

УДК 332.33

**ПРОБЛЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РЕМОНТА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН****Алексеева Н.А.***д.э.н., профессор**ФГБОУ ВО Удмуртский государственный аграрный университет,**Ижевск, Россия*

**Аннотация:** Современное состояние отрасли нефтегазодобычи в России характеризуется неоднозначными тенденциями. С одной стороны, существенно сократились традиционные рынки сбыта нефти и газа, нефтепродуктов, нарастают поставки углеводородного сырья в восточном направлении. Внутренний рынок сбыта не успел еще нарастить достаточные объемы спроса. С другой стороны, уменьшается возможность добычи нефти из старых, во многом выработанных месторождениях, которые в стране составляют большинство. В этих условиях возрастает влияние и значимость текущего и капитального ремонта скважин нефти и газа, который позволяет продлить ресурс старых скважин, получать дополнительные объемы нефти, снизить обводненность скважин, удерживать рентабельность производства. В работе рассмотрена динамика календарного времени, затраченного на ремонт скважин различной глубины. Выявлены причины высокой обводненности скважин. Приведен сравнительный анализ затрат на ремонт скважин. Рассмотрена методика оценки эффективности технологии закачивания композиционных материалов на основе жидкого стекла. Сделан факторный анализ точки безубыточности и зоны безубыточности нефтегазового предприятия, применяющего вышеуказанную технологию.

**Ключевые слова:** затраты на ремонт скважин, эффективность, точка безубыточности, зона безубыточности, факторный анализ безубыточности, постоянные затраты на ремонт, переменные затраты на 1 т нефти.

**PERFORMANCE PLANNING AND EVALUATION CHALLENGES  
OIL AND GAS WELL WORKOVER****Alekseeva N.A.***Doctor of Economics, Professor**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Udmurt**State Agrarian University,**Izhevsk, Russia*

**Summary:** The current state of the oil and gas industry in Russia is characterized by ambiguous trends. On the one hand, traditional markets for the sale of oil and gas and petroleum products have significantly decreased, and supplies of hydrocarbon raw materials in the eastern direction are increasing. The domestic sales market has

not yet managed to increase sufficient volumes of demand. On the other hand, the possibility of oil production from old, largely developed fields, which in the country make up the majority, is reduced. Under these conditions, the influence and importance of the current and overhaul of oil and gas wells increases, which allows to extend the resource of old wells, obtain additional volumes of oil, reduce water cut of wells, and maintain profitability of production. The work examined the dynamics of the calendar time spent on well workovers of different depths. The reasons for the high water cut were identified. A comparative analysis of well repair costs is provided. The method of evaluating the effectiveness of the injection technology of composite materials based on liquid glass is considered. Factor analysis of the break-even point and breakeven zone of the oil and gas company using the above technology.

**Keywords:** well repair costs, efficiency, break-even point, break-even zone, break-even factor analysis, fixed repair costs, variable costs per 1 tons of oil.

Как известно, в настоящее время повышается вплоть до 80% от остаточных запасов и более доля трудноизвлекаемых, осложненных примесями сернистых отложений запасов нефти и газа в России [1, 2]. В поддержании добычи нефти определяющая роль принадлежит применению методов увеличения нефтеотдачи и интенсификации разработки нефтяных месторождений [7-10]. Среди мероприятий, направленных на увеличение добычи нефти и ограничение водопритоков, немаловажная роль отводится ремонтно-изоляционным работам (далее – РИР) в скважинах. РИР в добывающих скважинах требуют избирательного воздействия на водоподающие участки, что обеспечивается неравномерностью проникновения водоизоляционного материала в нефте- и водонасыщенные слои из-за их различной гидропроводности. РИР также должны учитывать различия в подвижности нефти и воды, физические и химические свойства закачиваемых материалов, режим освоения скважин [6, 14, 15].

Объем РИР оценивается по количеству часов, затраченных на ремонт. В целом по России наибольшее количество ремонтных работ проведено на сква-

жинах глубиной от 3 км до 4 км. В 2021 г. по сравнению с 2020 г. на большинстве скважин увеличился темп роста количества часов на ремонт скважин и составил 102,5% (табл. 1).

