Новые реагенты для освоения скважин после операций бурения, глушения полимерными растворами и гидравлического разрыва пласта

А.И. Миков, А.И. Шипилов, В.А. Журавлёв, А.А. Мокрушин
ЗАО «ПОЛИЭКС»
Р.Е. Зонтов
ООО «Газпром Добыча Астрахань»

При строительстве нефтяных и газовых скважин и проведении их капитальных ремонтов широко применяются полимерные составы. Основными операциями с применением полимеров являются:
- Бурение;
- Глушение;
- Водоизоляционные работы;
- Гидравлический разрыв пласта;
- Большеобъемные обработки призабойной зоны.

При капиатальном ремонте скважин полимерные составы используются для потокоотклонения или предотвращения попадания технологических жидкостей в коллектор. При этом в качестве полимерных материалов используются как синтетические материалы: полиакриламиды и их сополимеры, так и полимеры природного происхождения: карбоксиметилцеллюлоза, гуаровые смолы, крахмал, ксантановая камедь. Наряду с очевидными преимуществами данных материалов существует ряд проблем, связанных с их негативным воздействием на призабойную зону пласта и снижением фильтационных свойств коллектора. Основная причина заключается в том, что любой полимер содержит твердую фазу, которая является потенциальным кольматантом. Кроме того, высоковязкие гели при попадании в призабойную зону пласта образуют стойкий экран, препятствующий течению не только воды, но и углеводородной фазы.

При бурении полимеры используются для регулирования технологических параметров бурового раствора. Наряду с ними могут использоваться различные утяжелители на основе глин или барита. Такие полимер-глинистые растворы также могут являться причиной кольматации призабойной зоны пласта, образуя на породе коллектора корку бурового раствора. В связи с этим при освоении скважин после бурения необходимо обеспечить разрушение корки, чтобы достичь проектных показателей добычи. Применяемые в ряде случаев кислотные ванны не решают данную проблему, т.к. соляная кислота слабо реагирует как с полимерами, так и с глинами.

В связи с этим является актуальной задача создания комплексного реагента, позволяющего разрушать кольматирующие экраны, образованные различными полимерными и полимер-глинистыми растворами. На первом этапе проведены исследования с целью подбора оптимальной рецептуры состава для эффективного разрушения корки бурового раствора. При этом за основу были взяты реагенты марки КДС, применяемые в качестве компонентов перфорационных жидкостей и разглинизаторов.

Известно, что при фильтрации жидкого бурового раствора в ПЗП происходит практически полное разделение его фаз: фильтрат (с растворёнными в нём компонентами) проходит в пласт, вызывая гидратацию при наличии глинистых включений, а отфильтрованная дисперсная твёрдая фаза с возникшим избытком концентрации глинистых частиц, полимерсодержащих реагентов и остаточной обводнённостью около 30%, образует глинистую корку и кольматирует ПЗП. В связи с этим для оценки эффективности разработанного состава использовалась специальная методика, учитывающая данный механизм воздействия бурового раствора на ПЗП.

Готовился глинистый раствор, моделирующий наиболее сложную для разрушения систему. Его состав приведен в табл.1.

Таблица 1.Состав полимер-глинистого бурового раствора

Наименование		%
Глина бентонитовая марки ПБ	25,0	16,6 – 16,4
Крахмал	0,5 – 1,5	0,3 – 1,0
КМЦ	0,25 – 0,5	0,2 – 0,4
Барит	25,0	16,6 – 16,4
Вода	100,0	66,3 – 65,8
ИТОГО:	150,75 – 152,00	100,0

В навеску готового раствора – 50 г добавлялась навеска глины – 50 г и тщательно перемешивалась до тестообразной консистенции (с остаточной обводнённостью 30 – 33 %), приготовленное «тесто» помещали в эксикатор и оставляли на набухание в течение 3 – 4 часов. Из готового «теста» формировали одинаковые образцы шарообразной формы весом 4,0 г – непосредственно перед проведением исследований.

Схема оборудования для оценки динамики разрушения искусственного образца приведена на рис.1.

