

Внедрение альтернативных жидкостей ГРП на основе вязкоупругих ПАВ в опытно-промышленные испытания

В.В. НИКИТИН, старший инженер ООО «Промышленная химия»;
И.С. ГУСЕВ, заведующий НИЛ ООО «Промышленная химия»



МИРРИКО

В настоящее время все большую популярность в технологии гидроразрыва пласта (ГРП) набирают альтернативные жидкости без использования гуаровой смолы. Среди таких жидкостей можно выделить водные растворы вязкоупругих поверхностно-активных веществ (ВУПАВ), которые образуют гели, не уступающие по реологическим свойствам сшитому гуару. Осенью 2020 года были проведены опытно-промышленные работы на основе ВУПАВ «VES-FRAC» и активатора «VES-Link» компании ООО «Промышленная химия».

Конкретные преимущества вязкоупругих ПАВ по отношению к гуаровым гелям можно представить в виде сравнительной табл. 1.

Предварительные лабораторные исследования данной жидкости на вязкоупругих ПАВ перед ОПИ проводились по стандартным моделям – стабильность системы при пластовой температуре при 100 с^{-1} (рис. 1), влияние сдвиговых нагрузок в течение трех циклов

(511 и 100 с^{-1}) (рис. 2). Дополнительно были проведены тесты на статическое оседание проппанта (рис. 3) и разрушение геля при помощи пластовой нефти (рис. 4). В качестве жидкости разрыва применялся состав из 4% ВУПАВ «VES-Frac» и 1% активатора «VES-Link».

Параллельно с низкотемпературными скважинами происходил подбор высокотемпературных составов жидкости ГРП на ВУПАВ. Были проведены аналогичные тесты на стабильность (рис. 5) и оседание проппанта (рис. 6).

Опытно-промышленные испытания проходили в Северо-Западном федеральном округе на двух скважинах одного месторождения при пластовой температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Средний объем закачиваемой смеси составил $140\text{--}150 \text{ м}^3$, масса проппанта – около 30 т, общее время закачки – 60 минут. На данный момент ведется мониторинг добычи после проведения операции.

Таблица 1

Параметр	Сшитый гуаровый гель	Жидкость на ВУПАВ	Жидкость на ВУПАВ НТ
Температура применения, $^\circ\text{C}$	25–140	10–80	80–120
Температура приготовления, $^\circ\text{C}$	25–30	≥ 10	≥ 10
Состав	Гуар – $1,8\text{--}4,2 \text{ кг/м}^3$ Стабилизатор глин – $1\text{--}2 \text{ л/м}^3$ Деземulgатор – $1\text{--}2 \text{ л/м}^3$ Сшиватель – $1,5\text{--}5,0 \text{ л/м}^3$ Брейкер – $0,3\text{--}3 \text{ кг/м}^3$	ВУПАВ – $30\text{--}70 \text{ л/м}^3$ Активатор – $8\text{--}20 \text{ кг/м}^3$	ВУПАВ – $50\text{--}80 \text{ л/м}^3$ Активатор – $10\text{--}80 \text{ кг/м}^3$
Используемая вода	Пресная	Пресная и минерализованная	Пресная и минерализованная
Рабочая вязкость при 100 с^{-1} , сР	400 (\pm в зависимости от дозировок)	400 (\pm в зависимости от дозировок)	400 (\pm в зависимости от дозировок)
Минимальная песконесущая вязкость, сР	300	100	100
Способ разрушения	Окислительные соединения	Пластовая нефть или специальный брейкер	Пластовая нефть или специальный брейкер
Удержание проппанта	Удерживает	Удерживает	Удерживает
Остаточная проводимость, %	40–70	>90	>90
Доступность	Природный полимер – зависит от урожая	Синтетический продукт	Синтетический продукт