Таблица 1

Календарное время ремонтных работ по глубинам  
(скважины на нефть и газ), час [11]

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Темп роста в 2020 г. к 2019 г., %	Темп роста в 2021 г. к 2020 г., %
до 1,500 км	4 932	4 185,1	4 028,3	84,9	96,3
от 1,501 до 2,000 км	9 329,7	6 792,2	6 282,4	72,8	92,5
от 2,001 до 2,500 км	6 027,3	7 213,0	3 086,8	119,7	42,8
от 2,501 до 3,000 км	16 231,7	12 640,5	13 671,1	77,9	108,2
от 3,001 до 4,000 км	47 044,9	36 396,3	39 816,	77,4	109,4
от 4,001 до 5,000 км	20 613,8	23 696,3	26 539,4	115,0	112,0
от 5,001 до 6,000 км	5 879,0	2 989,0	3 968,0	50,8	132,8
от 6,001 км и глубже	86	1 844,5	795,3	2144,8	43,1
Итого	110 144,6	95 757,3	98 188,3	86,9	102,5

Одной из проблем резкого обводнения скважин является образование негерметичности в эксплуатационной колонне. РИР, связанные с ликвидацией негерметичности добывающих или нагнетательных скважин достаточно трудоемки и технически сложны. К недостаткам и особенностям РИР относят высокую стоимость капитального ремонта, а также последствия в виде вероятно-го возникновения негерметичности в другом интервале пласта, в том числе большой протяженности (ручейковая коррозия) [3].

Герметичность колонн может быть нарушена вследствие возникновения ряда причин объективного и субъективного характера: агрессивная среда с ее гидрогеологическими особенностями, состав горных пород, влияние температуры, давления, физический и химический состав пластовых вод, состав вод для заводнения и агрессивных жидкостей для интенсификации добычи нефти, изменение угла наклона ствола скважины, история эксплуатации скважины

(дата ввода, длительность эксплуатации при добыче в агрессивной среде, консервация и другое), квалификация исполнителей и другие геологические и организационно-технические недостатки в работе [3].

Наиболее часто нарушается герметичность цементного кольца, что представляет собой определенную проблему, т.к. в состав ремонтных работ требуется включить работы по отключению обводненных интервалов пласта.

В связи с высокой обводненностью карбонатных коллекторов стали применять полимеркислотные обработки скважин. Например, на Арланском месторождении проводится комбинированная закачка коагулянта и полимерного раствора с последующим воздействием соляно-кислотным раствором [4, 5, 13].

Длительная эксплуатация высоко обводненных скважин не практикуется, т.к. экономически нецелесообразна. Скважины становятся нерентабельными, выводятся из эксплуатации, на них проводятся работы по консервации, затем скважины переводятся в бездействующий фонд. Для обеспечения продолжительной работоспособности высоко обводненных скважин с сохранением их суточного дебита необходимо проведение РИР по ограничению притока воды [3].

Несмотря на то, что разработка нефтяных месторождений невозможна без проведения РИР в добывающих и нагнетательных скважинах, единой методики планирования объемов работ и оценки их эффективности в настоящее время не существует. Но есть ряд основных методических положений по оценке технологического и экономического эффекта от проведения РИР, которыми следует руководствоваться [12].

Методы гидродинамических, промысловых и геофизических исследований давно применяют для оценки качества и успешности РИР. Например, опрессовка колонны, определяющая ее герметичность, и снижение уровня обводнения являются индикаторами результатов ликвидации нарушений обсад-

ных колонн в процессах отключения отдельных пластов. Проводят также с помощью глубинных дебитомеров или расходомеров измерение притока в нефтяных скважинах и приемистости в нагнетательных скважинах. Выстраивают кривые восстановления давления как графический метод оценки степени снижения продуктивности самого пласта.

Успешность РИР по исправлению некачественного кольца оценивается с помощью методов акустической цементометрии, основанной на измерении характеристик волновых пакетов, распространяющихся в колонне, цементном камне и горных породах, и термометрии радиоактивных изотопов.

Чаще всего вышеуказанные исследования проводят на ограниченном фонде скважин на опытно-промышленных участках. Поэтому не всегда полученные результаты оценки качества и успешности РИР на ограниченном количестве скважин могут распространяться на весь эксплуатируемый фонд скважин.

Рассмотрим некоторые технико-экономические показатели, достигнутые после РИР по скважине №175, находящей в эксплуатации в ООО ГПК «Недра»: затраченное на ремонт время составило 826 часов, что при стоимости бригада-часа в 11 024 руб. принесло компании 9 105 824 руб. выручки. Благодаря проведенным операциям добыча не изменилась. Экономический эффект РИР можно оценить по объему дополнительно полученной выручки.

Состояние всех скважин после проведения РИР, выполненных в ООО ГПК «Недра», указано в таблице 2.

Таблица 2

## Успешность проведения ремонтно-изоляционных работ

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Количество отремонтированных скважин, ед.	252	278	237
Количество проведенных РИР, ед.	20	25	37
Количество успешных РИР, ед.	15	16	25
Соотношение успешных РИР и проведенных РИР, %	75	64	67

Успешность проведения РИР в целом оценивается в 68 %, из чего можно сделать заключение об эффективности данных работ.

Сделаем сравнительный анализ наиболее применяемых новых технологий РИР (табл. 3).

