

УДК 622.276

ОЦЕНКА ПРИТОКА ГАЗА В СКВАЖИНУ ПРИ НАЛИЧИИ ПЕСЧАНОЙ ПРОБКИ НА ЗАБОЕ

¹Мамчистова А.И., ²Насыров И.И., ³Мамчистова Е.И.

¹ООО «ТюменНИИгипрогаз», Тюмень, e-mail: 666alexa999@mail.ru;

²ООО «Сиам-Инжиниринг» ГК «Интегра», Томск, e-mail: NasyrovII@tm.siamoil.ru;

³ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: malenka2002@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию притока газа в скважину с песчаной пробкой. Песчаная пробка оказывает существенное влияние на добычные возможности скважины, что влечет за собой снижение уровня добычи газа по всему месторождению в целом. Для решения данного вопроса необходимо выполнять своевременные капитальные ремонты по очистке забоя от песка, а также оптимизировать режим работы скважины. В работе приведена блок-схема алгоритма, положенного в основу разработанного аналитического метода по математическому описанию работы скважины в условиях образования песчаной пробки на забое. В результате проделанных исследований можно сделать вывод, что с помощью точечной оценки притока газа можно оперативно оценить условия работы скважины и определить рекомендации по её дальнейшей эксплуатации. При возникновении необходимости определить скважину на механическую очистку забоя от песка с целью оптимизации условий притока газа к скважине.

Ключевые слова: песчаная пробка, добыча газа, капитальный ремонт, забой скважины, интервал перфорации

EVALUATION GAS INFLUX INTO THE WELL IF SAND PLUG AT THE BOTTOMHOLE

¹Mamchistova A.I., ²Nasyrov I.I., ³Mamchistova E.I.

¹ООО «TyumenNIIGiprogaz», Tyumen, e-mail: 666alexa999@mail.ru;

²ООО «Siam Engineering» GC «Integra», Tomsk, e-mail: NasyrovII@tm.siamoil.ru;

³Federal State Budget Higher Professional Educational Institution «Tyumen State Oil and Gas University», Tyumen, e-mail: malenka2002@mail.ru

This article is devoted to the study of gas influx into the well with a sand plug. Sand plug has a significant impact on the well production opportunities that entails reduction of gas around the mine as a whole. To address this question it is necessary to carry out timely overhauls to clean the face of the sand, as well as to optimize the operation of the well. The paper is a block diagram that underlies the developed analytical method for the mathematical description of the well in the conditions of formation sand plug at the bottomhole. The results of this research you can do that with a point estimate of inflow of gas can quickly assess the conditions of the well and to identify recommendations for its further operation. If it is necessary to determine the mechanical cleaning of the well bottom of the sand, in order to optimize the inflow of gas to the well.

Keywords: sand tube, gas production, Repair, downhole, perforation interval

В процессе эксплуатации скважины в зависимости от устойчивости коллектора, депрессии на пласт, конструкции скважины, ее дебита и распределения дебита по интервалу вскрытия пласта, содержания жидкости в потоке может образовываться песчаная пробка [3], отрицательно влияющая на технологический режим работы скважины. Поэтому при выборе технологического режима работы таких скважин необходимо учесть хотя бы те факторы, которые могли бы исключить возможность образования песчаной пробки [4]. Количественное влияние песчаной пробки соизмеримо с влиянием несовершенства скважины на ее дебит и связано, кроме высоты пробки, с ее проницаемостью.

При обработке результатов промысловых исследований газовых скважин на

стационарных режимах фильтрации используется двухчленный закон фильтрации, описывающий характер притока газа.

Данный закон является общим, он справедлив для газа во всем диапазоне изменения числа Рейнольдса.

Само уравнение притока газа при нелинейном двухчленном законе фильтрации газа к скважине имеет вид

$$p_{пл}^2 - p_3^2 = aQ + bQ^2, \quad (1)$$

где $p_{пл}$ – пластовое давление, кгс/см²; p_3 – забойное давление, кгс/см²; Q – дебит газа, м³/сут; a , b – коэффициенты фильтрационного сопротивления, зависящие от несовершенства скважины, геометрических характеристик зоны дренирования, параметров продуктивного пласта и свойств газа.

