



Р.Н. Хасаншин
канд. техн. наук
ООО «Газпромнефть НТЦ»¹
главный специалист
Khasanshin.RN@gazpromneft-ntc.ru



В.Ю. Яшнев
Салым Петролеум Девелопмент Н.В.²
ведущий специалист
Viktor.yashnev@salympetroleum.ru

Анализ успешности ремонтно-изоляционных работ на Западно- Салымском месторождении и пути повышения их эффективности

¹Россия, 190000, Санкт-Петербург, набережная Мойки, 75–79, литер Д.

²Россия, 123242, Москва, Новинский бульвар, 31, б/ц «Новинский», 6 этаж.

Одна из важнейших задач на Салымской группе месторождений – решение проблемы ограничения водопритока в добывающих скважинах для повышения уровня выработки запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах. В результате проведенного статистического анализа выявлены факторы, влияющие на результаты ремонтно-изоляционных работ, что позволило повысить их успешность на Западно-Салымском месторождении

Ключевые слова: ремонтно-изоляционные работы; ограничение водопритока; статистический анализ; влияющие факторы; успешность проведения работ

На нефтяных месторождениях Западной Сибири, в том числе и Западно-Салымском месторождении, добыча нефти производится с применением системы поддержания пластового давления. При переходе на 3 или 4 стадию разработки месторождения происходит прорыв воды по отдельным более проницаемым интервалам, и возникает необходимость в ограничении попутно добываемой воды. Кроме того, существуют различного рода инфраструктурные ограничения: высокие устьевые давления, отсутствие необходимых мощностей электроэнергии, возможность переработки добываемой продукции, высокая изношенность материальной базы и прочее. Как правило, основную часть средств компании-операторы вкладывают в разведку и строительство новых объектов, а инфраструктурные инвестиции в месторождения с падающей добычей осуществляются по остаточному принципу, что не позволяет в полной мере решить инфраструктурные проблемы. Таким образом, самым дешёвым способом снизить влия-

Самым дешёвым способом снизить влияние на загруженность наземной инфраструктуры является производство внутрискважинных ремонтно-изоляционных работ

ние на загруженность наземной инфраструктуры является производство внутрискважинных ремонтно-изоляционных работ (РИР).

В неоднородных пластах или при гидравлическом разрыве одного из пластов первоочередной выработке и обводнению подвергаются наиболее проницаемые интервалы, характеризующиеся меньшим начальным градиентом давления при движении жидкости. Эти же интервалы чаще всего являются путями полного обводнения скважин, когда менее проницаемые прослойки остаются невыработанными, а на участке продуктивного пласта еще сосредоточены значительные извлекаемые запасы нефти.

На **рис. 1** представлен типовой интерпретированный каротаж многопластовой скважины Западно-Салымского месторождения.

Из рисунка видно, что скважиной вскрыто несколько продуктивных горизонтов, и из всех осуществляется добыча. Довольно часто случается подход или прорыв фронта нагнетаемых

вод по одному из пластов, вызванный неравномерным вытеснением. Таким образом, одной из важнейших задач на Салымской группе месторождений стало решение проблемы ограничения водопритока в добывающих скважинах для повышения уровня выработки запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах.

В рамках анализа выполненных работ по изоляции отдельных интервалов и выявления критичных параметров было проанализировано 97 скважино-операций. Стоит отметить, что основная масса произведённых РИР осуществлялась с целью временной изоляции вышележащих горизонтов и последующего производства гидравлического разрыва пласта (ГРП) на нижнем горизонте. После производства ГРП данные пласты вновь вовлекались в разработку. Основным критерием успешности выполненных изоляционных работ был принят показатель опрессовки эксплуатационной колонны. Успешными считались скважины, на которых показатель падения давления при опрессовке изолированного интервала не превышал 5 атм за 30 мин [1].

РИР проводились по четырем технологиям:

- закачка тампонажного состава *Microdur* (на основе микроцементов). Особенностью применения данной технологии является низкая приемистость интервала изоляции. Данный состав обладает высокой проникающей способностью и может проникать в матрицу породы. Всего по данной технологии было выполнено 43 скважино-операции. Средняя успешность работ составила 39,5%;

- закачка состава *Thermatek* низкой вязкости (на основе неорганических материалов и расколов). Всего по данной технологии было выполнено 33 скважино-операции. Средняя успешность работ составила 51,5%;

- закачка состава «Петрохим». Всего по данной технологии было выполнено 9 скважино-операций. Средняя успешность работ составила 44,4%;

- закачка тампонажного состава на основе цемента класса G. Всего по данной технологии было выполнено 12 скважино-операций. Успешность работ составила 25,0%.

Основной проблемой при анализе РИР является отсутствие достоверных зависимостей между влияющими параметрами и успешностью или эффективностью работ. Для определения степени влияния параметров, а также граничных условий для успешного проведения работ был проведен статистический анализ [2].

