

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
на диссертационную работу Аносовой Елизаветы Петровны  
«Фильтрация флюида в трещине ГРП,  
перпендикулярной к горизонтальной скважине»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

**Актуальность исследования.**

В современной нефтедобывающей отрасли гидравлический разрыв пласта (ГРП) является одной из эффективных технологий, позволяющей увеличить дебит добычи углеводородов из низкопроницаемых коллекторов. ГРП с применением горизонтальных скважин (ГС) способствует увеличению площади дренирования и увеличению дебита добывающих или приемистости нагнетательных скважин. В настоящее время остается актуальной проблема описания процесса фильтрации вблизи ГС. Для этого в основном активно используются численные методы. В данной работе получена аналитическая модель для описания процесса фильтрации в трещине ГРП, расположенной перпендикулярно к ГС, а также в окружающей трещину пористой и проницаемой среде. Точные аналитические решения позволяют получить более детальную информацию о давлении вблизи скважины и на ее забое, позволяют анализировать продуктивность выработки пластов и определять их коллекторские свойства, а также позволяют тестировать решения, найденные численными методами по другим моделям.

**Новизна полученных результатов** работы определяется в первую очередь тем, что автором впервые были получены точные аналитические решения задачи описания фильтрации флюида в трещине ГРП, расположенной перпендикулярно к ГС с учетом фильтрации флюида через стенки трещины в окружающую трещину пористую и проницаемую среду при работе скважины в режиме поддержания постоянного перепада давления между скважиной и пластом, а также при работе скважины в режиме постоянного дебита.

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

Полученные в диссертационной работе математическая модель и аналитические решения расширяют понимание процесса фильтрации флюида в трещине ГРП, расположенной перпендикулярно к ГС, позволяют установить качественные и количественные закономерности формирования полей давления в системе «скважина – трещина ГРП – пласт» при различных режимах работы скважины. На основе полученных аналитических решений, соответствующих заданию на забое скважины постоянной депрессии и/или расхода, представляется возможным провести анализ изменения фильтрационно-ёмкостных характеристик призабойных зон скважин, их продуктивности при ГРП и закономерности распространения давления в трещинах. Также, полученные решения могут служить основой для тестирования алгоритмов расчетов при теоретическом описании процессов фильтрации в пластах с трещинами ГРП по более сложным математическим моделям. Найденные в работе решения могут служить основой для дальнейших исследований, описания динамики давления в трещине гидроразрыва при переменных режимах работы скважины, когда задается изменение расхода жидкости или давления на скважине.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов** соответствуют общепринятым в рамках научной специальности Г.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы». Достоверность и обоснованность результатов диссертационных исследований подтверждается использованием известных математических моделей теории фильтрации жидкости, фундаментальных уравнений механики сплошных сред и методов математической физики.

**Содержание диссертационной работы.** Диссертация объемом 127 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения, перечня основных обозначений и списка литературы. В диссертации 31 рисунок, 4 таблицы и список литературы из 152 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 развития технологии ГРП в мировой и отечественной практике, а также литературный обзор исследований фильтрации флюида в пласте и трещине ГРП.

Во второй главе приводится постановка задачи фильтрации в трещине ГРП, перпендикулярной к ГС для радиального режима. Система, описывающая фильтрацию флюида в трещине ГРП и окружающей трещину пористой и проницаемой среде, сведена к интегро-дифференциальному уравнению. Получено решение интегро-дифференциального уравнения при гармоническом законе изменения давления на скважине. Для сравнительного анализа эффективности ГРП рассмотрена задача о фильтрации флюида в пласте при отсутствии трещины ГРП.

В третьей главе рассматривается упругий режим фильтрации флюида в трещине ГРП при различных режимах работы скважины (при задании постоянной депрессии на забое скважины и при работе скважины в режиме постоянного расхода). Получены точные аналитические решения, описывающие распределение давления в трещине ГРП, выражение для определения расхода флюида и закон изменения на забое скважины.

В четвёртой главе получены удобные для практического применения приближенные решения задачи о фильтрации флюида в трещине ГРП с использованием метода последовательной смены стационарных состояний (ПССС). Проведен сравнительный анализ численных результатов по полученным приближенным решениям с точными теоретическими, которые представлены в предыдущих главах и являются более сложными решениями.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в ходе исследований в рамках работы над диссертацией.

### **Замечания по диссертационной работе.**

1. В первой главе, посвященной обзору исследовательских работ, на странице 28, в формуле для неустановившейся плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости допущена опечатка.
2. В разделе 2.2. отмечается: «Пусть возмущение давления в скважине меняется по гармоническому закону.....». Требуется уточнение: в какой точке скважины это происходит?
3. Нет пояснения, что такое проницаемость трещины и как она определяется?
4. Часть выводов, представленных в диссертационной работе, являются не достаточно полными. Например, в разделе «выводы по третьей главе», в пункте 4 отмечено «Проанализировано влияние фильтрационно-емкостных характеристик пласта и трещины на динамику распространения давления в трещине и на забое скважины», а какие именно выводы были сделаны в результате данного анализа – не представлено.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую положительную оценку работы в целом.

### **Заключение**

Диссертационная работа Аносовой Елизаветы Петровны является завершенной научно-квалификационной работой, имеющей научную новизну и практическую значимость.

Основные научные результаты исследований в диссертационной работе представлены в 11 работах, опубликованных в журналах и научных сборниках, в том числе 4 работы в рецензируемых научных изданиях, входящих в наукометрические базы Scopus, Web of Science и RSCI.

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

*Я, Байков Виталий Анварович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.*

Официальный оппонент: старший эксперт бюро старших экспертов ООО «РН-БашНИПИнефть», доктор физико-математических наук по специальности 01.01.03 – «Математическая физика», профессор.

Отзыв составлен «16» сентября 2024 года



Байков Виталий Анварович

**Контактная информация:**

Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»,

Бюро старших экспертов,

Юр. адрес: 450006, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, д. 86/1,

Почтовый адрес: 420103, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Бехтерева, 3/1, к. 114,

Телефон: +7 (927) 231-37-35,

Адрес электронной почты: [Baikov@bnipi.rosneft.ru](mailto:Baikov@bnipi.rosneft.ru).

Подпись Байкова Виталия Анваровича удостоверяю:



*Вашмава К.В. начальник отдела ОТ*