

# Лабораторные исследования технологии закрепления проппанта

## А.В. Семёнов

инженер 1 категории  
[semenov.a.v@neftpx.ru](mailto:semenov.a.v@neftpx.ru)

## О.В. Лукьянов

зав. лабораторией 1.05.01  
[lukyachov.o.v@neftpx.ru](mailto:lukyachov.o.v@neftpx.ru)

## Г.И. Губеева

зав. отделом 1.05  
[gubeeva.g.i@neftpx.ru](mailto:gubeeva.g.i@neftpx.ru)

## Р.В. Крючков

инженер 1 категории  
[kryuchkov.r.v@neftpx.ru](mailto:kryuchkov.r.v@neftpx.ru)

## А.В. Крючкова

инженер 2 категории  
[kryuchkova.a.v@neftpx.ru](mailto:kryuchkova.a.v@neftpx.ru)

АО «НИИнефтепромхим», Казань, Россия

**Проведены лабораторные исследования процессов закрепления проппанта синтетическими полимерными смолами. Найдены технологические решения по сохранению коллекторских свойств модели трещины ГРП при проведении работ по закреплению проппанта. Подтверждена возможность применения составов на основе синтетических полимерных смол для закрепления проппанта после проведения ГРП.**

## Материалы и методы

В ходе выполнения работы произведено физическое моделирование процесса закрепления проппанта. Использованы полимерные смолы. Определены коллекторские свойства.

## Ключевые слова

проппант, ГРП, закрепление, полимерные смолы, коллекторские свойства

В настоящее время, в связи с выработкой традиционных нефтей из коллекторов с хорошей пористостью, в структуре запасов стали преобладать коллекторы с трудноизвлекаемыми нефтями (ТИЗ). Значительную часть ТИЗ составляют запасы, содержащиеся в низкопроницаемых коллекторах (НПК). Для разработки НПК широко применяется технология гидроразрыва пласта (ГРП). Так, в ведущих нефтедобывающих регионах страны — гидроразрыв пласта является одним из основных методов интенсификации [1]. Зачастую при вскрытии залежей в НПК ГРП используется при выводе скважин из бурения. Но в процессе освоения скважины возникает проблема выноса проппанта в ствол скважины, что негативно влияет на ее продуктивность, снижая эксплуатационные характеристики и межремонтные периоды (МРП) [2]. В промышленной практике существуют различные методы борьбы, которые подразделяются на:

- механические (установка скважинных фильтров);
- технологические (ограничение депрессии на пласт, применение устройств плавного запуска для погружных центробежных насосных установок);
- химические (закачка реагентов для искусственной цементации проппанта);
- профилактические (очистка ПЗП, контроль за количеством взвешенных частиц (КВЧ) в процессе эксплуатации) [3].

Институтом АО «НИИнефтепромхим» внедряются технологии для ремонтно-изоляционных работ (РИР) [4, 5], имеются наработки в области применения химических составов для закрепления проппанта.

Исходя из цели применения, химические составы для предотвращения выноса проппанта должны обладать следующими характеристиками:

- обладать достаточной надежностью закрепления проппанта (необходима определенная прочность и адгезия с поверхностью зерен проппанта);
- технологичностью применения (гомогенностью, приемлемой вязкостью,

фильтруемостью, стабильностью в процессе применения, иметь широкий температурный диапазон эксплуатации);

- технология применения состава должна обеспечивать сохранение фильтрационных характеристик трещины ГРП после закрепления.

Отделом физико-химии, механики пласта и совершенствования МУН АО «НИИнефтепромхим» проведены работы по адаптации составов на основе синтетических полимерных смол для применения в качестве реагента для предотвращения выноса проппанта из трещины ГРП. Для эксперимента применялись составы на основе водорастворимых смол и составы на основе смол, не растворимых в воде.