На **рис. 2** представлено распределение скважин и успешности в зависимости от технологии проведения работ.

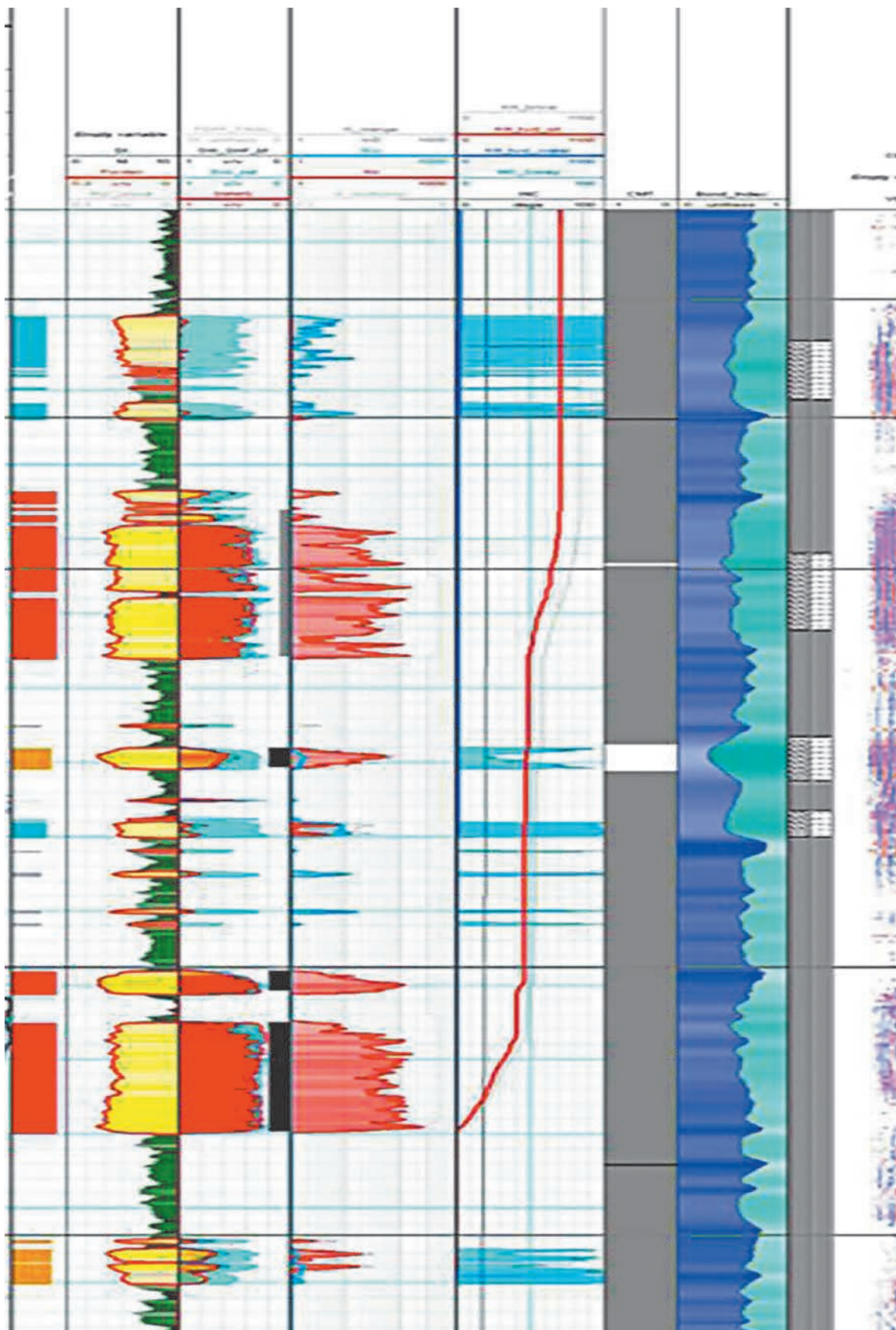


Рис. 1.
Короткая диаграмма скважины на Западно-Салымском месторождении

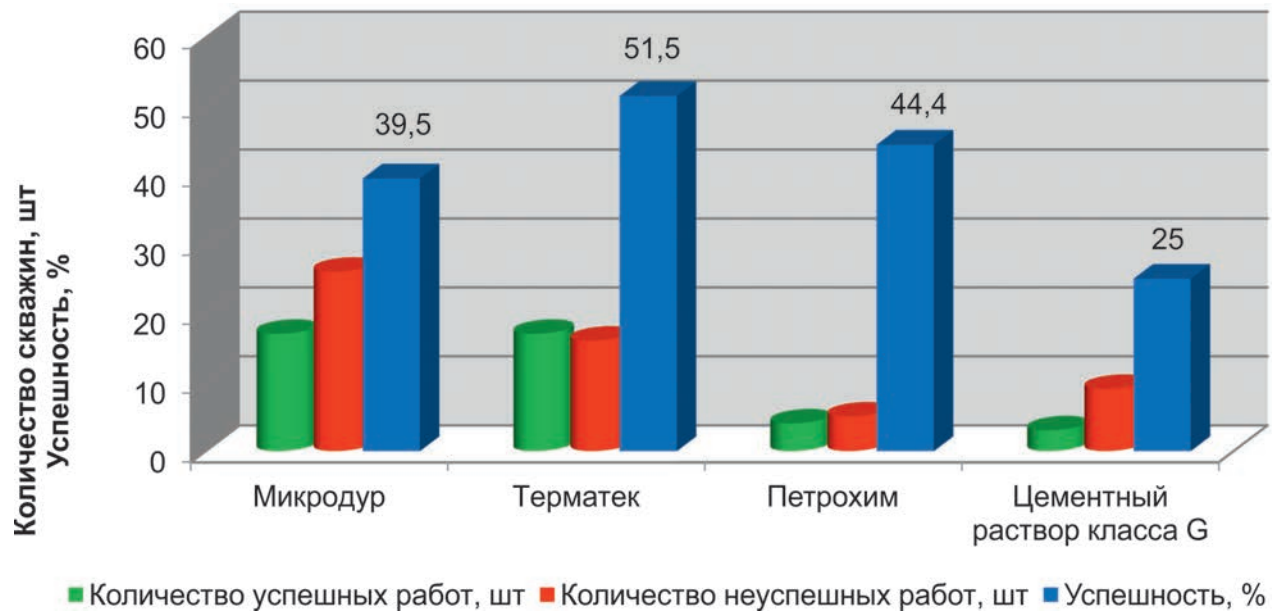


Рис. 2.

Распределение успешности работ, количества скважин в зависимости от технологии проведения работ

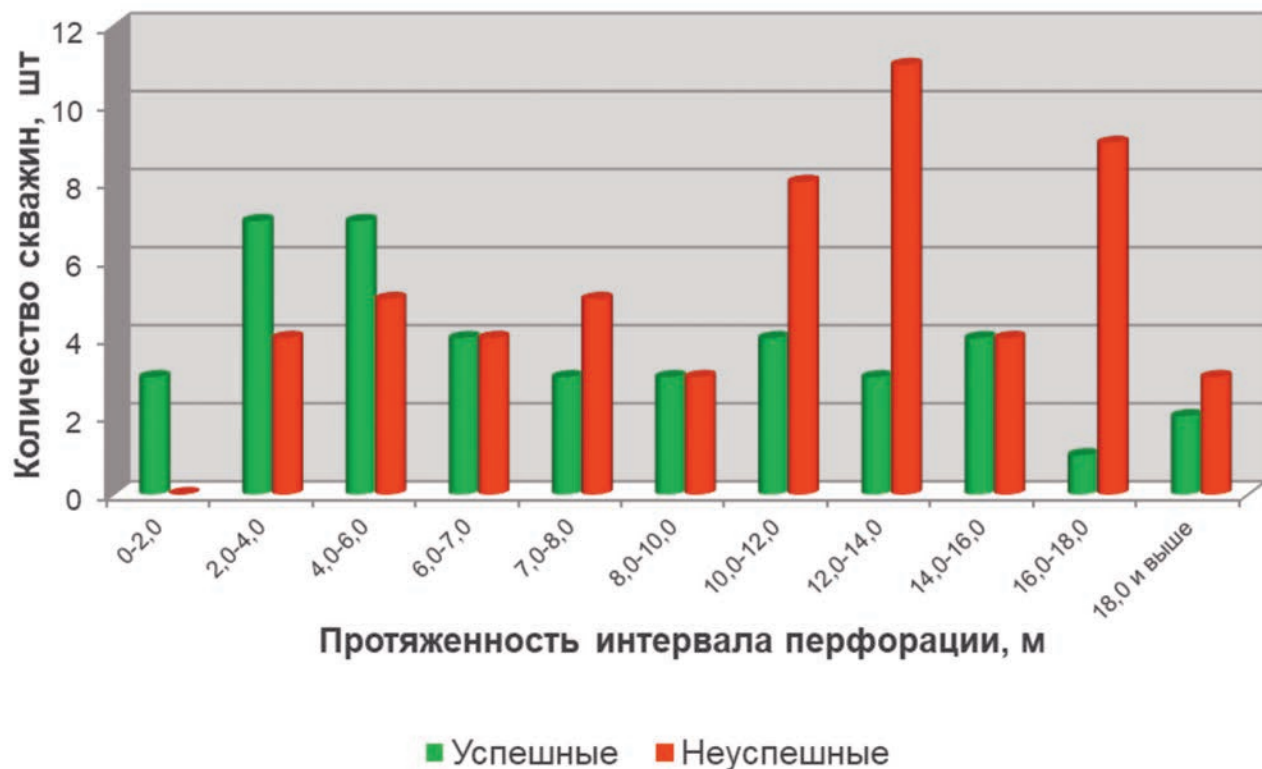
Для выявления влияющих факторов были рассмотрены и проанализированы следующие параметры:

- протяженность интервала перфорации;
- количество интервалов перфорации;
- мощность вскрытых перфорацией проницаемых интервалов;

- проводимость;
- проницаемость перфорированных интервалов;
- объем тампонажного материала;
- плотность закачиваемого состава;
- плотность жидкости глушения;
- конечное давление закачки.

Рис. 3.

Распределение успешных и неуспешных скважин в зависимости от протяженности изолируемого интервала



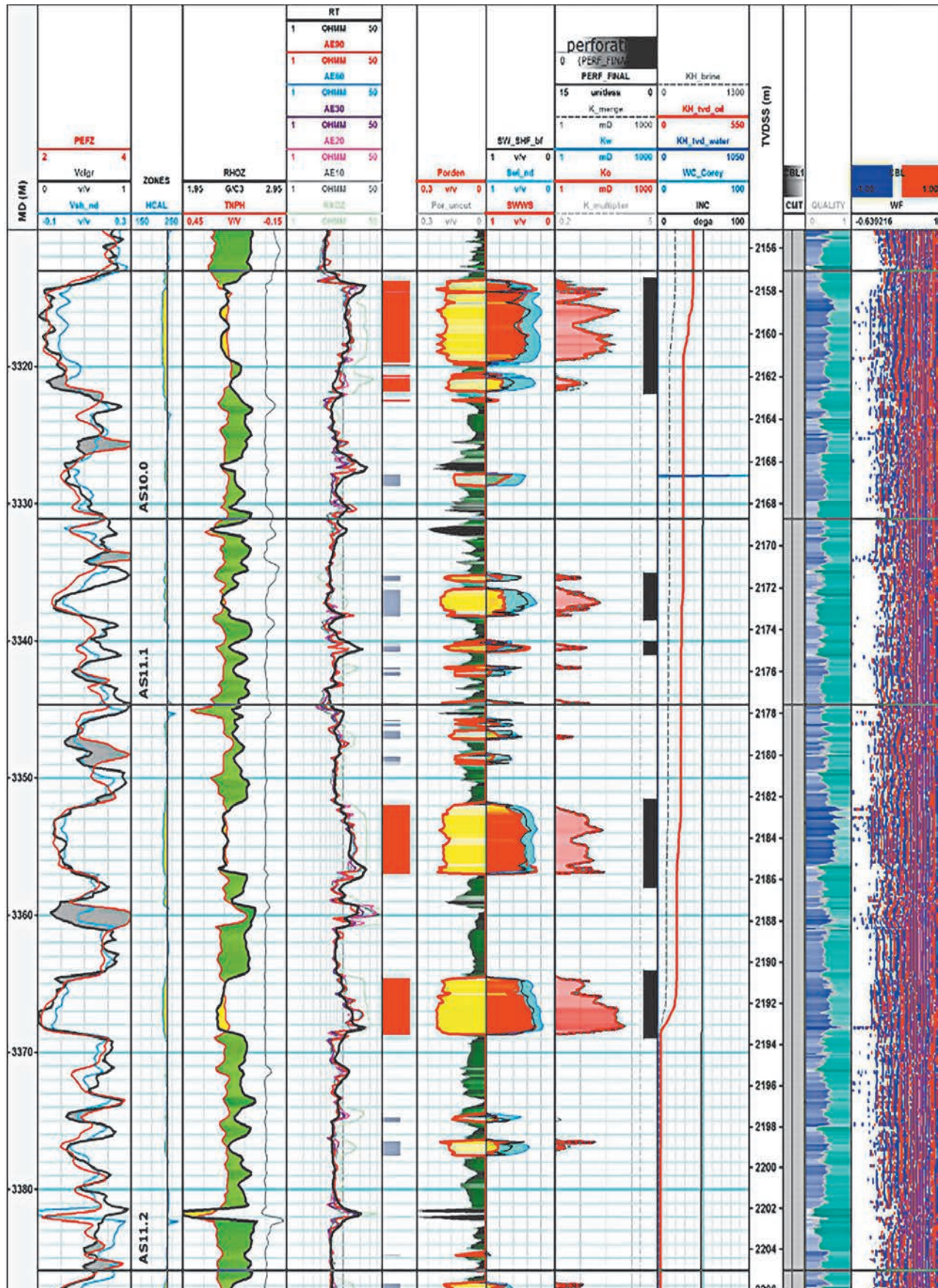


Рис. 4.
 Каротажная диаграмма скважины

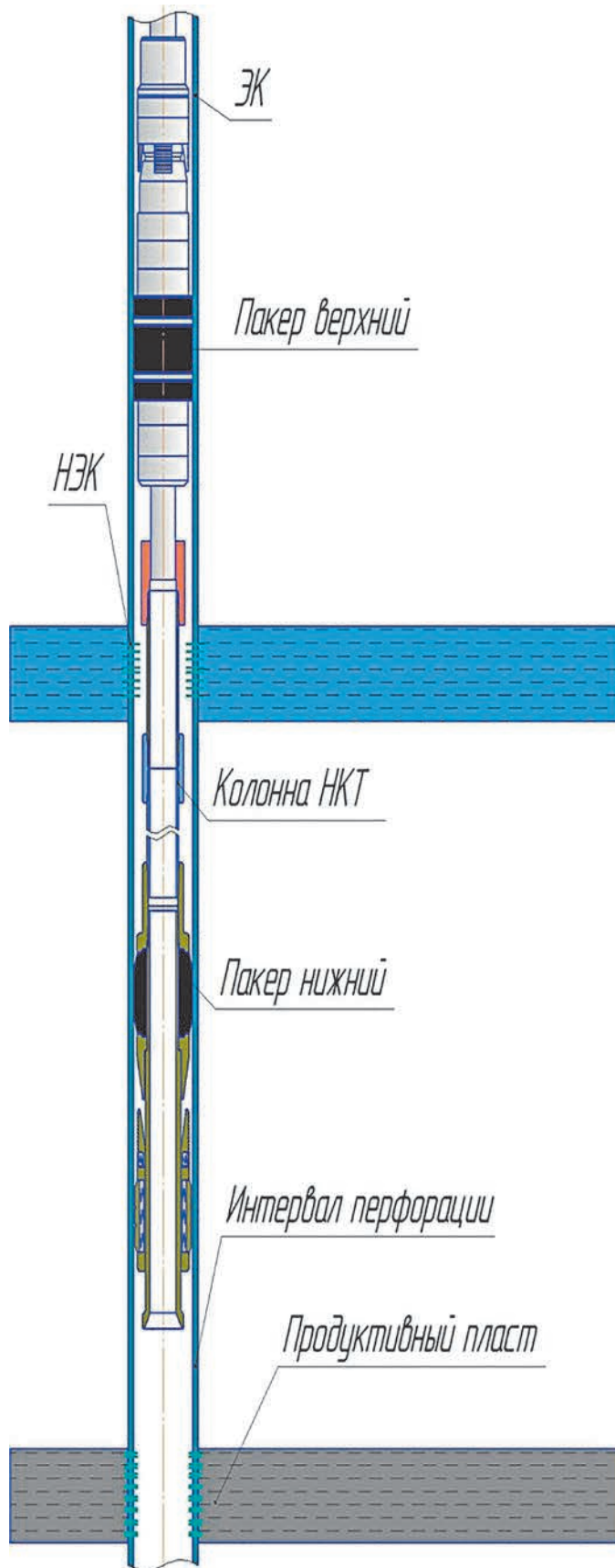


Рис. 5.
Схема двухпакерной компоновки

На первом этапе скважины разделены на две группы – «успешные» и «не успешные». Критерием успешности работ являлось отсутствие притока из непроектного интервала (для добывающих скважин) или ухода жидкости в соседний пласт (для нагнетательных скважин) по результатам промыслово-геофизических работ.

На втором этапе было выполнено распределение скважин по интервалам влияющих параметров. Определялось количество скважин, попавших в определенный интервал. На **рис. 3** представлено распределение по одному из влияющих факторов (протяженность изолируемого интервала).

По результатам статистического анализа были выявлены основные факторы и диапазоны успешного проведения РИР на Западно-Салымском месторождении:

- протяженность интервала перфорации. Если протяженность перфорации не превышает 6 м, то рекомендуется проведение работ с применением тампонажных материалов. При протяженности интервалов перфорации более 7 м, рекомендуется проведение работ с применением технических средств (двухпакерная компоновка, резьбовые металлические пластыри);

- количество интервалов перфорации. Если необходимо изолировать только один интервал перфорации, то высока вероятность успешного проведения работ закачкой тампонажных материалов;

- проницаемость изолируемых интервалов. Если проницаемость не превышает 12 мД, то рекомендуется проведение работ по закачке тампонажных материалов. При проницаемости более 12 мД рекомендуется закачка полимерного состава перед тампонажными растворами.

В случаях, когда прогнозируется совокупный отрицательный результат РИР с применением тампонажных материалов, таких как протяженность интервала изоляции более 7 м; количество интервалов перфорации более 2 и проницаемость изолируемого интервала более 50 мД, – рекомендовано применение механических средств (металлический пластырь, двухпакерная компоновка).

В качестве примеров приведены результаты работ по скважинам.

Скважина на Верхне-Салымском месторождении

Скважина эксплуатировалась на три пласта – AS10.0 (3313,5 – 3322), AS11.1 (3335–3338,5; 3340–3341), AS11.2 (3351,5–3358, 3364–3369).

Цель работ – отключение пласта AS10.0. Интервал перфорации – 3313,5–3322.

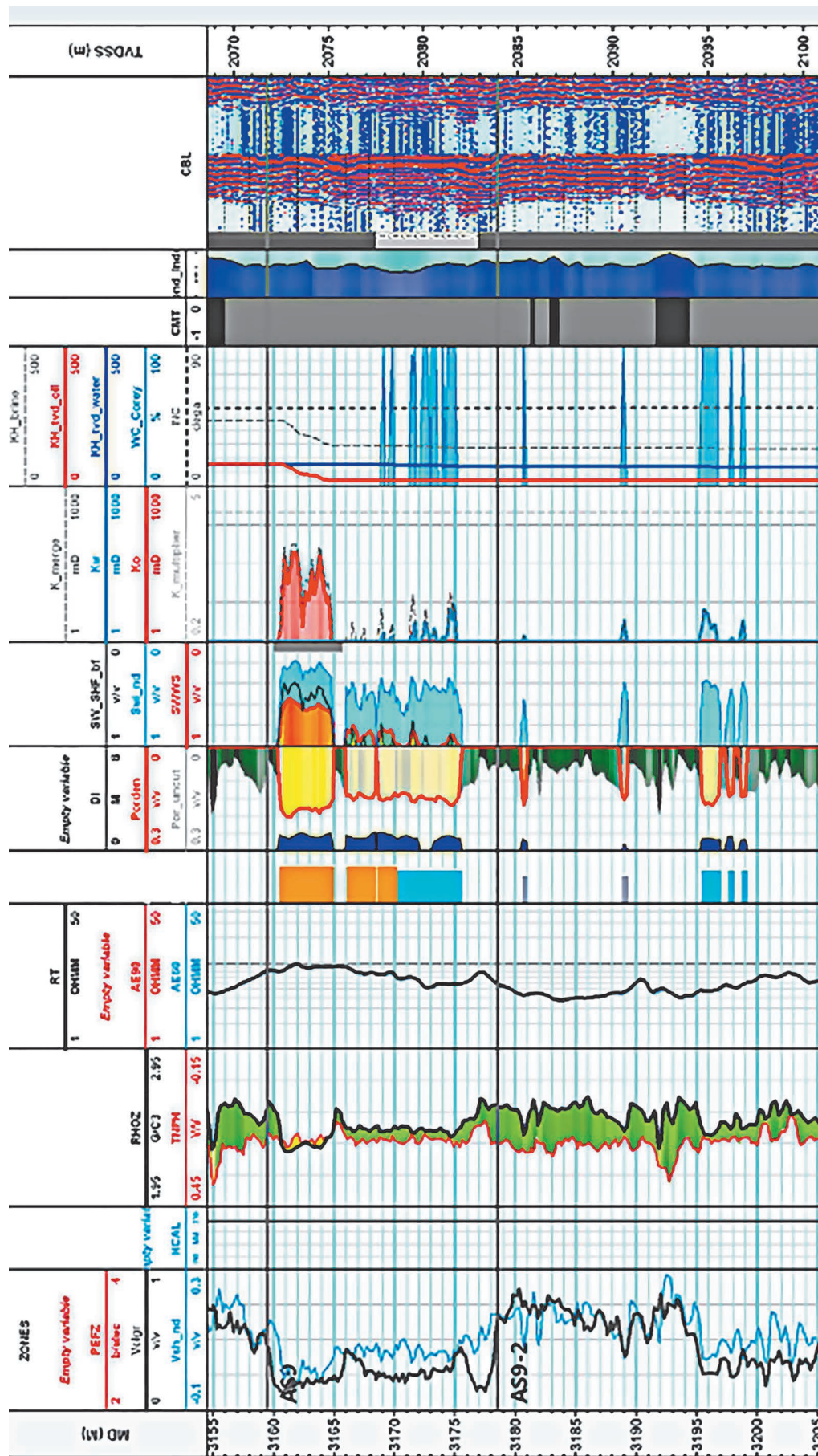


Рис. 6.
Короткая диаграмма скважины в интервале пласта АС9.0-

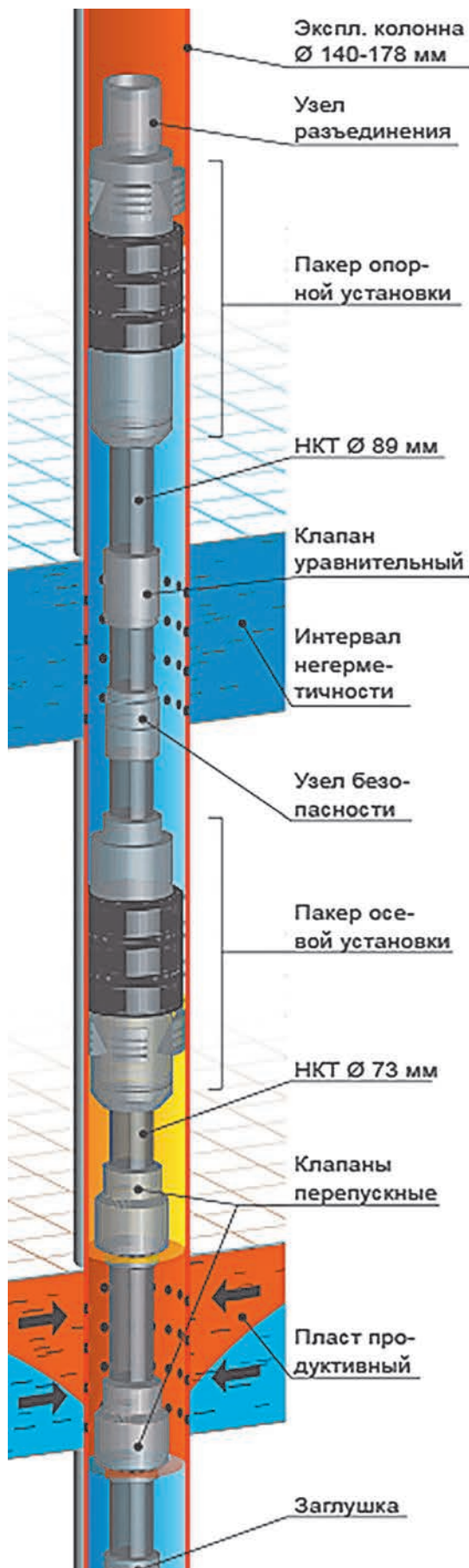


Рис. 7.
Схема компоновки 2ПРОМ-СИАГ производства ООО «НПФ Пакер»

На **рис. 4** представлена каротажная диаграмма.

Протяженность интервала перфорации – 7,1 м.

Мощность вскрытых перфорацией проницаемых интервалов – 4,58 м.

Проводимость всех интервалов – 67,6.

Проницаемость (средняя) по пласту – 14,8 мД.

Проницаемость (максимальная) по интервалу – 18,7 мД.

Скважина после ГРП.

По предварительной оценке, прогноз успешности работ с применением тампонажных материалов был отрицательным. По итогам прогноза было принято решение о спуске двухпакерной компоновки в интервале выше и ниже продуктивного АС10.

Работы проводились силами СК «Навигатор», схема оборудования представлена на **рис. 5**.

До производства работ режим работы скважины:

- дебит жидкости – 260 м³/сут, 92%;
- дебит нефти – 18,3 т/сут.

После спуска и установки компоновки при равном забойном давлении скважина работала со следующими параметрами:

- дебит жидкости – 56 м³/сут;
- обводненность – 71%;
- дебит нефти – 14,3 т/сут.

