

ТОМУ, КТО ХОЧЕТ СНИЗИТЬ СЕБЕСТОИМОСТЬ ДОБЫЧИ НЕФТИ



Снижение себестоимости добычи нефти, как говорили в советские времена, — важная народно-хозяйственная задача. Недропользователи в этом весьма заинтересованы.

Одним из путей снижения себестоимости является добыча нефти одной скважиной из нескольких пластов.

Совместная разработка пластов не только возможна, но и эффективна, о чем свидетельствует опыт применения технологии, разработанной ООО «СибГеоПроект». Компания приглашает все заинтересованные организации к сотрудничеству по проведению исследований предлагаемым методом. Мы имеем необходимое сертифицированное оборудование, обученный персонал. Технология регламентирована и согласована с Ростехнадзором.

После проведения исследований и интерпретации материалов «СибГеоПроект» предоставит экспертное заключение о возможности совместной эксплуатации нескольких пластов в исследуемой скважине, а также рекомендации по выбору подземного оборудования и оптимального режима эксплуатации скважины...

Известен способ такой добычи, называемый совместно-раздельной эксплуатацией пластов. При этом пласты в скважине разделяются пакерующими устройствами, а продукция каждого из них поднимается на поверхность по отдельным каналам.

Однако применение такого способа существенно ограничено техническими условиями — лишь один объект разработки можно эксплуатировать мехспособом, остальные должны быть фонтанирующими (что в настоящее время встречается крайне редко), количество эксплуатируемых одной скважиной пластов не может быть больше трех. Кроме того, суще-

ственно усложняются конструкция и состав подземного оборудования, что, кроме удорожания, ведет к повышению риска возникновения аварийных ситуаций.

Совместно, но с оговорками

Гораздо проще несколько объектов в скважине эксплуатировать совместно. Перфорацией вскрывается возможное количество пластов, спускается УЭЦН высокой производительности, и скважина выдает «на-гора» солидный объем нефти.

Но не наносит ли такой способ эксплуатации вред разрабаты-

ваемым залежам и насколько он вообще правомерен? В научных и производственных нефтяных сообществах идет активная дискуссия на эту тему.

Некоторое время назад федеральное государственное учреждение «Экспертнефтегаз» опросило ведущих специалистов и ученых отрасли по этой проблеме. Высказанные мнения сведены в таблицу (см. «*Мнения ведущих специалистов и ученых отрасли...*»).

Как видно из таблицы мнения ведущих специалистов отрасли серьезным образом не отличаются. Все сходятся на том, что совместная разработка пластов возможна, но для этого на-

Мнения ведущих специалистов и ученых отрасли о совместной эксплуатации нескольких пластов

