

ОПЫТ СОВМЕЩЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ДООСВОЕНИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

В описываемом исследовании рассмотрен опыт совмещения доосвоения скважин с проведением на них газогидродинамических исследований. При анализе полученных результатов применялся комплексный подход с использованием методов обработки как стационарных, так и нестационарных режимов фильтрации. Комплексный подход является мощным средством получения достоверных результатов по продуктивным характеристикам скважин, способствует более полному контролю над процессом очищения скважин после длительной консервации или обработки призабойной зоны. Полученные данные могут обоснованно использоваться при прогнозе режимов работы эксплуатационных скважин на газовых месторождениях и подземных хранилищах газа.

Ключевые слова: газодинамические исследования, стационарный режим фильтрации, нестационарный режим фильтрации, доосвоение.

Многолетняя практика проведения газодинамических исследований (ГДИ) газовых скважин при стационарных режимах фильтрации подтвердила применимость двучленного закона притока газа к забою скважины (Гриценко и др., 1995). Существенным ограничением такого подхода является обязательная стационарность рассматриваемых данных, которая редко достигается на практике. Один из способов обработки ГДИ на нестационарных режимах при помощи функции влияния разработан в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и неоднократно описан в литературных источниках (Бузинов, Егурцов, 1995; Бузинов и др., 1999). Эффект усталости скважин, обнаруженный Егурцовым Н.А. на Совхозном ПХГ (Бузинов, Егурцов, 1995), оказывает значительное влияние на динамику продуктивных характеристик скважин в процессе эксплуатации хранилища.

В описываемом исследовании рассмотрен опыт совмещения доосвоения скважин с проведением на них газогидродинамических исследований. При анализе полученных результатов применялся комплексный подход с использованием методов обработки как стационарных, так и нестационарных режимов фильтрации.

Сотрудники ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с сотрудниками одного из Центра подземного хранения газа (ПХГ) провели газогидродинамические исследования 11 эксплуатационных скважин с целью определения их продуктивных характеристик. Скважины длительное время находились в ожидании подключения и не участвовали в эксплуатации хранилища. Часть этих скважин находилась в длительной консервации, часть использовалась в качестве наблюдательных. По некоторым скважинам проводилась обработка призабойной части пласта технологическими жидкостями с целью ликвидации песчаных пробок.

Так как призабойные зоны скважин в процессе первичных освоений и ГДИ, имевших место сразу после бурения, не были до конца очищены, при проведении исследований ставилась цель не только определить существующие продуктивные характеристики скважин, но и по возможности их улучшить.

В процессе исследований по большинству скважин наблюдался вынос воды и глинистого раствора, что сопровождалось существенным улучшением продуктивных характеристик большинства исследованных скважин. Ниже

рассмотрен пример комплексного анализа результатов ГДИ на примере эксплуатационной скважины № 134. На скважине № 134 ГДИ проводились с замерными шайбами 6,3 мм, 7,9 мм, 9,5 мм, 11 мм и 12,7 мм. Измерение устьевого давления проводилось с использованием МТУ-04 (измерительный преобразователь давления), позволяющего вести записи замеренных давлений с достаточной точностью. Изменение расчетного забойного давления и дебита в процессе исследования представлены на рис. 1.

При анализе динамики забойного давления прослеживается следующая особенность. Фактически, ни один из режимов работы скважины нельзя считать стационарным – происходит непрерывный рост давления (Рис. 1). С такой ситуацией сталкиваются многие исследователи – показания манометра растут медленно. Рост давления на 0,05 МПа в течение 15 минут практически незаметен. При общеизвестных погрешностях замерного оборудования самым логичным кажется решение принять такой незначительный рост за стабилизацию. Однако даже при визуальном контроле всего массива данных закрадывается сомнение – можно ли обоснованно применять в такой ситуации методику обработки ГДИ на стационарных режимах фильтрации.

Действительно, для скважины № 134 провести обработку результатов исследований с использованием всех полученных данных не представляется возможным (Рис.2). В процессе исследования происходило очищение призабойной зоны пласта. Особенно интенсивный вынос происходил на замерной шайбе 9,5 мм. Из рис.1 видно, что при работе на этом режиме образовалось до трех псевдо стабилизаций режима. По мере очищения призабойной зоны расход газа и забойное давление увеличиваются. Еще при проведении ГДИ было ясно, что продуктивные характеристики скважины улучшаются.

Данные ГДИ скважины № 134 были условно разбиты на две группы – до и после очищения призабойной зоны. По методике обработки стационарных исследований были получены продуктивные характеристики скважины для обеих групп данных. Как видно из рисунков 3 и 4, после очистки призабойной зоны произошло заметное улучшение продуктивных характеристик скважины.

