



# НЕФТЕПРОМЫСЛОВЕЕ ДЕЛО

Ежемесячный научно-технический журнал

Журнал по решению ВАК Минобразования и науки РФ включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук". (19 февраля 2010 г.)

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования.

Журнал издается при участии и поддержке:

## ОАО "РИТЭК"

Генеральный директор  
**Н.М. Николаев**

## ООО НПФ "Недра-Эстерн"

Генеральный директор  
**М.Ю. Ащепков**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Гаура В.Е.** (главный редактор),

**Галустянц В.А.** (зам. главного редактора),  
**Любимова Н.Е.** (зам. главного редактора),  
**Базиев В.Ф., Богатырев А.Г.,**  
**Валовский В.М., Дарищев В.И.,**  
**Ермалинская И.А., Кузнецов Н.П.,**  
**Лысенко В.Д., Мищенко И.Т.,**  
**Стрижов И.Н., Хисамов Р.С.**

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций РФ от 04.04.2002 г. Рег. № ПИ 77-12336

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОНЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Лысенко В.Д.** О варианте дальнейшей рациональной разработки участка высоковязкой нефти ..... 4
- Сорокина Т.В., Стрижов И.Н., Пятибратов П.В.** Результаты вычислительных экспериментов для оценки влияния внутрислоевого давления на ФЕС при заводнении ..... 10
- Рехаев П.Н., Костин Н.Г., Шутков С.С.** Исследования фильтрационных свойств сложнопостроенных коллекторов нефти и газа месторождений севера Тимано-Печорской провинции при моделировании термобарических условий ..... 15
- Гурбатова И.П., Костин Н.Г.** Масштабный эффект при определении фильтрационно-емкостных свойств пласта в сложнопостроенных карбонатных коллекторах ..... 21

### МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ И ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

- Кокорев В.И.** Оценка технологической эффективности газовых методов повышения нефтеотдачи пластов в ОАО "РИТЭК" ..... 25
- Ланин Н.А., Коротченко А.Н., Зозуля Г.П., Никифоров В.Н., Гейхман М.Г.** Оценка эффективности физико-химических методов обработки призабойной зоны пластов, применяемых на месторождениях ТПП "Урайнефтегаз" ..... 29
- Девятков А.С.** Моделирование трещин гидравлического разрыва пласта с использованием локального измельчения гидродинамической сетки в случае полномасштабного сценария разработки месторождения ..... 32
- Молоканов Д.Р., Лопарев Д.С.** Технология строительства горизонтальных паронагнетательных и добывающих скважин на опытных участках ОПУ-4 и ОПУ-5 Ярегского месторождения тяжелой нефти ..... 36
- Мирсаатов О.М., Федоров Ю.В., Ахмадуллин Б.Г., Емельянов Д.В.** К вопросу об агрегативной стойкости водонефтяной эмульсии ..... 41

ОАО "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"

© ОАО "ВНИОЗНГ", 2010

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПАРАФИНА, СОЛЕЙ И ГИДРАТОВ

- Ольховская В.А., Песков А.В., Ермошкин А.А., Гритчина В.В.* Диагностирование состава солевых отложений методами рентгенодифрактометрического и энергодисперсионного микроанализа..... 44
- Кузнецов Н.П., Ерка Б.А., Марков М.Ю.* Особенности борьбы с отложениями солей на погружном оборудовании в ОАО "Новосибирскнефтегаз" ..... 53

## ТЕКУЩИЙ И КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СКВАЖИН

- Сачков К.В., Абдуллин Р.С.* О влиянии расположения технологических расслоений на прочность элементов ..... 56
- Борхович С.Ю., Колода А.В., Волков К.А.* Применение комплексных инновационных решений в технологиях ремонтно-изоляционных работ для вовлечения в разработку трудноизвлекаемых остаточных запасов нефти в ООО "РН-Пурнефтегаз" ..... 58