	За	Против	Что нужно делать, если принято решение о совместной разработке
Профессор Батурин Ю.Е.	Можно, если проницаемость различается менее чем в 3–5 раз	КИН будет меньше. Процесс разработки более длителен и затратен	Промысловые исследования
Профессор Башиев Б.Т.	Если не ограничивать сроки выработки запасов, качество скважин и оборудования		Технико-экономические исследования. Выбрать экономически эффективный вариант
Профессор Боксерман А.А.	Целесообразно. Увеличивает темпы разработки объекта, а следовательно, экономические показатели		Промысловые исследования, предусмотреть ГТМ (выравнивание профиля)
Профессор Дияшев Р.Н.	Только для вовлечения в разработку запасов, разработка которых экономически неэффективна при раздельной разработке	Снизится КИН	
Профессор Жданов С.А.	Если проницаемость различается менее чем в 1,5–2 раза. Либо для вовлечения в разработку запасов, разработка которых экономически неэффективна при раздельной разработке		Технико-экономические показатели должны рассчитываться в целом по месторождению и пластам
Профессор Закиров С.Н.	Только однотипные пласты толщиной не более 2 метров	Нецелесообразно, ведет к преждевременному обводнению. Суммарный дебит ниже суммы раздельных дебитов	Организация совместно-раздельной, контролируемой закачки воды в каждый пласт
Профессор Иванова М.М.	Пласты близкой проницаемости — однозначно. Другие — вынужденно по экономическим показателям. Не наносит ущерба КИН		Сопровождать достаточным контролем над работой каждого пласта и техническим обеспечением регулирования их работы
Профессор Лебединец Н.П.	Можно при определенных условиях	Лучше не объединять	При обеспечении эффективного контроля и регулирования выработки запасов каждого пласта
Профессор Лысенко В.Д.	Рационально, когда без уменьшения нефтеотдачи увеличивается средний дебит	Возрастает неравномерность вытеснения нефти, повышается обводненность	
Профессор Мартос В.Н.	Эффективно. Приводит к росту удельных запасов и гидропроводности, что повышает экономическую эффективность	Возрастает селективность вытеснения нефти, повышается обводненность	Многомерное моделирование для выявления влияния объединения пластов на КИН
Профессор Муслимов Р.Х.	Можно для однотипных пластов, если проницаемость различается менее чем в 2–3 раза и если различие в вязкостях допускает проведение методов воздействия		
Профессор Непримеров Н.Н.		Нельзя ни при каких условиях	
Профессора Чоловский И.П. и Гутман И.С.	Можно, если это экономически обосновано		Решать комплексную и повариантную задачу вместе с вопросами о плотности сетки скважин и влиянии на КИН
Профессор Щелкачев В.Н.		Нежелательно. Способствует ухудшению выработки запасов	Быть готовым к работам по изоляции отдельных прослоев либо бурению скважин для выработки оставшейся нефти
Лещенко В.Е.		Нежелательно. Отрицательно влияет на выработку запасов по каждому пласту	Провести технологические расчеты исходя из текущих и прогнозных экономических показателей
Профессор Лозин Е.В.	Можно для однотипных пластов с близкой проницаемостью, вязкостью насыщающей жидкости и единых стратиграфически		
Ревенко В.М.	Однозначно можно для пластов единых стратиграфически		Перейти от понятия «объединение пластов» к термину «зона поэтапной совместной разработки»
Профессор Халимов Э.М.	Можно, если это геологически и экономически эффективно		Геологические и технико-экономические исследования с учетом стадии разработки
Сазонов Б.Ф.	Можно, когда: • самостоятельная разработка пласта нерентабельна и низкоэффективна; • вязкость нефти в пластовых условиях меньше вязкости вытесняющего агента; • во всех случаях, когда вариант разработки с объединением пластов имеет технико-экономические преимущества	Недопустимо объединять пласты с резко отличающимися проницаемостью, вязкостью нефти, содержанием парафинов и сероводорода, имеющими высокую степень неоднородности. Часто создает крайне неблагоприятную динамику обводнения	Обеспечить раздельную закачку вытесняющего агента
Юдин В.М.	Целесообразно, если близки коллекторские свойства и свойства нефти, пласты разделены покрышками небольшой толщины. При совместной эксплуатации подключаются в работу ранее не работавшие прослои. Происходит «саморегулирование» выработки запасов		Организовать комплексный контроль выработки запасов и ее регулирование путем дополнительного бурения скважин, совершенствовать системы заводнения. Организовать дифференцированное воздействие на отдельные пласты
Д.г.-м.н. Хисамов Р.С.	Возможно практически не отличающиеся по коллекторским свойствам 2–3 пласта толщиной не более 5–8 метров	Чем выше неоднородность, тем хуже конечный КИН	
Асланян А.М.	Единственное условие — когда раздельная эксплуатация не оправдана извлекаемыми запасами	Максимальное значение КИН можно получить только при раздельной разработке	

до соблюдения ряд условий. Основным из них является обеспечение надежной системы контроля и регулирования выработки запасов.

Для этого недропользователю совершенно необходимо четко представлять, сколько нефти и воды добывается из каждого совместно разрабатываемого пла-

ста в любой момент и при любых скважинных условиях эксплуатации. В настоящее время при ежемесячном подведении итогов по добыче нефти специалисты отде-

**Рецензия на статью
«Технология исследования скважин при
совместной эксплуатации пластов»
(авторы Горностаев С.Г., Шлеин Г.А.,
ООО «СибГеоПроект»)**

Большинство месторождений, разрабатываемых в Западной Сибири, являются многопластовыми. С одной стороны, это подарок природы, когда на сравнительно небольшом по площади участке выявлены несколько продуктивных пластов. С другой — данный фактор осложняет процесс разработки месторождения.

