

Микросферы для бурения

Использование стеклянных микросфер в буровых растворах позволяет снижать затраты на бурение и эксплуатацию скважин



Сергей Папков, технический эксперт компании 3М

Микросферы представляют собой свободно текучий порошок, состоящий из полых внутри частичек диаметром в несколько десятков микрон идеальной сферической формы с тонкой стенкой (1 мкм).

Микросферы очень легкие и в то же время прочные, что позволяет им проходить все стадии производства, не разрушаясь на различных этапах обработки.

Стеклянные микросферы изготовлены из натрийборосиликатного стекла, химически инертны и не растворяются в воде. Их идеальная сферическая форма

имеет существенные преимущества в сравнении с неровной формой других наполнителей и добавок, ведь она позволяет изменять свойства конечного продукта в лучшую сторону, будь то краска, покрытие или пластики, или другое изделие, требующее изменений свойств в соответствии с новыми, возросшими требованиями.

Именно поэтому микросферы сегодня находят применение во многих современных промышленных технологиях.

Технология получения

Для производства микросфер 3М используются специально добытые ми-

нералы из ответственных источников, которые гарантируют прозрачность добычи минералов и логистики по их доставке на производство.

Полученные минералы перемалываются, затем они запекаются в печах, превращаясь в стекло.

Стекло измельчают и загружают в специальный формер, где по заданным параметрам формируются микросферы с целевой прочностью и плотностью.

Каждая произведенная партия микросфер проходит контроль качества, поэтому, независимо от того, получит клиент коробку в несколько килограмм или биг бэг на несколько тонн, он получит сертификат анализа, гарантирую-

щий качество конечной конкретной партии, которую он получил.

Бурение

Стеклянные микросферы нашли применение в одной из важнейших отраслей — нефтегазовой промышленности. Их используют на наиболее ответственных этапах строительства нефтегазовых скважин — бурении и цементирования. Несмотря на свой небольшой размер, микросферы выдерживают высокие нагрузки, возникающие на буровом долоте при бурении скважин, даже PDC долота не оказывают существенного влияния на количество уцелевших после прохождения через насадку долота микросфер.

При цементировании скважин стеклянные микросферы не только позволяют снизить гидростатическое давление цемента, но и проконтролировать фактическую плотность цементного раствора на устье скважины, что дает уверенность в соответствии плотности цементного раствора при закачке и фактической плотности цементного раствора на забое скважины.

Преимущества

При бурении скважины первичное вскрытие продуктивного пласта, как правило, производят с репрессией до 30%. Несоответствие градиента пластового давления плотности промывочной жидкости приводит к поглощениям, что оказывает отрицательное воздействие на коллекторские свойства пласта.

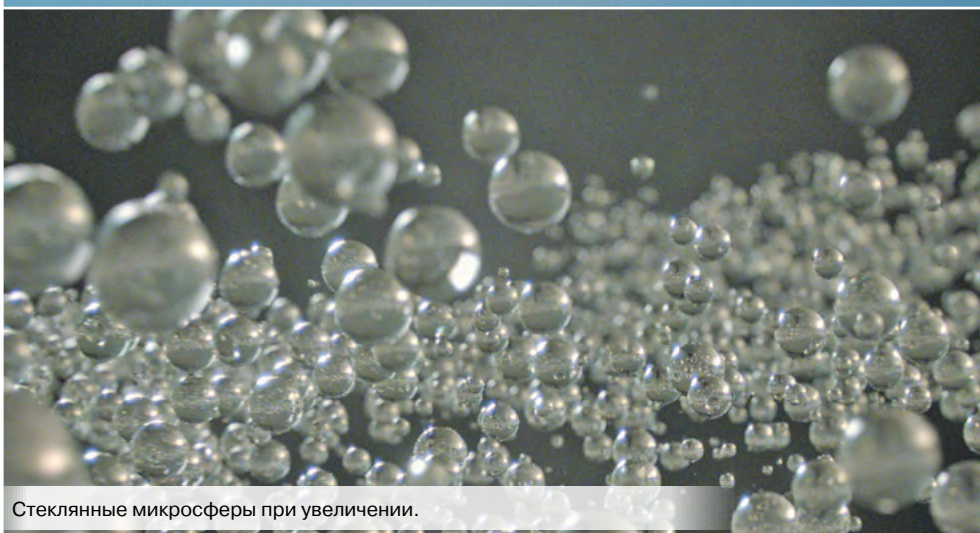
Используемые решения для уравнивания градиентов пластового давления и плотности промывочной жидкости имеют ряд существенных недостатков. Эмульсионные растворы и растворы на нефтяной основе пожароопасны и сложны в обращении в части соблюдения требований экологической безопасности. Пенные системы сжимаемы, требуют сложных гидравлических расчетов, не позволяют использовать телеметрическое сопровождение бурения и делают невозможным использование забойных двигателей.

Для использования пенных систем требуется также дорогостоящее и сложное в обращении дополнительное наземное оборудование.

Технология получения облегченных буровых растворов при помощи полых стеклянных микросфер лишена недостатков пенных систем и не имеет ограничений в использовании, когда вопросы охраны окружающей среды выходят на первый план. Широкая линейка полых стеклянных микросфер из



Стеклянные микросферы изготовлены из натрийборосиликатного стекла.



Стеклянные микросферы при увеличении.



Загрузка микросфер в шахту.

натрийборосиликатного стекла специально разработана для использования в различных скважинных условиях. В зависимости от давлений на забое, можно

использовать марки микросфер, выдерживающих давления до 19000 psi.