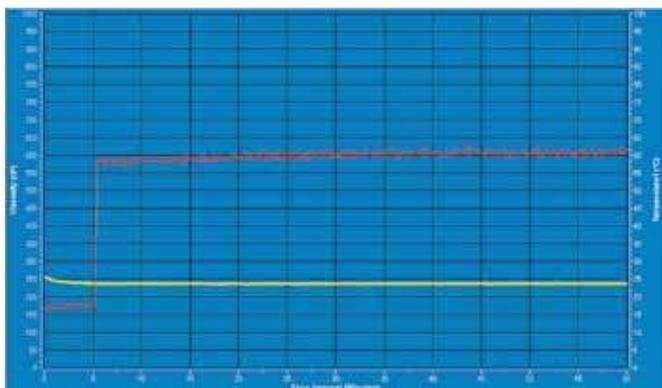


Рисунок 1 – Стабильность геля на основе 4% ВУПАВ «VES-Frac» и 1% ктив тор «VES-Link» при 25 °С и скорости сдвиг 100 с⁻¹ (красный график – вязкость, желтый – температура)

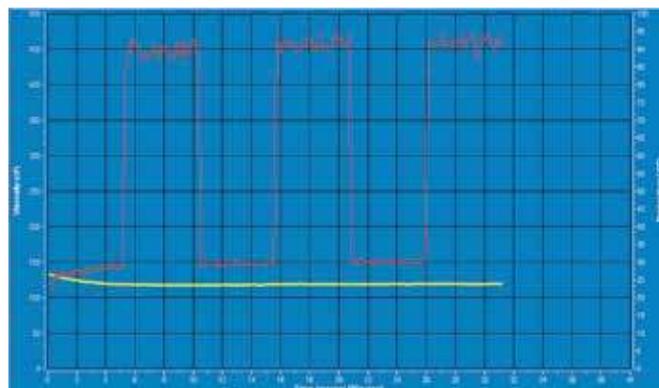


Рисунок 2 – Влияние сдвиговых нагрузок и гелеобразования – 5 минут при 511 с⁻¹ и 5 минут при 010 с⁻¹ (красный график – вязкость, желтый график – температура)

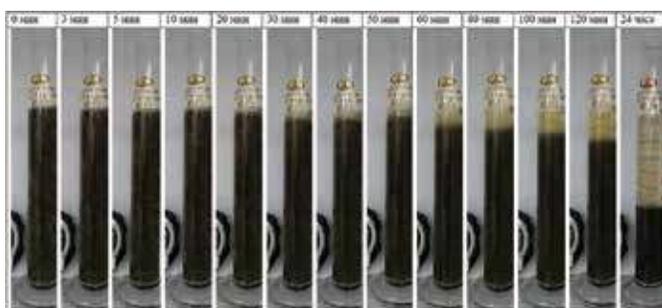


Рисунок 3 – Тест на статическое оседание проппанта при 25 °С

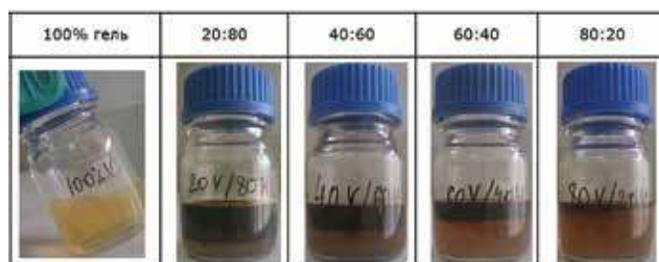


Рисунок 4 – Тест на разрушение с нефтью

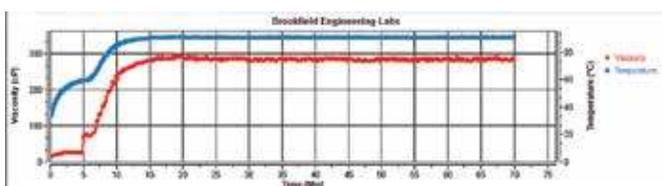


Рисунок 5 – Стабильность геля на основе 8% ВУПАВ «VES-Frac» HT и 10% ктив тор при 90 °С и скорости сдвиг 100 с⁻¹ (красный график – вязкость, синий график – температура)

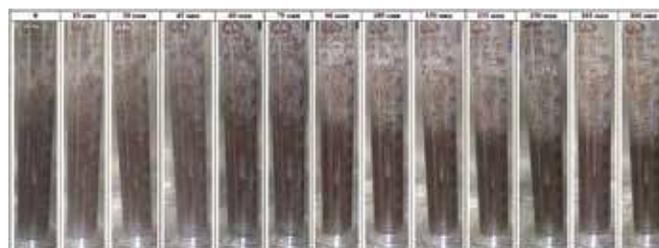


Рисунок 6 – Тест на статическое оседание проппанта при 90 °С