Предлагаемая технология позволяет вести эксплуатацию двух и более объектов с соблюдением требований контроля по отборам запасов из каждого пласта, но не позволяет выборочно (по одному из пластов) ограничивать или увеличивать отбор продукции

Решение о совместной или раздельной эксплуатации продуктивных пластов (выделение объектов разработки) принимается в технологическом проектно-техническом документе. Но даже в случае объединения пластов в единый объект разработки от недропользователя требуется обеспечить надежный контроль за процессом эксплуатации и выработки запасов каждого продуктивного пласта.

Авторы в статье предлагают свою технологию совместной эксплуатации двух и более пластов, которая предполагает проведение исследовательских работ без остановки скважин. В результате мы получаем необходимые параметры работы по каждому пласту, не прерывая процесс их эксплуатации, а значит, и отсутствуют факторы, осложняющие процесс повторно-го запуска скважины в работу.

Добыча жидкости из пластов осуществляется струйным насосом, спущенным на НКТ большого диаметра (102 мм), для доступа геофизического прибора

к продуктивным пластам спущен еще один лифт диаметром 60 мм. Этот лифт спущен концентрично в НКТ 102 мм. Таким образом, контроль за отбором жидкости из пластов осуществляется методом, основанным на записи геофизического комплекса типа «приток-состав», входящим в комплекс геофизических исследований скважин ГИС.

Данная технология позволяет совместно отбирать продукцию из двух и более пластов и одновременно без отключения работающих пластов вести контроль за отбором продукции.

В частности, комплекс ГИС позволяет периодически в рабочем режиме скважины замерять дебит, обводненность, забойное давление, температуру каждого пласта. Смена режима отбора жидкости (дебита) осуществляется одновременно по всем пластам путем изменения подачи рабочей жидкости к струйному насосу.

Например, увеличивая или уменьшая закачку (объем) рабочей жидкости через струйный насос, мы, соответственно, увеличиваем или уменьшаем и суммарный дебит скважины. В первом случае (при увеличении) смены режима происходит снижение динамического уровня и, как следствие, уменьшается забойное давление, депрессия увеличивается и все пласты начинают работать уже в другом режиме.

Таким образом, технология не позволяет выборочно уменьшать или увеличивать дебит по одному из разрабатываемых совместно пластов. Но зато позволяет проводить отбор продукции на разных режимах, при этом проводить замеры в текущем состоянии и строить индикаторные диаграммы для определения коэффициентов продуктивности каждого пласта. Также при остановке скважины без подъема компоновки осуществлять замер пластового давления.

СЕРГЕЙ СУТОРМИН
Генеральный директор
ЗАО «ВНИИнефть — Западная Сибирь»
БОРИС ТЕРЕБИН
Зав. лабораторией техники и технологии
добычи нефти (ТиТДН)

лов разработки, пользуясь усредненными фильтрационными характеристиками пластов, разделяют объем нефти, добытый сква-

сюда следует накопленная ошибка в оценке выработки запасов, теряется возможность адекватного регулирования процесса разработки. А это — прямое нарушение законодательства по недропользованию. Пока государственные контролирующие органы смотрят на такие нарушения сквозь пальцы, но недалек тот день...

Для того чтобы избежать ошибки, разработчику месторождения необходим такой информационный инструмент, как индикаторная диаграмма по каждому пласту в скважине, причем с разделением по дебитам воды и нефти. Тогда, зная значение депрессии, при которой работает

скважина, совершенно просто определить дебиты по видам жидкости каждого из пластов и, соответственно, добытый объем за отчетный период.

Как получить такой инструмент?

Казалось бы, все просто. Существует метод геофизических исследований, называемый «приток-состав», который в работающем пласте по комплексу измеряемых приборами физических параметров позволяет выделить работающие толщины, удельную долю жидкости, добываемой этими пропластками в общем объеме

Применение способа совместно-раздельной эксплуатации пластов существенно ограничено техническими условиями. Гораздо проще несколько объектов в скважине эксплуатировать совместно

жиной пропорционально толщине и проницаемости каждого пласта.