В результате фильтрационные коэффициенты a и b можно определить следующим образом [1]:

$$a = \frac{116\mu z T_{пл} \ln \frac{R_k}{R_c}}{\pi k h p_{ат} T_{ст}} \quad (2)$$

$$b = \frac{p_{ст} z p_{ат} T_{пл}}{2\pi^2 l h^2 T_{ст}} \left(\frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_k} \right) \quad (3)$$

где $p_{ат}$ – атмосферное давление, кгс/см²; k – проницаемость пласта, Д; z – коэффициент сверхсжимаемости, д.ед.; R_k – радиус контура питания, м; R_c – радиус скважины, м.

Следует отметить, что промышленный контроль эксплуатации скважины позволяет определить коэффициенты фильтрационного сопротивления в определенный момент времени, характеризующий условия фильтрации, искаженные дополнительным сопротивлением от песчаной пробки на забое.

Постоянный поиск новых решений в области разработки и контроля эксплуатации скважин привел к тому, что условия оптимальной работы скважин формируются не частотой и количеством промышленных исследований, а качеством и плотностью её аналитического контроля на математической базе.

Таким образом, контроль эксплуатации газовых скважин с песчаной пробкой на забое сводится к контролю её величины и зависимости от неё конечной продуктивности.

Данная задача может быть реализована путем оценки точечного притока газа к интервалу перфорации.

Предположим, что ствол скважины имеет n перфорационных отверстий, причем каждое i -е отверстие работает с дебитом m_i [5]. Так же учтем предположение, что высота пробки находится на уровне j -го отверстия (рис. 1).

Таким образом, получаем ствол скважины, разделенный на две части:

- первая часть заполнена песком и включает в себя $(1..j-1)$ отверстия;
- вторая часть свободна от песка и включает в себя $(j..n)$ перфорационные отверстия.

Дополнительно требуется рассмотрение движения потока газа, как в интервале перфорационных отверстий, так и между ними, с изменением фильтрующей массы по интервалу притока газа. В итоге необходимо сформировать математическую модель, в основе которой лежит решение задачи с учетом течения газа в вышеуказанных четырех зонах [6]. Решение полученной модели позволит не только оценить работу скважин, но и сделать экспресс-прогноз по влиянию величины песчаной пробки на продуктивность исследуемой скважины.

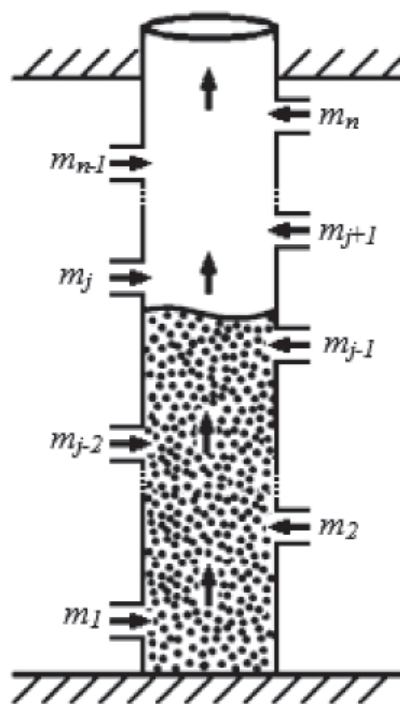


Рис. 1. Схема движения флюида, в стволе частично заполненного песком

Работа предлагаемого метода заключается в определении величины песчаной пробки согласно приведенному ниже алгоритму.

Ниже приведена блок-схема алгоритма, лежащего в основе разработанного аналитического метода по математическому описанию работы скважины в условиях образования песчаной пробки на забое (рис. 2).

Оценка эффективности разработанного алгоритма будет проверена путем сопоставления расчетных и фактических результатов, полученных на основе промышленных исследований.

Рассмотрим работу нескольких скважин одного из месторождений Западной Сибири. Данное месторождение находится на поздней стадии разработки, что обусловлено снижением уровня добычи газа [2].

Согласно геофизическим исследованиям, работа рассматриваемых скважин осложнена наличием песка на забое, из-за чего снижается их производительность.

На рис. 3 представлена зависимость дебита газа от величины заполнения интервала перфорации песчаной пробкой.

На рис. 4 показан профиль точечного притока газа в интервале перфорации с учетом различной степени заполнения его песком, по которому можно оценить характер влияния песчаной пробки на рабочий интервал пласта [7].