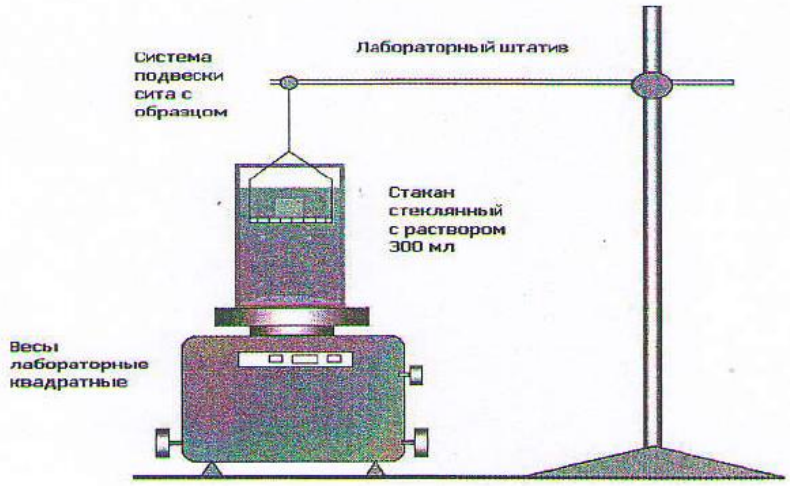

Рис.1 Схема лабораторного оборудования для оценки динамики разрушения искусственного образца кольматирующей твердой фазы

Замеры динамики разрушения выполнены весовым способом. Продолжительность воздействия реагентного раствора составляла 1 час. Подбиралась рецептура, позволяющая совместить в одном реагенте кислотный состав и разглинизатор. Результаты опытов приведены на рис.2.

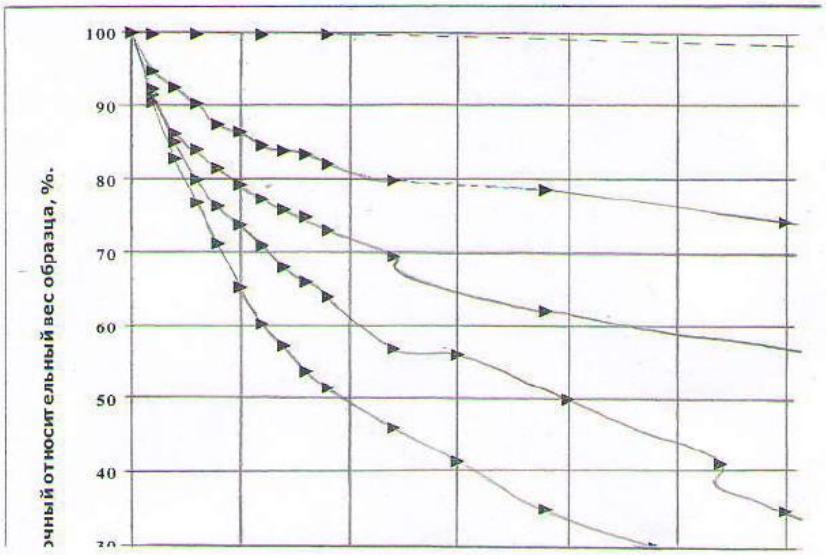

Рис. 2. Динамика убыли веса образца кольматирующей твёрдой фазы и характер его разрушения под воздействием растворов КДС-2 в Hcl

Характер разрушения образца представлен на рис.3.

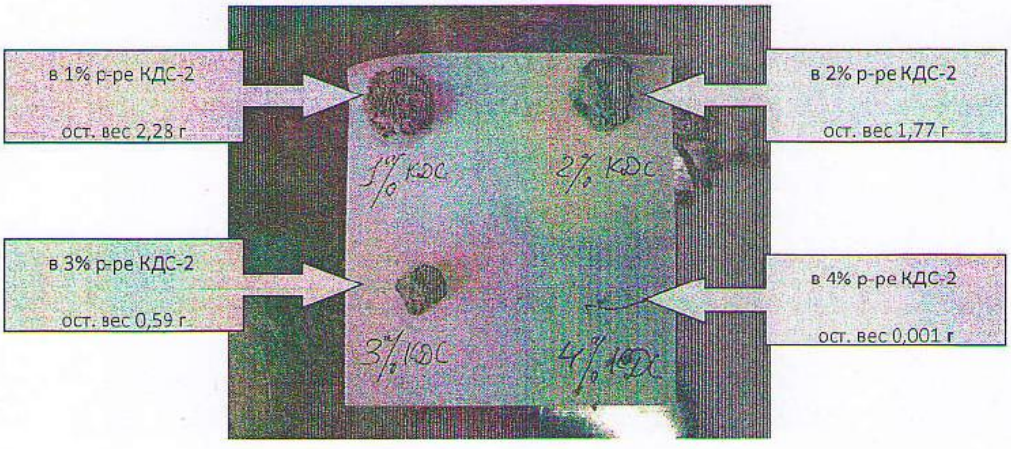

Рис.3. Характер разрушения образца кольматирующей твёрдой фазы под воздействием растворов КДС-2 в HCl

Практически во всех исследуемых составах, наблюдался одинаковый характер разрушения глинистого образца:
- в начальный момент времени – интенсивное разрушение (бурная реакция по всей поверхности образца с образованием пены);

- в течение последующих 5 – 10 минут – убыль относительного веса в быстром темпе до остаточной величины 50 – 80 %;

- поверхность образца неравномерно разрушается, мельчайшие отпавшие частички поднимаются вместе с пеной (эффект флотации), а более крупные – оседают через сетку на дно стакана;дальнейшее постепенное снижение темпа убыли относительного веса в течение 50 – 55 минут;

- достаточный вес образца его размеры и форма – различны для каждого декольматирующего состава, как показано на рис.3;в 4%-ном р-ре КДС-2 в HCl, глинистый образец за время проведения опыта разрушился полностью.

