

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата физико-математических наук**  
**Толмачёвой Кристины Игоревны**  
**на тему: «Развитие многоконтинуальных моделей фильтрации суспензии»**  
**по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы»**

Изучение течений в пористых средах является не только важной фундаментальной задачей, но и имеет много практических приложений, включая моделирование течения подземных и сточных вод, а также процессов нефте- и газодобычи из природных резервуаров. Одной из наиболее значимых проблем нефтяной индустрии в настоящее время является неконтролируемое снижение производительности добывающих и приемистости нагнетательных скважин. Одной из основных причин данного эффекта является коагуляция порового пространства, которая связана с миграцией и осаждением на поверхности фильтрационных каналов мелких частиц (коллоидов). Для понимания и управления подобными процессами необходимо иметь надежный инструмент моделирования фильтрации суспензий в пористых средах. Другим очевидным применением такого инструмента является моделирование фильтрации в упаковке проппанта, сопровождающей процессы очистки трещины гидроразрыва пласта (ГРП).

В первой главе диссертационной работы подробно рассматриваются различные подходы к описанию процесса фильтрации суспензии. Во второй главе раскрыты особенности построения модели фильтрации суспензии с одной жидкой фазой и с учетом переноса, осаждения и вымывания твердых частиц в порах. Важным результатом главы 2 является разработка способа оценки критической скорости вымывания частиц, зависящее только от усредненных характеристик пористой среды и суспензии. Такой подход позволил значительно сократить число замыкающих параметров модели. В главе 3 получено хорошее соответствие расчетных значений критической скорости мобилизации в трубах и пористой среде с экспериментальными данными. Модель фильтрации суспензии была доработана в четвертой главе для моделирования течений двух жидкостей с учетом их слабой сжимаемости. В пятой главе рассмотрен вопрос



моделирования заводнения нефтегазовых месторождений и очистки прискважинной области, а в шестой - построена модель течения в трещине ГРП.

Важным прикладным результатом последней главы является выработка рекомендаций в виде схемы, с помощью которой можно определить оптимальную скорость снижения давления в скважине для заданных параметров месторождения (характерная депрессия в скважине, время сброса давления, характерная скорость фильтрации, отношение проницаемости трещины к проницаемости пласта, отношение длины трещины к начальному раскрытию трещины и др.).

Достоверность результатов диссертации подтверждается совпадением численных расчетов с известными аналитическими решениями, контролем сходимости и устойчивости решений.

Результаты, представленные в диссертации, были опубликованы в 12 научных статьях, 7 из которых индексируются Scopus и Web of Science.

Для решения прикладных задач с помощью предложенных в диссертационной работе моделей важным вопросом является правильная оценка интенсивности осаждения и мобилизации частиц в поровом пространстве. В связи с этим хотелось бы сделать следующие замечания:

1. Проводились ли исследования влияния минерального состава поверхности поровых каналов на скорость осаждения и мобилизации частиц? Рекомендации по данному вопросу существенно упростили бы применение результатов данной работы для решения задач оптимизации заводнения нефтяных месторождений.
2. Достаточно ли усредненных характеристик пористой среды и суспензии для получения надежных прогнозов по увеличению гидравлического сопротивления пористой среды в процессе кольматации без настройки на лабораторные эксперименты по фильтрации суспензии? В автореферате следовало бы уделить больше внимания обсуждению области применения предложенных моделей фильтрации суспензии.

В целом, эти замечания во многом носят характер пожеланий и никак не снимают высокой научной ценности выполненного исследования. На

основании содержания автореферата и опубликованных работ можно сделать вывод о том, что диссертационная работа «Развитие многоконтинуальных моделей фильтрации суспензии» представляет собой завершённое самостоятельное исследование и соответствует специальности 1.1.9. — «Механика жидкости, газа и плазмы». Диссертация отвечает требованиям пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а ее автор Толмачёва Кристина Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. — «Механика жидкости, газа и плазмы».

Я, Орлов Денис Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Старший преподаватель  
Сколковского института науки и технологий (Сколтех)  
К.ф.-м.н.

Орлов Денис Михайлович

«26» сентября 2023г.

Орлов Денис Михайлович — кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», старший преподаватель Центра науки и технологий добычи углеводородов.

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий».

121205, Москва, Территория Инновационного Центра «Сколково», Большой бульвар, д.30, стр.1.

Контактные данные: тел.: +79161225368, e-mail: D.Orlov@skoltech.ru

Подпись Д.М. Орлова заверяю.