Обработка результатов исследований скважины № 134 нестационарными методами велась для двух периодов

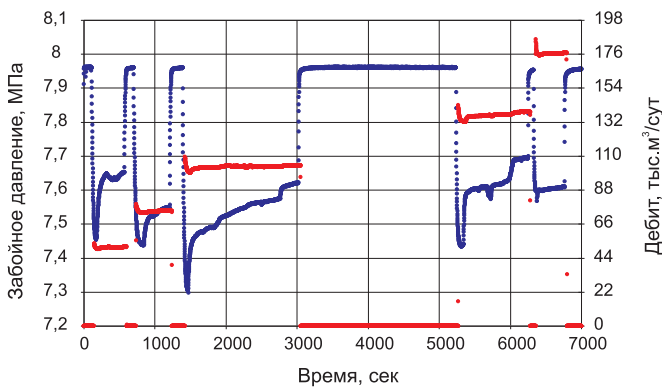


Рис. 1. Динамика забойного давления и дебита скважины № 134 при проведении ГДИ.

времени после интенсивной очистки призабойной зоны. В первый период включены два последних режима работы скважины (шайбы 11 и 12,7 мм) и КВД. Во второй – последний режим работы скважины и КВД.

На рис. 5 представлен график зависимости расчетного и фактического давления при обработке результатов исследований скважины № 134 с использованием 2 последних режимов и КВД. Коэффициенты фильтрационных сопротивлений составили: «а» = 0,027024 (МПа)²/(тыс. м³/сут), «в» = 0,000033 (МПа)²/(тыс. м³/сут)².

На рисунке 6 представлен график зависимости расчетного и фактического давления при обработке результатов исследований скважины 134 с использованием последнего режима и КВД. Коэффициенты фильтрационных сопротивлений составили: «а» = 0,030967 (МПа)²/(тыс. м³/сут), «в» = 0,000000096 (МПа)²/(тыс. м³/сут)².

По результатам обработки на стационарных и нестационарных режимах фильтрации газа проведено сопоставление результатов ГДИ при использовании различных методов их интерпретации. Сопоставление продуктивных характеристик скважины № 134 показано на рисунке 7. Его анализ показывает:

- освоение скважины № 134, проведенное в 1994 г., было не полным;
- результаты исследований, обработанных стационарным методом после очистки призабойной зоны, и результаты, полученные при обработке по 2 режимам и КВД и по одному режиму и КВД, полностью совпали.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Совмещение проведения ГДИ с доосвоением скважин является эффективным подходом, обеспечивающим надежный контроль качества освоения и снижение суммарных потерь газа при исследованиях.
2. Анализ динамики замеренных забойного давления

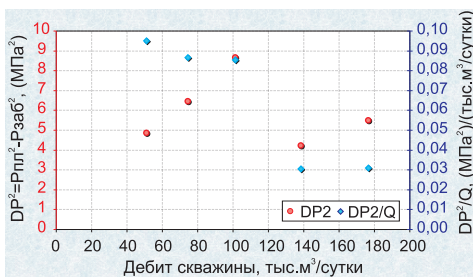


Рис. 2. Изменение продуктивных характеристик скважины № 134 из-за очистки призабойной зоны.

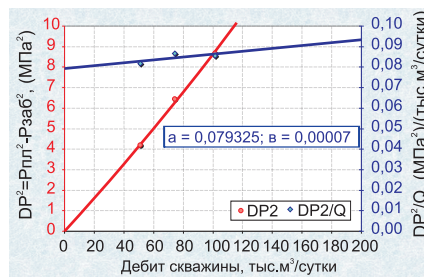


Рис. 3. Определение продуктивных характеристик скважины № 134 до очистки призабойной зоны.

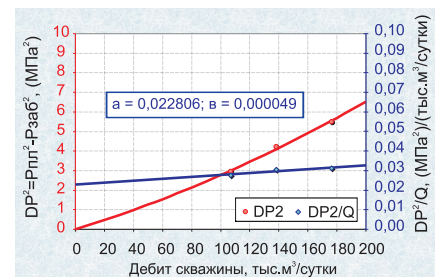


Рис. 4. Определение продуктивных характеристик скважины № 134 после очистки призабойной зоны.

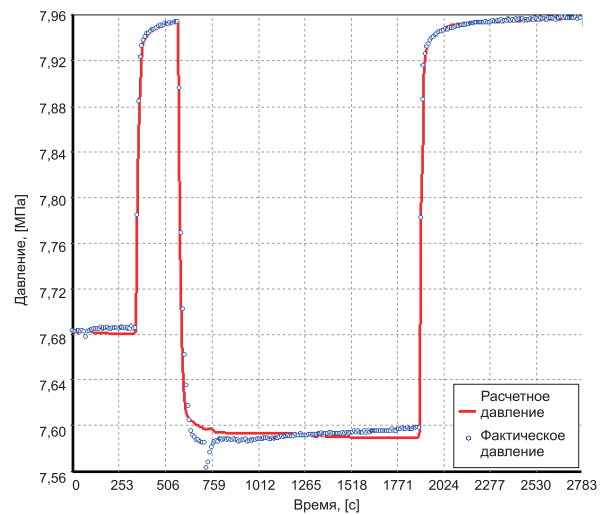


Рис. 5. График зависимости расчетного и фактического забойного давления при обработке результатов ГДИ скважины № 134 с использованием 2 последних режимов и КВД.