В условиях крайне высокой загруженности наземной инфраструктуры сокращение дебита жидкости составило 200 м³/сут, что позволило осуществить запуск вновь пробуренных скважин с низкой обводненностью.

Скважина на Западно-Салымском месторождении

Скважина эксплуатировалась на два пласта:

- АS9.0 – интервал перфорации 3160–3166 м;
- АS11 (2) – интервал перфорации 3246–3253 и 3253–3261,5 м.

На **рис. 6** представлена каротажная диаграмма скв. 190 Западно-Салымского месторождения.

Скважина эксплуатировалась со следующими параметрами:

- дебит нефти – 4 т/сут;
- дебит жидкости – 90 м³/сут.

Первоначально на скважине рассматривалось несколько вариантов проведения работ: закачка тампонажных материалов под давлением, спуск двухпакерной компоновки.

С учетом установленных ранее критериев успешного выполнения работ по отключению пласта на скважине было принято решение произвести спуск двухпакерной компоновки. Протяженность изолируемого пласта АС9 составила 6 м (3160–3166 м).

Двухпакерная компоновка 2ПРОК-СИАГ производства ООО «НПФ Пакер» была спущена на глубину 3129–3179 м. Схема компоновки представлена на **рис. 7**.

В настоящее время скважина эксплуатируется в АПВ режиме с параметрами:

- дебит жидкости – 25 м³/сут;
- дебит нефти – 17 т/сут.

При этом на первоначальном этапе процент обводнённости продукции снизился с 95 до 17%. На основании данной скважины можно судить о правильности выбранного подхода к проведению работ.