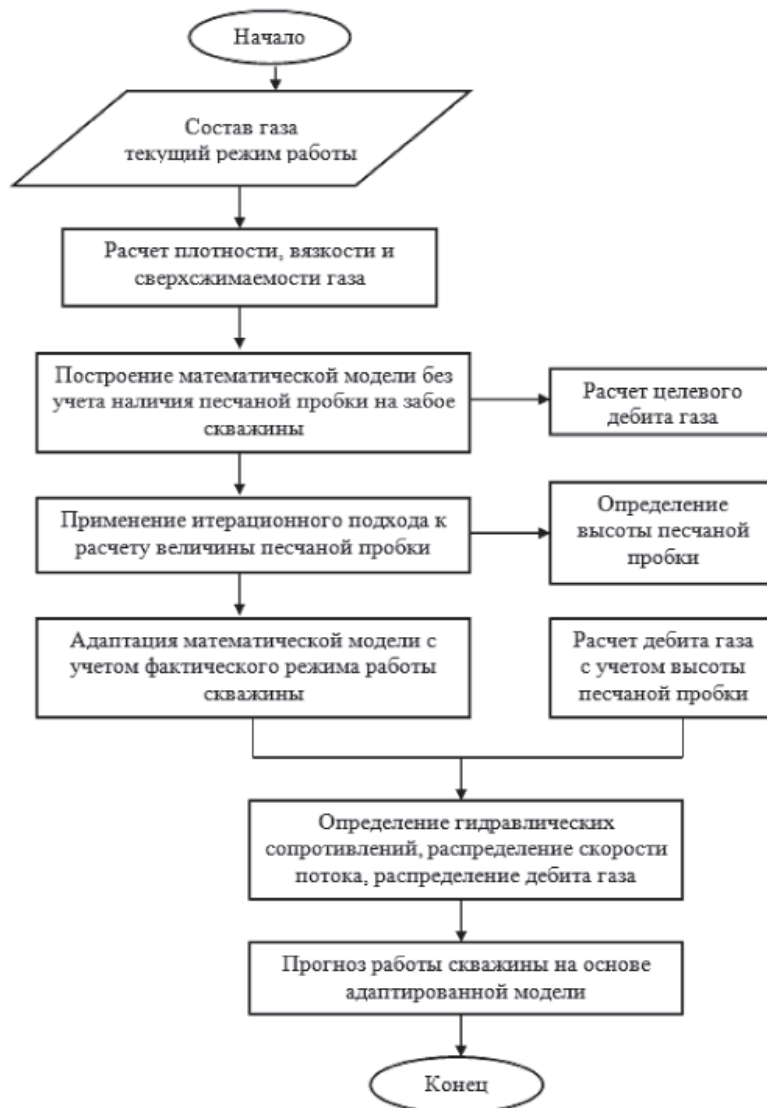


Рис. 2. Блок-схема метода по математическому описанию работы скважины в условиях образования песчаной пробки на забое

