



Опытно-промышленное применение сидеритового утяжелителя при строительстве скважин на Бованенковском НГКМ

Pilot Test Application of Sideritic Weighting Agent for Well Construction at Bovanenkovo Oil and Gas Condensate Field

М.А. Зубарев*
zma@scsbm.ru
В.П. Полищученко*, к.х.н.
ppv@scsbm.ru
С.В. Мазыкин
msv@scsbm.ru
В.И. Ноздря**, к.г.-м.н.
mail@npo-polycell.ru
С.В. Сенюшкин***, к.х.н.
SenushkinSV@tnng.ru
/*ООО «Сервисный Центр СБМ»,
** ЗАО НПК «Спецбурматериалы»,
*** ООО «ТюменНИИгипрогаз»/

M.A. Zubarev,*
V.P. Polischutchenko*, PhD,
S.V. Masykin, V.I. Nozdria**, PhD,
S.V. Senushkin***, PhD
/*OOO «SBM Service Center»,
**ZAO NPK «Spetsburmaterials»,
*** ООО «TyumenNIIgi[progas]»/

Приводятся результаты промышленного применения сидеритового утяжелителя СБ на эксплуатационных скважинах Бованенковского НГКМ. Решены задачи подбора альтернативных материалов, пригодных к промышленному применению. Приведен сравнительный анализ скважин на данном месторождении.

The paper contains the results of SB sideritic weighting agent application at the production wells of Bovanenkovo oil and gas condensate field. The authors resolve the problems with selection of alternative materials to be used for commercial application and present the benchmarks for the wells of the same field.

Ключевые слова: Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ), буровой раствор, утяжелитель промывочной жидкости, сидеритовый утяжелитель СБ, цементирование обсадных колонн.

Key words: Bovanenkovo oil and gas condensate field (OGCF), drill mud, weighting agent for drilling fluid, SB sideritic weighting agent, cementing of casing strings.

В настоящее время для строительства эксплуатационных скважин на Бованенковском НГКМ (табл. 1) проектным решением предусмотрено применение в качестве утяжелителя промывочной жидкости баритового концентратса (при бурении под направление, кондуктор и техническую колонну) и микромрамора (при бурении под эксплуатационный хвостовик). Специалистами ООО «Сервисный Центр СБМ» в качестве альтернативного материала, а также для снижения логистических затрат было предложено использовать сидеритовый утяжелитель СБ (ТУ 0711-009-56864391-2007) производст-

ва ЗАО НПК «Спецбурматериалы» (рис. 1).

Карбонатный кислоторастворимый сидеритовый утяжелитель представляет собой порошок серого цвета, получаемый путем механического измельчения и классификации сидеритовой руды. Размер частиц сидеритового утяжелителя составляет порядка 1-75 мкм, его плотность превышает 3,4 г/см³, что обеспечивает утяжеление буровых растворов до 1700 кг/м³ при удовлетворительных реологических показателях. Хорошая растворимость (более 85 %) его в кислотах позволяет восстанавливать коллекторские свойства продуктивных гори-

Таблица 1
Конструкция эксплуатационной скважины Бованенковского НГКМ

Колонна	Диаметр колонны, мм	Диаметр долота, мм	Интервал спуска, верт. (ствол), м	Возможные осложнения
Направление	426	490	0-120	Размывы и обвалы стенок скважины в интервалах залегания рыхлых песков и гравия, частичное поглощение раствора в высокопроницаемых рыхлых породах, кавернообразование, растепление ММП
Кондуктор	324	393,7	0-450	Возможны сужения ствола, газопроявления, осьпи и обвалы стенок скважины в интервалах залегания глинистых пород, высокая наработка раствора при разбурывании активных глин с неконтролируемым ростом реологических характеристик бурового раствора, кавернообразование, частичные поглощения раствора в высокопроницаемых породах, сальникообразование
Техническая	245	295,3	0-750(778)	Обвалы стенок скважины, кавернообразование, сальникообразование, затяжки и посадки инструмента в интервалах залегания активных глин, поглощения, прихваты, газопроявления
Эксплуатационный хвостовик	168	215,9	680-1460 (700-1737)	Прихваты инструмента, водопроявления, сальникообразование, кавернообразования, поглощение раствора, газопроявления

зонтов. Абразивные свойства сидеритового утяжелителя, имеющего оптимальный гранулометрический состав, меньше таковых у магнетитовых утяжелителей в 3-4 раза и идентичны абразивным свойствам баритового утяжелителя. Основные физико-химические показатели сидеритового утяжелителя производства ЗАО НПК «Спецбурматериалы» приведены в табл. 2.