Данные составы нашли широкое применение в решении проблем ликвидации негерметичности ЭК (в т.ч. с малой приемистостью), заколонной циркуляции, восстановлении цементного камня в заколонном пространстве и пр.

Для оценки характеристик предложенных составов были проведены лабораторные испытания в свободном объеме на проникающую способность и закрепление проппанта (по весу) в зависимости от степени разбавления состава таб. 1, рис. 1.

Из графика видно, что при разбавлении и снижении вязкости у составов СГ-Резоил К-2 и СГ-Резоил К-3 происходит незначительное увеличение количества закрепляемого проппанта, в отличие от СГ-3002. Даже при разбавлении в соотношении 1:1 в разы увеличивается количество цементированного проппанта. Однако разбавление отрицательно сказывается на прочностных характеристиках искусственной цементации.

На основании анализа приведенных результатов, для проведения экспериментов по физическому моделированию процесса закрепления проппанта, в условиях, приближенных к пластовым, был выбран состав марки СГ-3002.

Из опыта работ известно, что при закреплении проппанта составами на основе

№	Состав	Соотношение растворителя в составе, %	Вес проппанта, закрепленного одним миллилитром состава, гр
1	СГ-Резоил К-2	0	6,27
2	СГ-Резоил К-2	50	6,40
3	СГ-Резоил К-2	100	7,12
4	СГ-Резоил К-2	200	8,32
5	СГ-Резоил К-3	0	6,53
6	СГ-Резоил К-3	50	7,0
7	СГ-Резоил К-3	100	7,58
8	СГ-Резоил К-3	200	7,92
9	СГ-3002	0	7,3
10	СГ-3002	50	20,9
11	СГ-3002	100	29,52
12	СГ-3002	200	8,5

Таб. 1 — Зависимость количества закрепляемого проппанта от соотношения растворителя в составе

полимерных смол, велика вероятность полной изоляции проводящих каналов. Исходя из необходимости максимального сохранения фильтрационных характеристик трещины ГРП, нами предложены некоторые технологические решения. Для продвижения состава непосредственно от ствола скважины, очистки основных поровых каналов и эффективного распределения закрепляющего состава в межзерновом пространстве трещины ГРП после закачки, предложено продавливать состав полимерной композицией с вязкостью, приближенной к вязкости состава. Однако при применении в качестве продавочно-распределяющей жидкости растворов полимеров с большой вязкостью существует опасность изоляции трещины ГРП. Для исключения подобных осложнений далее продавку осуществляют инициатором полимеризации (отвердителя) закрепляющего состава, который в свою очередь снижает вязкость первой (вязкой) распределяющей оторочки.

Экспериментальные результаты представлены в таб. 2 и рис. 2.

### Итоги

Из проведенных экспериментов видно, что продавка закрепляющего состава вязкой полимерной композицией (ВНП) приводит к увеличению количества закрепленного проппанта и продвижению закрепляющего состава от входа модели. Применение полимерной композиции для продавки основано на поршневом вытеснении жидкости большей вязкости при закачке в пористую среду, заполненную жидкостью с меньшей вязкостью. При поршневом вытеснении закрепляющий состав вытесняется из фильтрационных каналов, оставаясь только в местах непосредственного контакта зерен проппанта, что обеспечивает максимальное сохранение гидропроводящих свойств трещины ГРП.

