DOI: 10.17122/ntj-oil-2018-3-49-58
УДК 622.276.6

Ш.Р. Ганиев, А.В. Лысенков (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Республика Башкортостан)

МНОГОФАКТОРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛЯНО-КИСЛОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТЫ ЗНАМЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Shamil R. Ganiev, Aleksey V. Lysenkov (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation)

MULTIFACTORAL STATISTICAL ANALYSIS OF PARAMETERS INFLUENCING THE EFFICIENCY OF ACID TREATMENT ON ZNAMENSKOE OIL FIELD RESERVOIR

Введение

Запасы высокопродуктивных терригенных пластов западной части Республики Башкортостан в большей степени выработаны, наблюдается увеличение процента падения добычи нефти, растет обводненность скважин, что увеличивает затраты на разработку месторождений и приводит к увеличению осложненного фонда скважин. Применение статистического анализа при оценке причин снижения успешности геолого-технического мероприятия позволяет: во-первых, определить значимые показатели при проведении обработок и оптимизировать процесс; во-вторых, по известным или заранее заданным геолого-промысловым и технологическим показателям прогнозировать эффективность соляно-кислотного воздействия. Одним из методов решения подобных задач является выявление статистической зависимости соотношения дополнительно добытой нефти к общей накопленной добыче, времени эффекта к общему времени работы скважины, кратности прироста коэффициента продуктивности от ряда технологических, энергетических и геолого-физических параметров проведения соляно-кислотного воздействия.

Background

Reserves of highly productive terrigenous reservoirs in the western part of the Republic of Bashkortostan have been developed to a greater degree, an increase in the percentage of decline in oil production has been observed, and water cut in wells has been growing. All these factors increase the cost of developing deposits and lead to an increase in the complicated well stock. When it comes to efficiency, the question arises as to how to assess the reasons for the decline in the success of a geological and technical measure. Carrying out statistical analysis to identify some of the dependencies allows: first, to identify significant indicators when carrying out treatments and optimize the process; second, by predicting the effectiveness of the hydrochloric acid treatment by known or predetermined geological-field and technological indicators. One of the methods for solving such problems is to reveal the statistical dependence of the ratio of additionally extracted oil to total accumulated production, the time of the effect to the total operating time of the well, the multiplicity of the increase in the productivity coefficient from a number of technological, energy and geological-physical parameters of the hydrochloric acid treatment.

Цели и задачи

Качественно и количественно оценить факторы, влияющие на эффективность соляно-кислотного воздействия на пласты Знаменского месторождения. Предложить рекомендации по совершенствованию соляно-кислотных обработок.

Результаты

Получены уравнения, отражающие количественное влияние факторов на эффективность соляно-кислотного воздействия, которые с вероятностью более 90 % можно использовать для прогнозирования результирующего параметра. Даны рекомендации по увеличению эффективности проведения соляно-кислотной обработки.

Aims and Objectives

Qualitatively and quantitatively evaluate the factors affecting acid treatment efficiency on the reservoirs of the Znamenskoe oil field. Suggest recommendations for the improvement of acid treatments.

Results

Equations that reflect the quantitative influence of factors on the efficiency of the hydrochloric acid treatment, which with a probability of more than 90 % can be used to predict the resultant parameter are obtained. Recommendations are given on increasing the efficiency of hydrochloric acid treatment.

Ключевые слова: нефтяное месторождение Знаменское, соляно-кислотная обработка, многофакторный статистический анализ, дополнительная добыча нефти

Key words: Znamenskoe oil field, hydrochloric acid treatment, multifactorial statistical analysis, additional oil production

Одним из эффективных методов воздействия на нефтенасыщенные коллекторы месторождения, сложенные карбонатными породами, с целью интенсификации добычи нефти является соляно-кислотная обработка скважин (СКО) [1].

