

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Мисюркеевой Натальи Викторовны «Складчато-надвиговое строение осадочного чехла юго-восточной окраины Сибирского кратона (Ковыктинско-Хандинская зона)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03. – Геотектоника и геодинамика

При ознакомлении с диссертацией Н.В. Мисюркеевой не оставляет мысль, что автор уже давно является кандидатом геолого-минералогических наук. Такого количества опубликованных работ по теме диссертации в ведущих геологических журналах мне еще не встречалось среди претендентов на кандидатскую диссертацию. Работа сделана на высоком профессиональном уровне, актуальна для исследования не только Ковыктинско-Хандинской зоны, но и для всей восточной, северо-восточной и северной части чехла Сибирской платформы, испытавшей давление со стороны горно-складчатого орогена пассивной континентальной окраины в каледонский этап при закрытии Палеоазиатского океана. Автор является прекрасным геофизиком – интерпретатором временных сейсмических разрезов, электроразведочной информации, данных глубокого бурения разных лет и хорошим геологом, способным оценить роль сложных складчато-надвиговых структур.

Фактическим материалом работы стали многочисленные результаты сейсморазведочных работ 2D МОГТ прошлых лет, современных сейсморазведочных работ 3D МОГТ, данные электроразведочных исследований и бурения более 80 глубоких скважин в пределах изученной площади, различные литературные источники и базы данных в свободном доступе. Интерпретация исследований предшественников в совокупности с обработкой сейсмических и электроразведочных работ последних лет, результатов глубокого бурения позволили на качественно новом уровне доказать складчато-надвиговое строение Ковыктинского газоконденсатного

месторождения и выделить вендские терригенно-карбонатные автохтонные и кембрийские галогенно-карбонатные аллохтонные комплексы, разделенные региональной поверхностью детачмента. В пределах аллохтонного комплекса автором выделены трещинные резервуары с аномально высокими давлениями флюидов и различной интенсивностью газо- и рапопроявлений, содержащими дефицитный в настоящее время литий. Рассмотрим достоинства диссертации по отдельным главам.

В первой главе «Геологическая изученность объекта исследования» приводится информация о стратиграфии, магматизме, тектоническом строении древних террейнов фундамента Сибирского кратона, о структуре чехла кратона и унаследованных с ранних этапов неотектонических поднятиях в его пределах, рассмотрена нефтегазоносность площади исследований с выделением трех нефтегазоносных комплексов (вендского терригенного, верхневендско – нижнекембрийского терригенно-карбонатного, кембрийского галогенно-карбонатного) и обоснована актуальность выбранного направления исследований автора диссертации.

Во второй главе «Обзор исследований формирования складчатости в осадочном чехле юга Сибирской платформы» автор детально рассмотрела представления предшественников на механизм формирования складчатых структур южной окраины Сибирской платформы и сделала выводы, что они менялись в зависимости от степени изученности складчатых структур и индивидуальных взглядов исследователей: от гравитационного тектогенеза (Замараев, 1967), вертикальных движений фундамента (Рязанов, 1973), соленосного тектогенеза в сочетании с тангенциальным сжатием (Дубровин, 1979). С появлением дополнительных сведений о структуре чехла по данным бурения и геофизики последняя модель претерпела уточнения, связанные с выделением разных типов надвиговых структур (Сметанин, 2000; Сизых, 2001) и детализацией структуры складчатых и разрывных дислокаций венд-раннепалеозойского платформенного чехла (Мазукабзов, 2003).

