

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ КИСЛОТНОЙ ЭМУЛЬСИИ (РЭКВД) В НГДУ «БАВЛЫНЕФТЬ»

Р.Х. Саетгараев<sup>1</sup>, В.Б. Подалов<sup>1</sup>, А.Ф. Яртиев<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Нефтегазодобывающее управление «Бавлынефть» ПАО «Татнефть», Бавлы, Россия

<sup>2</sup>Институт ТатНИПИнефть ПАО «Татнефть», Бузульма, Россия

<sup>3</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

В процессе эксплуатации нефтяной скважины в ее призабойной зоне (ПЗС) происходит интенсивная кольматация продуктивного пласта самой разнообразной природы (закупоривание частицами раствора, миграция тонких частиц, разбухание глин, снижение относительной проницаемости, осаждение вторичных минералов и др.). Как следствие, отмечается снижение проницаемости ПЗС и дебита скважины. Основными методами стимуляции работы скважин и очистки призабойной зоны от данных отложений являются кислотные обработки. Для карбонатных коллекторов была разработана комплексная технология воздействия на ПЗС раствором эмульсии «кислота в дистилляте» (РЭКВД), представляющим собой гидрофобную мелкодисперсную эмульсию светло коричневого цвета, состоящую из глобулы кислоты, окруженной слоем молекул дистиллята. По результатам опытно-промышленных работ (с 2006 г.) средний прирост нефти на одну скважино-операцию составил 2,7 т/сут. Промышленная реализация технологии осуществляется с 2009 г. За восемь лет (до 2017 г.) проведено 94 скважино-операции на трех месторождениях НГДУ «Бавлынефть» (Бавлинском, Бухараевском и Тат-Кандызском). Технологический эффект от реализации мероприятий составил 64,9 тыс. т дополнительно добытой нефти. Удельная эффективность на одну скважино-обработку – 690,1 т с затратами 1,4 млн руб. на обработку. Доход недропользователя от реализации 94 скважино-операций технологии РЭКВД составил 144,3 млн руб., а выплаты в бюджет – 627,8 млн руб. Применения РЭКВД оказывает комплексное воздействие на призабойную зону пласта в карбонатных коллекторах, данная технология является малозатратной и эффективной, простой и доступной к исполнению существующим нефтепромысловым оборудованием.

**Ключевые слова:** прирост добычи нефти, раствор эмульсии, призабойная зона скважины, экономический эффект, доход

**DOI:** <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.8>

**Для цитирования:** Саетгараев Р.Х., Подалов В.Б., Яртиев А.Ф. Результаты промышленного внедрения кислотной эмульсии (РЭКВД) в НГДУ «Бавлынефть». *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 2. С. 135-137. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.8>

В процессе эксплуатации нефтяной скважины в ее призабойной зоне (ПЗС) происходит интенсивная кольматация продуктивного пласта самой разнообразной природы (закупоривание частицами раствора, миграция тонких частиц, разбухание глин, снижения относительной проницаемости, осаждение вторичных минералов и др.). Как следствие, отмечается снижение проницаемости ПЗС и дебита скважины. Все вышеперечисленные кольматанты при попадании в ПЗС обволакиваются нефтяной пленкой, смолами и асфальтенами.

Основными методами стимуляции работы скважин и очистки призабойной зоны от данных отложений являются кислотные обработки (простые кислотные обработки, обработки с образованием каверн-накопителей, направленные соляно кислотные воздействия и т.д.), иногда применяются обработки ПЗС углеводородными растворителями (дистилляты). При этом углеводородные растворители не вступают в реакцию с породой и другими твердыми отложениями, а кислота не реагирует с породой покрытой пленкой нефти или смолами и асфальтенами (Хисамов и др., 2015).

Для повышения продуктивности добывающей скважины необходима обработка ПЗС, направленная на очистку скелета породы от кольматантов с последующим воздействием на матрицу породы.

Для карбонатных коллекторов была разработана комплексная технология воздействия на ПЗС раствором эмульсии «кислота в дистилляте» (РЭКВД).

В готовом виде композиция РЭКВД представляет собой гидрофобную мелкодисперсную эмульсию светло коричневого цвета. Мицелла РЭКВД (Рис. 1) состоит из глобулы кислоты, окруженной слоем молекул дистиллята. Связка кислоты и дистиллята в мицеллы осуществляется с помощью эмульгатора, введенного в дистиллят.