Основные нефтяные пласты западной части Республики Башкортостан относятся к отложениям девонской системы – это песчаные отложения пашийского, муллинского и старооскольского горизонтов среднего девона, они находятся на завершающей стадии разработки. В свою очередь, растёт доля добычи нефти из карбонатных пластов фаменского яруса верхнего девона, а также кизеловского горизонтов, содержащих значительные запасы нефти, относящихся к разряду «трудноизвлекаемых», разработка которых осуществляется с регулярным проведением соляно-кислотного воздействия (СКВ). В связи с этим актуальными задачами являются оценка и увеличение эффективности соляно-

кислотного воздействия. Существует несколько способов, позволяющих оценить эффективность проводимых соляно-кислотных обработок [2, 3].

Одним из наиболее часто используемых является статистическая обработка данных, полученных во время мониторинга технологических параметров работы скважин до, после и во время соляно-кислотного воздействия [4]. Очевидно, что эффективность любых видов СКВ зависит от множества факторов: как технологических параметров обработки (удельный расход кислоты, давление закачки рабочих жидкостей), так и геолого-физических и энергетических параметров пласта (проницаемость, гидропроводность, пластовое давление, температура). Для учета влияния всех параметров наиболее перспективным представляется методика многофакторного регрессионного анализа. Рядом авторов [1-3, 5, 6] успешно апробирован метод пошагового регрессионного анализа.

Сущность метода шаговой регрессии [7, 8] заключается в последовательном включении факторов в уравнение регрессии и последующей проверке их значимости. Факторы поочередно вводятся в уравнение так называемым прямым методом. При проверке значимости введенного фактора определяется, насколько уменьшается сумма квадратов остатков расчетных и фактических значений результирующего параметра и увеличивается величина множественного коэффициента корреляции.

Одновременно используется и обратный метод - исключение факторов, ставших незначимыми на основе критерия Стьюдента. Фактор является незначимым, если его включение в уравнение регрессии только изменяет значение коэффициентов регрессии, не уменьшая суммы квадратов остатков расчетных и фактических значений результирующего параметра и не увеличивая их значения [9].

Если при включении в модель соответствующего факторного признака величина множественного коэффициента корреляции увеличивается, а коэффициент регрессии не изменяется (или меняется незначительно), то данный признак существен, и его включение в уравнение регрессии необходимо. Если же при включении в модель факторного признака коэффициенты регрессии меняют не только величину, но и знаки, а множественный коэффициент корреляции не возрастает, то данный факторный признак признается целесообразным для включения в модель связи [7].

Рассмотрим применение данного способа для оценки эффективности проведенных СКВ на турнейском ярусе (Стур) Знаменского месторождения. Проводимые СКВ на турнейском ярусе Знаменского месторождения играют значительную роль в мероприятиях, направленных на снижение темпов падения добычи нефти.

Как видно из рисунка 1, накопленная дополнительная добыча нефти от общей накопленной добычи по всем скважинам составляет 54337 т. Такие объемы дополнительной добычи позволяют значительно сократить темпы падения добычи нефти на

поздней стадии разработки. Поэтому для оценки эффективности СКВ с целью совершенствования данной технологии необходим многофакторный анализ, позволяющий определить параметры, вносящие наибольший вклад в эффективность геолого-технического мероприятия (ГТМ), а затем соответственно более узко работать с ними.

Рисунок 1. Доля дополнительно накопленной добычи нефти в результате СКВ в общей накопленной добыче по скважинам турнейского яруса Знаменского месторождения

Анализу подверглись 88 скважин, которые имеют стабильную историю добычи после СКВ (отсутствие простоев и ремонтов, повторных ГТМ), обработки на которых проводились в период с 2009 по 2017 гг.