Третья глава «Методы исследований» - наиболее важная и интересная, так как здесь детально представлены методические приемы обработки временных сейсмических разрезов. Автором рассмотрены работы методом 2D МОГТ (метод общей глубинной точки) прошлых лет и современные работы 3D МОГТ (13.5 тыс. км²) в совокупности с данными электроразведочных исследований зондированием становления поля в ближней зоне (ЗСБ), материалами бурения более 80 глубоких скважин на территории Ковыктинского и прилегающих участков, архивные документы. Все это составило фактическую основу диссертации. Автор на основе многочисленных иллюстраций наглядно показала, что трехмерная сейсморазведка обладает высокой детальностью исследований, дающей возможность сформировать куб сейсмической записи, и позволяет получать непрерывные поля свойств изучаемых геологических сред, с более высокой степенью надежности проводить корреляцию отражающих горизонтов, выделять и трассировать тектонические нарушения. Сейсморазведка 3D обладает наибольшим эффектом подавления помех, лучшим соотношением сигнал/шум, обеспечивает более точное воссоздание истинной структуры геологических границ и физических свойств пород в сложно построенных средах. Электроразведка методом ЗСБ является прямым методом картирования проницаемых зон флюидонасыщенных вторичных карбонатных коллекторов. Области повышенной проводимости по данным ЗСБ отражают участки развития сложных каверново-трещинных межсолевых коллекторов, для которых при бурении типичны газо- и рапопроявления либо поглощения бурового раствора. Особое значение имеет раздел «Авторская интерпретация геолого-геофизических данных», где показаны приемы выделения по временным сейсмическим разрезам разрывных нарушений разными способами: 1) по разрывам корреляции отражающих горизонтов; 2) по наличию пространственных смещений отражающих горизонтов; 3) по резкому изменению углов наклона отражающих горизонтов. Автором анализировались динамические особенности сейсмических волн, например,

резкие изменения амплитуд сейсмических волн в зоне тектонического нарушения, локальные аномалии изменения динамических характеристик отраженных волн по латерали и вертикали. Были построены карты когерентности, которая отражает качество прослеживаемости сейсмических отражений и реагирует на падение амплитуды сигнала, обусловленное тектоническими нарушениями.

Четвертая глава «Двухъярусное строение осадочного чехла в пределах Ковыктинско-Хандинской зоны» является наиболее информативной в научном плане. Здесь обращается внимание на аллохтонное залегание кембрийского галогенно-карбонатного комплекса и подчеркивается, что большинство месторождений юга Сибирской платформы, расположенных среди этого комплекса, остаются неисследованными, несмотря на их высокую перспективность на углеводороды в пределах аллохтона, обнаруженную при бурении кембрийской толщи. Автор рассмотрела в диссертации автохтонный комплекс, начиная с фундамента платформы, акцентировала внимание на залегании рифейских отложений в пределах авлакогена, который несогласно перекрыт отложениями венда, кембрия и ордовика. Ковыктинское ГКМ расположено именно над западной границей рифейского палеопрогиба-авлакогена. В автохтоне, в парфеновском горизонте венда, сосредоточены основные извлекаемые запасы природного газа и газового конденсата месторождения и его сателлитов. Выше по разрезу природные резервуары карбонатного венда и кембрия в аллохтоне осложнены надвиговой тектоникой, менее изучены по керновому материалу, не испытаны на продуктивность в скважинах, так как пока исключены из объектов целенаправленного геологического изучения. Далее автором очень детально рассмотрены структура кембрийского галогенно-карбонатного аллохтона в составе литвинцевской, ангарской, булайской, бельской и усольской свит, по каждой из которых представлены структурные карты и карты среза куба когерентности, структурные разрезы. В совокупности эти данные убедительно доказывают сложное чешуйчато-надвиговое строение

аллохтона. Поэтому вполне обоснован вывод автора диссертации, что осадочный чехол Ковыктинского ГКМ вследствие дислоцированности во фронтальной зоне Байкало-Патомского надвигового пояса имеет двухъярусное строение (нижний ярус – автохтон, верхний – аллохтон) и что кембрийские породы аллохтона характеризуются наличием линейной складчатости в парагенезисе с взбросо-надвигами, взбросо- и сбросо-сдвигами, которые подобны пликативно-дизъюнктивным формам тыловой части надвигового пояса.

В пятой главе «Внутреннее строение складчато-надвиговых структур верхнего яруса (аллохтона)» развиваются представления о строении Ковыктинско-Хандинской зоны под влиянием двух надвиговых секторов Байкало-Патомского надвигового пояса – южного (Прибайкальского) и центрального (АктиканоНепского) (Мисюркеева, 2021, 2022). На сочленении этих надвиговых секторов по данным сейсморазведочных исследований 3D МОГТ в северо-восточной части Ковыктинского ГКМ автором выделена Орлингская аллохтонная пластина (Вахромеев и др, 2018; Мисюркеева и др., 2018; Misyurkееva et al., 2022). Эта структура со сложным чешуйчатым строением представляет собой самостоятельный блок в толще нижнего кембрия, характеризующийся развитием парагенезиса складчато-надвиговых и сдвиговых дислокаций, образованных за счет тангенциального сжатия со стороны складчатого обрамления. Площадь пластины составляет около 2 тыс. км². Границами пластины являются Большеириньская антиклиналь на западе, Имеринский прогиб на востоке, система кулисообразных сбросов и северная часть Орлингского вала на юге. Автором составлен любопытный сбалансированный и восстановленный разрез (соотношение вертикального и горизонтального масштабов 1:5) по линии, перпендикулярной простиранию структур (параллельна направлению тектонического транспорта) в широтном направлении через Орлингскую аллохтонную пластину и ее фронтальное ограничение – Большеириньскую антиклиналь (рис. 5.18 диссертации), на котором проявилась амплитуда смещения примерно в 5 км при сжатии с

востока. Таким образом, по данным сейсморазведки МОГТ 3D и электроразведки методом ЗСБ с интерпретацией данных на основе комбинированного подхода 1D и 3D 3D существенно уточнены внутреннее геологическое строение Орлингской аллохтонной пластины, южного крыла Актикано-Непского надвигового сектора Байкало-Патомского надвигового пояса (Misurkeeva et al., 2019; Мисюркеева и др., 2019, 2021а,б, Misyurkeeva et al., 2022).

Шестая глава «Геолого-геофизическая модель складчато-надвигового строения осадочного чехла как основа проектирования ГРП» имеет практическую направленность. В пределах Орлингской аллохтонной пластины (Актикано-Непский надвиговой сектор) на сегодняшний день располагаются практически все скважины Ковыктинского месторождения, вскрывшие коллектор с аномально-высоким пластовым давлением, газо- или рапопроявлением в интервале галогенно-карбонатной части разреза, встречающиеся при бурении на основной перспективный горизонт (показаны примеры конкретных скважин с газо- и рапопроявлениями на данной площади на сейсмических разрезах по данным МОГТ 3D). Автором диссертации показано, что применение комплекса геолого-геофизических методов позволяет выделить флюидонасыщенные зоны в карбонатных горизонтах кембрия и выполнить оценку возможных осложнений на основе интеграция структурной и геоэлектрической 3D моделей, полученных по результатам МОГТ 3D и 3D ЗСБ. Делается вывод, что трехмерная модель изученной части Ковыктинского ГКМ, разработанная на базе сейсмического куба с отображением осадочно-породных комплексов и системы складчато-надвиговых структур, является геологической основой более корректного проектирования ГРП с целью поисков залежей УВ и литиеносных рассолов в межсолевых карбонатных резервуарах аллохтона (нижний кембрий). Предполагается использование этой модели для снижения аварийности бурения глубоких скважин на целевые объекты в природных резервуарах терригенного автохтона (венд), вмещающих газоконденсатные залежи.

Все вышесказанное дает основание утверждать, что степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций автора высокая. Диссертация основана на анализе большого объема геологических и особенно геофизических материалов. Достоверность и новизна научных положений не вызывают сомнений, так как они основаны на большом объеме нового фактического материала. Кроме того, достоверность подтверждается результатами бурения разведочных скважин в пределах Ковыктинского – Хандинской зоны в период с 2015-2020 гг., по которым автор готовила прогноз геологического строения чехла, а также кустового этапа бурения в 2020-2021 гг. Степень апробации защищаемых положений высокая (доклады на 14 международных и всероссийских конференций в городах Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Иркутске). По защищаемой теме опубликованы автором лично или в соавторстве 53 работы: из них 10 – в журналах, входящих в перечень ВАК, в коллективной монографии, имеется 1 патент на изобретение Российской Федерации. Таким образом, значимость для науки и практики результатов исследований очень высокая.

