

УДК 622.276

И.А. Синцов, e-mail: ivan\_sintsov@mail.ru, Тюменский государственный нефтегазовый университет

# ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МНОГОЗАБОЙНЫХ СКВАЖИНАХ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СТВОЛАМИ

*Показана возможность интерпретации данных гидродинамических исследований многозабойных горизонтальных скважин. Методика рекомендована для апробации на скважинах Ачимовского месторождения.*

В последние годы в России наблюдается тенденция к увеличению бурения горизонтальных скважин, в том числе и со сложным профилем. Все чаще встречаются скважины, вскрывающие несколько пластов одним, двумя или тремя стволами. Однако исследование динамики режимов совместной работы нескольких горизонтальных стволов является крайне сложной задачей для аналитического решения. Главной проблемой при исследовании скважин, имеющих несколько стволов, является проблема разделения потоков жидкости из каждого ствола, так как замеры дебита и давления являются отражением суммарного притока жидкости.

В [2] предлагался метод решения нестационарной задачи для учета влияния непроницаемых границ. Предложенный метод является довольно универсальным и позволяет решать широкий спектр задач. В данной статье предложено использовать его для интерпретации данных гидродинамических исследований многоствольных горизонтальных скважин, где каждый ствол вскрывает отдельный пласт. На рисунке 1 представлено схематичное изображение двуствольной скважины.

Напомним, что в ходе вычислений решались прямая и обратная задачи. При моделировании многоствольных скважин решение прямой задачи должно проводиться одновременно для всех пластов, при этом добавляется точка

их взаимного влияния в месте входа горизонтальных стволов в пласт. Становится возможным осуществлять многовариантное моделирование, варьируя исходные параметры пластов и скважины.

Обратную задачу, основанную на методе последовательной смены стационарных состояний, необходимо решать для всех пластов совместно и одновременно. При этом возможно осуществить моделирование кривой восстановления давления как для суммарного притока, так и для каждого из стволов. Сравнивая фактическую кривую с модельной, можно уточнить работающий интервал горизонтальной

скважины и фильтрационные параметры каждого пласта.

В качестве примера было рассмотрено Ачимовское месторождение, где совместно эксплуатируются два пласта – ЮВ<sub>1</sub><sup>1</sup> и ЮВ<sub>1</sub><sup>2</sup>, входящих в один объект разработки. Данные пласты обладают схожими геолого-физическими характеристиками и являются достаточно однородными. Это облегчает задачу подбора параметров при моделировании двуствольных скважин, вскрывающих два пласта. В таком случае можно задаться допущением, что параметры двух пластов одинаковы. Тогда задача наилучшего совмещения будет сводиться главным образом к

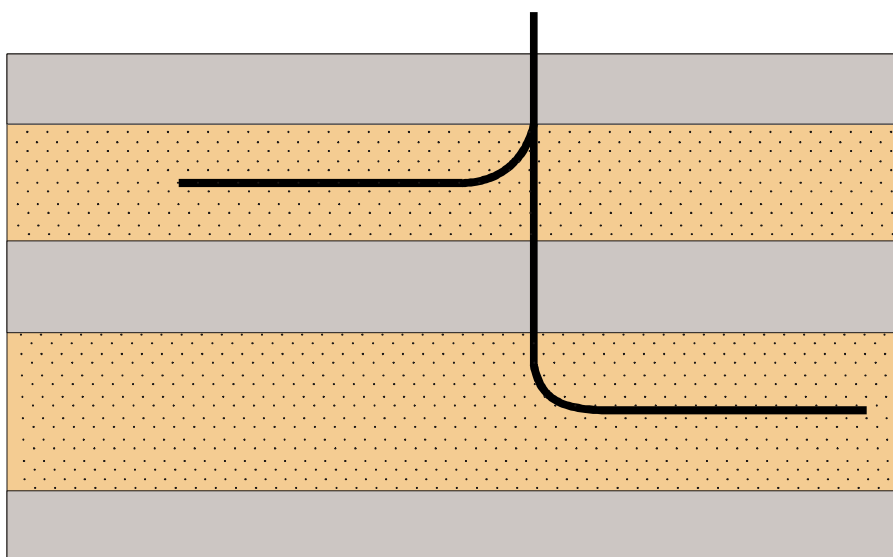


Рис. 1. Схематическое изображение двуствольной горизонтальной скважины, вскрывающей два пласта одновременно