Выделим параметры, характеризующие эффективность ГТМ данного вида: дополнительно накопленная добыча нефти ($Q_{\text{нак}}$), продолжительность эффекта ($T_{\text{эфф}}$). Также стоит выделить наиболее достоверный параметр, который характеризует эффективность любого геолого-технического мероприятия: соотношение коэффициентов продуктивности скважины по жидкости до и после СКВ (K_1/K_0). Если же параметр соотношения коэффициентов продуктивности носит относительный (безразмерный) характер, то накопленная дополнительная добыча и продолжительность эффекта выражаются в абсолютных величинах. Так как добывные возможности скважин ограничены, то необходимо нормировать показатель дополнительной добычи нефти от СКВ к общей накопленной добыче нефти до СКО ($Q_{\text{нак. от СКО}}/Q_{\text{нак. до СКО}}$) и показатель продолжительности эффекта от общего времени работы скважины до СКВ с учетом

коэффициента эксплуатации, учитывающего время простоя скважины.

Определим параметры, от которых будут зависеть показатели эффективности СКВ. Как уже говорилось ранее, эффективность СКВ зависит от технологических параметров обработки, геолого-физических и энергетических параметров пласта. Одним из параметров, характеризующих коллекторские свойства пласта, является коэффициент проводимости Kh (произведение проницаемости на нефтенасыщенную толщину). Этот параметр влияет на глубину проникновения закачиваемого реагента в пласт.

Очевидно, что наиболее представительным технологическим параметром обработки служит удельный расход закачиваемой кислоты (количество кислоты, приходящееся на 1 м перфорированной толщины пласта).

Параметром, отражающим энергетическое состояние пласта, является пластовое давление в зоне отбора скважины. Оно идентифицируется как характерная изобара в зоне добывающей скважины. Данное значение определяется по картам изобар. Карта изобар актуализируется ежеквартально дочерним предприятием ПАО АНК «Башнефть» - «Башнефть-Петротест». Однако, чтобы включить этот параметр в уравнение регрессии, необходимо соотнести его с начальным пластовым давлением. Для того чтобы включить энергетическую характеристику пласта в уравнение, нормируем пластовые давления в зоне отбора каждой скважины на начальное пластовое давление ($P_{пл. скв.}/P_{пл. нач.}$).

Успешность СКВ также будет зависеть от величины остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ) в зоне дренирования скважины, поэтому добавим в уравнение регрессии параметр ОИЗ в зоне дренирования скважины, выраженную в долях единиц (д.ед.).

Для сравнения веса каждого фактора в регрессионном уравнении необходимо нормировать их на собственные максимальные значения [5, 6].

В результате отбора параметров для многофакторного анализа была построена таблица исходных параметров (таблица 1).

Множественный регрессионный анализ проводился в следующем порядке [3, 4, 7-9]:

- рассчитана корреляционная матрица факторов, из которой выявлены наиболее значимые параметры;
- проведены расчеты и построены зависимости (1)-(3) с помощью современного пакета статистических программ «STATISTICA-13» на ЭВМ.

Результаты обработки данных по 88 кислотным обработкам скважин турнейского яруса Знаменского месторождения представлены в виде уравнений регрессии (1)-(3) и коэффициентов корреляции:

$$Y_1 = 0,820X_1 + 1,741X_2 + 0,367X_3 - 0,579X_4 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,93$$

$$Y_2 = 0,025X_1 + 0,044X_2 + 0,038X_3 - 0,002X_4 \quad (2)$$

$$R^2 = 0,98$$

$$Y_3 = 0,034X_1 + 0,037X_2 + 0,030X_3 - 0,022X_4 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,94.$$

Анализ полученных уравнений показывает, что более достоверно эффективность СКВ, проводимого на турнейском ярусе Знаменского месторождения, может быть охарактеризована по соотношению дополнительной накопленной добычи нефти к общей накопленной добыче нефти до СКВ ($Q_{нак. от СКО}/Q_{нак. до СКО}$), предварительная эффективность может характеризоваться соотношением продолжительности эффекта к общему времени работы скважины до СКВ с учетом коэффициента эксплуатации, а успешность СКВ на момент пуска скважин в эксплуатацию после проведения мероприятия - по степени увеличения коэффициента продуктивности по жидкости.