До начала применения сидеритового утяжелителя на Бованенковском НГКМ специалистами проектного института ООО «ТюменНИИгаз» были проведены лабораторные испытания образцов, отобранных из промышленной партии, доставленной на Бованенковское НГКМ. Лабораторные испытания сидерита в проектных составах буровых растворов

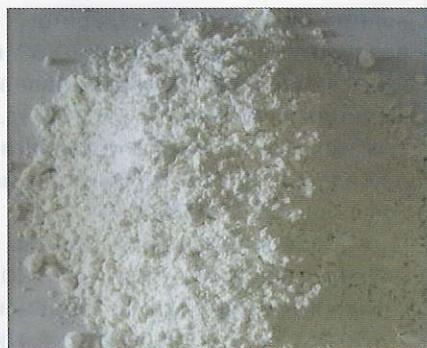
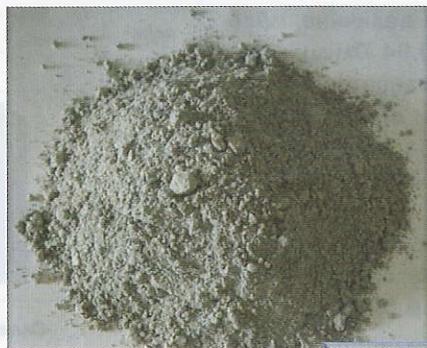


Рис. 1. Сидеритовый утяжелитель СБ ТУ 0711-009-56864391-2007

проводились в сравнении с баритом (плотность бурового раствора 1400 кг/м³ для бурения под кондуктор) и карбонатным утяжелителем (мраморным порошком) в составе бурового раствора плотностью 1240 кг/м³ для бурения под хвосто-

вик и вскрытия пласта. Анализ результатов исследований показал следующее:

- Реологические характеристики буровых растворов, утяжеленных баритом и сидеритом, полностью совпадают.

Таблица 2
Физико-химические показатели сидеритового утяжелителя
(ТУ 0711-009-56864391-2007)

Параметр	Норма по маркам		Метод испытания
	СБ-1	СБ-2	
Массовая доля водорастворимых солей, %, не более – в т.ч. водорастворимого кальция, % не более	0,3 0,025	0,3 0,025	ГОСТ 4682-84 п. 4.9
Плотность, г/см ³ , не менее	3,4	3,5	ГОСТ 4682-84 п. 4.11
Массовая доля остатка на сетке по ГОСТ 6613-86: – № 01К – – № 0071К – – № 0045К –	0,5 5,0 20,0	0,5 5,0 20,0	ГОСТ 24598-83
Массовая доля частиц с диаметром эквивалентной сферы мельче 5 мкм, %	<20	<20	ТУ 0711-009-56864391-2007 п. 5.6
Массовая доля нерастворимого осадка в 10% соляной кислоте (HCl), %, не более	15,0	15,0	ТУ 0711-009-56864391-2007 п. 5.7
Массовая доля влаги, %, не более	2,0	2,0	ГОСТ 21119.1-75

■ Буровой раствор, утяжеленный мраморным порошком, имеет более высокие реологические характеристики по сравнению с раствором, утяжеление которого производили сидеритом. Более низкая «загущающая способность» сидерита, связанная с уменьшением его объемного содержания на 12% в сравнении с мрамором, снижает гидродинамическое воздействие на стенки скважины.

■ При использовании сидеритового утяжелителя показатель фильтрации модульного раствора в сравнении с баритом снижается в 1,5 раза, а в сравнении с мраморным порошком возрастает в 1,1 раза. Это обусловлено различием дисперсности и твердости утяжелителей.

■ Изменений в активности водородных ионов при использовании различных утяжеляющих добавок в модульных растворах не отмечено.

■ Исследования магнитных и электрических свойств показали, что величины удельного электрического сопротивления модульных растворов, утяжеленных мрамором и сидеритом, по величине мало отличаются между собой (0,99 и 0,94 Ом·м). Магнитная восприимчивость образца сидеритового утяжелителя составляет $1,78 \cdot 10^3$ ед. СИ при норме для его железосодержащего аналога (барито-гематита) не более $30,0 \cdot 10^3$ ед. СИ и при норме для его барита не более $1,0 \cdot 10^3$ ед. СИ.