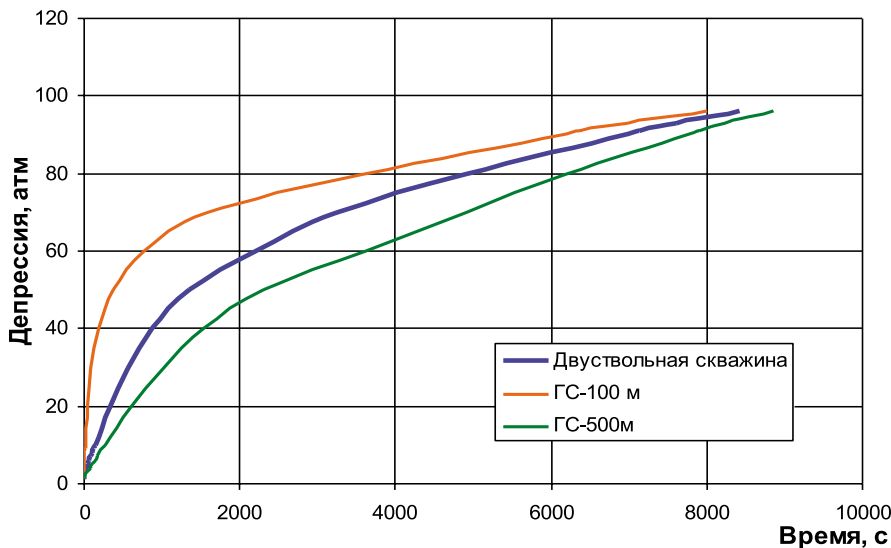


Рис. 2. Моделирование кривых восстановления давления для двуствольной скважины

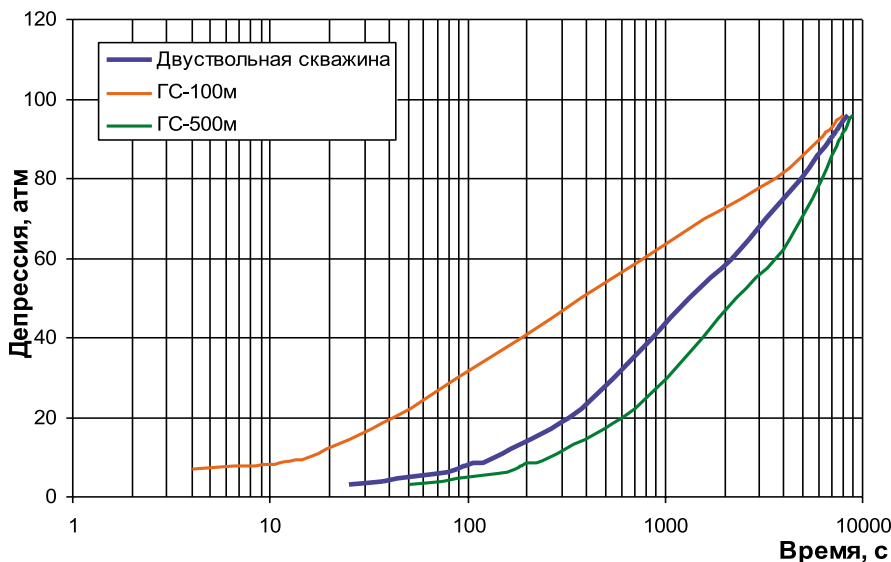


Рис. 3. Моделирование кривых восстановления давления для двуствольной скважины в полулогарифмических координатах