Из уравнения (2) видно, что максимальное положительное влияние на дополнительную добычу нефти от СКВ оказывает параметр проводимости (Kh). Благоприятный вклад также вносят удельный расход кислоты и параметр соотношения, текущего и начального пластового давления. Отрицательный вклад, что вполне логично, вносит выработка запасов в районе дренирования скважины. Очевидно, что чем меньше удельных извлекаемых запасов находится в области дренирования скважины, тем меньше будут значения параметра отношения дополнительной накопленной добычи нефти к накопленной добыче нефти до СКВ.

Таблица 1. Геолого-физические, энергетические и технологические параметры, входящие в регрессионный анализ

Наименование параметра	Единица измерения	Пределы изменения	Пределы измерения величин, нормированных на собственные максимальные значения	Обозначение в уравнении регрессии	Обозначение в модели
<i>Геолого-физические, технологические и энергетические параметры</i>					
Удельный расход раствора кислоты (на 1 м перф. толщины пласта)	м ³ /м	0,3-1,4	0,21-1,00	X ₁	Суд.
Проводимость пласта	мкм ² ·м·10 ⁻³	5-240	0,02-1,00	X ₂	Kh
Отношение текущего пластового давления к начальному	-	0,17-1,07	0,15-1,00	X ₃	P _{пл.скв} /P _{пл.нач}
Остаточные извлекаемые запасы	%	11-99	0,11-1,00	X ₄	α
<i>Параметры, характеризующие эффективность обработки</i>					
Отношение коэффициента продуктивности скважины по жидкости после обработки к коэффициенту продуктивности по жидкости до обработки	-	0,1-8	-	Y ₁	K ₁ /K ₀
Отношение дополнительно накопленной добычи нефти к накопленной добыче нефти до СКВ	-	0,01-0,13	-	Y ₂	Q _{нак.от СКВ} /Q _{нак до СКВ}
Отношение времени эффекта от СКВ к общему времени работы скважины (с учетом коэффициента эксплуатации)	-	0,01-0,12	-	Y ₃	Tэфф/То

Из уравнения (1) видно, что кратность увеличения продуктивности скважин больше всего зависит от проводимости пласта и удельного расхода кислоты при проведении СКВ. Ожидаемая продуктивность от СКВ, а также накопленная добыча нефти будут больше в случае 1,0-1,2 м³/м удельного расхода кислоты во время обработки при усло-

вии, что она будет проводиться в районах, где пластовое давление составляет не менее 70 % от начального пластового давления.

Уравнение (3) показывает, что при пластовом давлении, отличающемся от начального пластового давления не более чем на 30 %, длительность эффекта будет выше при прочих равных условиях.

Удельный расход кислоты и проводимость пласта имеют почти одинаковое влияние на соотношение длительности эффекта от СКВ к продолжительности эксплуатации скважины. Для представления структуры уравнений регрессии (1)-(3) в таблицах 2-4 приведены показатели, характеризующие связь между зависимыми переменными и факторами, влияющими на эффективность СКВ в скважинах, эксплуатирующих турнейский ярус Знаменского месторождения.

В таблицах 2-4 даны обозначения:

- t-статистика, или критерий Стьюдента [3], который предназначен для оценки степени значимости каждого из коэффициентов регрессии на величину Y;
- p-level - оцененная мера уверенности правильности результата (чем меньше, тем лучше).

Во многих исследованиях $p < 0,05$ рассматривается как «приемлемая граница» уровня ошибки - стандартная ошибка.