## СБОР, ТРАНСПОРТ И ПОДГОТОВКА НЕФТИ

- Широков Д.В., Любименко В.А., Колесников И.М., Липидус А.Л.* Квантово-химический анализ активности катализаторов процессов переработки компонентов попутных нефтяных и нефтесоводских газов ..... 62
- Омельянюк М.В., Черномашенко А.Н., Руденок В.М.* Повышение эффективности эксплуатации блоков регенерации гликоля подземных хранилищ газа ..... 65

\* \* \*

- Аннотации статей / Abstracts of articles ..... 67

### Журнал издает ОАО "ВНИИОЭНГ"

Генеральный директор **А.С. Тищенко**

Зам. генерального директора: **А.Г. Лачков**

Главный бухгалтер **Т.Н. Голубева**

Ведущие редакторы:  
**Н.Е. Любимова, А.Н. Астахова,  
И.А. Ермалинская**

Компьютерный набор: **Н.А. Аспосова,  
В.В. Васина**

Компьютерная верстка **Е.А. Панкратьева**

Корректор **Н.Г. Евдокимова**

Зав. производственно-издательским отделом  
**В.И. Черникина**

Индекс журнала  
58503 — по каталогу Агентства «Роспечать».  
10336 — по объединенному каталогу  
10337 «Пресса России».

Подписано в печать 11.03.2010.  
Формат 84×108 1/16. Бумага офсетная.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,56. Уч.-изд. л. 7,7.  
Тираж 1000 экз. Заказ № 31. Цена свободная.  
ОАО "ВНИИОЭНГ" № 5631.

Адрес редакции:  
117420 Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2.  
Тел. редакции: 332-00-35, 332-00-49.  
Факс: (495) 331-68-77.  
Адрес электронной почты: [vnioeng@mcn.ru](mailto:vnioeng@mcn.ru)

При перепечатке материала ссылка на издание обязательна.

Мнение редакционной коллегии не всегда совпадает с мнением автора материала.

менения для ремонта металлургических несплошностей муфт с пониженной металлоемкостью (меньшей толщины). Как видно, степень уменьшения толщины стенок ремонтных муфт  $K_\delta$  ( $K_\delta = \delta_{\text{н}}/\delta$ , где  $\delta$  — толщина стенки ремонтируемой трубы) прямо про-

порционально уменьшается со снижением параметра  $m$ . Например, четырехкратное снижение  $m$  приводит к уменьшению металлоемкости муфты в 4 раза. Для достижения такого эффекта целесообразно применять разнотолщинные муфты (рис. 4).

УДК 622.279.76

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ ДЛЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКУ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ В ООО "РН-ПУРНЕФТЕГАЗ"

С.Ю. Борхович<sup>1</sup>, А.В. Колода<sup>2</sup>, К.А. Волков<sup>1</sup>  
(УдГУ<sup>1</sup>, ООО "РН-Пурнефтегаз"<sup>2</sup>)

### 1. Введение

Одним из основных условий эксплуатации нефтегазовых месторождений недропользователем является достижение максимального коэффициента извлечения нефти. Процесс нефтегазодобычи сопряжен со многими осложняющими факторами, приводящими к временной приостановке работы фонда скважин, одним из которых является преждевременное обводнение. Борьба с обводнением добывающих скважин на разных стадиях разработки нефтегазовых месторождений является одной из актуальных задач отрасли. Преждевременное обводнение скважин может быть вызвано некачественным цементированием, коррозией эксплуатационной колонны, неравномерной выработкой запасов по разрезу, подходом фронта нагнетания (ФНВ), образованием заколонной циркуляции (ЗКЦ) пластовых и закачиваемых вод, наличием межпластовых перетоков. Запасы, приходящиеся на раз-

буренные участки, при преждевременном обводнении остаются не вовлеченными в разработку (рис. 1, а). Кроме того, качество строительства и длительность эксплуатации скважин осложнены из-за особых геологических условий — многопластовые объекты с газовой шапкой и подстилающей водой, тонкие глинистые перемычки и т. п. (рис. 1, б).