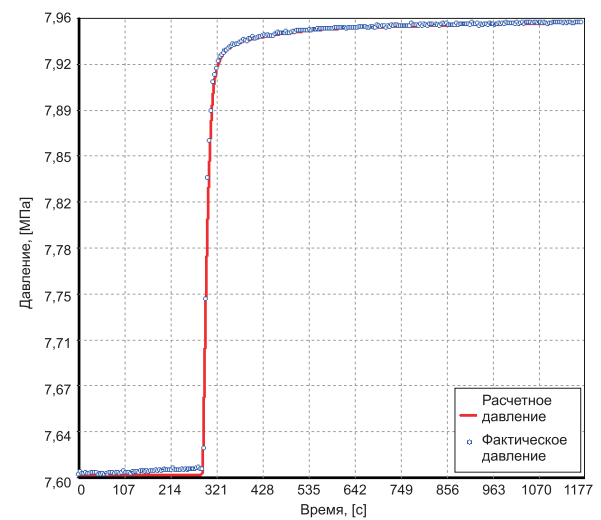


Рис. 6. График зависимости расчетного и фактического забойного давления при обработке результатов ГДИ скважины № 134 с использованием последнего режима и КВД.

и дебита позволяет проследить процесс доосвоения скважины и выбрать временной интервал для достоверной обработки результатов исследований.

3. В процессе исследований скважины № 134 на всех режимах происходило очищение призабойной зоны (Рис. 1). Возможно, что после проведения ГДИ по скважине № 134 полного очищения призабойной зоны скважины так и не произошло. В процессе эксплуатации характеристики скважины могут улучшаться.

4. Комплексный подход с использованием для анализа результатов ГДИ методов обработки как стационарных,

Окончание статьи В.Л. Бондарева, Д.В. Толмачева, Е.Н. Федоровой «Опыт совмещения газодинамических исследований...»

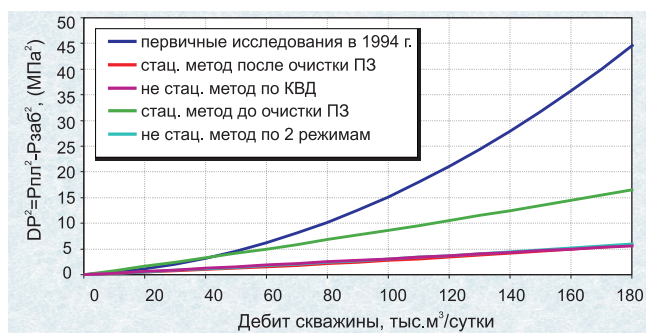


Рис. 7. Сопоставление продуктивных характеристик скважины № 134, полученных в 1994 г. и в 2008 г. до и после очистки призабойной зоны обработанных стационарным и нестационарным (с использованием функции влияния) методами.

так и нестационарных режимов фильтрации является мощным средством получения достоверных результатов по продуктивным характеристикам скважин, способствует более полному контролю над процессом очищения скважин после длительной консервации или обработки призабойной зоны. Полученные данные могут обоснованно использоваться при прогнозе режимов работы эксплуатационных скважин на газовых месторождениях и ПХГ.

Литература

Бузинов С.Н., Егурцов Н.А. Использование эффекта усталости скважин. *Сб. науч. тр.: «Отделение подземного хранения газа»*. М.: ВНИИГАЗ. 1995.

Бузинов С.Н., Григорьев А.В., Егурцов Н.А. Применение эталонных кривых для анализа неустановившегося притока к горизонтальным скважинам. *Наука и технология углеводородов*. № 3. М.: изд. Техника. 1999.

Гриценко А.И., Алиев З.С., Ермилов О.М., Ремизов В.В., Зотов Г.А. Руководство по исследованию скважин. М.: Недра. 1995. 523.

V.L. Bondarev, D.V. Tolmachov, E.N. Fedorova. Experience of combination well tests and gas well-completion.

The article is dedicated to the special approach to well testing called «complex well test». The combination of well-completion with well tests is considered. Methods of processing both stationary and non-stationary well operating modes were applied. The complex approach is a powerful tool of reception of authentic results under productive characteristics of wells, provides a complete control over process of clarification of characteristics dynamic after long preservation or workover. As a result, researcher gets the reliable data for making a forecast for operating modes of operational wells for gas fields and UGS.

Keywords: well test, stationary well operating mode, non-stationary well operating mode, well-completion.

Владимир Львович Бондарев

Начальник лаборатории. Научные интересы: выбор геологических объектов для создания ПХГ, совершенствование эксплуатации скважин ПХГ по результатам анализа данных ГДИ.

Дмитрий Владимирович Толмачев

Заместитель начальника лаборатории, к.т.н. Научные интересы: совершенствование газогидродинамических расчетов технологических режимов эксплуатации ПХГ с учетом функционирования наземного обустройства.

Евгения Николаевна Федорова

Инженер 1 категории. Научные интересы: совершенствование методологии обработки результатов ГДИ газовых скважин на нестационарных режимах.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

142717, РФ, Пос. Развилка, Ленинский р-н, Московская область. Тел.: (495) 355-93-93.