Совершенно понятно, что такой подход весьма субъективен и имеет очень низкую точность. От-

ме дебита скважины, и разделить этот поток по фазам притока (вода, нефть, газ).

Такие исследования достаточно достоверно отражают картину, происходящую на забое скважины при условии, что в процессе работ поддерживается постоянная депрессия. Только тогда появляется возможность построить ряд индикаторных диаграмм (по пластам и добываемым жидкостям). Но без специальных техники и технологии выдержать неизменным значение депрессии представляется возможным только в фонтанирующих скважинах, число которых в действующем фонде мало.

В нефонтанирующих скважинах приходится искусственно понижать забойное давление, например, снижением уровня жидкости в скважине свабом. Но при этом одновременно проводить исследования и поддерживать постоянное значение депрессии невозможно — уровень жидкости будет постоянно возрастать, скважинные условия — изменяться.

По результатам таких исследований можно лишь качественно определить, какой пласт работает нефтью, в притоке какого пласта присутствует вода. О построении индикаторных диаграмм не может быть и речи.

Технология «СибГеоПроекта»

В ООО «СибГеоПроект» разработаны техника и технология совместной эксплуатации объектов и их исследований, позволяющие успешно добывать из скважины нефть с соблюдением требований контроля по выработке запасов из каждого пласта.

Технология исследований моделирует в скважине ситуацию, создающуюся при добыче нефти механизированным способом. Формируется и удерживается постоянным динамический уровень жидкости в скважине, проводится изучение параметров пластов при создании депрессии. В качестве инструмента, откачивающего жидкость из скважины, применен струйный насос.

Для обеспечения работы струйного насоса необходимо на-

личие двух каналов: один — для подачи рабочей жидкости к насосу, второй — для подъема на поверхность смешанного объема продукции пластов и рабочей жидкости. В предлагаемой технологии для доступа приборов к продуктивным пластам в оборудовании предусматривается третий канал, создаваемый спуском дополнительного концентричного ряда НКТ (см. «Схема проведения исследований...»).

После пуска в работу струйный насос откачивает из внутреннего ряда НКТ жидкость, снижает ее уровень в скважине, создавая забойную депрессию. Депрессия выдерживается на постоянном уровне необходимом для исследования время.

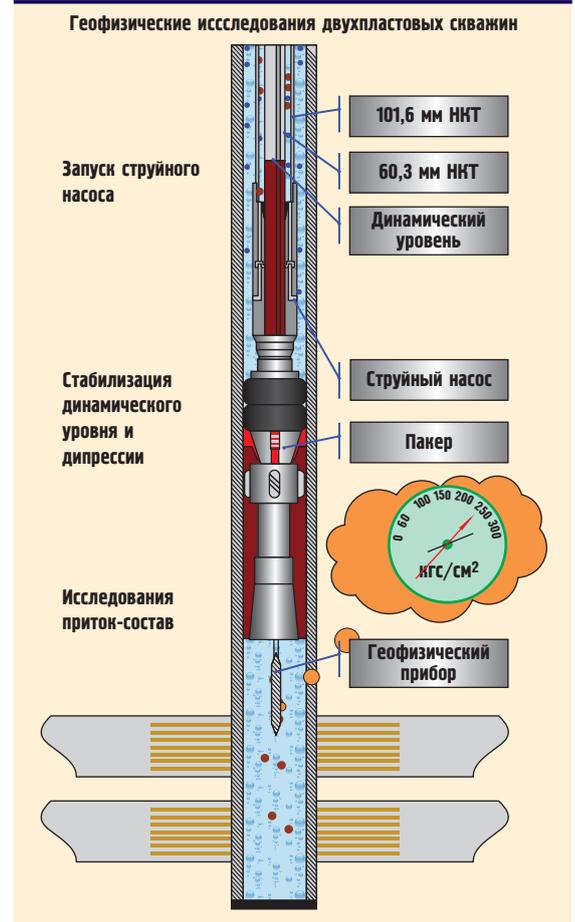
Комплектом геофизических приборов, спущенных через внутренний ряд НКТ в зону эксплуатируемых пластов, производится запись комплекса «приток-состав». Изменяя депрессию и проводя при этом вышеуказанный комплекс ГИС, получают картину работы пластов в динамике.