■ Сидеритовый утяжелитель отличается очень низким показателем влажности (0,1 %) по сравнению с микромрамором (до 10 %) и баритом (до 6 %).

По результатам лабораторных испытаний образца сидеритового утяжелителя специалистами ООО «ТюменНИИгипрогаз» был сделан вывод о возможности использования его в качестве утяжеляющей добавки к буровым растворам при строительстве скважин на Бованенковском НГКМ.

По согласованию с ООО «Газпром добыча Надым» с августа 2012 г. на кустовых площадках газовых скважин №№ 51, 52, 58, 65 Бованенковского НГКМ специалистами ООО «Сервисный Центр СБМ» применялся сидеритовый утяжелитель совместно с баритовым концентратом (при бурении под направление, кондуктор и техническую колонну) и совместно с микромрамором (при бурении под эксплуатационный хвостовик) в соотношении до 50 % по массе. После получения предварительных положительных заключений скважины кустовой площадки № 67 были пробурены на буровом растворе, утяжеленном только сидеритом.

При первом применении сидеритового утяжелителя сразу был отмечен низкий показатель влажности реагента, благодаря чему материал не подвержен «смерзанию», что заметно сокращает время, затрачиваемое на утяжеление бурового раствора в условиях низких температур Крайнего Севера.

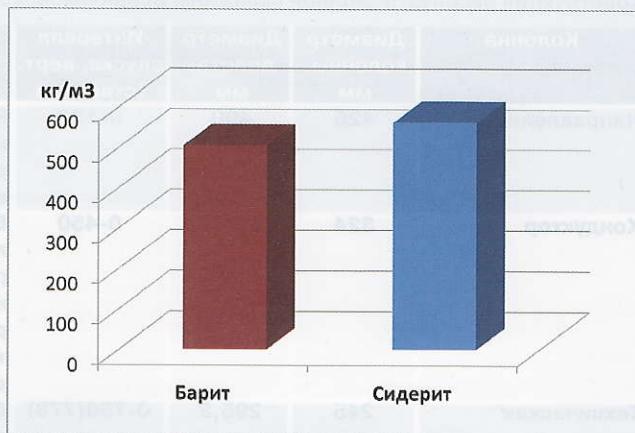


Рис. 2. Фактическая концентрация баритового сидеритового утяжелителя в буровом растворе при бурении до продуктивного пласта (плотность 1,43 g/cm^3)

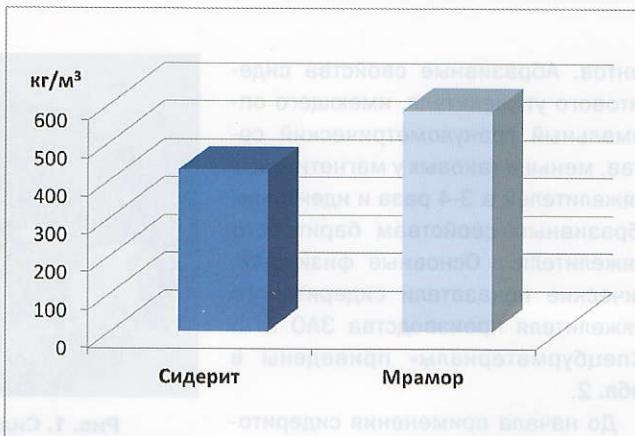


Рис. 3. Фактическая концентрация микромрамора и сидеритового утяжелителя в буровом растворе при бурении по продуктивному пласту (плотность 1,32 g/cm^3)

При применении сидеритового утяжелителя на кусте № 67 Бованенковского НГКМ, в отличие от аналогичных скважин, пробуренных на месторождении ранее, практически полностью подтвердился теоретический расчет потребности утяжелителей (рис. 2 и 3). Средняя потребность в сидеритовом утяжелителе при приготовлении одного куба бурового раствора для бурения до эксплуатационного хвостовика ($\gamma=1,43 \text{ g}/\text{cm}^3$) на 58 кг больше средней потребности в баритовом утяжелителе (концентрация 502 и 560 kg/m^3 соответственно). А при сравнении потребности утяжелителей для приготовления одного куба бурового раствора при бурении под эксплуатационный хвостовик ($\gamma=1,32 \text{ g}/\text{cm}^3$) наблюдается экономия сидеритового утяжелителя в сравнении с микромрамором на 156 кг (концентрация 426 и 582 kg/m^3 соответственно).