В 2008 г. на долю незадействованных в разработке разбуренных запасов в ООО "РН-Пурнефтегаз" (неработающий фонд скважин) приходилось 39 % от суммарных текущих извлекаемых запасов (ТИЗ). Имеется достаточный потенциал для работы с бездействующим фондом и вовлечением в разработку разбуренных, но не разрабатываемых запасов (рис. 2). Существуют риски неподтверждения текущих запасов, для чего проводится комплекс геолого-геофизических мероприятий по исследованию текущей насыщенности объектов.

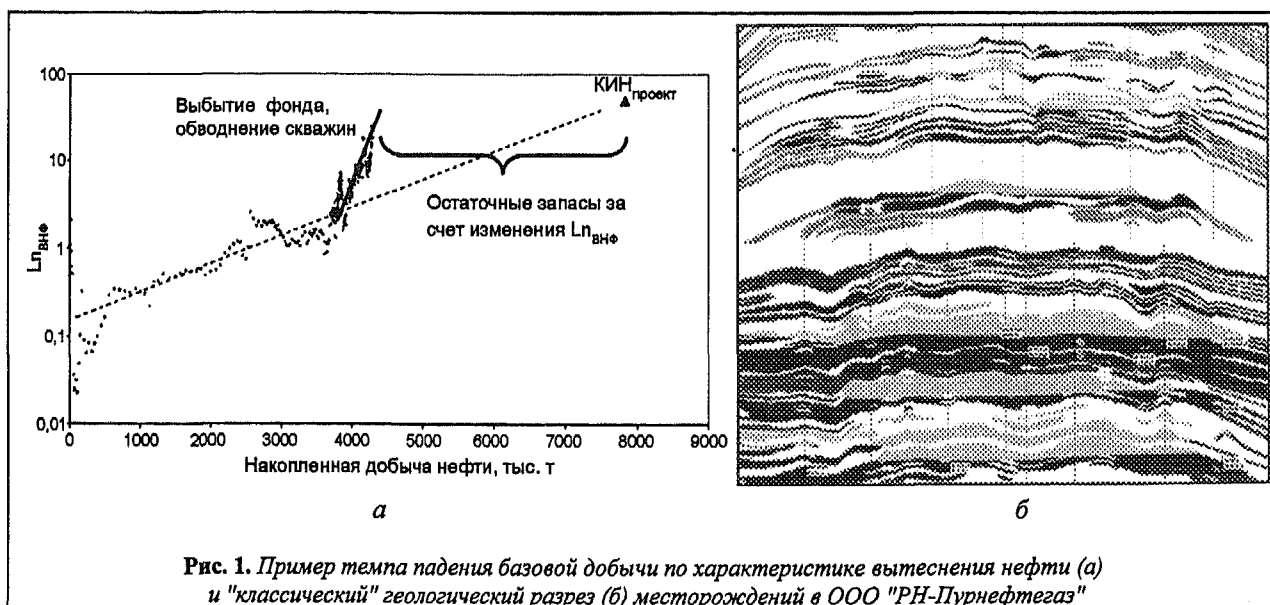
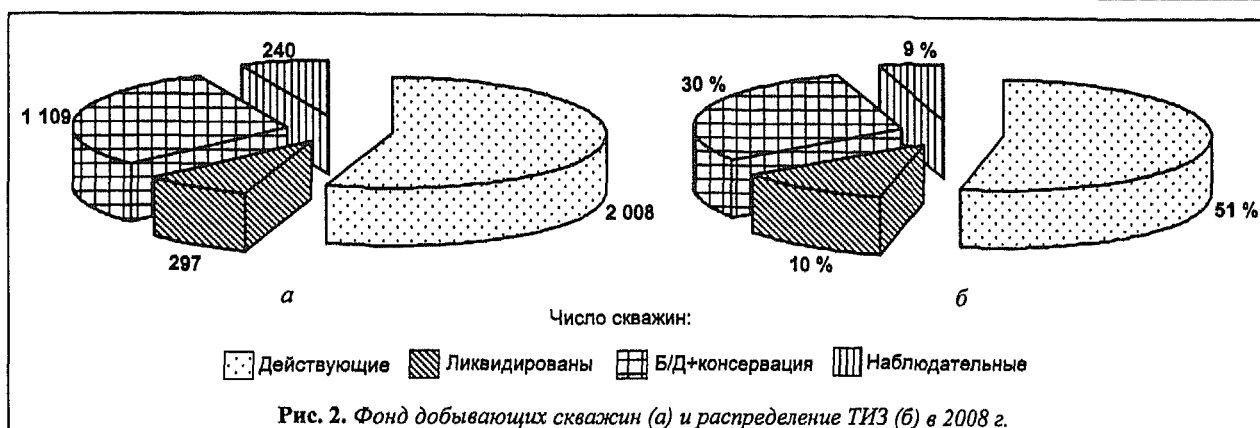