Полые стеклянные микросферы просты в обращении, при этом персоналу

не нужно иметь каких-либо специальных навыков. Буровые растворы на водной основе с использованием полых стеклянных микросфер могут достигать плотности $0,85 \text{ г/см}^3$, а буровые растворы на углеводородной основе могут достигать плотности $0,75 \text{ г/см}^3$; теоре-

В отличие от стеклянных микросфер, эмульсионные растворы пожароопасны и сложны, а пенные системы сжимаемы.

тически плотность жидкости с использованием полых стеклянных микросфер может снижаться до значений $0,66 \text{ г/см}^3$. Опыт применения технологии получения облегченных буровых растворов при помощи технологии полых стеклянных микросфер показал возможность их использования с различными типами буровых долот, включая PDC.

Алюмо- или боросиликатные

В отличие от алюмосиликатных микросфер, микросферы из боросиликатного стекла сохраняют плотность бурового раствора стабильной вплоть до указанных значений давлений разрушения для каждой конкретной марки микросфер.

Этого удалось достичь путем инженерного подхода при создании каждой конкретной марки полых стеклянных микросфер.

Так как алюмосиликатные микросферы являются продуктом-отходом при сжигании угля на ТЭЦ, то их прочностные характеристики и гранулометрический состав будут нестабильными и варьироваться в широких пределах.

Это не позволяет выдерживать стабильные характеристики плотности жидкостей на значительных глубинах, а значит всегда есть риск выйти за допустимый диапазон плотностей в процессе бурения, что в свою очередь может привести к потере циркуляции, существенному повреждению коллекторских свойств продуктивного интервала и другим осложнениям процесса бурения. Устранение таких проблем может быть довольно затратным и продолжительным по времени.

Использование полых стеклянных микросфер для получения облегченных буровых растворов снимает ограничения, связанные с нестабильностью свойств алюмосиликатных микросфер, сжимаемостью пенных систем и сложностью использования буровых растворов на углеводородной основе. Плотность облегченных буровых растворов с исполь-

зованием полых стеклянных микросфер стабильна, а использование специально разработанной линейки стеклянных микросфер для бурения HGS8000X позволяет использовать стандартные системы очистки промысловых жидкостей, ведь их размер составляет всего 25 мкм, что

делает возможным использование сеток 180, 160 и 150 меш.

Достигнутые результаты

Промышленное применение показало либо значительное сокращение потерь бурового раствора в зонах катастрофических поглощений, либо полное прекращение поглощений.

Наблюдался эффект кольматации стенок скважины, а также снижение крутящего момента. Скважины, пробуренные при выровненных градиентах пластового давления и плотности бурового раствора, показали увеличение коэффициента продуктивности до 8 раз, при этом коллектор мощностью 1,5 м с меньшей

Микросферы позволяют перейти на одностадийное цементирование, сэкономить время операции на 48 часов, увеличить дебит скважины на 30%.

проницаемостью работал также, как и коллектор мощностью 6 м с большей проницаемостью. Небольшое удорожание бурового раствора, как следствие использования в нем облегчающих добавок – полых стеклянных микросфер, полностью компенсируется снижением времени на борьбу с поглощениями и авариями при строительстве скважин, а также за счет больших дебитов в процессе добычи. По некоторым данным, экономия только за счет устранения осложнений в процессе бурения достигает 1,3 млн долларов.

Данная экономия достигается за счет экономии времени буровой, так как стоимость одного часа бурения на шельфе может составлять 50 000 долларов и более, поэтому, каждый сэкономленный час делает свой вклад в сокращение затрат на бурение скважины.

Также, буровой раствор довольно дорогой, поэтому каждый кубометр раствора, который не был потерян во время поглощений вносит существенный вклад в экономию затрат на приготовление бурового раствора, сокращает время бурения, сохраняет проектные параметры бурения, позволяет добыть больше нефти за счет меньшего воздей-

ствия на фильтрационно-емкостные свойства пласта коллектора.

Эффективность при цементировании

Цементирование скважины является довольно сложной технологической операцией, имеющей огромное влияние на дальнейшую эксплуатацию скважины.

При использовании двухстадийного процесса цементирование не обеспечивается необходимое качество разобщения проницаемых пластов, имеет место недоподъем тампонажного раствора, часто отсутствует цементный камень в области схождения первой и второй ступеней, присутствуют значительные области плохого сцепления цементного камня с колонной и породой, отмечаются заколонные проявления пластовых флюидов. Одностадийное или прямое цементирование с подъемом тампонажных растворов стандартной плотности в интервалах коллекторов в комбинации с облегченными тампонажными растворами в один этап гораздо более эффективно. Полые стеклянные микросферы в составе облегченной тампонажной смеси позволяют создать несжимаемый

цементный раствор, провести операцию цементирование в одну стадию, улучшить теплоизоляционные свойства цементного камня. Цементный камень, облегченный при помощи полых стеклянных микросфер, имеет следующие параметры: В/Ц 0,6; плотность $1,38 \text{ г/см}^3$; прочность на изгиб 1,4 МПа (через 48 часов); прочность на сжатие 3,6 МПа (через 48 часов).

В результате применения одностадийного цементирование вместо двухстадийного была отмечена экономия времени выполнения операции цементирование на 48 часов, а впоследствии скважины с одностадийным цементированием показали до 30% большие дебиты по сравнению со скважинами, зацементированными в две ступени, что связано с меньшим воздействием на пласт-коллектор во время цементирование. Выравнивание градиента пластового давления и плотности жидкости глушения во время проведения капитального ремонта скважин дает те же преимущества, что и бурение на сбалансированном давлении: устранение потерь жидкости глушения, меньшее воздействие на коллектор, большие дебиты по окончании ремонта. ■



Координация взаимодействия в системе «ГОСУДАРСТВО — БИЗНЕС — НАУКА»



Стратегическое
планирование



Инвестиционное
обеспечение



Технологическое
сопровождение

