

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертационную работу Фокеевой Нины Олеговны «Фильтрация в трещине гидроразрыва пласта при различных режимах работы скважины», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

### **Актуальность исследования**

В настоящее время в разработку широко вовлекаются трудноизвлекаемые запасы углеводородов, приуроченные к низкопроницаемым коллекторам. Одним из эффективных методов повышения продуктивности скважин, вскрывающих такие пласты, является гидравлический разрыв пласта (ГРП). В результате ГРП повышается дебит добывающих или приемистость нагнетательных скважин за счет снижения гидравлических сопротивлений в призабойной зоне. В основе гидравлического разрыва пласта лежит проектирование и контроль процесса с помощью специальных комплексов программ. Несмотря на значительный прогресс в этом направлении, не прекращаются работы по совершенствованию моделирования процессов ГРП. Поэтому актуальность диссертационной работы, посвященной моделированию фильтрации к трещине ГРП при переменных режимах эксплуатации вертикальной скважины, не вызывает сомнения.

### **Новизна полученных результатов**

В работе получены аналитические решения задачи билинейного режима фильтрации жидкости к трещине ГРП при переменных режимах эксплуатации вертикальной скважины. Изучено влияние параметров пласта и трещины ГРП на изменения дебита скважины. Получено выражение для определения проводимости трещины ГРП по данным изменения забойного давления эксплуатационной скважины.

### **Научная и практическая значимость основных результатов**

Используемые в диссертационной работе математические модели и полученные аналитические результаты расширяют понимание процесса фильтрации жидкости к трещине ГРП. Результаты работы могут быть использованы при проектировании ГРП и для определения проводимости трещины по результатам гидродинамических исследований скважин.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов** соответствуют общепринятым в рамках специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы. Достоверность и обоснованность результатов диссертации подтверждается использованием известных математических моделей теории фильтрации жидкости, фундаментальных уравнений механики сплошных сред и методов математической физики.

## Содержание диссертационной работы

Диссертация объемом 119 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения, перечня основных обозначений и списка литературы. В диссертации 54 рисунка, 4 таблицы и список литературы из 128 наименований.

Во введении раскрывается актуальность темы диссертации, формулируются цели и задачи исследования, описываются научная новизна и практическая ценность работы, обосновывается достоверность результатов, основные положения, выносимые на защиту и кратко излагается содержание работы по главам.

В первой главе дается краткий обзор теоретических исследований фильтрации жидкости в пласте к трещине ГРП, описаны особенности технологического процесса проведения ГРП.

Во второй главе приводится постановка задачи фильтрации к вертикальной скважине с трещиной ГРП для билинейного режима. Система, описывающая фильтрацию жидкости к трещине ГРП сведена к интегро-дифференциальному уравнению и получено его аналитическое решение при ступенчатом и при непрерывном изменении забойного давления. Данное решение позволяет определить расход жидкости на единицу высоты трещины и распределение давления в трещине ГРП при известном законе изменении забойного давления. Приведена формула для вычисления объема закачиваемой жидкости в пласт при двухступенчатом и П-образном изменении забойного давления.

В третьей главе приводится аналитическое решение задачи фильтрации к вертикальной скважине с трещиной ГРП для билинейного режима при заданном законе изменения расхода. Получены формулы для определения изменения давления на забое скважины и в трещине по данным расхода жидкости. Проведено сопоставление промысловых данных с аналитическим решением. Получено выражение для определения проводимости трещины ГРП по данным изменения забойного давления при П-образном изменении дебита. Приведены оценки проводимости трещины ГРП на основе реальных промысловых данных.

В четвертой главе получено аналитическое решение задачи нестационарной фильтрации к трещине ГРП для билинейного режима при заданном изменяющемся расходе жидкости скважины с учётом упругоёмкости трещины. Проведены расчёты с промысловыми данными. Анализировано влияния ширины трещины, проницаемости и пористости пласта на кривые изменения забойного давления.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты по диссертационной работе.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В диссертации приводится аналитическое решение задачи фильтрации к вертикальной скважине с трещиной ГРП для билинейного режима при заданном законе изменения забойного давления, а также при заданном законе изменения дебита. Можно было привести сравнение с решением других авторов при постоянном забойном давлении и постоянном дебите скважины.
2. Уравнение сохранения массы жидкости в трещине ГРП (2.1) записано с опечаткой
3. В диссертации приведено выражение (3.10) для определения проводимости трещины ГРП по данным изменения забойного давления. Но в диссертации не приведена процедура определения проводимости по этой формуле и как выбирается параметр  $\tau$ .

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

### **Заключение**

В целом, по объему, научному уровню, актуальности, новизне и практической значимости полученных результатов диссертация Фокеевой Н.О. «Фильтрация в трещине гидроразрыва пласта при различных режимах работы скважины» является законченной научно-квалификационной работой.


Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 17 научных трудах, в том числе 1 статья в научном издании, индексируемом в международных базах данных Scopus, 2 в научных журналах перечня RSCI, 3 ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 12 работ в сборниках трудов Международных и Всероссийских конференций, входящих в перечень РИНЦ, получено одно свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и правильно отражает ее основную суть.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Фокеева Нина Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

*Я, Шамсиев Марат Назмиевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.*

Официальный оппонент, доктор технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, доцент, ведущий научный сотрудник Института механики и машиностроения – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук».

Отзыв составлен «20» ноября 2023 года



---

Шамсиев М.Н.

д.т.н., доцент

**Контактная информация:**

Институт механики и машиностроения – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», лаборатория подземной гидродинамики.

Адрес: 420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31.

Телефон: +7(843) 292-93-45

Адрес электронной почты: mshamsiev@imm.knc.ru

Подпись д.т.н., доцента Шамсиева М.Н. удостоверяю:

