

УДК 622.276.6

НОВЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ «СЕНОМАНСКИХ» СКВАЖИН И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Дмитрук В.В., Сингуров А.А.¹

ООО «Газпром подземремонт Уренгой», г. Новый Уренгой
e-mail: ¹singurov@gpru-noyabrsk.gazprom.ru

Кононов А.В.

ООО «Газпром добыча Ноябрьск», г. Ноябрьск,

Аннотация. *Дополнительный приток газа и газового конденсата в скважины, а следовательно, и дополнительный дебит, обеспечивают применением методов увеличения проницаемости призабойной зоны пласта (ПЗП). Основным способом интенсификации скважин на месторождения ООО «Газпром добыча Ноябрьск» остается химический метод воздействия на ПЗП (кислотные обработки, обработки ПАВ). По результатам проделанной работы предложен новый состав на основе лимонной кислоты для интенсификации «сеноманских» скважин. Приведены результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний обработки скважин составом на основе лимонной кислоты. Показана перспективность применения состава для интенсификации в слабоцементированных коллекторах.*

Ключевые слова: *проницаемость, призабойная зона пласта, капитальный ремонт скважин, интенсификация, кислотная обработка, лимонная кислота, опытно-промышленные испытания*

На окончательной стадии бурения и во время капитального ремонта скважин технологические жидкости проникают в поры и капилляры призабойной зоны пласта (ПЗП), снижая ее проницаемость. Снижение проницаемости ПЗП возможно и в процессе эксплуатации скважины. Восстановление проницаемости, а также дополнительный приток газа и газового конденсата в скважины, а следовательно, и дополнительный дебит обеспечивают применением методов увеличения проницаемости призабойной зоны пласта. Проницаемость призабойной зоны продуктивного пласта увеличивают за счет применения различных методов [1 - 2]:

- химических (кислотные обработки, обработки ПАВ и др.);
- механических (гидравлический разрыв пласта, импульсно-ударное воздействия, перфорация, взрывы и др);
- тепловых (паротепловая обработка, электропрогрев) и их комбинированием.

Анализ проведенных работ по интенсификации скважин проводимых на месторождениях Западной Сибири показывает, что самым результативным является механический метод, а именно гидравлический разрыв пласта. Однако на месторождениях эксплуатируемых ООО «Газпром добыча Ноябрьск» данный метод не нашел широкого применения по причине высокой обводненности продук-

тивных пластов (газоконденсатного месторождения), близкого залегания краевых и подошвенных вод.

Основным способом интенсификации скважин остается химический метод воздействия на ПЗП (кислотные обработки, обработки ПАВ) [3]. Основной целью обработки терригенных коллекторов кислотой является, в первую очередь, растворение загрязняющих породу материалов. Терригенные коллектора содержат глинистые минералы, которые в значительной степени влияют на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС), а также карбонаты, окислы металлов, сульфаты, сульфиды, хлориды и аморфный кремнезем. Кроме этого в ПЗП содержатся химические вещества, входящие в буровой и цементный растворы.

Кислотная обработка скважин связана с подачей на забой скважины под определенным давлением растворов кислот [4]. Растворы кислот под давлением проникают в имеющиеся в пласте мелкие поры и трещины и расширяют их. Одновременно с этим образуются новые каналы, по которым газ может проникать к забою скважины. Для кислотной обработки применяют в основном водные растворы соляной и плавиковой (фтористоводородной) кислоты. Концентрация кислоты в растворе обычно принимается равной $10 \div 15 \%$, что связано с опасностью коррозионного разрушения труб и оборудования. Длительность кислотной обработки скважин зависит от многих факторов – температуры на забое скважины, генезиса пород продуктивного пласта, их химического состава, концентрации раствора, давления закачки. Технологический процесс кислотной обработки скважин включает операции заполнения скважины кислотным раствором, продавливание кислотного раствора в пласт при герметизации устья скважин закрытием задвижки. После окончания процесса продавливания скважину оставляют на некоторое время под давлением для реагирования кислоты с породами продуктивного пласта. Длительность кислотной обработки после продавливания составляет $2 \div 3$ ч.

Основным недостатком применения водных растворов соляной и плавиковой (фтористоводородной) кислоты является его воздействие не только на загрязняющий агент в призабойной зоне пласта, но и на скелет породы с последующим его разрушением при определенном перепаде давления. Особенно остро этот вопрос стоит при интенсификации «сеноманских» газовых скважин, где продуктивный пласт представлен слабосцементированным рыхлым песчаником.

С целью подбора состава для обработки «сеноманских» коллекторов исключая разрушение пласта, специалистами Ноябрьского УИРС ООО «Газпром подземремонт Уренгой» был проанализирован имеющийся опыт интенсификации скважин. В процессе анализа определено, что другие кислотные системы или добавки грязевой кислоты, выполняют такие функции, как [5 - 6]:

– замедление полного реагирования плавиковой кислоты до достижения достаточного проникновения кислоты в пласт, особенно в высокотемпературных скважинах;

- избежание осадкообразования при реакциях;
- избежание разрушения обрабатываемой зоны пласта в очень чувствительных породах;
- обеспечение стабилизации микрочастиц, которые могут стать причиной нового загрязнения породы.

По итогам проделанной работы выбран состав на основе лимонной кислоты. Для подбора рецептур кислотных растворов проводились лабораторные исследования по изучению растворимости песчаного керна в 12,5 %-ой лимонной кислоте (с последующим увеличением концентрации до 20 %). Керны загрязнялись жидкостями глушения (на биополимерной основе и на основе ДЭГ), а также золем гидроксида железа. В табл. 1 приведены результаты исследований, из которой видно, что, эффективность удаления загрязнений лимонной кислотой в некоторых случаях составляет до 100 %.

По результатам лабораторных исследований подобрана рецептура раствора лимонной кислоты, которая была предложена для интенсификации на скважинах ООО «Газпром добыча Ноябрьск». Опытно-промышленные испытания показали эффективность применения раствора лимонной кислоты для интенсификации «сеноманских» скважин (табл. 2).

Для более точного определения природы влияния лимонной кислоты на продуктивный пласт необходимы дополнительные лабораторные исследования, но на данный момент можно предположить, что эффект, полученный при обработке эксплуатационных объектов месторождений ООО «Газпром добыча Ноябрьск», можно объяснить лишь тем, что загрязняющим элементом пород-коллекторов являются железонесущие осадки. Лимонная кислота при взаимодействии с ними образует прочные хелатные комплексы, которые хорошо растворяются в воде и легко удаляются из пласта. Кроме того, лимонная кислота способствует расщеплению углеводов (полисахаридов) и удалению ионов кальция и магния.

Следовательно, является важным знание степени и типа загрязнения, местоположение и его природы, а для этого необходимо:

1. Провести дополнительные исследования на кернах по влиянию лимонной кислоты на ПЗП.
2. Провести дополнительные исследования по определению граничных условий применения лимонной кислоты в зависимости от загрязнения ПЗП и типа загрязняющего агента.
3. Включить в перечень применяемых методов интенсификации обработку лимонной кислотой.
4. Продолжить работы по внедрению интенсификации скважин с использованием лимонной кислоты.

Таблица 1. Лабораторные исследования

№ п/п	Наименование компонентов, загрязняющих керн	Состав для кислотной обработки	Начальная проницаемость K_0 , мкм ²	K_1 после закачки воды и сушки 10-минутной сушки, мкм ²	K_2 после закачки жидкости глушения и 10-минутной сушки, мкм ²	K_3 после обработки кислотой и сушки, мкм ²	Степень загрязнения керна, %	Восстановление проницаемости, %
1		Лимонная кислота	2,33	1,3	–	2,19	–	94
2	Fe(OH) ₃	Лимонная кислота	2,23	1,82	1,63	2,2	27	98,7
3	Fe(OH) ₃	Лимонная кислота Фосфол С12	2,46	2,08	1,79	2,09	27,2	85
4	Fe(OH) ₃	Лимонная кислота ОП-10	2,36	2,14	1,64	1,99	30,5	84,3
5	Вюхан КССБ CaCl ₂ г/к ОП-10 Вода	Лимонная кислота Фосфол С12	2,85	2,75	0,26	1,75	89	61,4
6	Вюхан КССБ CaCl ₂ г/к ОП-10 Вода	Лимонная кислота Фосфол С12	2,5	2,11	0,09	1,56	96,4	62,4
7	Вюхан КССБ CaCl ₂ г/к ОП-10 Вода	Лимонная кислота Фосфол С12	2,53	1,76	0,09	1,02	96,4	40,3
8	Вюхан КССБ CaCl ₂ г/к ОП-10 Вода	Лимонная кислота ОП-10	2,77	2,92	1,09	2,85		102,9

№ п/п	Наименование компонентов, загрязняющих керн	Состав для кислотной обработки	Начальная проницаемость K_0 , мкм ²	K_1 после закачки воды и сушки 10-минутной сушки, мкм ²	K_2 после закачки жидкости глушения и 10-минутной сушки, мкм ²	K_3 после обработки кислотой и сушки, мкм ²	Степень загрязнения керна, %	Восстановление проницаемости, %
9	Вюхап КССБ CaCl ₂ г/к ОП-10 Вода	Лимонная кислота ОП-10	2,34	1,95	0,1	1,85	95,7	79,1
10	Вюхап КССБ CaCl ₂ г/к ОП-10 Вода	Лимонная кислота ОП-10	1,6	1,19	0,07	1,2	95,6	75
11	КССБ ДЭГ Сульфацелл Вода	Лимонная кислота ОП-10	1,9	1,57	0,3	1,92	84,2	101
12	КССБ ДЭГ Сульфацелл Вода	Лимонная кислота Фосфол С12	2,12	2,02	0,71	2,01	66,5	94,81

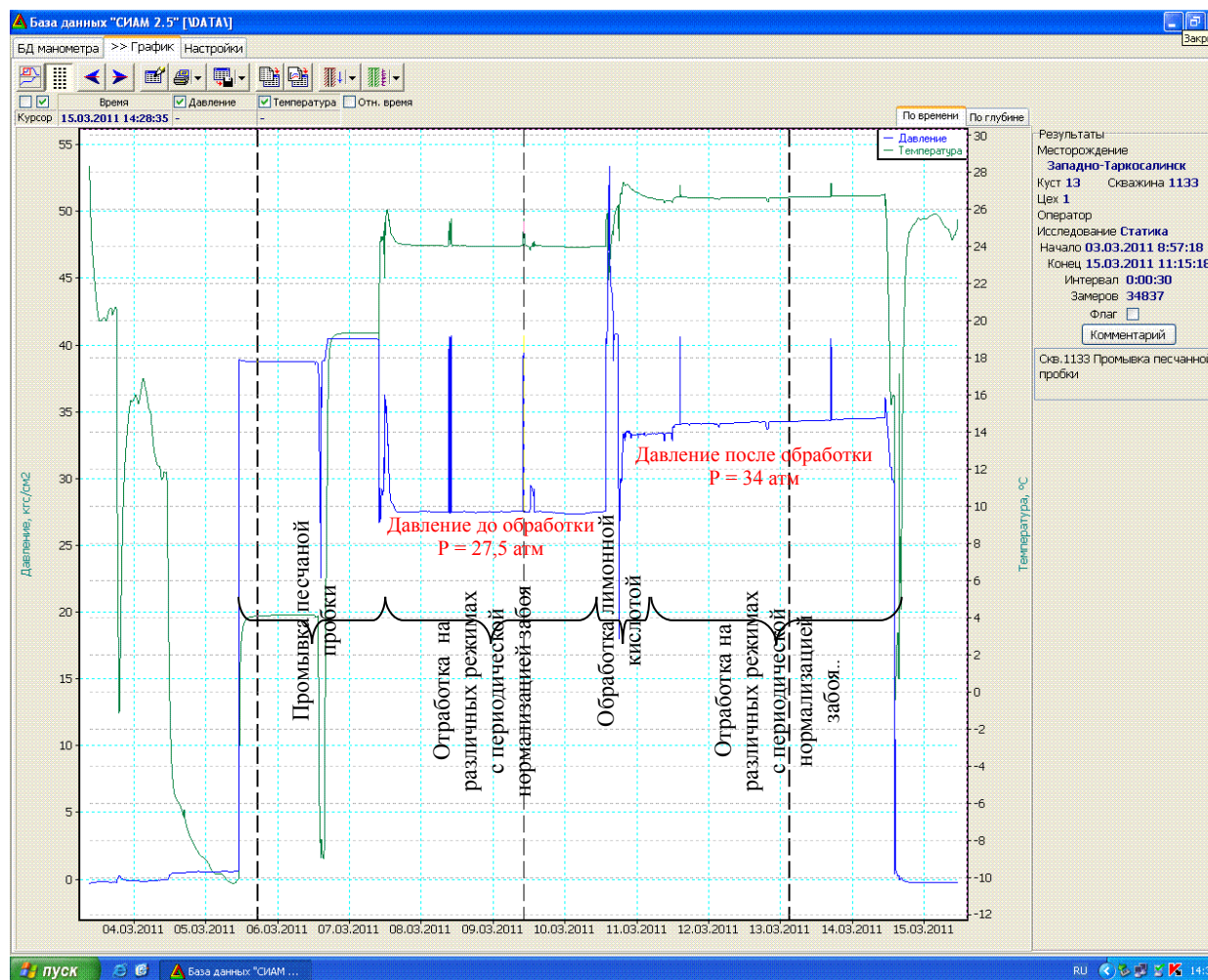


Рис. 1. Показания забойного манометра-термометра при проведении интенсификации скважины раствором лимонной кислоты с добавкой ПАВ на скважине № 1133 Западно-Таркасалинского газового месторождения

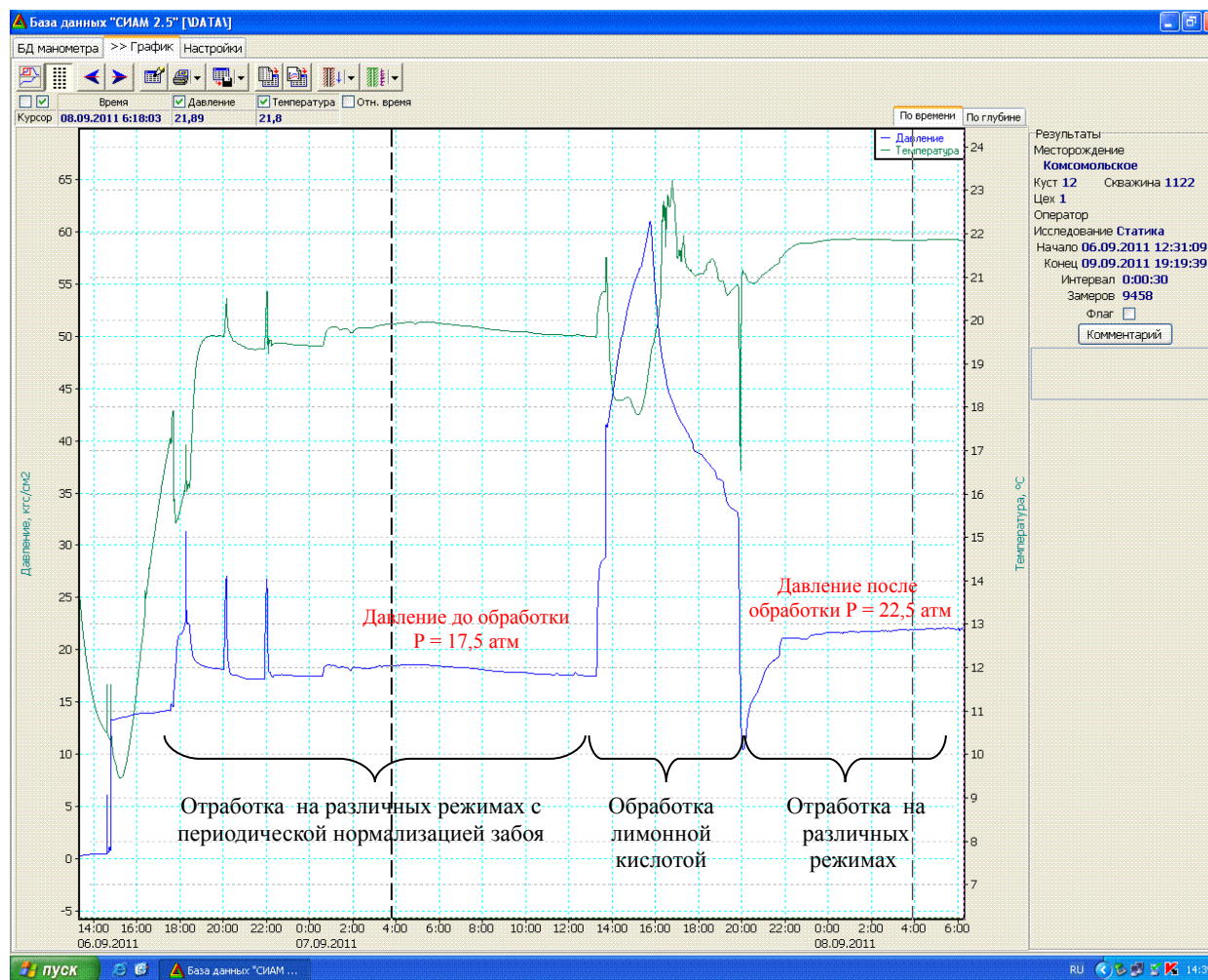


Рис. 2. Показания забойного манометра-термометра при проведении интенсификации скважины раствором лимонной кислоты с добавкой ПАВ на скважине № 1122 Комсомольского газового месторождения

Таблица 2 . Результаты интенсификации скважин различными кислотными составами на месторождениях ООО «Газпром добыча Ноябрьск»

Месторождение	Скважина	Дата проведения обработки	Объем кислоты, м ³	Тип кислоты	Параметры работы скважины до отработки	Параметры работы скважины после обработки	Коэффициент результативности К, д. ед.
Западно-Таркосалинское	1231	28.07.10 г.	2	Лимонная кислота	Приемистость 240 м ³ /сут при P = 6,0 - 7,0 МПа	Приемистость 442 м ³ /сут при P = 2,0 МПа	1,84
	1134	14.09.10 г.	2	Лимонная кислота	Приемистость 120 м ³ /сут при P = 6,0-7,0 МПа	Приемистость 430 м ³ /сут при P = 4,0 МПа	3,58
	1133	10.03.11 г.	2	Лимонная кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 2,46 МПа, P _{зтр} = 2,67 МПа, дебит Q = 53 тыс. м ³ /сут	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 2,9 МПа, P _{зтр} = 3,3 МПа, дебит Q=118 тыс. м ³ /сут	2,23
	307	08.02.11 г.	3	Глино-кислота	Скважина осваивалась, самостоятельно не работала	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} =1,2 МПа, P _{зтр} =3,2 МПа. За период 09-10.02.2011 г. отобрано 45 м ³ жидкости.	После обработки скважина непродолжительное время работает самостоятельно
		29.03.11 г.	2	Лимонная кислота	Максимальные давления на притоке: P _{тр} = 0 МПа, P _{зтр} = 4,6 МПа	Максимальные давления на притоке: P _{тр} =0,45 МПа, P _{зтр} =13,4 МПа	2,9
Комсомольское	1174	17.02.11 г.	2	Лимонная кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 2,35 МПа, P _{зтр} = 2,63 МПа, дебит Q = 88 тыс. м ³ /сут	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 2,51 МПа, P _{зтр} = 2,64 МПа, дебит Q = 130 тыс. м ³ /сут	1,48
	1122	07.09.11	4	Лимонная кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 1,4 МПа, P _{зтр} = 1,5 МПа, дебит Q= 0 тыс. м ³ /сут	Максимальные давления при отработке скважины через 2 суток после обработки: P _{тр} = 1,77 МПа, P _{зтр} = 1,88 МПа. Максимальные давления при отработке скважины через 7 суток после обработки: P _{тр} = 1,89 МПа, P _{зтр} = 2,07 МПа, дебит Q = 76 тыс. м ³ /сут	1,35
Вынгапуровское	180	02.04.11 г.	2	Лимонная кислота	Скважина не освоилась	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,423 МПа, P _{зтр} = 0,673 МПа, дебит Q = 20 тыс. м ³ /сут	Скважина в шлейф не работает
		09.04.11 г.	2		Параметры работы скважины до обработки: P _{тр} = 0,333 МПа, P _{зтр} = 0,653	Параметры работы на 13.04.2011 г.: P _{тр} = 0,613 МПа, P _{зтр} = 0,663 МПа.	1,44

					МПа, дебит Q = 6 тыс. м ³ /сут	Скважина запущена в шлейф с дебитом Q = 40 тыс. м ³ /сут, в течение трёх суток происходит снижение дебита и остановка	
		05.05.11 г.	2		Скважина в шлейф не работает	Параметры работы скважины при отработке: P _{тр} = 0,618 МПа, P _{зтр} = 0,653 МПа. Скважина запущена в шлейф с перепадом ΔP = 0,024 МПа, дебит Q = 30 тыс. м ³ /сут	1,01
109		04.05.11 г.	4	Глино-кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,393 МПа, P _{зтр} = 0,564 МПа	Параметры работы скважины на 14.05.2011 г.: P _{тр} = 0,495 МПа, P _{зтр} = 0,597 МПа. Скважина запущена в шлейф с перепадом ΔP = 0,045 МПа с дебитом Q = 59 тыс. м ³ /сут	1,26
		24.05.11 г.	4	Глино-кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,423 МПа, P _{зтр} = 0,493 МПа, дебит Q = 44 тыс. м ³ /сут	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,453 атм, P _{зтр} = 0,573 МПа, дебит Q = 41 тыс. м ³ /сут	1,1
	112	28.05.11 г.	2	Лимонная кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,393 МПа, P _{зтр} = 0,483 МПа, дебит Q = 39 тыс. м ³ /сут. Отсутствие роста давлений, малый вынос жидкости	Параметры работы скважины на 30.05.2011 г.: P _{тр} = 0,453 МПа, P _{зтр} = 0,573 МПа, дебит Q = 41 тыс. м ³ /сут.	1,05
		04.06.11 г.	2		Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,463 МПа, P _{зтр} = 0,563 МПа, дебит Q = 42 тыс. м ³ /сут. Отсутствие роста давлений, малый вынос жидкости	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,493 МПа, P _{зтр} = 0,603 МПа. Запущена в шлейф с перепадом ΔP = 0,03 МПа, дебит Q = 45 тыс. м ³ /сут	1,07
	207	18.06.11	2	Лимонная кислота	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,363 МПа, P _{зтр} = 0,473 МПа. Отсутствие роста давлений, малый вынос жидкости.	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,413 МПа, P _{зтр} = 0,608 МПа.	1,13
		28.06.11	2		Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,413 МПа, P _{зтр} = 0,608 МПа.	Максимальные давления при отработке скважины: P _{тр} = 0,433 МПа, P _{зтр} = 0,608 МПа. Запущена в шлейф с перепадом ΔP = 0,025 МПа, дебит Q = 30 тыс. м ³ /сут	1,05

Литература

1. Ермилов О.М., Ремизов В.В., Ширковский Л.И., Чугунов Л.С. Физика пласта, добыча и подземное хранение газа. М.: Наука, 1996. 541 с.
2. Крезуб А.П., Яковенко В.И. Изменение проницаемости коллекторов в призабойной зоне пласта при заканчивании скважин // Нефтяное хозяйство. 1986. № 11. С. 44 - 46.
3. Кустышев А.В., Кононов А.В., Чижова Т.И. и др. Техническое состояние и капитальный ремонт газовых скважин месторождений ООО «Ноябрьскгаздобыча». М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. 53 с. (Обз. инф. сер.: «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений»)
4. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Технология капитального и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин: учеб. для вузов. Краснодар: «Советская Кубань», 2002. 582 с.
5. Долгов С.В., Гасумов Р.А., Липчанская Т.А. и др. Глинокислотные обработки слабосцементированных коллекторов: результаты и перспективы // Проблемы эксплуатации и капитального ремонта скважин на месторождениях и ПХГ : сб. науч. тр. СевКавНИПИгаз. Вып. 41. Ставрополь, 2004. С. 85 - 94.
6. Гасумов Р.А., Липчанская Т.А., Козлов Н.Б. и др. Первые результаты испытания технологии глинокислотной обработки призабойной зоны пласта на ССПХГ // Проблемы капитального ремонта скважин, эксплуатации подземных хранилищ газа и экологии: сб. науч. тр. СевКавНИПИгаз. Вып. 36. Ставрополь, 2002. С. 114 - 122.

**NEW SOLUTION FOR AN INTENSIFICATION
«SENOMAN» WELLS AND EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL TESTS**

V.V. Dmitruk, A.A. Singurov
LLC "Gazprom podzemremont Urengoy"
e-mail: singurov@gpru-noyabrsk.gazprom.ru

A.V. Kononov
LLC "Gazprom dobycha Noyabrsk"

Abstract. *The application of methods for increasing the permeability of the bottomhole formation zone (BFZ) provide additional flow of gas and gas condensate wells, and therefore cause additional yield. The main method of intensification of the wells in the field of LLC "Gazprom dobycha Noyabrsk" remains the chemical (acidic processings, processing of SAA). By results of the done work is offered the new solution on the basis citric acid for the intensification «senoman» wells. There are results of laboratory and experimental-industrial tests of processing of wells, composition on the basis of lemon acid. The results showed the perspective of application of the composition for intensification in unconsolidated reservoirs.*

Keywords: *permeability, bottomhole formation zone, intensification, acid processing, citric acid, well workover, experimental-industrial tests*

References

1. Ermilov O.M., Remizov V.V., Shirkovskii L.I., Chugunov L.S. Fizika plasta, dobycha i podzemnoe khranenie gaza (Petrophysics, production and underground gas storage). Moscow: Nauka, 1996. 541 p.
2. Krezub A.P., Yakovenko V.I. Izmenenie pronitsaemosti kollektorov v prizaboinoi zone plasta pri zakanchivanii skvazhin (Changing the permeability of the reservoir bottom hole zone in the process of well completion), *Neftyanoe khozyaistvo - Oil Industry*, 1986., Issue 11, pp. 44 - 46.
3. Kustyshev A.V., Kononov A.V., Chizhova T.I. et al. Tekhnicheskoe sostoyanie i kapital'nyi remont gazovykh skvazhin mestorozhdenii OOO «Noyabr'sk-gazdobycha» (The gas wells technical conditions and workover at gas fields of "Noyabrskgazdobycha" LLC), *Development and exploitation of gas and condensate fields* ("The development and exploitation of gas and gas condensate fields" Series). Moscow: IRC "Gazprom", 1997. 53 p.
4. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Tekhnologiya kapital'nogo i podzemnogo remonta neftnyanykh i gazovykh skvazhin: ucheb. dlya vuzov (Technology of major and underground repair of oil and gas wells: Textbook). Krasnodar, "Sovetskaya Kuban", 2002. 582 p.
5. Dolgov S.V., Gasumov R.A., Lipchanskaya T.A. i dr. Glinokislotnye obrabotki slabostsementirovannykh kollektorov: rezul'taty i perspektivy (Acid clay processing unconsolidated reservoir: results and perspectives), *Problemy ekspluatatsii i kapi-*

tal'nogo remonta skvazhin na mestorozhdeniyakh i PKhG : sb. nauch. tr. SevKavNIPi-gaz (Collection of scientific papers of SevKavNIPi-gaz "Problems of operation and well workover in the fields and underground gas storages"), Issue 41. Stavropol, 2004. PP. 85 - 94.

6. Gasumov R.A., Lipchanskaya T.A., Kozlov N.B. i d.r. Pervye rezul'taty ispytaniya tekhnologii glinokislotnoi obrabotki prizaboinoi zony plasta na SSPKhG (The first results of technology tests the acid treatment of clay layer zone on the NSUGS), *Problemy ekspluatatsii i kapital'nogo remonta skvazhin na mestorozhdeniyakh i PKhG: sb. nauch. tr. SevKavNIPi-gaz (Collection of scientific papers of SevKavNIPi-gaz "Problems of operation and well workover in the fields and underground gas storages")*, Issue 36. Stavropol, 2002. P. 114 – 122.