УДК 622.243

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОДБОРУ РЕЦЕПТУР БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

INTEGRATED APPROACH TO THE SELECTION OF DRILLING FLUID FORMULA

Шемелина Ольга Николаевна
аспирант,
Тюменский индустриальный университет
onshemelina@mail.ru

Аннотация. В работе проведено исследование реологических и физико-механических свойств цементной тампонажной смеси и цементов тампонажных. Для качественного процесса цементирования проведен анализ тампонажных растворов с изучением изменений консистенций тампонажных растворов по истечении определенного времени. Таким образом, ускорение процесса бурения наблюдательных и эксплуатационных скважин зависит от правильного подобранного тампонажного раствора.

Ключевые слова: буровой раствор, скважина, температура, давление, портланцемент, инертно-эмульсионный раствор.

Shemelina Olga Nikolaevna
Postgraduate Student,
Tyumen Industrial University
onshemelina@mail.ru

Annotation. In the work, a study was made of the rheological and physical-mechanical properties of cement grout mixture and grout cements. For a qualitative cementing process, an analysis of cement slurries was carried out with a study of changes in the consistency of cement slurries after a certain time. Thus, the acceleration of the process of drilling observation and production wells depends on the correct selected cement slurry.

Keywords: drilling mud, well, temperature, pressure, portlancement, inert emulsion mud.

Эмульсионные буровые растворы на углеводородной основе делится на две группы – эмульсии первого типа и второго – обратные или инвертные эмульсии. Если первая углеводородная жидкость растворяется, то последние представлены растворенной водой в углеводородной жидкости [1]. Таким образом, в зависимости от того, что является дисперсной фазой и какова дисперсионная среда, определяются группы эмульсий. По назначению растворы подразделяются две группы – буровые растворы и специальные жидкости (для капитального (КРС) и подземного ремонта скважин (ПРС), перфорационные и консервационные) [2]. Альтернативой бурового раствора на углеводородной основе являются растворы на основе полиэтиленгликоля (ПЭГ) – экологически чистые при применении.

РУО имеют недостатки – низкая устойчивость физико-механических свойств, значительные материальные и временные затраты на их подготовку и утилизацию, негативное влияние на окружающую среду, трудоемкость, зависимость минеральных масел от внешних факторов воздействия (температура, давление, химическая агрессия пластовых флюидов) [3]. Эти проблемы с использованием РУО решаются с использованием синтетических и полусинтетических масел, многократное использование и увеличение степени «выгона» масла во время утилизации. Чтобы решить проблемы, состав раствора предусматривается с использованием эмульсионных средних вязкостных масел, таких как ВМГЗ 60 и ВМГЗ 45; эмульгаторные реагенты КЭС-1М и КЭС-1С; регуляторы реологических свойств органофиловных глин (органобонит, бето-34), поверхностно-активные вещества (ПАВ) (неонол), биополимеры – ПАЦ, КМК; для регулирования плотности бурового раствора – барит, карбонат кальция; в пеногасителе – кремнийорганические жидкости вида Пента 467 или Пента 468 типа. Состав и определенные свойства предложенного раствора инвертора раствора (ИЭР) приведены в таблице 1.

Согласно данным из таблицы, следует отметить, что предлагаемый состав раствора может быть утяжелен за счет ввода утяжеленной добавки. Однако, остальные показатели раствора не отличаются от ранних.

При применении технологии теплового действия на пласт, максимальные тепловые и физические нагрузки возникают в породе и крепи скважины – температурное расширение, сопровождающее образование термомеханических напряжений, разрушение цементного камня, вызванного процессами межфазовых преобразований (перекристаллизация) высокоосновных и низкоосновных гидросиликатов.

Решение этой проблемы возможно за счет образования низкоосновных гидросиликатов кальция в формирующимся камне даже на ранних стадиях твердения путем введения кремниевых добавок в вяжущий состав (портландцемент) или использование шлаковых композиций или цементов различного сырья – оксид алюминия, кальциносиликоновый диоксид, диоксид белого кремния.

Результаты экспериментальных исследований показали, что наиболее термостойкий камень образован композицией из алюминиевого цемента в сочетании с портландцементом ПЦТ-1-50 и микросферных добавок (КМД), тонкодисперсной золы тепловой электростанции (ТЭЦ), а также высокоглиноземистый цемент в сочетании с портландцементом, шлаком и баритными добавками. Например, на рисунке 1 показаны образцы цементного камня на основе ПЦТ-1-50 и высоко глиноземистый цемент после термического воздействия, которые явно подтверждают вышеизложенное.

