

Вх. № 19/22
от 16.06.2022.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шляпкина Алексея Сергеевича «Математическое моделирование процесса гидроразрыва пласта с учётом особенностей движения проппанта в трещине и фильтрационных утечек в пласт», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Процесс гидроразрыва нефтяных и газовых пластов сопровождается целым рядом гидродинамических факторов, влияющих на эффективность его осуществления. Жидкости, используемые при гидроразрыве, должны обладать определёнными свойствами, ограничивающими фильтрацию сквозь стенки трещины и при этом позволяющими удерживать частицы проппанта от седиментации. К настоящему времени накоплен весьма значительный опыт по применению методов математического моделирования для проектирования технологических параметров гидроразрыва и прогнозирования эксплуатационных характеристик трещины.

В представленной работе основное внимание при разработке математической модели гидроразрыва пласта уделено вопросам влияния проппанта на характер движения жидкости гидроразрыва в трещине и её утечкам в пласт. Особенностью работы является применение методов механики многофазных сред, позволивших автору адекватно описать формирование слоя частиц проппанта в поперечном сечении и, в итоге, их распределение в продольном сечении трещины. Таким образом, предложенная схема позволяет установить связь между гидравлическими параметрами смеси жидкости с проппантом и прогнозируемой протяжённостью трещины с теоретически обоснованным учётом фильтрационных потерь. Интересным представляется и вывод о прекращении увеличения длины трещины в результате закупорки её кончика, что также связано с распределением проппанта. На основе результатов вычислительных экспериментов в диссертации приведены рекомендации, связанные с технологией проведения гидроразрыва. Например, увеличение максимальной длины трещины и снижение средней скорости её роста может быть осуществлено за счёт предварительной подачи жидкости гидроразрыва без примеси частиц. В целом полученные результаты свидетельствуют о существенном вкладе в развитие математического обеспечения технологии гидроразрыва пласта.

Важно отметить, что в процессе работы над диссертацией автором был создан и должным образом зарегистрирован Программный комплекс TSH FRAC.

Замечания.

1. В диссертационной работе математическая модель была построена на основе обобщения одномерной модели PKN. При этом в литературном обзоре приведён краткий, но достаточно подробный анализ двумерных, псевдотрёхмерных и трёхмерных моделей. Было бы целесообразным дать некоторые оценки, связанные с увеличением размерности задачи,

например, рассмотрев упрощенный вариант модели, приведённой в диссертации.

2. Результаты вычислительного эксперимента, представленные на рисунке 3 автореферата, в ряде случаев демонстрируют значительные расхождения между «базовой» и «дополнительной» моделями особенно для распределения концентрации частиц. Несмотря на приведённые в тексте суждения, остаётся неясным, какие результаты наиболее полно соответствуют промысловым данным.

Сделанные замечания носит исключительно рекомендательный характер и не умаляют многочисленных достоинств выполненной работы, к числу которых, безусловно, принадлежат чёткая формулировка и обоснование научной новизны во всех трех областях исследования избранной научной специальности.

На основании автореферата считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным пунктами **9-11, 13, 14** Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор **Шляпкин Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.**

Доктор физико-математических наук
(01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы),
профессор, главный научный сотрудник
лаборатории «Механика многофазных сред»
ИМех УФИЦ РАН

+7-927-233-99-02
e-mail: said52@mail.ru (said@anrb.ru)

Подпись Урманчеева С.Ф. заверяю:
Учёный секретарь ИМех УФИЦ РАН, к.ф.-м.н.

(347) 235-52-55
e-mail: us_imech@anrb.ru

Институт механики имени Р.Р. Мавлютова — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИМех УФИЦ РАН).

450054, Россия, г. Уфа, Проспект Октября, 71, (347) 235-52-55, imran@anrb.ru

Я, Урманчеев Саид Федорович, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Шляпкина Алексея Сергеевича, и их дальнейшую обработку.

Урманчеев Саид Федорович

03.06.2022

Рафикова Гузаль Ринатовна

М.П.