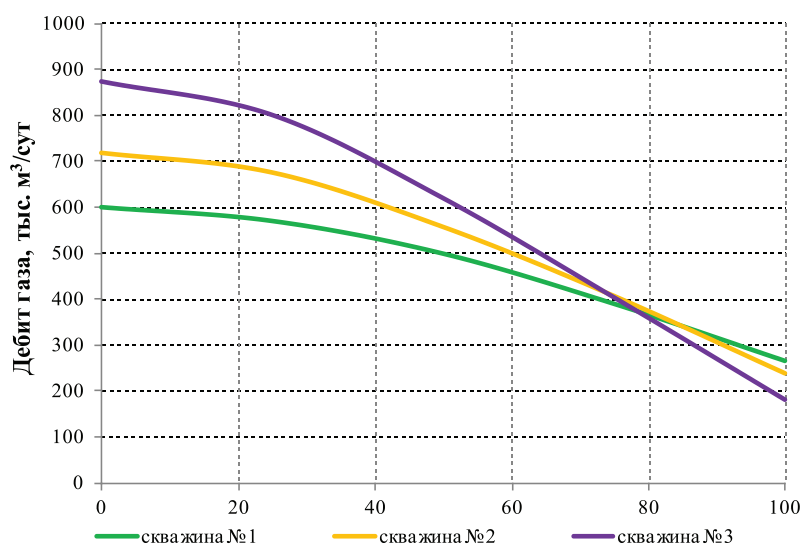


Рис. 3. Зависимость дебита газа от различной высоты песчаной пробки

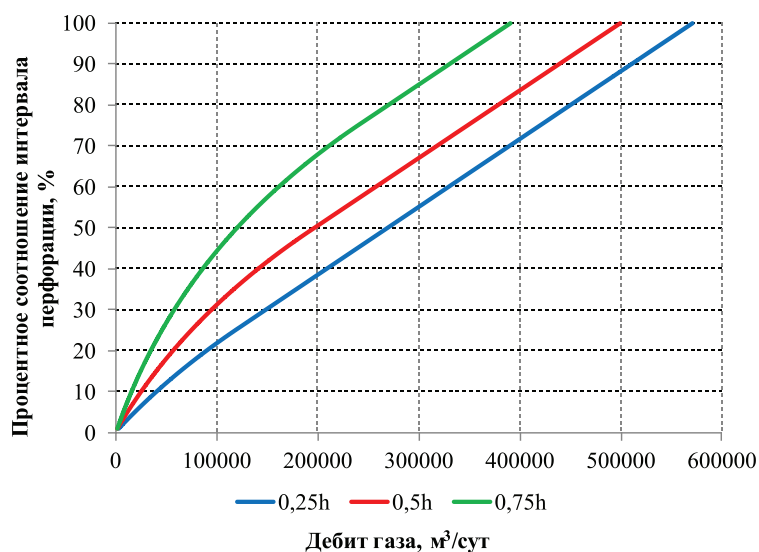


Рис. 4. Профиль притока газа в интервале перфорации при различной высоте песчаной пробки

В результате такой оценки потери добычи газа по данным скважинам от полного перекрытия интервала перфорации песчаной пробкой составляют более 65 %.

Результаты расчета математической модели по всем трем случаям были сопоставлены с фактическими данными (рис. 5). Среднеарифметическое отклонение точности расчета от фактических показателей составляет не более 5 %.

Необходимо отметить, что точность расчета существенно зависит от величины эквивалентной проницаемости, которая задается по исследуемому участку. Разные источники могут приводить результаты существенного отклонения (ГИС, ГДИС и др.),

но накопление статистики и выполнение корреляции результатов на их базе может привести к дальнейшему выводу коэффициента отклонения (соотношения), который может быть применен для контроля выполняемых исследований на данных скважинах и на месторождении в целом.

Несмотря на вышеуказанное, проработка дополнительного инструмента контроля добывающих скважин, с целью предупреждения негативных последствий и эффективного планирования базовых показателей добычи и ремонтных работ, актуальна на протяжении уже многих лет и оправдывает возникновение данных пренебрежений.

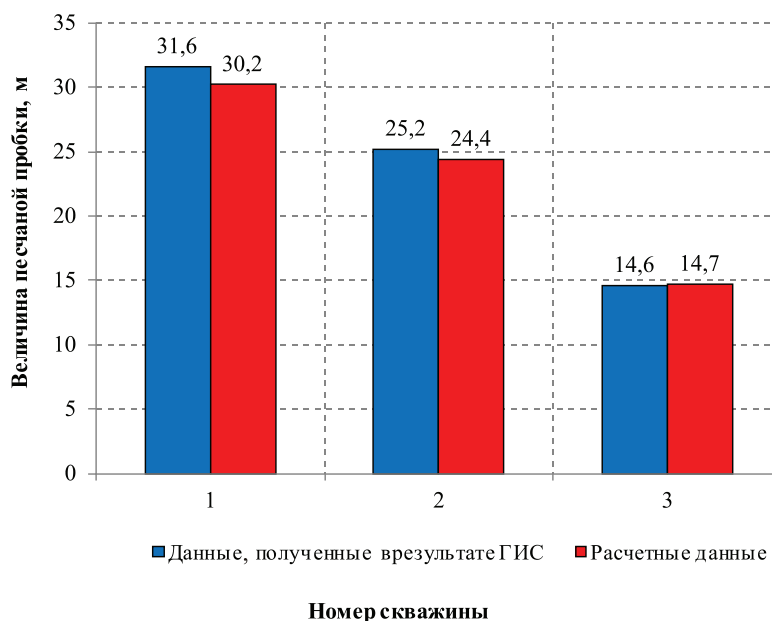


Рис. 5. Сопоставление расчетно-фактических значений величины песчаной пробки

Выводы

В совокупности всего представленного можно утверждать, что путем точечной оценки притока газа можно оперативно оценить условия работы скважины и определить рекомендации по её дальнейшей эксплуатации. При возникновении необходимости определить скважину на механическую очистку забоя от песка с целью оптимизации условий притока газа к скважине.