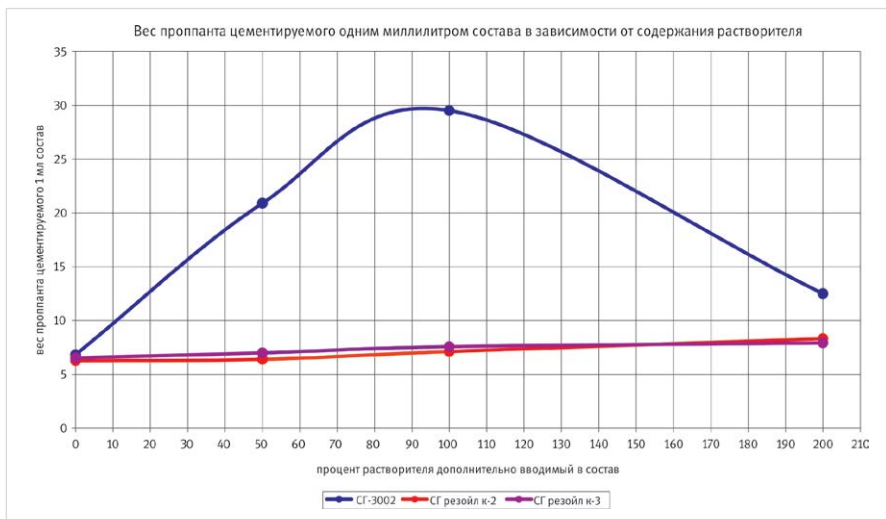


Рис. 1 — Вес проппанта, закрепленного одним миллилитром состава, в зависимости от степени разбавления состава

Модель №	1	2	3	4
Состав	СГ-3002	СГ-3002	СГ-3002	СГ-3002
Технология закачки	Состав 0,1V — 0,1V отвердителя	Состав 0,1V — полимер 0,05V — 0,5V отвердителя	Состав 0,1V — полимер 0,1V — 0,5V отвердителя	Состав 0,1V — полимер 0,3V — 0,5V отвердителя
Снижение проницаемости, раз	17	8,3	2,5	5
Глубина проникновения, доли ед.	0,1	0,25	0,4	0,5
Количество проппанта, закрепленного составом, гр	64	112	149	159

Таб. 2 — Технологические параметры проведения экспериментов на моделях трещины ГРП