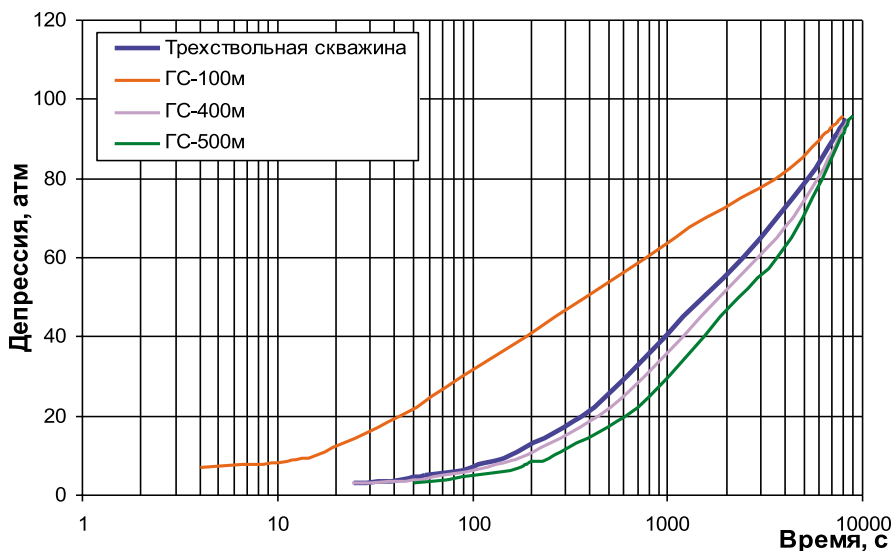


Рис. 4. Моделирование кривых восстановления давления для трехствольной скважины в полулогарифмических координатах

подбору параметров скважины. В случае горизонтального бурения главным варьируемым параметром является длина скважины. Значение длины скважины подразумевает не только фактическую проходку в стволе, но и длину работающих интервалов. Таким образом, даже два ствола с одинаковой фактической проходкой по стволу могут иметь разную суммарную длину работающих интервалов. Все это говорит о высокой актуальности вопроса интерпретации данных двуствольных горизонтальных скважин с разной работающей длиной стволов.

Для демонстрации возможности моделирования таких двуствольных скважин зададимся следующими параметрами:  $k=10 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ ,  $h=10 \text{ м}$ ,  $\mu_n=1 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ ,  $V=1,2 \text{ ед.}$ ,  $P_{пл}=30 \text{ МПа}$ ,  $P_3=20 \text{ МПа}$ ,  $r_c=0,1 \text{ м}$ ;  $R_k=1000 \text{ м}$ . При этом один ствол возьмем длиной 500 м, а второй – длиной 100 м. Решая обратную задачу как для двух стволов отдельно, так и вместе, получим кривые восстановления давления для первого, второго ствола и двуствольной скважины в целом. Пример моделирования по приведенным данным показан на рисунках 2 и 3. Таким образом, варьируя исходные данные и добившись наилучшего совпадения по совместной кривой, становится возможным разделить кривую восстановления давления двуствольной скважины на кривые каждого из стволов и проводить совместную их интерпретацию. Установка глубинных манометров и интерпретация данных, полученных в процессе пусков и остановок скважин на примере рассматриваемого месторождения, позволит уточнять фильтрационные свойства пластов, а также эффективность работы каждого из стволов.

Однако если не ограничиваться примером данного месторождения, то станет очевидно, что количество горизонтальных стволов скважин может быть и значительно большим. Уже сейчас на месторождениях Западной Сибири возможно встретить скважины с трехствольным профилем. Для месторождений, находящихся на суше, вопрос об уменьшении количества скважин за счет усложнения их конструкции не настолько актуален, как для морских месторождений. Учитывая тот факт, что политика России в ближайшем