Все защищаемые положения логичны, надежно аргументированы приведенными в работе материалами. Содержание автореферата в целом соответствуют тексту диссертации.

Текстовая часть диссертации и автореферата написаны грамотно, многочисленные графические материалы представлены высокого качества, выполнены с помощью компьютера в цветном исполнении, хорошо читаются.

Недостатки, отмеченные в работе, сводятся к следующему.

1. В автореферате слабо охарактеризован автохтонный подсолевой комплекс (более детально рассмотрен в самой диссертации). Именно в автореферате необходимо было дать развернутую ссылку на авторов, которые отнесли автохтон к вендскому байкальскому комплексу, и назвать аргументы в пользу этого. Поскольку именно подсолевой комплекс вмещает основные залежи углеводородов, нужны более детальные сведения о составе

пород автохтона. Указание просто на байкальский комплекс недостаточно, так как породы этого комплекса имеют терригенно-карбонатный состав, и роль карбонатных строматолитовых построек в них существенна.

2. В работе нет сведений о том, чем представлен выделенный автором детачмент – основной сместитель между автохтонным и аллохтонным комплексом. Хотелось бы знать, какими породами может быть задокументирован детачмент, могла ли эта структура быть экраном для залежей углеводородов, вскрывается ли он какой-либо скважиной.

3. В пределах наиболее изученной авторами надсолевой аллохтонной части выделяются участки с интенсивной трещиноватостью, где по электроразведочным данным отмечаются зоны с повышенным содержанием флюидов и предполагаются проявления литийсодержащей рапы, однако не обсуждается экранирующая роль присутствующих здесь чешуйчатых надвиговых структур.

4. Основой для интерпретации временных разрезов автором диссертации послужили работы 2D МОГТ прошлых лет и современных работ 3D МОГТ (какие годы?) на площади до 13.5 тыс. км². Следовало бы конкретно назвать организации и годы проведения исследований методом 2D МОГТ прошлых лет и методом 3D МОГТ и перечислить авторов работ по возможности (прежде всего это касается автореферата). Следовало бы упомянуть Г.А.Кузнецова, который в 1968 году защитил докторскую диссертацию на тему «Ангаро-Ленский раннепалеозойский краевой прогиб».

5. В автореферате неудачно расположены сначала рисунки в одном месте, а в последующем тексте приведены ссылки на них. Обычно сначала делаются ссылки по тексту, а затем приводятся рисунки.

6. Орлингская структура обозначена как дуплекс (стр. 12 автореферата), но в автореферате и в диссертации нет обобщенного модельного разреза, подтверждающего эту концепцию автора, несмотря на множество рисунков в плане и частично в разрезе вблизи наиболее характерных скважин. По мнению рецензента, дуплексом может являться

скорее Большеириньская антиклиналь на западе и другие ее ограничения, а вся Орлингская структура напоминает скорее ороклин, подобный выделенному ранее в пределах Байкало-Патомского нагорья (Корольков, 2007)

7. Иногда наблюдаются технические ошибки (цель повторена дважды в автореферате), стилистические и синтаксические ошибки, «масштаб 1:5» лучше повсеместно дополнять «соотношение горизонтального масштаба к вертикальному 1:5»

Отмеченные недостатки не уменьшают большое значение проведенной работы. Исследование Н.В. Мисюркеевой является законченным, имеет научную, очень важную методическую и практическую ценность, работа соответствует критериям, установленным для кандидатских диссертаций Положения о порядке присуждения ученых степеней, раздел II (постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.) по специальности 25.00.03. – Геотектоника и геодинамика. В диссертации содержится решение задачи, имеющей важное значение для развития соответствующей отрасли знаний, а ее автор Мисюркеева Наталья Викторовна заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук.

Корольков Алексей Тихонович,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры динамической геологии,
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет»,
baley51@mail.ru
664003. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1
Тел. 89832466970



19 мая 2022 года