

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ялаева Тагира Рустамовича «**Методика построения обобщенных моделей эффективных упругих и тепловых свойств пород с учетом их внутренней структуры и флюидонасыщения**», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Диссертация посвящена разработке и апробации параметрических математических моделей упругих и тепловых свойств пород с учетом их внутренней структуры и флюидонасыщения. Построение согласованных эффективных моделей для скоростей упругих волн и коэффициента теплопроводности имеет важное значение для повышения эффективности разведки и разработки месторождений углеводородов с разными типами коллекторов. Во-первых, повышается достоверность определения структуры породы, когда есть данные как по упругим, так и по теплофизическим свойствам, что позволит надежнее прогнозировать влияние на физические свойства флюидозамещения, напряженного состояния и т.д. Во-вторых, появляется возможность наиболее корректно определять связь между упругими свойствами и теплопроводностью для оценки одних свойств из других. Эта задача актуальна, т.к. для каротажных данных имеется большой объем данных акустического каротажа при почти полном отсутствии данных о теплопроводности; в то же время, при исследовании керна определение теплопроводности оказывается гораздо более технологичным методом по сравнению с измерением упругих свойств.

Автором был рассмотрен широкий спектр вопросов от теории построения эффективных моделей до их верификации и апробации. Получены оригинальные формулы для расчета эффективной теплопроводности микронеоднородных сред на основании метода T-матрицы. Далее на основе известного метода обобщенного сингулярного приближения теории эффективных сред были построены параметрические модели упругих свойств и теплопроводности для карбонатного и терригенного типов коллекторов. Эти модели описывают зависимость рассматриваемых физических свойств от таких параметров, как пористость, свойства насыщающего флюида, свойства минеральных зерен породы, геометрия и связность порового пространства. Эти модели были апробированы на коллекциях образцов керна терригенных и карбонатных коллекторов. Они также были использованы для прогноза свойств при флюидозамещении и изменении нагрузки. Также была рассмотрена задача определения упругих свойств и теплопроводности терригенных пород на основе создания и изучения искусственных образцов из шлама. Такой широкий подход к изучаемому вопросу делает работу очень интересной, а результаты – полезными при решении реальных прикладных задач.

По автореферату имеется ряд замечаний.

1. Как упругие свойства, так и теплопроводность могут быть анизотропными, особенно это относится к случаю карбонатных коллекторов. В автореферате необходимо было обсудить тему анизотропных моделей и четко обозначить классы моделей, с которыми работал соискатель.

2. Странно выглядит компоновка диссертации. Обзорная глава обычно содержит только систематизацию известных данных. Не очень понятно почему в эту главу включены оригинальные формулы соискателя по расчету эффективной теплопроводности на основе метода Т-матриц. Этот результат необходимо было интегрировать в Главу 2.

3. Возникают большие проблемы с пониманием формул (1.1) и (1.2), не даны объяснения обозначений  $v^k$ ,  $r$ , и  $\lambda^0$ , пределы суммирования по индексам  $v^k$  и т.д. Можно было также лучше продумать пояснение этой формулы в тексте.

4. В работе важное место занимает задача создания единых эффективных моделей сред. Формула (1.4) выглядит вырванной из контекста и не очень информативной. В автореферате необходимо было более подробно обсудить согласованность моделей. Перечислить, какие свойства описываются формулой (1.4). Перечислить, какие параметры структуры и как единообразным способом входят в разные эффективные свойства.

5. Отдельно требуется обсудить связь между скоростями и теплопроводностью. Пояснить, как согласованные эффективные модели позволяют пересчитывать одно свойство в другое.

6. Из описания четвертой главы непонятна методика проведения эксперимента по тестированию восстановления упругих и тепловых свойств горных пород по данным о физических свойствах композитов, изготовленных из фрагментов этих горных пород и парафина. Были ли проведены независимые измерения на целых образцах породы, для получения экспериментальных значений скоростей Р-, S- волн и теплопроводности, с которыми сравниваются расчетные значения (а потом уже образец разрушался для получения шлама).



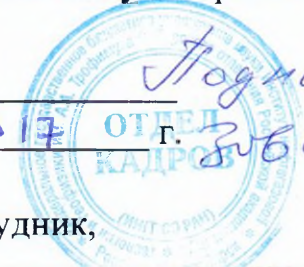
7. На рисунке 5 не видно линий коридоров погрешностей и для отображения данных использованы маркеры слишком маленького размера.

8. Является непонятным, почему в п. 3.6 (с. 16) задача определения коэффициента теплопроводности по скоростям Р- и S-волн называется «прямой», а задача определения скоростей Р- и S-волн по коэффициенту теплопроводности называется «обратной».

Перечисленные замечания относятся больше к оформлению автореферата и не умаляют важности полученных результатов. Диссертация Ялаева Тагира Рустамовича «Методика построения обобщенных моделей эффективных упругих и тепловых свойств пород с учетом их внутренней структуры и флюидонасыщения» удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Заведующий лабораторией,  
кандидат физико-математических наук Дучков Антон Альбертович,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН),  
630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Коптюга, 3,  
телефон: +7(383) 363-67-14,  
e-mail: DuchkovAA@ipgg.sbras.ru

Я, Дучков Антон Альбертович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

  
« 20 » 09 17 г.   


Научный сотрудник,  
кандидат физико-математических наук Дугаров Гэсэр Александрович,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН),  
630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Коптюга, 3,  
телефон: +7(383) 330-49-57,  
e-mail: DugarovGA@ipgg.sbras.ru

Я, Дугаров Гэсэр Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

  
« 20 » 09 2017 г.   