будущем будет направлена на освоение шельфовых месторождений, возникнет необходимость бурения двух-, трех-, четырех- и даже пятиствольных скважин, как это уже практикуется на других морских месторождениях. Бурение одноствольных вертикальных скважин может быть экономически невыгодно в связи с тем, что с одной платформы возможно пробурить лишь ограниченное количество скважин, а каждая новая платформа требует больших капиталовложений. В связи с этим в данной работе показана возможность моделирования кривых восстановления давления и для таких скважин. На рисунке 4 показано моделирование трехствольной скважины, где помимо двух стволов длиной 100 и 500 м добавляется ствол длиной 400 м. На рисунке 5 рассмотрен пример моделирования пятиствольной скважины с длинами стволов 50, 100, 250, 400 и 500 м. Теоретически возможно интерпретировать скважину с любым количеством горизонтальных стволов, однако стоит помнить, что с увеличением количе-

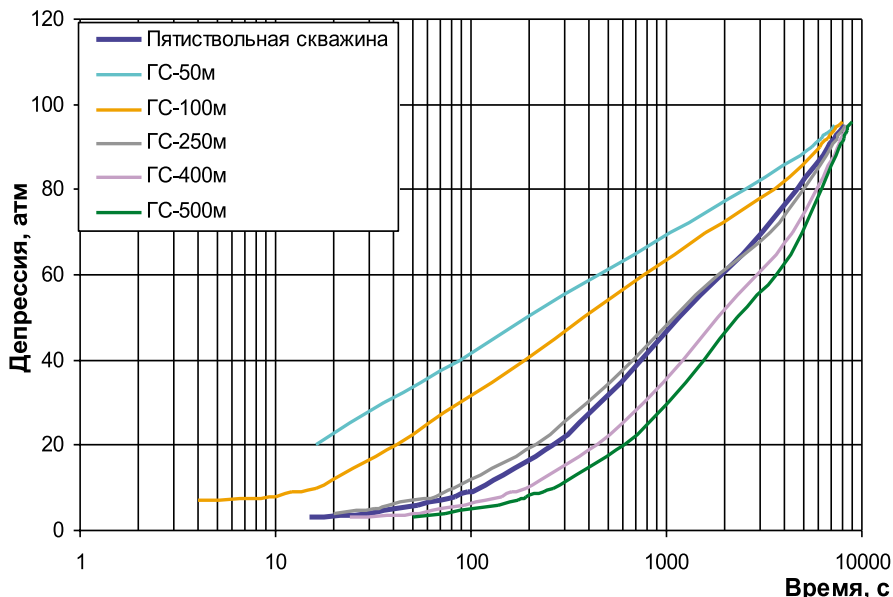


Рис. 5. Моделирование кривых восстановления давления для пятиствольной скважины в полулогарифмических координатах

ства стволов возрастает и риск неправильной интерпретации данных, поскольку появляется больше неизвестных параметров. Таким образом, благодаря предложенному методу становится возможной интерпретация данных гидродинами-

ческих исследований многоствольных горизонтальных скважин. После определения гидродинамических параметров пластов и работающих длин скважин можно решить задачу о разделении суммарного притока жидкости.

**Литература:**

1. Борисов Ю.П., Пилатовский В.П., Табаков В.П. Разработка нефтяных месторождений горизонтальными многозабойными скважинами. – М.: Недра, 1964. – 200 с.
2. Карнаухов М.Л. Разработка решения для учета влияния непроницаемых границ на производительность горизонтальных скважин / М.Л. Карнаухов, Е.М. Пьянкова, И.А. Синцов // Территория НЕФТЕГАЗ, №8, 2011. С. 78–81.
3. Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. Современные методы гидродинамических исследований скважин. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 432 с.

**Ключевые слова:** горизонтальная скважина, многозабойная скважина, гидродинамические исследования.



**продумано и экономично**  
IP-защита и ВЧ-экранирование

**прочность и гибкость**  
выдерживает экстремальные нагрузки

**эффективность и безопасность**  
впечатляющая сейсмостойкость

**устойчивость и грузоподъемность**  
сертифицированная ударо- и вибростойкость

# VARISTAR

**Универсальная шкафная платформа для экстремальных приложений**