Выводы

1. В результате проведенного статистического анализа выявлены факторы, влияющие на результаты ремонтно-изоляционных работ.

2. В случаях, когда прогнозируется отрицательный результат проведения РИР с применением тампонажных материалов, рекомендуется применение механических средств (двухпакерные компоновки, металлические пластиры).

3. На Салымской группе месторождений успешно установлены четыре двухпакерные компоновки различных производителей по изоляции нескольких интервалов перфорации. Успешность изоляции составила 100%.

4. Выявление влияющих факторов позволило повысить успешность ремонтно-изоляционных работ на Западно-Салымском месторождении. **III**

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Утверждены приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101. Доступно на: <http://base.garant.ru/70368570/> (обращение 15.04.2018).
2. Мирзаджанзаде А.Х., Степанова Г.С. Математическая теория эксперимента в добыче нефти и газа. М.: Недра. 1977.

UDC 622.245/276/279

R.N. Khasanshin, PhD, Chief Specialist, Gazpromneft Science & Technology Centre (Gazpromneft STC)¹,
Khasanshin.RN@gazpromneft-ntc.ru

V.Yu. Yashnev, Leading Specialist, Salym Petroleum Development N.V.², Viktor.yashnev@salympetroleum.ru

¹75–79 liter D, Moika River emb., St. Petersburg 190000.

²6th floor, 31 Novinsky Blvd., Moscow, 123242, Russia.

Water Shut-off on West Salym Field Analysis and its Efficiency Improvement

Abstract. One of the most important tasks at the Salym group of fields is to solve the problem of limiting water inflow in production wells to increase the level of oil reserves in low-permeability reservoirs. As a result of the statistical analysis, the factors affecting the results of repair and insulation works were identified, which made it possible to increase efficiency at the West Salym field

Keywords: water shut-offs; inflow improvement; statistical analysis; influencing factors; success of work

References

1. *Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti «Pravi-la bezopasnosti v neftianoi i gazovoi promyshlennosti»*. *Utverzheny prikazom Rostekh-nadzora ot 12.03.2013 № 101* [Federal rules and regulations in the field of industrial safety “Rules of safety in the oil and gas industry”. Approved by the order of Rostekh nadzor from 12.03.2013 № 101]. Available at: <http://base.garant.ru/70368570/> (accessed 15 April 2018).
2. Mirzadzhanzade A.Kh., Stepanova G.S. *Matematicheskaja teoriia eksperimenta v dobyche nefti i gaza* [Mathematical theory of the experiment in oil and gas production]. Moscow, Nedra Publ., 1977.



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



UNESCO



Международная научно-практическая конференция

Гармонизация подходов при оценке запасов и ресурсов полезных ископаемых

ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ: 30-31 мая 2018 г.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: Московский государственный институт международных отношений Министерства иностранных дел России (Москва, проспект Вернадского, 76)

ОРГАНИЗАТОРЫ: Европейская экономическая комиссия ООН, Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Министерство энергетики РФ, МГИМО МИД России

УЧАСТНИКИ: Представители стран-членов ЕЭК ООН, отраслевые министерства и ведомства РФ, добывающие компании, консалтинговые компании, экспертные сообщества, российские и международные финансовые организации, фондовые биржи, коммерческие банки, проектные институты, научные круги и общественные организации

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

Ключевые задачи развития инвестиционного потенциала недр;

Возможность использования Рамочной классификации ресурсов ООН (РКООН) для развития национальных экономик, включая разработку политик правительств и компаний в управлении ресурсами и финансовой отчетности;

Гармонизация российских классификаций запасов и ресурсов с РКООН, PRMS и CRIRSCO для привлечения инвестиций и государственного планирования (сессии по углеводородному сырью и твёрдым полезным ископаемым);

Гармонизация национальных классификаций стран Азии между собой и РКООН, PRMS и CRIRSCO – как основа создания единого геолого-экономического пространства;

Создание и развитие институтов «Компетентных лиц» и национального аудита запасов в странах-членах ЕЭК ООН – путь повышения надежности и прозрачности оценки и управления запасами.

ОСНОВНЫЕ ДОКЛАДЧИКИ:

Дэвид МакДоналд – Председатель Экспертной группы по ресурсным классификациям (EGRC) при ЕЭК ООН

Е.А. Киселев – Заместитель Министра природных ресурсов и экологии России – Руководитель Роснедр

А.Б. Яновский – Заместитель Министра энергетики России

И. В. Шпуров – Генеральный директор ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых»

Представители стран-членов ЕЭК ООН

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ: Участие бесплатное

КОНТАКТЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ:

Национальная ассоциация по экспертизе недр

Тел.: +7 (495) 780-33-12, +7 (916) 573-67-72

d.shagislamova@naen.ru

info@naen.ru

При необходимости участникам оказывается визовая поддержка