Рис. 1. Пример темпа падения базовой добычи по характеристике вытеснения нефти (а) и "классический" геологический разрез (б) месторождений в ООО "РН-Пурнефтегаз"



## 2. Новые подходы к решению "старых" проблем

Очевидно, что проведение ремонтно-изоляционных работ (РИР) является важной частью комплекса геолого-технических мероприятий (ГТМ). Выбор скважин-кандидатов, ранжирование, подбор технологии РИР, оценка экономической рентабельности в каждом конкретном случае осуществляется в рамках разработанного в ООО "РН-Пурнефтегаз" алгоритма принятия решений, в совокупности с матрицей применимости технологий.

Обобщение имеющихся знаний и опыта применимости технологий РИР, интенсификации добычи, а также систематизации подхода к проведению ГТМ при капитальном ремонте скважин позволило создать матрицу применимости технологий, включающую в себя:

- методику выбора потенциальных скважин-кандидатов для применения конкретной технологии;
- выявление граничных условий применимости технологий;
- оценки привлекательности применения технологий, обобщение опыта других компаний.

Одной из основных проблем резкого обводнения скважин в ООО "РН-Пурнефтегаз" является образование негерметичности в эксплуатационной колонне (НЭК). РИР по ликвидации НЭК относится к сложным видам капитального ремонта скважин и, помимо высокой его стоимости, к недостаткам этого вида ра-

бот относится высокая вероятность возникновения негерметичности в другом интервале, в том числе большой протяженности (ручейковая коррозия).

## РИР НЭК двухпакерными системами с большим проходным сечением

Одним из видов работ по ликвидации НЭК, успешно применяемых в ООО "РН-Пурнефтегаз" является РИР двухпакерной системой ООО "СК-Навигатор" (рис. 3).

К преимуществам данной технологии можно отнести:

- малую продолжительность ремонта (90...140 ч);
- успешность метода составляет 95 %;
- при диаметре пакеров 95 мм имеется возможность прохождения на забой инструмента диаметром 89 мм (НКТ 73 мм) — для промывки забоя, перфорации, ПГИ и др.;
- по сравнению с неизвлекаемыми дорнами имеется возможность извлечения из скважины за одну спускоподъемную операцию, в случае необходимости проведения сложных работ в скважине (ЗБС, ликвидация ЗКЦ, ГРП, извлечение аварийного инструмента с забоя и т. д.).

К недостаткам относятся уменьшение внутреннего диаметра до 95 мм для Э/К 146 мм и ограничение по глубине спуска ЭЦН.

Инновации:

1. Большой (95 мм для 146-мм ЭК) внутренний проходной диаметр пакерной системы (не существует аналогов).