По результатам исследований, наиболее эффективной показала себя композиция: 4%-ный р-р КДС-2 в HCl, которая и была рекомендована для дальнейшего проведения промысловых экспериментов. Недостатком данной композиции является ее ограниченная стабильность (не более 5 суток) после приготовления раствора КДС-2 в соляной кислоте, что ограничивает область применения технологии и требует большого количества технологических операций непосредственно на скважине. В результате дальнейших исследований была разработана рецептура состава, обладающего стабильностью при длительном хранении и транспортировке. Состав получил название ФЛАКСОКОР 110, в настоящее время запущено его серийное производство, идут опытно-промышленные испытания.

С целью проверки эффективности состава ФЛАКСОКОР 110 для разрушения других полимерных композиций проведены лабораторные исследования на образцах полимерных растворов на основе полиакриламидов и полисахаридов. В качестве примера рассмотрим результаты лабораторного тестирования состава ФЛАКСОКОР 110 на буровых растворах на основе полисахаридов без нерастворимой твердой фазы. Характеристики раствора даны в табл.2.

Таблица 2.Характеристики полимерного бурового раствора

Наименование показателя	Значение
Плотность	1,21 г/см^3
Условная вязкость	43 с
Водоотдача	2,5 см^3/30 мин
pH среды	7,5

Эффективность комплексного реагента ФЛАКСОКОР 110 оценивалась в сравнении с разглинизатором КДС-2 и кислотным составом ФЛАКСОКОР 210. Методика проведения испытаний аналогична изложенной выше. При этом замерялось время полного разрушения образца кольматирующей твердой фазы. Результаты исследований представлены на рис.4.

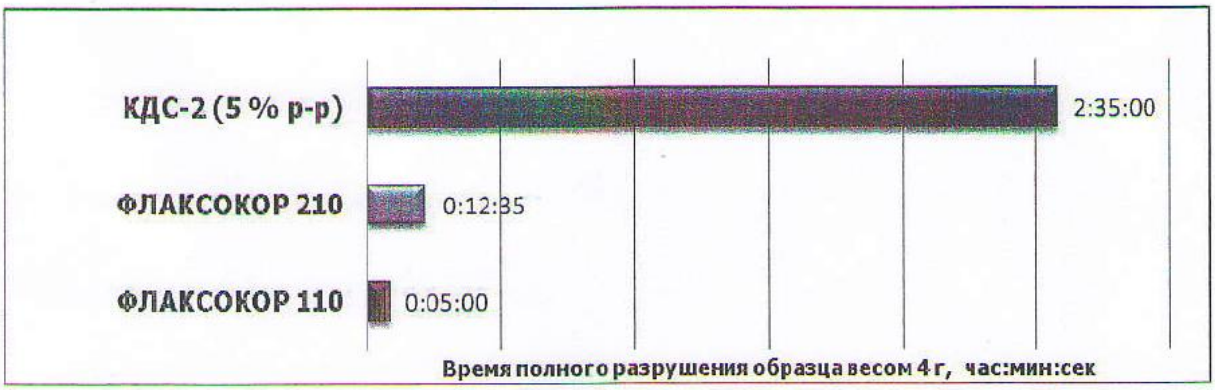

Рис.4. Скорость разрушения образца кольматирующей твердой фазы полимерного бурового раствора в растворе реагента - деструктора

Следует отметить, что комплексный состав ФЛАКСОКОР 110 значительно превосходит по эффективности как состав для деструкции полимерглинистых композиций КДС-2, не содержащий соляной кислоты, так и кислотный состав ФЛАКСОКОР 210, предназначенный для большеобъемной обработки ПЗП. При этом эффективность раствора КДС-2 значительно ниже деструкторов, содержащих соляную кислоту.

Таким образом, ФЛАКСОКОР 110 может быть эффективно использован для разрушения кольматационных экранов, образующихся в призабойной зоне пласта как за счет полимерных, так полимер-глинистых растворов. На основании полученных результатов рекомендовано применение данного состава для освоения скважин после бурения, глушения полимерными растворами и гидравлического разрыва пласта.