Список литературы

1. Зотов Г.А., Алиев З.С. Инструкция по комплексному исследованию газовых скважин. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. – 384 с.
2. Мамчистова А.И., Апасов Р.Т. Анализ образования песчаных пробок на забоях скважин сеноманской газовой залежи Ямбургского месторождения // Проблемы развития газовой промышленности Сибири: сб. тез. докл. XVII науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов (21–25 мая 2012 г.). – Тюмень, 2012. – С. 117–118.
3. Мамчистова А.И., Варламов В.А. Анализ причин образования песчаных пробок на забоях газовых скважин // Известия высших учебных заведений «Нефть и газ». – 2012. – № 2. – С. 70–73.
4. Мамчистова А.И., Петелина Е.А. Определение оптимального режима работы скважины при образовании песчаной пробки // Известия высших учебных заведений «Нефть и газ». – 2013. – № 1. – С. 75–79.
5. Сохошко С.К. Развитие теории фильтрации к пологим и горизонтальным газовым и нефтяным скважинам и ее применение для решения прикладных задач. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – 211 с.
6. Сохошко С.К., Мамчистова А.И., Хакимов А.А., Гурбанов И.И. Моделирование работы пологого ствола газовой скважины с песчаной пробкой на забое // Нефть и газ Западной Сибири: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института. Том 1. Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. – Тюмень, 2013.

7. Сохошко С.К., Насыров И.И. Математическое обоснование расчета оптимального дебита газа в условиях образования песчаной пробки // Моделирование процессов разработки месторождений, транспортировки нефти и газа: международная научно-практическая конференция. – С. 53–61.

References

1. Zotov G.A., Aliev Z.S. Instruksiya po kompleksnomu issledovaniyu gazovyih skvazhin. Moskva Izhhevsk: Institut kompyuternyih issledovaniy, 2006. 384 p.
2. Mamchistova A.I., Apasov R.T. Analiz obrazovaniya peschanyih probok na zaboyah skvazhin senomanskoj gazovoy zalezhi Yamburgskogo mestorozhdeniya // Problemy razvitiya gazovoy promyshlennosti Sibiri : sb. tez. dokl. XVII nauch.-prakt. konf. molodyih uchenyih i spetsialistov (21–25 maya 2012 g.). Tyumen, 2012. pp. 117–118.
3. Mamchistova A.I., Varlamov V.A. Analiz prichin obrazovaniya peschanyih probok na zaboyah gazovyih skvazhin. Tyumen: Izvestiya vysshih uchebnyih zavedeniy «Neft i gaz». 2012. no. 2. pp. 70–73.
4. Mamchistova A.I., Petelina E.A. Opredelenie optimalnogo rezhima raboty skvazhini pri obrazovanii peschanoy probki. Tyumen: Izvestiya vysshih uchebnyih zavedeniy «Neft i gaz», no. 1, 2013. pp. 75–79.
5. Sohoshko S.K. Razvitie teorii filtratsii k pologim i gorizontalnyim gazovym i neftyanyim skvazhinam i ee primenenie dlya resheniya prikladnyih zadach. Tyumen: TyumGNGU, 2008. 211 p.
6. Sohoshko S.K., Mamchistova A.I., Hakimov A.A., Gurbanov I.I. Modelirovanie raboty pologogo stvola gazovoy skvazhini s peschanoy probkoy na zaboe. // Neft i gaz Zapadnoy Sibiri: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschennoy 50-letiyu Tyumenskogo industrialnogo instituta. Tom 1. Razrabotka i ekspluatatsiya neftyanyih, gazovyih i gazokondensatnyih mestorozhdeniy. Tyumen, 2013 g.
7. Sohoshko S.K., Nasyirov I.I. Matematicheskoe obosnovanie rascheta optimalnogo debita gaza v usloviyah obrazovaniya peschanoy probki // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Modelirovanie protsessov razrabotki mestorozhdeniy, transportirovki nefiti i gaza» Tyumen pp. 53–61.