation of the intermediate bridge, various mechanical devices or buffer liquids can be used, the main purpose of which is to separate the brine from the grouting mortar. In this paper, a specially developed buffer liquid is used to seal a well of an underground reservoir filled with brine.

Keywords: well integrity, buffer liquid, underground reservoir in rock salt, intermediate bridge, well overhaul.

Под буферной жидкостью (БЖ) понимают промежуточную жидкость между буровым и тампонажным растворами при цементировании скважин или между различными по составу и назначению технологическими жидкостями при проведении ремонтных работ.

В настоящее время в мировой практике используется около 100 рецептур БЖ, что связано с их применением для решения большого объема задач, возникающих при цементировании и ремонте скважин. С целью выбора оптимальных рецептур для каждой конкретной операции разработаны различные классификации БЖ.

Анализ существующего уровня техники [1–4] показал следующее:

– известна БЖ, используемая при проведении ремонта скважин подземных резервуаров в каменной соли, рецептура которой имеет следующее соотношение ингредиентов, мас. %:

Угледородная жидкость	20–25
Водный раствор хлорида кальция плотностью 1120 кг/м ³	74–78,5
Катионный эмульгатор	1,0–1,5,

с содержанием наполнителя – полипропиленового волокна в количестве 0,03–0,05 мас. % от её объема [3].

Недостатком указанной БЖ является недостаточная эффективность герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом. Обусловлено это низкими стабильностью ее фазового состава и несущей способностью, невысокой способностью предотвращать контакт используемого при герметизации скважины тампонажного раствора (цементного раствора) с рассолом, заполняющим подземный резервуар, а также повышенным расходом материальных затрат при проведении работ.

Кроме того, низкая плотность тампонажного раствора, регламентированная физико-химическими и реологическими свойствами эмульсии как нетвердеющей (неполимеризующейся) системы БЖ, которая должна его удерживать на своей поверхности, обусловлена недостаточной несущей способностью. Это не обеспечивает необходимых прочностных характеристик цементного камня для эффективности проведения работ. Согласно примеру описания, в целях предотвращения взаимного замещения в процессе закачки обратной эмульсии с наполнителем и цементного раствора плотностью 900–1000 кг/м³, высоту столба обратной эмульсии с наполнителем принимают равной 10 м, что приводит к росту материальных затрат при проведении работ.



– в качестве прототипа выбрана БЖ, используемая при герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом, рецептура которой имеет следующее соотношение ингредиентов, мас. % [4]:

Дизельное топливо.....	68
Глина	38
Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)	4.

Недостатком указанной БЖ является недостаточная эффективность герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом. Обусловлено это низкой стабильностью ее фазового состава и невысокой способностью предотвращать контакт используемого при герметизации скважины тампонажного раствора с рассолом, заполняющим подземный резервуар, недостаточной несущей способностью, а также повышенным расходом материальных затрат при проведении работ по герметизации скважины.

Дизельное топливо, представляющее собой углеводородную жидкость и являющееся дисперсионной средой БЖ, имеет плотность 720–830 кг/м³, что значительно ниже плотности глины (около 2000 кг/м³). Поэтому дизельное топливо не способно удерживать глину во взвешенном состоянии за счет её гравитационного осаждения, что делает БЖ нестабильной.

Рецептура БЖ в приведенном качественном и количественном содержании ингредиентов не обеспечивает необходимую несущую способность БЖ в результате образования глинисто-полимерного слоя на основе КМЦ, недостаточно прочного для выдерживания нагрузки, создаваемой тампонажным раствором, размещаемым на ее поверхности.

Технический результат, который может быть получен при осуществлении предлагаемого изобретения [5], сводится к следующему: повышается эффективность герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом за счет использования БЖ с улучшенными технологическими свойствами, обусловленными высокой стабильностью ее фазового состава, способностью предотвращать контакт используемого при проведении герметизации скважины тампонажного раствора с рассолом, повышенной несущей способностью, а также сокращения материальных затрат при проведении работ.