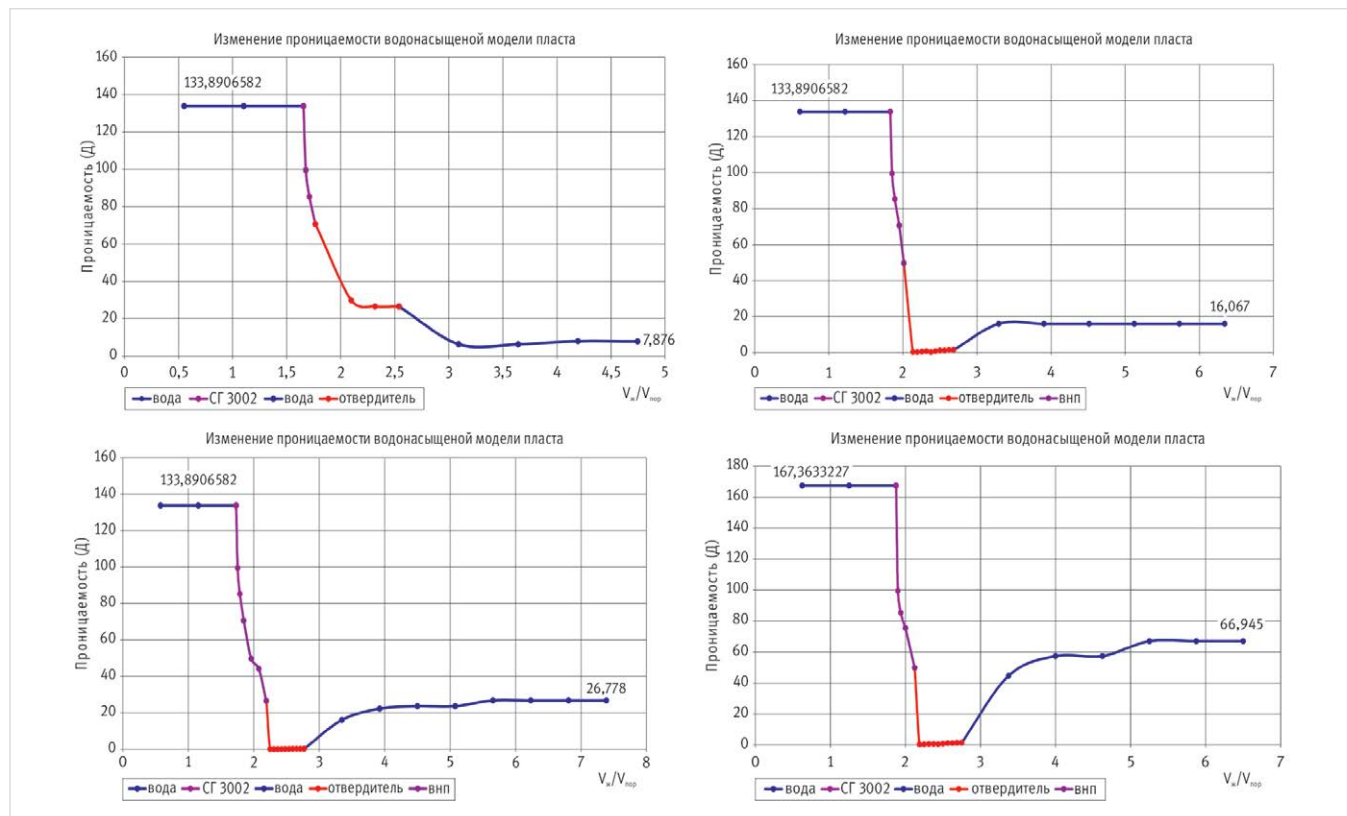


Рис. 2 — Изменение проницаемости модели пласта после проведения эксперимента

## Выводы

Составы на основе полимерных смол могут являться эффективными реагентами для закрепления выноса проппанта.

## Список литературы

- Ильина Г.Ф., Алтунина Л.К. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири. Томск: ТПУ, 2006. 166 с.
- Шагалеев Р.К., Гурторов Ю.А. Составление критериев подбора объектов для проведения ГРП на

действующем фонде Южно-Приобского месторождения // Проблемы геологии, геофизики, бурения и добычи нефти. 2014. Вып. 11. С. 27–34.

- Могутов Н.А. Решение проблем выноса песка из продуктивных слоев Приразломного месторождения // Бурение и нефть. 2013. №4. С. 23–25.
- Исмагилов Ф. З., Крючков В.И., Губеева Г.И., Крючков Р.В. Инструкция по технологии герметизации эксплуатационных колонн и ликвидации заколонных перетоков с использованием

синтетических смол. ОАО «Татнефть». 2008.

- Маргулис Б.Я., Матвеев С.Е., Семенов А.В., Лукьянов О.В., Маргулис А.Б., Романов Г.В. Разработка технологии ВИР с применением продуктов метаболизма анаэробных микроорганизмов. Материалы н/п конференции. Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов. Казань: ФЭН, 2007. С. 389–391.

ENGLISH

OIL PRODUCTION

## Laboratory studies on proppant consolidate technology

UDC 622.276

### Authors:

**Anatoly V. Semenov** — 1 category engineer; [semenov.a.v@neftpx.ru](mailto:semenov.a.v@neftpx.ru)  
**Oleg V. Lukyanov** — head of the laboratory 1.05.01; [lukyanov.o.v@neftpx.ru](mailto:lukyanov.o.v@neftpx.ru)  
**Gallia I. Gubeeva** — head of department 1.05; [gubeeva.g.i@neftpx.ru](mailto:gubeeva.g.i@neftpx.ru)  
**Ruslan V. Kryuchkov** — 1 category engineer; [kryuchkov.r.v@neftpx.ru](mailto:kryuchkov.r.v@neftpx.ru)  
**Alina V. Kryuchkov** — 2 category engineer; [kryuchkova.a.v@neftpx.ru](mailto:kryuchkova.a.v@neftpx.ru)

“NIIneftpromchim”, Kazan, Russian Federation

### Abstract

The laboratory research processes consolidate proppant synthetic polymer resins. We find technological solutions to preserve reservoir properties models of fracture at work on the consolidation of the proppant. The possibility of the use of compositions based on synthetic resins to consolidate after proppant fracturing.