Материалы, применяемые в технологическом процессе:

- соляная кислота (HCL) 22-24 %-ной концентрации;
- эмульгатор «ЯЛАН-Э-1» – однородная подвижная жидкость темно-коричневого цвета, с плотностью при 20°C не менее 800 кг/м<sup>3</sup>, температурой застывания минус 25°C, кинематической вязкостью при 20°C не менее 4 сСт.
- растворитель парафинов нефтяной (дистиллят) – однородная подвижная жидкость от желтого до черного

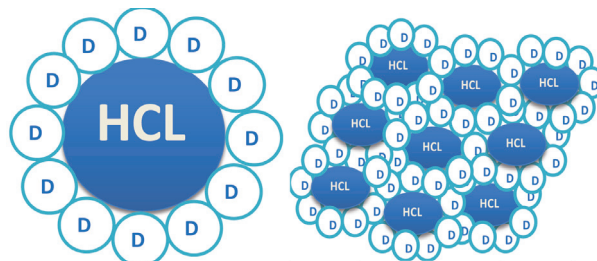


Рис. 1. Схема раствора эмульсии РЭКВД, где D – дистиллят; HCL – кислота

\*Ответственный автор: Амур Физюсович Яртиев  
E-mail: [yartiev@tatnipi.ru](mailto:yartiev@tatnipi.ru)

цвета, с температурой начала кипения не ниже 28°C, давлением насыщенных паров не более 66,7 кПа в летний период (93,3 кПа – в зимний период), температурой вспышки не ниже минус 39°C.

Рабочий раствор РЭКвД готовится путем последовательного смешивания в определенной пропорции и интенсивного перемешивания исходных компонентов эмульсии.

При обработке ПЗС композицией РЭКвД происходит следующее:

- дистиллят разрушает пленку нефти и асфальто-смолопарафиновые отложения на поверхности породы и кольматанта;

- кислотная группа, входя в химическое взаимодействие с породой и кольматантом, улучшает фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) нефтенасыщенного коллектора;

- так как композиция РЭКвД гидрофобна, то эмульсия блокирует водоносную часть пласта, не реагируя в ней.

Увеличение ФЕС нефтенасыщенной части пласта и в то же время блокировка водоносной части приводит к повышению дебита нефти и снижению обводненности добываемой продукции.

Объектами для проведения данной технологии являются:

- новые скважины, давшие при освоении слабый приток нефти вследствие низкой проницаемости нефтенасыщенных пропластков из-за кольматации буровым раствором;

- добывающие скважины, имеющие дебит меньший по сравнению с дебитами окружающих скважин в виду сложных геологических условий (сужение нефтяного пропластка, низкая проницаемость нефтяного пропластка и т.д.);

- добывающие скважины, у которых произошло снижение дебита в процессе эксплуатации при неизменном или растущем пластовом давлении;

- нагнетательные скважины с низким удельным коэффициентом приемистости вследствие закачки воды с большим содержанием кольматирующих взвешанных частиц.

Технология обработки ПЗС композицией РЭКвД производится с применением существующего нефтепромыслового оборудования и технических средств.

Данная технология была опробована в НГДУ «Бавлынефть» в 2006 г. Первоначально были обработаны скважины, эксплуатирующие пласты, сложенные из карбонатных отложений (из них 3 скважины, работающие на кизеловском горизонте Бавлинского месторождения, и 1 скважина, работающая на фаменский горизонт Сабанчинского месторождения). После проведения обработок средний прирост нефти по скважинам составил 2,7 т/сут (Подалалов, Буторин, 2010; Хисамов и др., 2016) (Табл. 1).

С 2009 г. началось промышленное внедрение технологии РЭКвД. На рис. 2 приведена информация по дополнительной добыче нефти с учетом количества обработок эмульсией РЭКвД за период с 2009 по 2016 гг.

За рассматриваемый период эмульсией было обработано 94 скважины Бавлинского, Бухараевского и Тат-Кандызского месторождений. Технологический эффект от реализации мероприятий составил 64,9 тыс. т дополнительно добытой нефти. Удельная эффективность на одну скважино-обработку – 690,1 т с затратами 1,4 млн руб. на обработку.

В таблице 2 приведена информация о соотношении компонентов в кислотном составе и о среднем объеме состава на 1 скважино-обработку.

Расчет гарантированного экономического эффекта от применения технологии РЭКвД показал, что от реализации одной скважино-операции недропользователь получает 1,54 млн руб., а налоги и отчисления в бюджеты всех уровней оцениваются в 6,68 млн руб.

На рис. 3 приведены ежегодные доходы недропользователя и бюджетные отчисления от дополнительно добытой нефти за счет реализации технологии РЭКвД.