Была произведена сравнительная оценка качества цементирования обсадных колонн на скважинах опытно-промышленного применения сидеритового ут-



Рис. 4. Средний коэффициент качества цементирования направлений



Рис. 5. Средний коэффициент качества цементирования кондукторов

желителя. Для сравнения использовали данные со скважин, бурение которых проводилось на следующих растворах:

- 1) на полимерглинистом растворе согласно ГРП № 146/06-175-Э (проектный раствор);
- 2) на амидном растворе;
- 3) на буровом растворе с высоким содержанием реагента «Полиэколь» (полиэколевый раствор).

Для повышения наглядности сравнительных данных оценки качества цементирования использовался коэффициент качества цементирования (рис. 4–7). Анализ данных показывает, что использование сидеритового утяжелителя не оказывает существенного влияния на качество цементирования скважин. Это еще раз подтверждает возможность использования сидеритового утяжелителя в качестве альтернативы баритовому концентрату и микромрамору.

Стоит отметить, что при применении сидеритового утяжелителя не было зафиксировано отклонений параметров промывочной жидкости от проектных решений, пенообразования, седиментации. Все плановые работы при строительстве скважин (бурение, проработка, ГИС, спуск обсадной колонны, крепление) прошли без осложнений и нареканий со стороны буровых бригад и представителей генерального заказчика.

Результаты опытно-промышленного применения сидеритового утяжелителя на эксплуатационных скважинах Бованенковского НГКМ были учтены специалистами ООО «Сервисный Центр СБМ» при разработке новой системы промывочной жидкости «Полиэколь АК».

Постоянное совершенствование рецептур бурового раствора путем использования новых реагентов, позволяющее повышать качество сервиса буровых растворов, является приоритетным направлением деятельности ООО «Сервисный Центр СБМ».

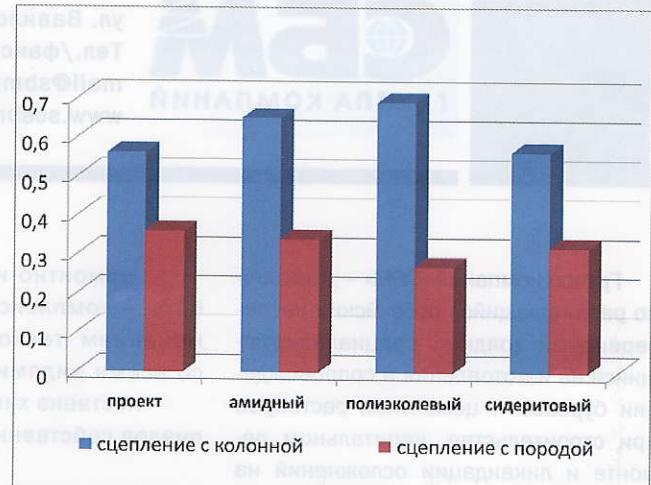


Рис. 6. Средний коэффициент качества цементирования технических колонн

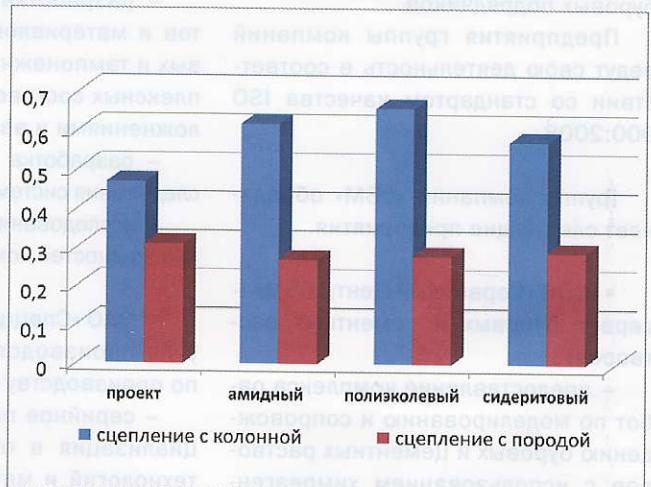


Рис. 7. Средний коэффициент качества цементирования хвостовиков