БЖ включает дисперсионную среду, глину и анионный полимер. Дисперсионная среда заявляемой БЖ представляет собой водную дисперсию полиуретана с массовой долей сухого вещества 28–32 %, то есть содержит достаточное количество воды (68–72 %) для активизации процессов гелеобразования в результате гидролиза полимерных компонентов и набухания глинопорошка. Образующая глинисто-полимерная система при перемешивании введенных в водную полиуретановую дисперсию марки Аквапол 10 сухих ингредиентов по истечении 1,5–2 часов представляет собой гелеобразную жидкость с пластической вязкостью в пределах 120–144 мПа·с, достаточной для удержания дисперсной фазы (частиц глинопорошка, Монасила и полимеров акриламидов) во взвешенном состоянии по всему объему и для закачки на поверхность рассола в скважину подземного резервуара без осложнений.

Высокая способность БЖ предотвращать контакт тампонажного раствора, используемого при герметизации скважин с рассолом, заполняющим подземный резервуар, обеспечивается совместным взаимодействием используемых в рецептуре БЖ глинопорошка Бентокон «Супер 200», водной полиуретановой дисперсии марки Аквапол 10 с рассолом при участии Монасила в создании равномерно распределенного слоя на поверхности рассола.

Концевые группы алкиламидов полиуретановой дисперсии (аминные и карбоксильные) способны образовывать соли металлов. После доставки БЖ на поверхность рассола по границе её контакта с ним практически мгновенно образуется содержащая глинистые частицы отвержденная часть, состоящая из быстро взаимодействующих с хлоридом натрия алкиламидов звена полиуретанов Аквапола 10, выше которой БЖ находится в неотвержденном пастообразном состоянии. При этом изолирующий слой пастообразной БЖ, находящийся на поверхности её затвердевшей части, плотно примыкает к боковой поверхности стенок резервуара, образуя прочный полимерно-глинистый экран для закачки на него тампонажного раствора, используемого при герметизации скважины.

Плотности контакта пастообразной БЖ со стенками резервуара из каменной соли способствует равномерное распределение слоя на рассоле за счет его однородного стабилизированного состава. Кроме того, при взаимодействии продуктов гидролиза Монасила и минеральной составляющей глинопорошка на поверхности стенок резервуара в каменной соли образуется цементирующая пленка из силикатов поливалентных металлов глинистой фракции. Это является дополнительным фактором плотного примыкания слоя БЖ к стенкам резервуара. В совокупности вышеописанное обеспечивает высокую изолирующую способность БЖ.

Изолирующая способность БЖ определяется как отношение разности объемов цементного раствора, помещенного на изолирующий слой БЖ и прошедшего через него, к объему цементного раствора, первоначально налитого на слой БЖ. Расчёт этого показателя производится по формуле

$$ИС_{БЖ} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100 \%,$$

где $ИС_{БЖ}$ – изолирующая способность БЖ, %; V_1 – первоначальный объем цементного раствора, мл; V_2 – объем цементного раствора, прошедшего через изолирующий слой БЖ, мл.



Несущая способность БЖ характеризует её способность после полимеризации выдерживать без перемещения на контакте со стенками резервуара нагрузку, создаваемую тампонажным раствором плотностью 1320 кг/м^3 при его размещении на поверхности БЖ. Определяют расчетным путем как удельную нагрузку (кПа/м) исходя из условия образования на рассоле столба БЖ высотой, равной 1,5 диаметра вмещающего сосуда, на поверхность которой после полимеризации доставляется вышеуказанный тампонажный раствор в объеме, не менее чем в 2,5 раза превышающем высоту столба БЖ.

БЖ имеет следующие технологические свойства: плотность $\rho = 1055 \text{ кг/м}^3$, пластическая вязкость $\eta = 120 \text{ мПа}\cdot\text{с}$, стабильность фазового состава 97 %, изолирующая способность 98 %, несущая способность 35,1 кПа/м.

Таким образом, на основании проведенных исследований осуществлен выбор ингредиентов и разработан состав полимерной БЖ который может быть рекомендован для проведения ремонтно-восстановительных работ в скважинах ПХГ – подземных резервуарах в каменной соли [5, 6].