Таблица 2. Параметры уравнения регрессии (1)

K_1/K_0 (отношение коэффициентов продуктивностей по жидкости после и до СКВ)			
Отрезок	Стандартная ошибка	t-статистика	p-level
Суд.	0,515	-0,714	0,477
Kh	0,003	0,339	0,735
$P_{\text{пл. скв.}}/P_{\text{пл. нач.}}$	0,527	-2,155	0,034
α	0,494	-0,046	0,962

Таблица 3. Параметры уравнения регрессии (2)

$Q_{\text{нак.от СКВ}}/Q_{\text{нак.до СКВ}}$ (отношение дополнительно накопленной добычи нефти к общей накопленной добыче до СКВ)			
Отрезок	Стандартная ошибка	t-статистика	p-level
Суд.	0,014	-0,446	0,035
Kh	0,001	0,294	0,076
$P_{\text{пл. скв.}}/P_{\text{пл. нач.}}$	0,014	1,066	0,289
α	0,013	-3,211	0,001

Таблица 4. Параметры уравнения регрессии (3)

$T_{\text{эфф}}/T_0$ (отношение времени эффекта от СКВ к общему времени работы до СКВ)			
Отрезок	Стандартная ошибка	t-статистика	p-level
Суд.	0,012	0,007	0,994
Kh	0,001	0,973	0,332
$P_{\text{пл. скв.}}/P_{\text{пл. нач.}}$	0,012	0,677	0,499
α	0,012	-3,151	0,002

Для определения связи между факторами, влияющими на эффективность СКВ скважин, эксплуатирующих турнейский ярус, построена корреляционная матрица зависимых переменных (таблица 5).

Графические зависимости на рисунках 2-5 наглядно отражают связь параметров, характеризующих эффективность СКВ с геолого-физическими и технологическими параметрами проведения СКО скважин.

Анализируя полученные зависимости, были построены частные уравнения связи (1)-(3), описывающие количественное влияние каждого из рассматриваемых геолого-технологических факторов на эффективность СКО. Уравнения (1)-(3) и графические зависимости (рисунки 2-5) позволяют подобрать оптимальные условия проведения СКО скважин турнейского яруса Знаменского месторождения.

Таблица 5. Корреляционная матрица зависимых переменных

Стур	Суд.	Kh	$P_{\text{пл.скв}}/P_{\text{пл.нач}}$	α
Суд.	1,000	-0,631	0,153	-0,047
Kh	-0,631	1,000	-0,186	0,239
$P_{\text{пл.скв}}/P_{\text{пл.нач}}$	0,153	-0,186	1,000	-0,245
α	-0,047	0,239	-0,245	1,000

Рисунок 2. Зависимость отношения дополнительно накопленной добычи к общей накопленной добыче до СКВ от удельного расхода кислоты

Рисунок 3. Зависимость отношения дополнительно накопленной добычи к общей накопленной добыче до СКВ от проводимости пласта

Рисунок 4. Зависимость отношения дополнительно накопленной добычи к общей накопленной добыче до СКВ от соотношения текущего пластового давления к начальному

Рисунок 5. Зависимость отношения дополнительно накопленной добычи к общей накопленной добыче до СКВ от остаточных извлекаемых запасов в районе дренирования скважины

Выводы

В результате проведенного многофакторного анализа влияния на эффективность соляно-кислотного воздействия на карбонатные коллекторы геолого-технических, технологических и энергетических параметров выявлено, что эффективность СКВ во многом зависит от двух факторов: энергетического состояния пласта (пластового давления) в призабойной зоне скважины, подвергаемой обработке, и удельного расхода кислоты. Из

этого следует, что при подборе кандидатов для проведения соляно-кислотной обработки необходимо выбирать скважины с давлением не менее чем на 30 % ниже начального пластового давления. Оптимальный удельный расход реагента (рисунок 2) для условий турнейского яруса Знаменского месторождения составляет 0,8-1,0 м³/м для первичных обработок, так как достигается наибольшее значение соотношения накопленной добычи от СКО к общей накопленной добыче нефти.

