

*Мухитов Ильнур Мазитович,  
студент магистрант*

*2курс, специальность «Разработка и эксплуатация нефтяных и  
газовых месторождений»*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет  
Россия, г. Уфа*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «ХИМИКО – В»

***Аннотация.** Статья посвящена исследованию характеристик гелирующего комплекса «Химико - В» на Мало-Балыкском месторождении. Проведены тесты на: совместимость жидкости разрыва с пластовым флюидом, термостабильность сшитого геля, устойчивость сшитого геля на сдвиговые напряжения.*

***Ключевые слова:** ГРП, жидкость разрыва, проппант, гелирующий комплекс.*

***Annotation:** The article is devoted to the study of the characteristics of the Himiko-V gelling complex at the Malo-Balyksky deposit. Tests for: compatibility of the fracturing fluid with the formation fluid, thermostability of the crosslinked gel, the resistance of the crosslinked gel to shear stresses.*

***Key words:** Hydraulic fracturing, fracturing fluid, proppant, gel complex.*

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) является одной из наиболее эффективных технологий интенсификации работы как добывающих, так и нагнетательных скважин. ГРП позволяет не только увеличить выработку запасов, находящихся в зоне дренирования скважины, но и существенно приобщить к выработке слабодренируемые зоны и прослои и, следовательно, достичь более высокой конечной нефтеотдачи [2].

Россия является одним из крупнейших потребителей услуг по ГРП как для интенсификации добычи нефти, так и для увеличения нефтеотдачи пластов. В связи с этим на сегодняшний день на рынке предлагает свои услуги множество сервисных компаний – как зарубежных, так и отечественных, среди которых такие известные мировые подрядчики, как Halliburton, Schlumberger, Weatherford, что дает основание говорить об устойчивом интересе к этому методу [1].

В настоящий момент на рынке компаний по производству химических реагентов для ГРП представлены в подавляющем большинстве иностранные предприятия – Weatherford, Economy Polymers & Chemicals, «Форэс – Химия» и др. Разработка и внедрение конкурентоспособной отечественной химии для гидроразрыва пласта является актуальной задачей.

В лабораториях научно – образовательного центра (НОЦ) промышленной химии при РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина разработана новая линейка химических реагентов для получения жидкостей для ГРП на водной основе, отвечающая всем современным требованиям и тенденциям. Комплекс гелирующий «Химеко В» предназначен как для предварительного приготовления геля в емкостях, так и для работы с гидратационными установками «в поток». Разработанный новый сшиватель БС – 2 замедленной сшивки позволяет получать сшитые полисахаридные гели в течение 1,5–4,0 минут.

Разработанные реагенты входят в комплекс гелирующий «Химеко В» и предназначены для проведения ГРП с использованием пресной или минерализованной подтоварной воды в нагнетательных или добывающих скважинах с широким диапазоном пластовых температур (от 20 °С до 120 °С).

Полный список реагентов комплекса гелирующего «Химеко В» включает в себя:

– гелеобразователь ГПГ – 3 или ГПГ – 3.3 (ТУ 2499 – 072 – 17197708 – 2003 с изменениями 1, 2) – представляет собой химически модифицированный, путем присоединения радикалов гидроксипропила,

натуральный полимер;

– гелеобразователь ГПГ слорри (ТУ 2499 – 058 – 17197708 – 2011) – представляет собой устойчивую суспензию модифицированного гидроксипропилем натурального полимера в дизельном топливе с добавлением поверхностно – активных веществ;

– ПАВ – регулятор деструкции (ТУ 2499 – 070 – 17197708 – 2003) – представляет собой водный раствор анионных, катионных поверхностно – активных веществ;

– деструктор Химеко В (ТУ 2499 – 074 – 17197708 – 2003) – представляет собой окислительный агент на основе модифицированных перекисных соединений;

– деструктор капсулированный (ТУ 2499 – 059 – 54651030 – 2011) – представляет собой окислительный состав на основе перекисных соединений неорганических солей, покрытых нерастворимой оболочкой;