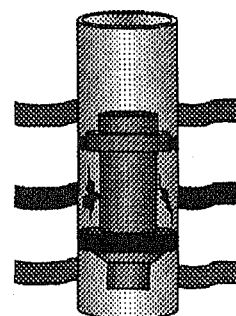
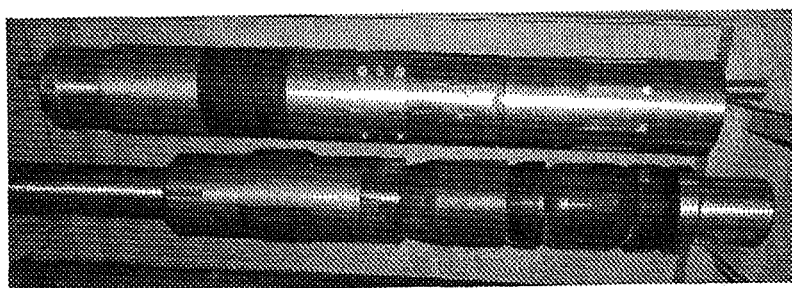


Рис. 3. Ликвидация негерметичности в 146-мм эксплуатационной колонне двухпакерной системой ООО "СК-Навигатор" с проходным внутренним диаметром 95 мм

2. Позволяет ликвидировать НЭК большой протяженности (до 1000 м).

3. Сокращение времени ремонта скважины в 2 раза по сравнению с обычным РИР тампонажными материалами.

### Механизированная эксплуатация скважин с НЭК

Данный вопрос актуален для многих нефтяных компаний. В ООО "РН-Пурнефтегаз" успешно испытаны и внедрены в производстве 2 технологии механизированной эксплуатации скважин с негерметичностью в эксплуатационной колонне (рис. 4). Основное отличие между технологиями — интервал установки УЭЦН: над пакером (УЭЦН с кожухом) или под ним ("ТАНДЕМ-4").

К преимуществам данных технологий относятся:

- полная изоляция влияния НЭК на работу нефтяного пласта;
- осуществление контроля работы УЭЦН с датчиком на приеме в комплексе со станцией управления с частотным преобразователем (СУ ЧП);
- наличие регулируемой перепускной эжекторной системы для избыточного давления газа в подпакерной зоне (технология "ТАНДЕМ-4");
- успешность технологий составляет 85 %.

К недостаткам относится риск пропуска пакерного кабельного ввода (для технологии "ТАНДЕМ-4", см. рис. 4, б), а также риск прихвата при последующем ремонте скважины из-за пересыпания пакера осадком, в случае выноса частиц породы из НЭК.

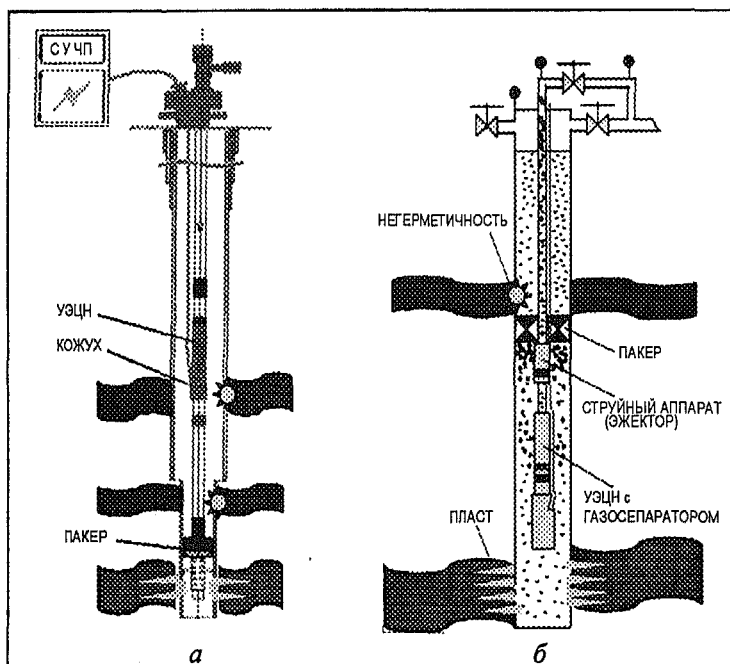


Рис. 4. Насосная добыча нефти из скважин с негерметичностью в эксплуатационной колонне:

а — УЭЦН+кожух в компоновке с пакером;  
б — УЭЦН в компоновке с пакером и струйным насосом "ТАНДЕМ-4"

Инновации:

1. Применение на скважинах, где "классический" РИР НЭК был неэффективен;
2. Относительно низкая стоимость комплектующих узлов;
3. Простота технологии;
4. Полностью отечественные разработки.