Список литературы

1. Мухаметшин В.В., Зейгман Ю.В. Геологостатическое моделирование эффективности солянокислотного воздействия // Актуальные проблемы нефтегазового дела: сб. науч. тр. 2006. Т. 1. С. 136-141.
2. Баязитова В.Р., Лысенков А.В. Результаты регрессионного анализа эффективности гипанокислотных обработок призабойных зон скважин кизеловского горизонта Копей-Кубовского месторождения // Нефтегазовое дело. 2009. Т. 7. № 1. С. 57-61.
3. Лысенков А.В. Повышение эффективности комбинированного солянокислотного воздействия при разработке обводненных карбонатных коллекторов: дис. ... канд. техн. наук: Уфа: Изд-во УГНТУ, 2009. 154 с.
4. Якубов Р.Н., Антипин Ю.В., Лысенков В.А., Чеботарев А.В. О перспективе применения солянокислотных обработок скважин на поздней стадии разработки // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10. № 2. С. 22-27.
5. Тазиев М.М., Сагитов Д.К. Методические основы прогнозирования динамики процесса обводнения добывающих скважин на основе промысловой геолого-технической информации о строении эксплуатируемых объектов и режимах работы скважин // Нефтепромысловое дело. 2005. № 12. С. 25-29.
6. Сагитов Д.К. Накопление «визуального опыта» с целью дальнейшего прогнозирования процесса обводнения скважин на основе статистического моделирования // Нефтепромысловое дело. 2005. № 12. С. 30-35.
7. Якубов Р.Н., Антипин Ю.В., Лысенков А.В. Анализ эффективности кратного полимеркислотного воздействия на призабойную зону скважин Копей-Кубовского месторождения // Проблемы геологии, геофизики, бурения и добычи нефти. Экономика и управление: сб. ст. НПФ «Геофизика». 2013. Вып. 10. С. 5-12.
8. Якубов Р.Н., Улямаев А.А., Лысенков А.В., Антипин Ю.В. Оценка эффективности гипанокислотных обработок скважин Копей-Кубовского месторождения // Тез. докл. 62-ой науч.-техн. конф. студ., аспирантов и молодых ученых / УГНТУ. Уфа, 2010. С. 289.
9. Якубов Р.Н., Лысенков А.В., Мухамедеев Б.М. Анализ эффективности кратных полимеркислотных обработок высокообводненных скважин // Тез. докл. 65-ой науч.-техн. конф. студ., аспирантов и молодых ученых / УГНТУ. Уфа, 2014. С. 141.