– сшиватель боратный БС – 1 или БС – 1.3 (ТУ 2499 – 069 – 17197708 – 2003 с изменениями 1,2) – представляет собой раствор модифицированных соединений бора в многоатомных спиртах;

– сшиватель боратный БС – 2 (ТУ 2499 – 057 – 54651030 – 2011) – представляет собой устойчивую суспензию борсодержащего соединения в смеси углеводов, стабилизированную поверхностно – активными веществами;

– биоцид «БИОЛАН» (ТУ 2458 – 008 – 54651030 – 2005) – представляет собой водно - спиртовой раствор продукта бромирования нитрила малоновой кислоты;

– термостабилизатор водных гелей ТС – 1 (ТУ 2458 – 007 – 54651030 – 2005) – представляет собой композицию на основе модифицированной натриевой соли тиосульфокислоты.

Компонентный состав геля на 1 м<sup>3</sup> пресной или минерализованной подтоварной воды для пластовых температур – 20–120 °С:

– Биоцид «БИОЛАН», л – 0,06;

- Термостабилизатор водных гелей ТС – 1, кг – 1,0–4,0;
- Гелеобразователь ГПГ – 3 или 3.3, кг – 2,8–4,8;
- Гелеобразователь ГПГ слорри, л – 7,0–10,0;
- ПАВ – РД, л – 0,5;
- Сшиватель – БС – 1 или 1.3, л – 2,5–4,5;
- Сшиватель – БС – 2, л – 2,5–4,0
- Деструктор капсулированный, кг – 0,1–0,3;
- Деструктор ХВ, кг – 0,0125–1,0 Комплекс гелирующий «Химеко В»

прошел успешное лабораторное тестирование в ООО «Татнефть – ЛениногорскРемСервис», ООО «КогалымНИПИнефть».

Тестирование комплекса гелирую – щего «Химеко В» в ООО «Татнефть – ЛениногорскРемСервис» включало в себя тест на термостабильность сшитого геля при пластовой температуре. Рецепт жидкости ГРП и ее основные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика пресной технической воды и жидкости ГРП.

источник воды – Днс, месторождение – Мало Балыкское			
Плотность,	рН воды	Температура,	Содержан
1000	6,33	22	3,2
Рецептура геля, на 1 м <sup>3</sup> жидкости разрыва: ГПГ слорри – 8,0 л, ПАВ – РД			
рН	Эффективная	сшивания,	рН
линейного геля при	вязкость при 511 с	мин (начало и	сшитого геля
8,2	36,0 (t = 24,0	1,5–2,5	10,2

Сшитый гель имеет однородную структуру, он эластичный, устойчивый. Измерение эффективной вязкости при скорости сдвига 100 с – 1 сшитого геля проводилось на вискозиметре Grace модель 5600 в течение 280 минут при температуре 77 °С. Сшитый гель обладает достаточной для удерживания пропанта вязкостью более 350 – 400 мПа\*с в течение 120 минут.

Тестирование комплекса гелирующего.

«Химеко В» в ООО «КогалымНИПИнефть» включало в себя тест на

термостабильность сшитого геля, тест устойчивости на сдвиговое разрушение/восстановление сшитого геля, способность жидкости ГРП удерживать проппант. Также исследовалось разрушение эмульсии геля с пластовым флюидом.

Сшитый гель имеет однородную структуру, он эластичный, устойчивый. Измерение эффективной вязкости сшитого геля при скорости сдвига  $100 \text{ с}^{-1}$  проводилось на вискозиметре OFITE модель 1100 в течение 120 минут при температуре  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Сшитый гель обладает достаточной для удерживания проппанта эффективной вязкостью более  $400 \text{ мПа}\cdot\text{с}$  в течение более чем 120 минут.