Испытания разработанной техники и технологии проводились на скважине одного из месторождений Западной Сибири. В результате работ замерены дебиты жидкости на трех стационарных депрессиях в процессе работы пластов Б₅ и Б₆. Проведены геофизические исследования по определению профиля притока с регистрацией механического расходомера как в поточечном, так и в непрерывном режиме при трех различных постоянных депрессиях.

Комплексная интерпретация данных расходомерии, влагомерии и резистивиметрии позволила распределить добычу нефти и воды по разрабатываемым объектам (см. «Сводная диаграмма фазовой дебитометрии...»).

Из пласта Б₆ получен приток пластовой воды без признаков нефти. Из пласта Б₅ получен приток пластовой воды с нефтью. По результатам исследований были построены индикаторные диаграммы и определены коэффициенты продуктивности по пластам и по виду пластового флюида. Были определены текущие значения пластового давления по пла-

Схема проведения исследований скважин, эксплуатирующих совместно несколько пластов



стам: Б₅ — 190,8 и Б₆ — 180 кгс/см². (см. «Результаты со-

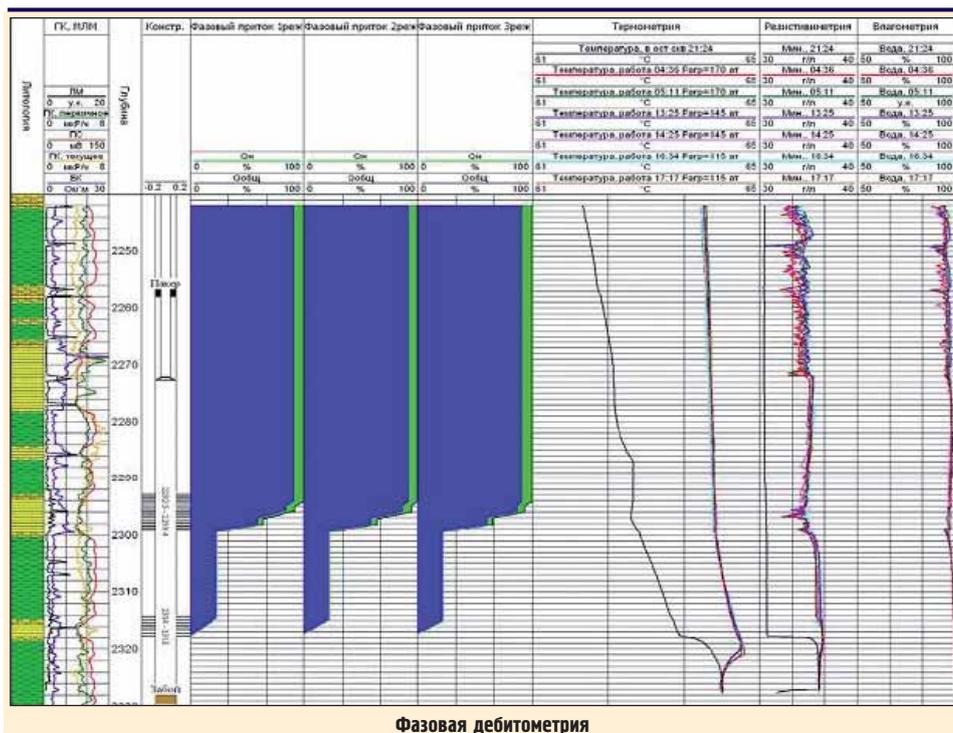
Специалисты сходятся на том, что совместная разработка пластов возможна, но для этого надо соблюсти ряд условий. Основным из них является обеспечение надежной системы контроля и регулирования выработки запасов

вместного испытания...» и «Индикаторная диаграмма...»).