### Materials and methods

In this paper physical simulation of consolidate proppant processes were carried out. Also polymer resin was used. Reservoir properties were determined.

### Results

The conducted trials have shown that the squeezing of fixing composition by viscous polymer composition increases the amount of proppant fixed securing and advance of the entrance structure model. The use of a polymer composition based on the piston-like displacement of higher viscosity liquid when injected into a porous medium filled with less viscous liquid. During the piston-like displacement the fixing composition is expelled from the filtration channels, remaining only in

the areas of direct contact proppant grains, which ensures maximum preservation permeable fracture properties.

### Conclusions

The formulations based on polymer resins can be effective agents for securing the removal of proppant.

### Keywords

proppant consolidation, polymeric resins, reservoir properties

### References

- Il'ina G.F., Altunina L.K. *Metody i tekhnologii povysheniya nefteotdachi dlya kollektorov Zapadnoy Sibiri* [Methods and technologies for enhanced oil reservoirs in Western Siberia]. Tomsk: TPU, 2006, 166 p.
- Shagaleev R.K., Gutorov Yu.A. *Sostavlenie kriteriev podbora ob"ektov dlya provedeniya GRP na deystvuyushchem fonde Yuzhno-Prionskogo mestorozhdeniya* [Drafting criteria for the selection of objects for hydraulic fracturing in the current fund-South Priobskoe deposit]. *Problemy geologii, geofiziki, bureniya i dobychi nefti*, 2014, Vol. 11. pp. 27–34.
- Mogutov N.A. *Reshenie problem vynosa peska iz produktivnykh sloev Prirazlomnogo mestorozhdeniya* [Problems' solving of sand production from producing strata of prirazlomnoe field]. *Burenie i nef't*, 2013, issue 4. pp. 23–25.
- Ismagilov F. Z., Kryuchkov V.I., Gubeeva G.I., Kryuchkov R.V. *Instruktsiya po tekhnologii germetizatsii ekspluatatsionnykh kolonn i likvidatsii zakolonnnykh peretokov s ispol'zovaniem sinteticheskikh smol* [Instructions for sealing technology production tubing and casing flows elimination using synthetic resins]. OJSC "Tatneft", 2008.
- Margulis B.Ya., Matveev S.E., Semenov A.V., Luk'yanov O.V., Margulis A.B., Romanov G.V. *Razrabotka tekhnologii VIR s primeneniem produktov metabolizma anaerobnykh mikroorganizmov* [Development VIR technology using anaerobic microbial metabolic products]. Materials scientific and practical conference "Enhanced oil recovery at a later stage of development of oil fields and the comprehensive development of high-viscosity oil and natural bitumen". Kazan: FEN, 2007, pp. 389–391.



## КОНФЕРЕНЦ НЕФТЬ

T./ф.: +7 (3412) 43-53-86  
+7-912-751-47-92  
[info@konferenc-neft.ru](mailto:info@konferenc-neft.ru)  
[www.konferenc-neft.ru](http://www.konferenc-neft.ru)

Методы увеличения нефтеотдачи.  
Различные ГТМ на нефтяных месторождениях.  
Сентябрь 2016 г. Ижевск

Оптимальное применение  
оборудования для ОРЭ, ОРЗид, ВСП.  
Увеличение эффективности его эксплуатации

Ноябрь 2016 г. Ижевск

Мероприятия будут проводиться совместно с отраслевыми издательствами: «Экспозиция Нефть Газ», «Нефтяное хозяйство», с последующей возможностью печати докладов в этих журналах, а также при поддержке Правительства Удмуртской Республики и Министерства энергетики УР. Планируется привлечь научных сотрудников университетов нефтяных факультетов.