Тест устойчивости на сдвиговые напряжения показывает, насколько легко жидкость ГРП восстанавливает свою структуру после прохождения насосов, труб НКТ, интервала перфорации. Измерение эффективной вязкости сшитого геля при скорости сдвига  $511$  и  $100 \text{ с}^{-1}$  при температуре  $= (t_{\text{пласт}} + t_{\text{устье}}) : 2 = (90 + 30) : 2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  проводилось на вискозиметре OFITE модель 1100 (рис. 1.3). Одно из важных свойств жидкости ГРП – способность удерживать расклинивающий материал – проппант – в рабочей концентрации в течение всего времени закачки. На рисунке 1.4 показана песконесущая способность жидкости ГРП при  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , концентрация проппанта составляет  $300 \text{ кг/м}^3$ .

Тест на совместимость жидкости разрыва с пластовым флюидом показан на рисунке 1. Жидкость ГРП после разрушения не образует с пластовым флюидом эмульсий, осадков, сгустков, способных кольматировать пласт. Результаты исследований свидетельствуют о возможности применения предлагаемых реагентов в промышленных условиях при проведении ГРП на объектах ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь».

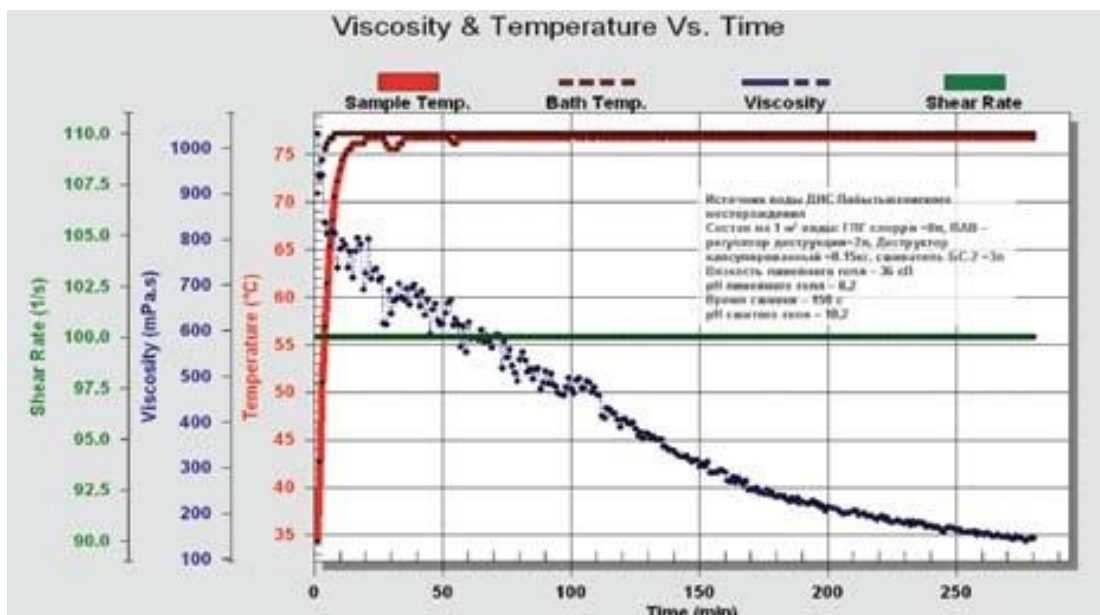


Рис. 1 – Тест на совместимость жидкости разрыва с пластовым флюидом.

В таблице 2 приведены характеристики пресной технической жидкости ГРП.

Таблица 2 – Характеристика пресной технической воды и жидкости ГРП.

источник воды – естественный, месторождение Мало-Балыкское			
Плотность,	pH воды	Температура,	Fe (II), мг/л
1004	5,92	25	0,8
Рецептура геля, на 1 м <sup>3</sup> жидкости разрыва: Биоцид – 0,06 л, ГПГ – 3 – 3,2			
pH	Эффективная	сшивания,	pH
7,8	22,3 (t = 29,5	1,5–3,5	10,1