Разработчику месторождения необходим такой информационный инструмент, как индикаторная диаграмма по каждому пласту в скважине, причем с разделением по дебитам воды и нефти

Авторы разработки полагают, что подобные исследования необходимо проводить сразу же после вскрытия перфорацией

Сводная диаграмма метода «Фазовая дебитометрия» по исследуемой скважине



нения забойного давления в скважине при различных методах исследования»). Полученные нами гидродинамические параметры отличаются от данных, полученных при свабировании и исследовании скважины с помощью установки УГИС, и практически соответствуют данным, полученным при эксплуатации скважины ЭЦН.

Как уже говорилось выше, после снижения уровня жидкости в скважине (закачка азота, свабирование) исследования проводятся при постоянном росте уровня жидкости в скважине, т.е. стационарная депрессия отсутствует и нет возможности определить условия (депрессию), при которых подключаются в работу или отключаются отдельные пласты и пропластки. Процент обводненности продукции по каждому из работающих пластов не поддается расчету (либо определяется весьма неточно).

При применении УГИС исследования возможно провести лишь в точечном режиме, так как конструктивные особенности таких струйных насосов не позволяют достичь свободного движения геофизического кабеля через сальниковое уплотнение насоса и одновременной высокой степени герметизации этого уплотнения (кабель не движется в уплотнении при герметичном обжати сальником, либо сальник негерметичен при движении кабеля). Точность и сопоставимость полученных замеров очень низкая. Возможность проведения фоновой

второго и каждого из последующих пластов, вовлекаемых в совместную эксплуатацию одной скважиной. Так как параметры работы пластов в процессе раз-

но совмещать с ремонтом скважины по смене насоса. Удлинение сроков ремонта составит около трех суток, из них около суток скважина будет добывать нефть в процессе исследований.

В скважине, в которой проводились опытные работы по предлагаемой технологии, ранее были проведены исследования с применением сваба в качестве инструмента, создающего депрессию, и с применением вставного спускаемого на кабель струйного насоса — УГИС (см. «Сводная диаграмма изме-

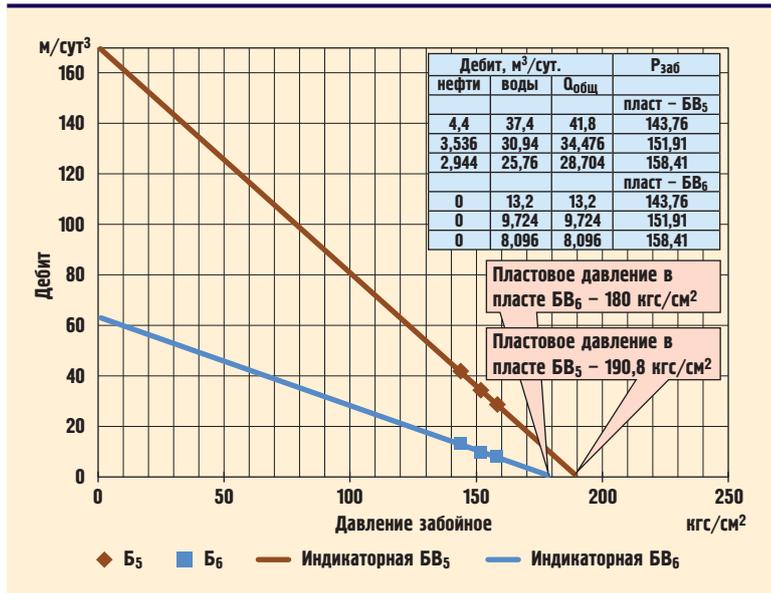
В ООО «СибГеоПроект» разработаны техника и технология совместной эксплуатации объектов и их исследований, позволяющие успешно добывать из скважины нефть

работки неизбежно изменяются, исследования нужно периодически повторять. Эти работы умест-

Результаты совместного испытания двух пластов, Б₅ и Б₆

Режим работы, Рр, кгс/см ²	Время работы на режиме	Дебит, м ³ /сут.		Давление, кгс/см ²			Депрессия, кгс/см ²	Пластовая температура, °С	Коэффициент продуктивности, м ³ /сут./кгс/см ²		Гидропроводность, Д*см/сПа
		Нефти	Воды	Рзаб	Рпл, замер.	Рпл, расч.			По нефти	По воде	
Пласт Б₅											
160,00	2:00	4,40	37,40	143,76			47,07				
140,00	2:00	3,54	30,94	151,91			38,92	0,092	0,797		
100,00	2:00	2,94	25,76	158,41			32,42				
Пласт Б₆											
160,00	2:00	0,00	13,20	143,76			47,07	64,5			3,39866
140,00	2:00	0,00	9,72	151,91			38,92				
100,00	2:00	0,00	8,10	158,41			32,42	0,000	0,249		
				190,01	190,83						

Индикаторная диаграмма исследования пластов Б₅ и Б₆ в процессе работы скважины



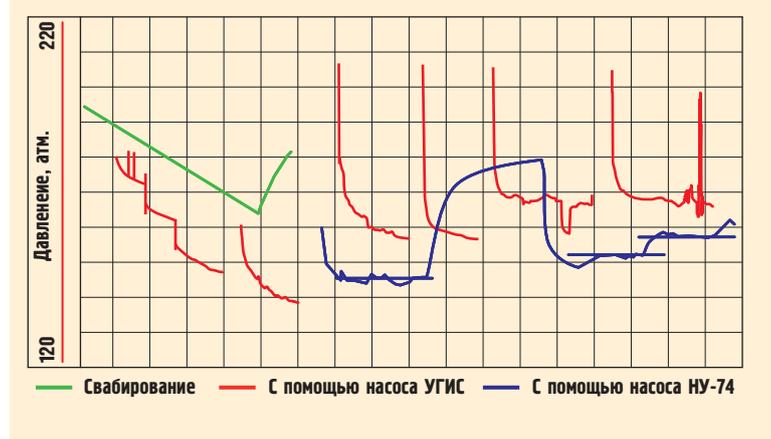
записи параметров отсутствует. Интерпретация результатов исследований затруднительна. Продолжительность исследований очень высокая.

Технология исследований моделирует в скважине ситуацию, создающуюся при добыче нефти механизированным способом

В свою очередь, предлагаемый метод не имеет перечисленных недостатков конкурирующих методов, хотя и более трудозат-

Комплексная интерпретация данных расходомерии, влагомерии и резистивиметрии позволила распределить добычу нефти и воды по разрабатываемым объектам

Сводная диаграмма изменения забойного давления в скважине при различных методах исследования: свабирование, с помощью насоса УГИС, с помощью насоса НУ-74



ратен (все-таки приходится спускать в скважину две колонны НКТ вместо одной).

Предлагаемый метод не имеет традиционных недостатков конкурирующих методов, хотя и более трудозатратен: все-таки приходится спускать в скважину две колонны НКТ вместо одной

Технология и результаты исследования были представлены на заседании ТО ЦКР Роснедра по ХМАО-Югре и получили полное одобрение (см. «Из протокола ЦКР...»).

Из протокола ЦКР №969 от 27.12.07

...Сформировавшаяся в России практика совместной эксплуатации двух и более пластов в нынешнем виде не устраивает как государство, так и самих недропользователей с точки зрения разделения добычи и контроля за выработкой запасов по пластам...

ЦКР Роснедра постановляет:

1. Одобрить работы ООО «СибГеоПроект» по созданию и промышленному внедрению технологии исследования скважин для определения возможности совместной эксплуатации двух и более пластов;
2. Рекомендовать недропользователям указанные технологию и оборудование для широкого использования при разработке нефтяных, газонефтяных нефтегазоконденсатных месторождений;
3. Считать обязательным при проектировании разработки месторождений, а также в процессе разработки месторождений (в случае принятия решения об объединении в один эксплуатационный объект группы пластов) использование технологии и оборудования исследования скважин с использованием двухрядной компоновки струйного насоса конструкции ООО «СибГеоПроект» типа НУ-74.

Установить порядок, при котором проектные документы, представляемые на экспертизу и последующее рассмотрение на нефтяной секции ЦКР Роснедра (ТО ЦКР Роснедра), без разделов, содержащих перечень соответствующих мероприятий, их стоимость и календарные планы исследований, приниматься не будут...

Н.Н. Лисовский, Председатель ЦКР Роснедра