За период промышленной реализации технологии (2009-2016) доход недропользователя от реализации

№№ скв.	Горизонт, месторождение	До мероприятия			После мероприятия			Прирост нефти, т/сут
		Qж м <sup>3</sup> /сут	Qн т/сут	W, %	Qж м <sup>3</sup> /сут	Qн т/сут	W, %	
2091	фаменский, Сабанчинское	1,4	0,9	24	3,8	3,2	7	2,3
2866	кизеловский, Бавлинское	3,1	2,7	5	9,0	7,7	4	5,0
1189	кизеловский, Бавлинское	1,8	1,2	27	5,2	3,2	22	2,0
831	кизеловский, Бавлинское	3,0	1,9	30	5,4	3,6	25	1,7

Табл. 1. Результаты опытно-промышленных работ применения РЭКвД

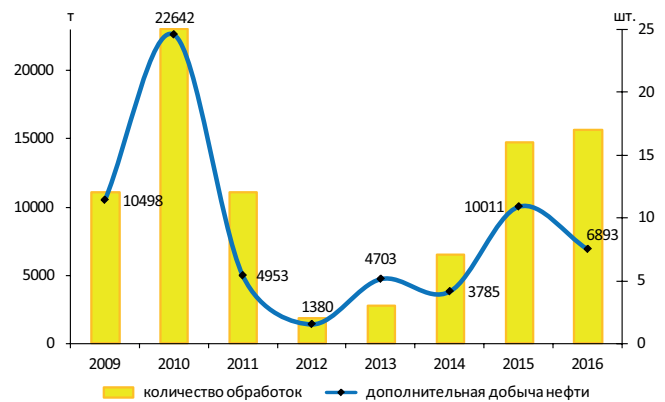


Рис. 2. Дополнительная добыча нефти от применения РЭКвД

	HCl-24%	Нефть (нефтегол)	Раствор дистиллята с эмульгатором
Соотношение компонентов в кислотном составе	6,6-16,5	4,1-4,4 (0,6-1,5)	4,8-12,0
В среднем на 1 скважино-обработку	10,5	4,3 (0,9)	6,4

Табл. 2. Соотношения компонентов в кислотном составе (м<sup>3</sup>)

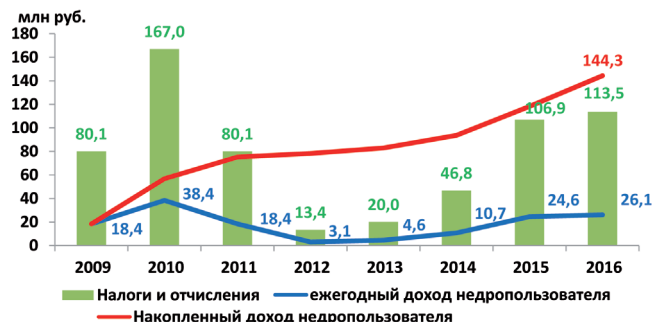


Рис. 3. Доходы недропользователя и бюджетные отчисления при реализации технологии РЭКвД в НГДУ «Бавлынефть»

94 скважино-операций технологии РЭКвД составил 144,3 млн руб., а выплаты в бюджет – 627,8 млн руб.

В заключении следует отметить, что технология обработки ПЗС РЭКвД:

- оказывает комплексное воздействие на призабойную зону пласта в карбонатных коллекторах;
- является малозатратной и в тоже время высокоэффективной;
- проста и доступна к исполнению существующим нефтепромысловым оборудованием.

### Литература

Подавалов В.Б., Буторин О.О. О технологии глубокой очистки призабойной зоны пласта и результатах применения на месторождениях НГДУ «Бавлынефть». *Прошлое, настоящее и будущее нефтяных месторождений в Республике Татарстан*: Сб. докл. науч.-практ. конф. Альметьевск. 2010. Ч. 1. С. 150-153.

Хисамов Р.С., Мусабилов М.Х., Яртиев А.Ф. Увеличение продуктивности карбонатных коллекторов нефтяных месторождений. Казань: Ихлас. 2015. 192 с.

Хисамов Р.С., Хабибрахманов А.Г., Яртиев А.Ф., Подавалов В.Б., Морозов П.Г. Сабанчинское нефтяное месторождение: история, анализ разработки, перспективы. Казань: Ихлас. 2016. 320 с.

### Сведения об авторах

*Рустам Халитович Саегаев* – Начальник, Нефтегазодобывающее управление «Бавлынефть» ПАО «Татнефть» Россия, 423930, Республика Татарстан, Бавлы, ул. Гоголя, 20

*Владлен Борисович Подавалов* – главный геолог, Нефтегазодобывающее управление «Бавлынефть» ПАО «Татнефть»

Россия, 423930, Республика Татарстан, Бавлы, ул. Гоголя, 20

*Амур Физюсович Яртиев* – заведующий сектором экономики разработки месторождений и добычи нефти Института ТатНИПИнефть ПАО «Татнефть», старший преподаватель кафедры налогообложения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, канд. эконом. наук