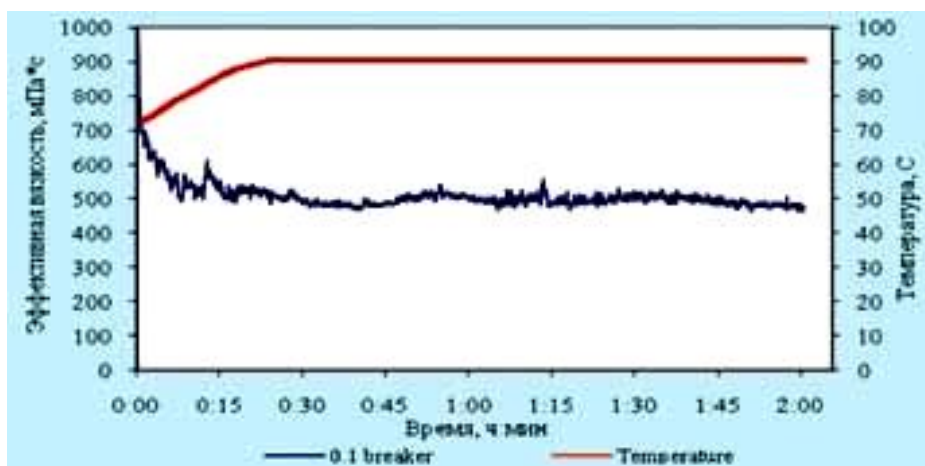


Рис. 2 – Термостабильность сшитого геля.

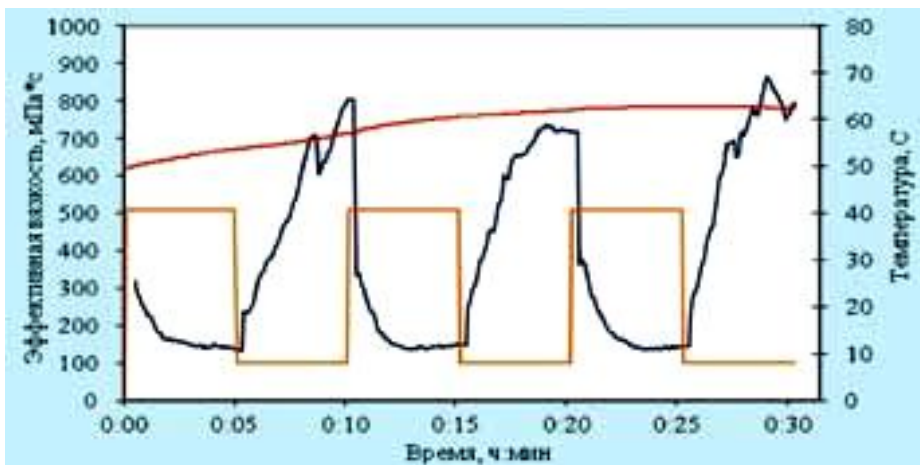


Рис. 3 – Устойчивость сшитого геля на сдвиговые напряжения.

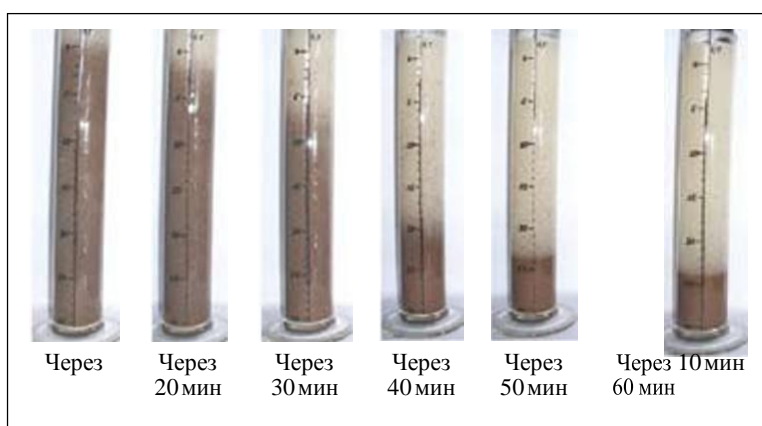


Рис. 4 – Песконесущая способность геля при температуре 90°C.



Рис. 5 – Тест на оценку эффективности деэмульгатора.

### **Использованные источники:**

1. Усачев П.М. Гидравлический разрыв пласта. М.: Недра, 1986. 165 с.
2. Закиров С.Н. [и др]. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа. М. 2004. 520 с.