Таблица 3

## Сравнительный анализ эффективности новых технологий проведения РИР

Наименование показателя	Технология №1	Технология №2	Технология №3
Цена реализации нефти (нетто), руб./т	4566,0	4566,0	4566,0
Прирост добычи нефти, т	10010,0	9910,0	2610,0
Выручка от продажи нефти (нетто), тыс. руб.	44287,1	42515,6	11917,9
Увеличение затрат на прирост добычи нефти, тыс. руб. / Переменные расходы на добычу 1 т нефти, тыс. руб.	222,0 / 21,95	211,4 / 21,94	52,9 / 21,93
Увеличение эксплуатационных затрат, тыс. руб.	4353,0	4621,0	1590,0
НДПИ, тыс. руб.	22120,0	21236	5504,0
Коммерческие затраты на сбыт, тыс. руб.	2916,2	2799,5	699,9
Итого затрат, тыс. руб.	29611,2	26068,7	7845,7
Валовая прибыль, тыс. руб.	14676,9	16447,8	4071,2
Налог на прибыль, тыс. руб.	2935,2	3289,6	813,3
Чистая прибыль, тыс. руб.	11741,7	13158,3	3258,6
Рентабельность производства, %	37,8	38,0	30,1
Индекс доходности затрат	1,32	1,54	1,57

Примечание:

№1 - технология повышения нефтеотдачи пластов с помощью композиционных систем, основанная на прорыве нагнетаемой в пласт воды только по высокопроницаемым пропласткам, при этом низкопроницаемые пласты остаются неизменными и высокопродуктивными;

№2 - технология капсулированной полимерной системы, предназначенная для увеличения текущей добычи нефти и повышения коэффициента нефтеотдачи путем регулирования охвата пласта заводнением и перераспределения фильтрационных потоков за счет снижения проницаемости наиболее проницаемых зон пласта;

№3 – технология повышения нефтеотдачи пластов путем закачивания сложносоставной растворяющей композиции на основе отходов нефтехимических производств, выдержки в течение суток, очистка призабойной зоны скважин от примесей.

ООО ГПК «Недра» разработало программу мероприятий по применению новой технологии - ограничение водопритоков в скважины композициями на основе жидкого стекла. Главным результатом программы является увеличение добычи нефти, снижение обводненности добываемой продукции, снижение недоборов нефти и экономия затрат по извлечению нефти, искусственному

воздействию на пласт, сбору и транспортировке нефти и другим. За счет проведенных мероприятий себестоимость одной тонны нефти снизилась с 2343,23 рублей до 2338,28 рублей.

По нашим расчетам точка безубыточности объема продаж после внедрения мероприятий по закачиванию в скважины сложносоставного композиционного жидкого стекла должна сдвинуться в сторону более эффективной зоны производства (табл. 4).

Таблица 4

Исходные данные для расчета точки безубыточности  
до и после внедрения мероприятий

Показатель	Значение до внедрения	Значение после внедрения	Абсолютная разница
Постоянные издержки на весь объем добытой нефти, тыс. руб.	3574003,1	3574003,1	0,0
Удельные переменные издержки на 1 тонну нефти, руб.	1201,4	1201,6	0,2
Общие издержки, тыс. руб.	7333096,8	7434698,7	-101601,9
Объем реализации, тыс. т	3130,7	3178,2	47,5
Цена 1 т нефти, руб.	4566,0	4566,0	0,0
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	14291580,4	14511661,2	220081,8
Прибыль, тыс. руб.	6958484,6	7076963,5	118479,9

Точка безубыточности до внедрения:  $3574003,1 / (4566 - 1201,4) = 1062,149$  тыс. т. Точка безубыточности после внедрения:  $3574003,1 / (4566 - 1201,6) = 1062,322$  тыс. т.

В результате внедренной технологии на основе закачивая композиционного материала из жидкого стекла точка безубыточности сместилась вправо, о есть объем продаж увеличился на 0,173 тыс. т.

Проведем факторный анализ точки безубыточности способом цепной подстановки. Общее изменение точки безубыточности составило разницу Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666



между значениями точки безубыточности до и после проведенных мероприятий:  $1062,322-1062,149 = +0,173$  тыс. т.

В том числе за счет изменения следующих факторов произошел общий прирост точки безубыточности: от изменения суммы постоянных затрат:  $1062,16-1062,149=+0,011$  тыс. т; от изменения удельных переменных затрат:  $1062,322-1062,16=+0,162$  тыс. т. Проверка показала, что факторный анализ произведен верно:  $0,011+0,162=0,173$  тыс. т.

Факторный анализ точки безубыточности продаж показал, что ее прирост на 0,173 тыс. т нефти произошел в основном из-за динамики удельных переменных затрат на 1 тонну нефти.

Проанализируем изменение зоны безопасности в результате внедрения мероприятий методом цепной подстановки:

$$3230,7-1062,16/3230,7=0,6718;$$

$$3178,2-1062,322/3178,2=0,6652;$$

$$3178,20-1062,149/3178,20=0,6653;$$

$$3178,20-1062,16/3178,20=0,6722.$$

Найдем общее отклонение:  $6722-0,6718=0,0004$ , которое произошло в том числе за счет изменения: объема производства на 0,0005, суммы постоянных затрат на -0,0001, удельных переменных затрат на 0.

Уровень безубыточности в ООО ГПК «Недра» достаточно высокий – более 66%. На его рост повлиял дополнительный объем производства нефти.

Таким образом, рост технико-экономических показателей нефтедобывающего предприятия достигнут за счет повышения качества использования сырья, модернизации производственных агрегатов, внедрения инновационных и интеллектуальных систем управления и снижения потерь полезного вещества в производственных отходах. Среди факторов, в значительной степени повлиявших на рост качества и успешности РИР, оказались: правильный выбор технологии на основе жидкого стекла в качестве закачки жидкости, тампонажный



материал. Разносторонний подход организации и реализации ремонтных работ позволил снизить количество проведенных операций на ремонт одной скважины, сократить сроки ремонта, затраты на ремонт, повысить точку безубыточности продаж на предприятии. Возросла также продолжительность эффекта после проведения РИР на 51%. В будущем планируется рост объемов РИР на скважинах нефти и газа.

#### Библиографический список:

1. Алексеева, Н. А. Выбор инвестиционной стратегии инвестора при выборе оптимального проекта по утилизации попутного нефтяного газа в условиях неопределенности / Н. А. Алексеева // Вестник Удмуртского университета. - Серия Экономика и право. - 2014. - № 1. - С. 7-11.
2. Алексеева, Н. А. Исследование особенностей управления производственными запасами предприятий / Н. А. Алексеева, Р. Ф. Шамсутдинов // Проблемы региональной экономики (г. Ижевск). - 2016. - № 3-4. - С. 76-87.
3. Амиров, А. Д. Капитальный ремонт нефтяных и газовых скважин / А. Д. Амиров, С. Т. Овнатанов, А. С. Яшин. - Ухта: УГТУ, 2010. - 135 с.
4. Апасов, Г.Т. Практическое применение ремонтно-изоляционных работ с комбинированными составами / Г. Т. Апасов // Нефтепромысловое дело. – 2013. – № 12. – С. 18–24.
5. Баранов, Ю. В. и др. Применение технологии на основе древесной муки для повышения нефтеотдачи и изоляции притока воды / Ю. В. Баранов // Нефтяное хозяйство. – 2018. – №7. – С. 24-28.
6. Блажевич, В. А. Ремонтно-изоляционные работы при эксплуатации нефтяных месторождений / В. А. Блажевич, Е. Н. Умрихина, В. Г. Уметбаев. - М.: Недра, 1981. - 232 с.
7. Борхович, С. Ю. Применение комплексных инновационных решений в технологиях ремонтно-изоляционных работ для вовлечения в разработку трудно извлекаемых остаточных запасов нефти в ООО «РН-ПУРНЕФТЕГАЗ» / С. Ю. Борхович, А. В. Колода, К. А. Волков // Нефтепромысловое дело». - 2010. – 14 с.
8. Глебова, Л. В. Техника и технология добычи углеводородного сырья на Таманском полуострове компанией ООО «Краснодарнефтегаз» / Л. В. Глебова, И. Ф. Галиахметов // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. - 2017. - Т. 1. - № 4.
9. Манукян, М. М. Внедрение инновационных технологий в нефтегазовой и химической промышленности России / М. М. Манукян // Сборник материалов Международной научно-практич. конф. - 2019. - С. 100–104.
10. Нецадимова, О. В. Создание конкурентной рыночной среды российских нефтяных компаний за счет инвестиций в модернизацию производства / О. В. Нецадимова, И. В. Шевченко // Экономика устойчивого развития. - 2020. - № 4 (28). - С. 191–198.
11. Официальный сайт Росстата. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 24.11.2022 г.).
12. Техничко-экономическое проектирование. – Ижевск, 2022. – 120 с.
13. Храменков, В. Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2019. - 416 с.

14. Шагалин, Р. Р. Оптимизация технологических параметров проведения ремонтно-изоляционных работ по отключению обводненных интервалов пласта тампонирующими растворами на основе синтетических смол / Р. Р. Шагалин, А. В. Чеботарев // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. - 2019. – 344 с.

15. Шагалин, Р. Р. Проведение ремонтно-изоляционных работ в скважинах с применением полимеркислотного воздействия на карбонатный коллектор / Р. Р. Шагалин, А. В. Чеботарев, Ю. В. Антипин, Р. Н. Якубов, А. В. Лысенков // Нефтепромысловое дело. - 2019. – 712 с.

*Оригинальность 83%*