Россия, 423236, Республика Татарстан, Бугульма, ул. М.Джалиля, 32

Тел: +7 85594 7-85-84, e-mail: yartiev@tatnipi.ru

*Статья поступила в редакцию 07.02.2017;*

*Принята к публикации 10.05.2017; Опубликована 30.06.2017*

## Results of commercial implementation of emulsified acid (REKvD) in Oil and Gas Production Department «Bavlyneft» PJSC Tatneft

*R.Kh. Saetgaraev<sup>1</sup>, V.B. Podavalov<sup>1</sup>, A.F. Yartiev<sup>2,3\*</sup>*

<sup>1</sup>*Oil and Gas Production Department «Bavlyneft» PJSC Tatneft, Bavlly, Russia*

<sup>2</sup>*Institute TatNIPIneft PJSC Tatneft, Bugulma, Russia*

<sup>3</sup>*Kazan (Volga region) Federal University, Bugulma, Russia*

*\*Corresponding author: Amur F. Yartiev, e-mail: yartiev@tatnipi.ru*

**Abstract.** In the process of exploitation of an oil well in its bottomhole zone an intensive colmatation of the productive stratum of the most diverse nature occurs (clogging of particles with a solution, migration of fine particles, swelling of clays, reduction of relative permeability, precipitation of secondary minerals, etc.). As a result, the permeability of the bottomhole zone and the production rate of the well are decreased. Acid treatments are the main methods of stimulating the operation of wells and cleaning the bottomhole zone from these deposits. For carbonate reservoirs, a complex technology was developed for the bottomhole zone treatment with the solution “acid in distillate” emulsion (REKvD), which is a hydrophobic finely dispersed emulsion of light brown color, consisting of an acid globule surrounded by a layer of distillate molecules. According to the results of pilot works (since 2006), the average increase in oil per well operation was 2.7 tons per day. Industrial implementation of the technology is carried out in 2009. For eight years (until 2017), 94 well operations were carried out at three fields of the oil-and-gas production department “Bavlyneft” (Bavlinsky, Bukharaevsky and Tat-Kandyzsky). The technological effect from the implementation of measures amounted to 64.9 thousand tons of additional oil produced. Specific efficiency per one well treatment was 690.1 tons with a cost of 1.4 million rubles per treatment. The subsoil user’s income from the implementation of 94 well operations of the REKvD technology amounted to 144.3 million rubles, and payments to the budget – 627.8 million rubles. Application of REKvD has a complex effect on the bottomhole formation zone in carbonate reservoirs, this technology is low-cost and efficient, simple and affordable for the existing oilfield equipment.

**Key words:** oil production growth, emulsion solution, bottomhole well zone, economic effect, income

**For citation:** Saetgaraev R.Kh., Podavalov V.B., Yartiev A.F. Results of commercial implementation of emulsified acid (REKvD)

in Oil and Gas Production Department «Bavlyneft» PJSC Tatneft. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 2. Pp. 135-137. DOI: <http://doi.org/10.1859/9/grs.19.2.8>

### References

Podavalov, V.B. Butorin O.O. On the technology of deep cleaning of the bottomhole formation zone and the results of application on the fields of NGDU «Bavlyneft». *Proshloe, nastoyashchee i budushchee neftyanykh mestorozhdenii v Respublike Tatarstan*: Sb. dokl. nauch.-prakt. konf. [The past, present and future of oil fields in the Republic of Tatarstan: Coll. papers of the Sci. and Prac. Conf.]. Almetьевsk. 2010. Ch. 1. Pp. 150-153.

Khislamov R.S., Musabirov M.Kh., Yartiev A.F. Increase in productivity of carbonate reservoirs of oil fields. Kазan: Ikhlas. 2015. 192 p.

Khislamov R.S., Khabibrakhmanov A.G., Yartiev A.F., Podavalov V.B., Morozov P.G. Sabanchinsky oil field: history, development analysis, prospects. Kазan: Ikhlas. 2016. 320 p.

### About the Authors

*Rustam Kh. Saetgaraev* – Head of the Oil and Gas Production Department «Bavlyneft» PJSC Tatneft  
Russia, 423930, Tatarstan Republic, Bavlly, Gogolya St., 20

*Vladlen B. Podavalov* – Chief Geologist, Oil and Gas Production Department «Bavlyneft» PJSC Tatneft  
Russia, 423930, Tatarstan Republic, Bavlly, Gogolya St., 20

*Amur F. Yartiev* – PhD (Econ.), Head of the Sector of Economics of Oil and Gas Development and Production, Institute TatNIPIneft PJSC Tatneft; Senior lecturer of the Department of Taxation, Kazan (Volga region) Federal University  
Russia, 423236, Tatarstan Republic, Bugulma, M.Dzhalilya St., 32  
Phone: +7 (85594) 7-85-84, e-mail: yartiev@tatnipi.ru

*Manuscript received 7 February 2017;*

*Accepted 10 May 2017;*

*Published 30 June 2017*