References

1. Mukhametshin V.V., Zeigman Yu.V. Geologostatic modeling of hydrochloric acid effect efficiency [Geological-Static Modeling of Hydrochloric Acid Effect Efficiency]. *Sbornik nauchnykh trudov «Aktual'nye problemy neftegazovogo dela»* [Collection of Scientific Papers «Actual Problems of Oil and Gas Business»]. 2006, Vol. 1, pp. 136-141. [in Russian].
2. Bayazitova V.R., Lysenkov A.V. Rezul'taty regressiionnogo analiza effektivnosti gipankislotnykh obrabotok prizaboinykh zon skvazhin kizelovskogo gorizonta Kopei-Kubovskogo mestorozhdeniya [Results of the Regression Analysis of the Efficiency of the Hypano Acid Treatments of the Bottomhole Zones of the Kizelov Horizon of the Kopey-Kubovskoye Deposit]. *Neftegazovoe delo - Petroleum Engineering*, 2009, Vol. 7, No. 1, pp. 57-61. [in Russian].
3. Lysenkov A.V. *Povyshenie effektivnosti kombinirovannogo solyanokislotnogo vozdeistviya pri razrabotke obvodnennykh karbonatnykh kolektorov: dis. kand. tekhn. nauk*. [Increase of Efficiency of Combined Hydrochloric Acid Influence in the Development of Watered Carbonate Reservoirs: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Ufa, UGNTU Publ., 2009. 154 p. [in Russian].
4. Yakubov R.N., Antipin Yu.V., Lysenkov V.A., Chebotarev A.V. O perspektive primeneniya solyanokislotnykh obrabotok skvazhin na pozdnei stadii razrabotki [On the Prospect of Using Hydrochloric acid Formation Treatments at a Late Development Stage]. *Neftegazovoe delo - Petroleum Engineering*, 2012, Vol. 10, No. 2, pp. 22-27. [in Russian].
5. Taziev M.M., Sagitov D.K. Metodicheskie osnovy prognozirovaniya dinamiki protsesssa obvodneniya dobyvayushchikh skvazhin na osnove promyslovoi geologo-tehnicheskoi informatsii o stroenii ekspluatiruemykh ob'ektov i rezhimakh raboty skvazhin [Methodical Bases for Dynamics Forecasting of the Producing Wells Watering Process on the Basis of Field Geological and Technical Information on the Structure of Wells Operating Facilities And Modes]. *Neftepromyslovoe delo - Oilfield Engineering*, 2005, No. 12, pp. 25-29. [in Russian].
6. Sagitov D.K. Nakoplenie «vizual'nogo opyta» s tsel'yu dal'neishego prognozirovaniya protsesssa obvodneniya skvazhin na osnove statisticheskogo modelirovaniya [Accumulation of «Visual Experience» for the Purpose of Further Forecasting the Process of Watering Wells on the Basis of Statistical Modeling]. *Neftepromyslovoe delo - Oilfield Engineering*, 2005, No. 12, pp. 30-35.
7. Yakubov R.N., Antipin Yu.V., Lysenkov A.V. Analiz effektivnosti kratnogo polimerkislotochnogo vozdeistviya na prizaboinuyu zonu skvazhin Kopei-Kubovskogo mestorozhdeniya [Analysis of the Effectiveness of the Multiple Polymer-Acid Effect on the Bottomhole Zone of the Kopey-Kubovskoye Oilfields]. *Sbornik statei NPF «Gefizika» «Problemy geologii, geofiziki, bureniya i dobychi nefti. Ekonomika i upravlenie»* [Collection of Articles of NPF «Geofizika» «Problems of Geology, Geophysics,

Drilling and Oil Production. Economics and Management»]. 2013, Issue 10, pp. 5-12. [in Russian].

8. Yakubov R.N., Ulyamaev A.A., Lysenkov A.V., Antipin Yu.V. Otsenka effektivnosti givpanokislotnykh obrabotok skvazhin Kopei-Kubovskogo mestorozhdeniya [Evaluation of the Effectiveness of the Hypano Acid Treatments of the Kopey-Kubovskoye Oil Deposit]. *Tezisy dokladov 62-oi nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Thesis of Reports of The 62nd Scientific and Technical Conference of Students, Aspirants and Young Scientists]. Ufa, UGNTU Publ., 2010, pp. 289. [in Russian].

9. Yakubov R.N., Lysenkov A.V., Mukhamadeev B.M. Analiz effektivnosti kratnykh polimerkislotnykh obrabotok vysokoobvodnennykh skvazhin [Analysis of the Efficiency of Multiple Polymer Acid Treatments of Highly Watered Wells]. *Tezisy dokladov 65-oi nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Thesis of Reports of the 65th Scientific and Technical Conference of Students, Aspirants and Young Scientists]. Ufa, UGNTU Publ., 2014, pp. 141. [in Russian].

Авторы

• Ганиев Шамиль Рамилевич
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Магистрант кафедры «Разработка
и эксплуатация нефтяных и газонефтяных
месторождений»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: ganiev.shml@rambler.ru

• Лысенков Алексей Владимирович, канд. техн.
наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Доцент кафедры «Разработка и эксплуатация
нефтяных и газонефтяных месторождений»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: kafedra-rngm@mail.ru

The Authors

• Ganiev Shamil R.
Ufa State Petroleum Technological University
Undergraduated Student of Exploration
and Exploitation of Oil and Gas-Oil Fields
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: ganiev.shml@rambler.ru

• Lysenkov Aleksey V., Candidate of Engineering
Sciences, Associate Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Exploration and Exploitation
of Oil and Gas-Oil Fields Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: kafedra-rngm@mail.ru