

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук Юсупова Яна Ильдаровича
на тему: «Применение геолого-механической модели для обоснования
разработки залежей нефти тутлеймско-абалакского НГК
Красноленинского свода методами технической стимуляции»
по специальности 1.6.11 – «Геология, поиски, разведка и
эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Актуальность диссертационного исследования не вызывает сомнений по нескольким причинам. Во-первых, вовлечение в разработку нетрадиционных ресурсов углеводородов представляет собой стратегическую задачу в условиях истощения легкодобываемых запасов. Для того, чтобы такая разработка была экономически эффективной и экологически безопасной требуется разработка специальных технологий повышения нефтеотдачи, что и является конечной целью рассматриваемой работы. Кроме того, развитие методов геомеханического моделирования и разработка соответствующего программного обеспечения (что составляет один из результатов работы) само по себе является актуальной и востребованной отраслью задачей.

Работа содержит обширный обзор материалов и литературы и аналитическую часть, составляющие содержание первой главы. Их прочтение формирует целостную картину проблематики разработки и, в частности, - геомеханического моделирования пород тутлеймско-абалакского НГК. Особо стоит отметить детальное сопоставление этих формаций с нетрадиционными формациями, разрабатываемыми на Американском континенте по широкому набору параметров. Это важно, поскольку именно американский опыт разработки «сланцевой нефти» зачастую кладётся в основу разработки соответствующих технологий. Автор убедительно демонстрирует, что прямых аналогов тутлеймско-абалакского комплекса нет, поэтому прямая экстраполяция соответствующих технологий невозможна. В первой чти

работы также подробно описаны подходы к подготовке данных ГИС для геомеханического моделирования, разработанные автором. В качестве замечания следует указать, что при этом автор ограничивается корреляционными связями и общими уравнениями, типа уравнения Гарднера. Следовало бы также привлечь петроупругие (т.н. *Rock Physics*) модели, которые лучше учитывают состав и микроструктуру пород, а потому могут давать лучший результат, в частности – при замещении кривых каротажа.

Основное содержание работы относится ко второй-четвёртой главам, пятая глава посвящена конкретным примерам практического применения результатов работы к решению отдельных задач.

Сформулированные автором защищаемые положения, в целом, хорошо обоснованы материалом и результатами работы. Так, во второй главе аргументировано выделение восьми литомеханических типов пород. Для этого было выполнено значительное количество разноплановых экспериментальных исследований керна: от определения минерального состава до геомеханических исследований при условиях, аналогичных пластовым. Разумность разделения на указанные типы аргументирована соответствующим разбросом физико-механических свойств и состава пород. В качестве замечания следует указать, что не дано обоснования достаточности выбранного разделения на типы: ничего не говорится о том, насколько однородными являются выборки внутри предложенных типов. Впрочем, стоит предположить, что, поскольку разделение выполнено на основании изучения 150 образцов пород, дальнейшее разбиение было бы уже статистически плохо обоснованным.

Второе защищаемое положение посвящено выделению наиболее «хрупких» интервалов в разрезе ТАК. Здесь следует заметить, что само понятие хрупкости не имеет однозначного определения и носит скорее интуитивный характер. Автор предлагает следующее определение: «хрупкость характеризует способность пород образовывать трещины и последующую возможность сохранять их в раскрытом состоянии». Это не вполне согласуется

с понятием хрупкости, принятым в материаловедении, где хрупкость обычно определяется как способность к разрушению без значимых пластических деформаций. Хотя взаимосвязь данных определений очевидна. Но, помимо интуитивного определения, для достижения практических результатов требуется располагать и некоторым количественным критерием, в качестве которого автор предлагает использовать хрупкость по Рикману, которая определяется исходя исключительно из динамических упругих свойств породы: модуля Юнга и коэффициента Пуассона и диапазона их вариаций при нагружении. Это феноменологический подход, справедливость которого вызывает определённые сомнения. Для более содержательного анализа следовало бы использовать модели пород, учитывающие их микроструктуру. Вместе с тем, полученный в результате вывод о том, что наиболее хрупкими в рассматриваемом разрезе являются породы кремнистого и карбонатного литомеханического типов вполне соответствуют разумным предположениям о свойствах пород ТАК.

Наконец наиболее важное, с практической точки зрения, пятое защищаемое положение относится к выделению перспективных интервалов разрезе ТАК по их хрупкости. В главе 5 убедительно показано, что имеется статистическая связь между выделяемыми хрупкими интервалами разреза и их мощностью, и начальными дебитами скважин, пробуренными в этих интервалах. Для того, чтобы получить соответствующий результат автору потребовалось выполнить большой объём работы, направленный на прогнозирование соответствующих хрупких интервалов по данным сейсморазведки. Здесь следует отметить, что практика использования 3D сейсмических данных при геомеханическом моделировании до настоящего времени ещё не стала общепризнанной технологией и авторский подход обладает существенной степенью научной новизны. Также следует отметить высокое качество работы автора с сейсмическими материалами. Использованы результаты упругой инверсии, которые сопоставлены со скважинными данными.

Замечание к данному разделу связано с осреднением данных при построение трёхмерных моделей механических параметров. Фактически использовано обычное арифметическое осреднение скважинных данных в ячейках модели. Хорошо известно, что упругие параметры среды нельзя осреднять арифметическим способом для получения эффективных модулей. Для этого разработаны специальные процедуры осреднения, такие как метод Бэйкуса. Тем более неправомерно использовать арифметическое осреднение таких параметров как хрупкость. Хотя, справедливо ради, следует отметить что в отличие от упругих модулей для хрупкости не существует вообще никаких разумных подходов к её ремасштабированию и, в данных условиях, арифметическое осреднение выглядит единственным и потому разумным выбором.

В шестой главе приводится весьма конкретный алгоритм оценки стабильности стволов скважин на основе геомеханического моделирования. Данный алгоритм положен в основу программного обеспечения, разработанного при непосредственным участии автора диссертации. Вызывает удивление, что данный результат не был включён в число защищаемых положений, он вполне этого заслуживает.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.11 – «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Юсупов Ян Ильдарович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11 – «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
ДИРЕКТОР Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института физики Земли
им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
ТИХОЦКИЙ Сергей Андреевич

Контактные данные:

тел.: 7(499)7662656, e-mail: sat@ifz.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
зашита диссертация:

25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Адрес места работы:

123242, г.Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
Тел.: +7(499)7662656; e-mail: direction@ifz.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук,
Тихоцкого Сергея Андреевича удостоверяю:
Заведующая отделом кадров

А.О. Галаганова