### РИР НЭК методом спуска и цементирования колонны меньшего диаметра

В процессе длительной работы скважины эксплуатационная колонна в интервале перфорации пласта постепенно разрушается. Этот процесс может быть вызван не только коррозией, но и механическим разрушением в процессе ремонта скважин. Необходимость применения данной технологии оправдана в случае наличия НЭК в призабойной части скважины, например, при изоляции старых интервалов перфорации, селективного отключения обводненного интервала, изнашивания части колонны в интервалах перфорации и др. (рис. 5). В ООО "РН-Пурнефтегаз" эта технология нашла широкое применение.

Преимущества данной технологии:

- малая продолжительность ремонта (до 150 ч);
- успешность метода составляет 97 %;
- внутренний диаметр 89 мм, позволяет производить технологические операции, в том числе перфорацию, ГРП, промывки забоя и др.;
- выдерживает высокую депрессию до 150 атм;
- простота выполнения работ, технология доступна любому квалифицированному подрядчику.

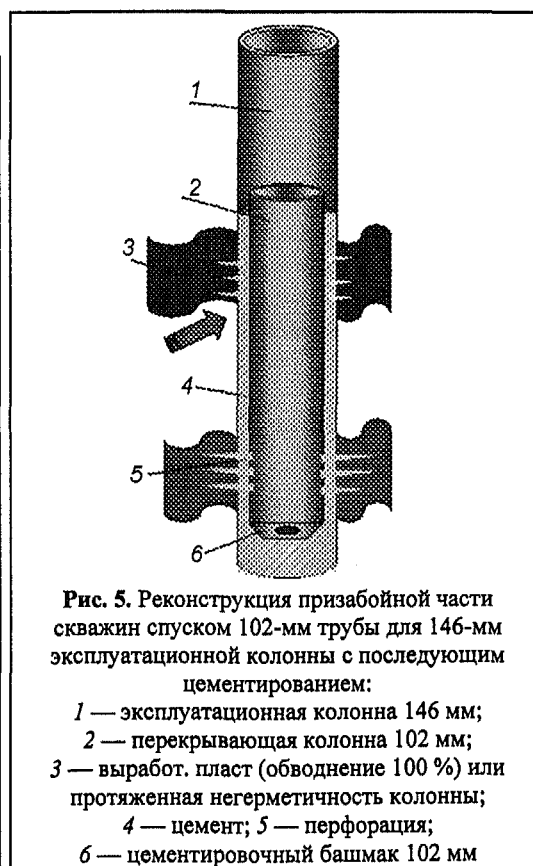
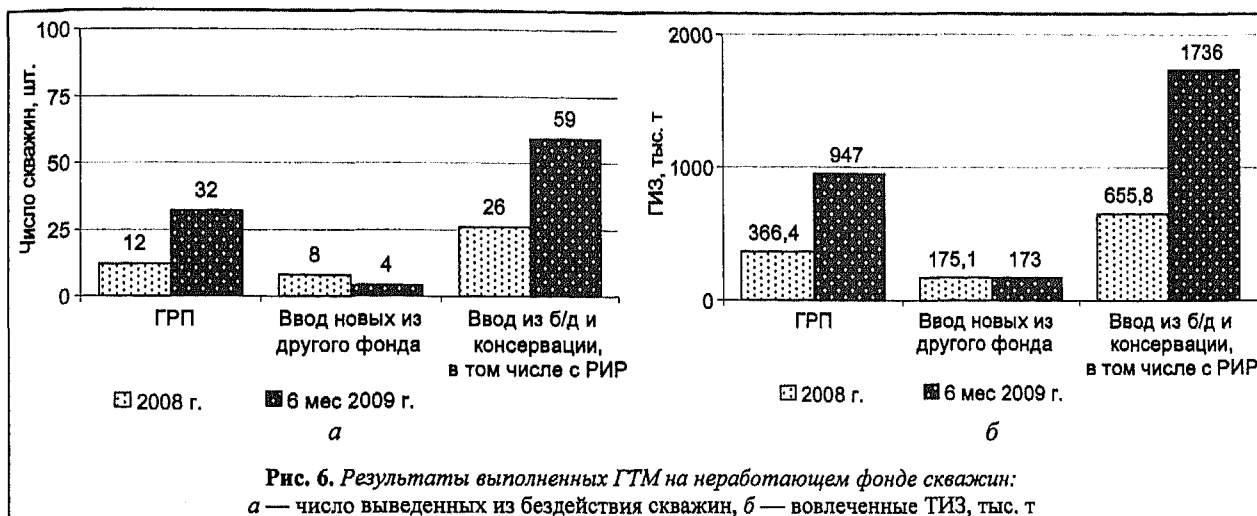