Таблица 1 – Состав и свойства инертно-эмульсионных растворов (ИЭР)

№ п/п	Название ингредиентов	Содержание, %	Параметры раствора	Значение параметра
1	Масло: минеральное / синтетическое	69/59	Плотность, кг/м^3	1120/1120
2	Водный раствор формиата натрия	9,0/6,0	Фильтратоотдача см^3/30 мин	≈ 1 / менее 1
3	Гидрофобизированный бентонит	3,0/4,0	Пластическая вязкость, мПа·с	35–40/35–45
4	Барит	12/10	Динамическое напряжение сдвига (ДНС), дПа	18–20/15–20
5	Реологический модификатор	0,4/0,6	Статистическое напряжение сдвига (СНС) 1/10, дПа	5–10/10–25
6	КЭС-1М / КЭС-1С	4,0/3,5	Электростабильность, В	350/380
7	Негашеная известь	1,0/0,4	pH	> 7/> 7
8	Пеногаситель	0,6/0,5		
9	ПАВ	1,0/1,0		

Рисунок 1 – Образцы цементного камня
на основе ПЦТ-1-50 и высоко глиноземистого цемента

При содержании шлакового компонента композиционного материала находится в пределах 20–80 %, нет изменений в прочностных параметрах после 90 дней нахождения проб при температуре окружающей среды около 160 °С. Небольшие изменения были идентифицированы в направлении снижения содержания шлака 20 и 50 %, что полностью объясняется содержанием портландцемента, а именно к феномену разрушения его гидратации. При более низком его содержании, напротив, проявляется эффект стабильности и увеличивается прочность на растяжение.

Наивысшими значениями стабильности и конечной прочности наблюдаются при твердении смесей в первый день. Уменьшение содержания компонента шлака в смеси приводит к увеличению сроков схватывания и снизить мощность сформированного камня. В то же время было обнаружено, что эти показатели изначально увеличивались, но затем после достижения максимального (определенного) значения, они уменьшились. Оптимальное количество доменного шлака в цементе установлено 80 %.

Таким образом, экспериментально подтверждается, что композиции цементных камней в сочетании с доменным шлаком, соответствуют основным требованиям (с точки зрения физико-механических свойств тампонажных растворов) для крепления скважин в зонах повышенных температур. Со временем цементный камень не теряет свою прочность, что важно, потому что образующийся камень считается не только как средство крепления обсадной колонны (ОК), но и в качестве теплоизоляционного материала, что особенно важно при использовании термических методов добычи нефти (например, комбинированные методы парогазовой добычи нефти) [4].

Литература:

1. Шемелина О.Н. Исследование рецептур буровых растворов // Сборник тезисов X международной научно-практической конференции: сборник тезисов конференции. – 2020. – С. 198–201.

2. Шемелина О.Н. Анализ технико-экономических показателей бурения при использовании полимерных растворов // Материалы X Международной научно-практической конференции. – 2021. – С. 173–177.

3. Шемелина О.Н. Анализ сооружения скважин, предназначенных для добычи высоковязких нефтей // Труды XXV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания ТПУ. – 2021. – С. 363–364.

4. Шемелина О.Н. Исследование и анализ тампонажных растворов // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2021. – Т. 1. – С. 459–464.

References:

1. Shemelina O.N. Study of drilling mud formulations // Collection of abstracts of X international scientific-practical conference: collection of conference abstracts. – 2020. – P. 198–201.

2. Shemelina O.N. Analysis of Technical and Economic Parameters of Drilling with Polymer Mud // Proceedings of X International Scientific and Practical Conference. – 2021. – P. 173–177.

3. Shemelina O.N. Analysis of the construction of wells designed for extraction of high-viscosity oil // Proceedings of the XXV International Symposium of students and young scientists Academician M.A. Usov dedicated to the 120th anniversary of mining and geological education in Siberia, 125 years since the founding of TPU. – 2021. – P. 363–364.

4. Shemelina O.N. Study and Analysis of Plugging Solutions // Problems of Hydrocarbon and Ore Mineral Fields Development. – 2021. – Vol. 1. – P. 459–464.