Литература:

1. Гасумов Р.А. Технико-технологические предложения по креплению скважин подземных гелиехранилищ в каменных солях / Р.А. Гасумов, М.А. Кашапов, Ю.С. Минченко // НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». – 2016. – № 7. – С. 37–41.
2. Гасумов Р.А. Технологические жидкости, препятствующие миграции пластовых флюидов в заколонном пространстве при строительстве скважин / Р.А. Гасумов, Ю.С. Минченко // НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». – 2017. – № 6. – С. 21–24.
3. Патент № 2352754 Российская Федерация, МПК⁷ Е 21В 29/00, Е 21В 33/13. Способ ремонта скважин подземных резервуаров / Гасумов Р.А., Мосиенко В.Г., Громадский С.А. [и др.] // Заявитель и патентообладатель АО «СевКавНИПИгаз». – № 2007134764/03, заявл. от 18.09.2007 г.; опубл. 20.04.2009 г.
4. Патент № 2348793 Российская Федерация, МПК⁷ Е 21В 33/14. Способ герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом / Лапицкий А.А., Шустров В.П // Заявитель и патентообладатель ООО «Подземгазпром». – № 2007119090/03, заявл. от 23.05.2007 г.; опубл. 10.03.2009 г.
5. Патент № 2475513 Российская Федерация, МПК⁷ С 09К 8/40. Буферная жидкость, используемая при герметизации скважины подземного резервуара, заполненного рассолом/ Перейма А.А., Трусов С.Г., Минченко Ю.С. // Заявитель и патентообладатель ПАО «Газпром». – № 2011138002/03; заявл. 14.09.2011; опубл. 03.10.2012.
6. Патент № 2576416 Российская Федерация МПК⁷ Е 21В 33/138. Способ крепления технологических скважин подземных хранилищ газообразных и жидких углеводородов (варианты) / Пышков Н.Н., Кашапов М.А., Минченко Ю.С. // Заявитель и патентообладатель ПАО «Газпром». – № 2015100227/03; заявл. 14.09.2015; опубл. 10.03.2016.

References:

1. Gasumov R.A. Technical and technological proposals for fastening wells of underground helium storage tanks in stone salts / R.A. Gasumov, M.A. Kashapov, Yu.S. Minchenko // NTZh «Construction of oil and gas wells on land and at sea». – 2016. – № 7. – P. 37–41.
2. Gasumov R.A. Technological fluids that prevent the migration of reservoir fluids in the casing area during well construction / R.A. Gasumov, Yu.S. Minchenko // NTZh «Construction of oil and gas wells on land and at sea». – 2017. – № 6. – P. 21–24.
3. Patent № 2352754 Russian Federation, IPC 7 E 21B 29/00, E 21 B 33/13. Method of repair of underground reservoirs wells / R.A. Gasumov, V.G. Mosienko, S.A. Gromadsky [and others] // Applicant and patent holder of JSC «SevKavNIPGaz». – № 2007134764/03, filed. from 18.09.2007; publ. April 20, 2009.
4. Patent No. 2348793 Russian Federation, IPC 7 E 21B 33/14. A method for sealing a well of an underground reservoir filled with brine / Lapitsky AA, Shustrov VP // Applicant and patent holder of LLC Podzemgazprom. – No. 2007119090/03, filed. from 23.05.2007; publ. 10.03.2009
5. Patent № 2475513 Russian Federation, IPC7 S 09K 8/40. Buffer liquid used to seal a well of an underground reservoir filled with brine / Pereyma A.A., Trusov S.G., Minchenko Yu.S. // Applicant and patent holder of PJSC Gazprom. – № 2011138002/03; claimed. 09/14/2011; publ. 10/03/2012.
6. Patent № 2576416 Russian Federation IPC7 E 21B 33/138. Method of fastening technological wells of underground storages of gaseous and liquid hydrocarbons (options) / Pyshkov NN, Kashapov MA, Minchenko Yu.S. // Applicant and patent owner PJSC Gazprom. – № 2015100227/03; claimed. 09/14/2015; publ. 03/10/2016.