Рис. 5. Реконструкция призабойной части скважин спуском 102-мм трубы для 146-мм эксплуатационной колонны с последующим цементированием:

1 — эксплуатационная колонна 146 мм;  
2 — перекрывающая колонна 102 мм;  
3 — выработ. пласт (обводнение 100 %) или протяженная негерметичность колонны;  
4 — цемент; 5 — перфорация;  
6 — цементирующий башмак 102 мм



К недостаткам можно отнести уменьшение внутреннего диаметра до 89 мм для Э/К 146 мм, ограничение по глубине спуска УЭЦН, неизвлекаемое оборудование.

#### Инновации:

1. Техническая адаптация оборудования и инструмента, используемого при заканчивании скважин после резки боковых стволов (ЗБС), "левый—правый" переводник в адаптере 102 мм ПХЦЗ-102 мм для РИР.

2. Сокращение времени работы КРС по сравнению с "классическим" РИР в 2 раза.

3. Позволяет за 1 цикл ремонта ликвидировать НЭК большой протяженности (до 1000 м).

В ООО "РН-Пурнефтегаз" в 2010 г планируется проведение опытно-промышленного испытания аналогичной технологии РИР с применением стеклопластиковых колонн 102 мм, с возможностью разбуривания при необходимости.

### 3. Эффективность применения новых технологических решений в ООО "РН-Пурнефтегаз"

Благодаря испытанию и внедрению новых технологических решений в ООО "РН-Пурнефтегаз" ежегодно вводятся в разработку остаточные извлекаемые запасы до 9 млн т. На рис. 6 приведены основные результаты. К успешным ГТМ можно отнести: вывод

скважин из бездействия с помощью гидравлического разрыва пласта (ГРП) после проведения РИР на фонде с негерметичностью эксплуатационных колонн, расконсервация скважин с последующей селективной изоляцией обводненного интервала спуском 102-мм колонны, внедрение двухпакерных компоновок ООО "СК Навигатор", запуск скважин с УЭЦН+пакер.

Таким образом, выполнение геолого-технических мероприятий с применением новых подходов и технологических решений в области ремонтно-изоляционных работ позволило не только по-новому взглянуть на проблему вывода нефтяных скважин из длительного бездействия, стабилизировать процент падения базовой добычи, но и интенсифицировать общую добычу за счет вовлечения в разработку дополнительных запасов нефти и газа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях — М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. — С. 586.
2. "Научно-Технический вестник" / ОАО "НК "Роснефть". — М., 2009. — № 2, — С. 30.
3. Ремонтно-изоляционные работы в нефтяных скважинах с использованием тампонажных растворов на углеводородной основе / Т.В. Хисметов, А.М. Бернштейн [и др.] // Нефть. хоз-во. — М., 2009. — № 6. — С. 50.