

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ КЕДРОВСКО-БУТАЧИХИНСКОЙ ДЕФОРМАЦИОННО-МЕТАМОРФИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (Рудный Алтай)

С.В. Зиновьев, Б.М. Чиков

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

Традиции исследования тектоники деформационно-метаморфических структур опираются на стратиграфические критерии с «восстановлением» додеформационных ситуаций, а также на представления об их тождестве с разломами. На примере Кедровско-Бутачихинской зоны смятия Рудного Алтая показана необходимость выделения характерного класса структур земной коры с масштабными новообразованиями тектонитов (динамометаморфических породных ассоциаций). Основными закономерностями их строения являются: концентрация разрывных нарушений преимущественно сдвигового типа с интенсивным механическим разрушением и преобразованием геологического субстрата; генеральная анизотропия структурных элементов всех иерархических уровней; наличие упорядоченных структур течения в ламинарных и турбулентных формах. На основе типизации тектонитов и принципов структурирования геологической среды разработана классификация структурно-вещественных комплексов Кедровско-Бутачихинской зоны смятия с выделением типовых ассоциаций динамокластитов, тектоносланцев, тектономиктитов и механо-метасоматитов; построена картографическая геолого-структурная модель деформационно-метаморфической зоны. Карта отражает распределение структурно-вещественных комплексов, породная основа которых контрастно метаморфизована в условиях зоны смятия.

Деформационно-метаморфические структуры, зоны смятия, тектониты, динамометаморфизм, структурно-вещественные комплексы, Рудный Алтай.

THE KEDROVYI–BUTACHIKHA DYNAMIC METAMORPHIC ZONE (Rudny Altai): A TECTONIC MODEL

S.V. Zinoviev and B.M. Chikov

Structures of dynamic metamorphism have been traditionally studied proceeding from their similarity with faults, according to stratigraphic criteria and with reconstructions of predeformation settings. Using the example of the Kedrovyi–Butachikha shear zone in Rudny Altai, we suggest to distinguish zones with abundant dynamic metamorphic rocks (tectonites) as a special class of structures. Their diagnostic features are (i) dense fault populations, with mostly strike slip geometry of motion and intense mechanic failure and rework of the substrate; (ii) generally coordinated orientations (anisotropy) of structural elements at all hierarchic levels; and (iii) ordered patterns of laminar and turbulent flow. Complexes of tectonites in the Kedrovyi–Butachikha shear zone have been classified into dynamic clastics, tectonic schists, tectonic mixtites, and mechanic metasomatites according to their lithological and structural features. The new classification is used to image the architecture of the dynamic metamorphic zone in a map model which shows the pattern of tectonite complexes with their substrate unevenly reworked by shear-induced metamorphism.

Dynamic metamorphism, dynamic metamorphic structure, shear zone, tectonites, tectonite complexes, Rudny Altai

ВВЕДЕНИЕ

Деформационно-метаморфические структуры (ДМС) земной коры представляют собой природные объекты, для которых характерно существенное преобразование структуры и вещества исходного породного субстрата в условиях механического нагружения. Регулирующим правилом выделения и диагностики ДМС является устойчивая линейно-плоскостная или центрально-симметричная анизотропия их строения при наличии контрастного метаморфизма породных масс [Зиновьев, Чиков, 2006]. Особый интерес к этим структурам связан с тем, что именно в них сосредоточена основная масса полиметаллических и благороднометаллических руд известных месторождений Казахстана, Урала, Забайкалья и других регионов Евразии.

Широко распространенные в складчатых сооружениях земной коры региональные сдвиги являются линейно-плоскостной разновидностью ДМС. Для них характерны: генеральная линейно-плоскостная анизотропия структурных элементов всех иерархических уровней от регионального до микроскопического с соответствующим характером симметричных отношений геологических тел; концентрация раз-

рывных нарушений преимущественно сдвигового типа с интенсивным механическим разрушением геологического субстрата; масштабные новообразования породных ассоциаций динамометаморфического типа (катаклазиты, милониты, тектоносланцы, меланжи и т.п.) с контрастным метаморфизмом пород субстрата; наличие упорядоченных структур течения в ламинарных и турбулентных формах [Чиков, 1992].

Еще в начале прошлого столетия подобные структуры по периферии Атлантики американский геолог У. Хоббс называл «линеаментами». Но линеаментный характер они имеют лишь в случае крутого наклона осевой поверхности; с уменьшением этого угла (особенно в надвиговых соотношениях) конфигурация зон на поверхности усложняется. В середине прошлого столетия такие структуры активно исследовались в России под названием глубинные разломы [Пейве, 1956; и др.]; в Казахстане чаще их называют «зоны смятия» [Нехорошев, 1966; и др.], а в современных англоязычных публикациях для обозначения подобных структур обычно используются термины «зона сдвига», «зона скольжения» или «коллизийный шов» (shear-zones, strike-slip-fault, collision suture). Это синонимика, но в конкретных случаях она позволяет акцентировать внимание на морфологию структуры (линеамент), кинематику массопереноса (зона сдвига), глубину проникновения в недра (глубинный разлом), характер преобразования породных масс (зона смятия) или роль в региональной тектонике (коллизийный шов).

Характерным примером региональной деформационно-метаморфической структуры является Кедровско-Бутачихинская зона смятия (деформационно-метаморфическая зона) Рудноалтайской тектонической провинции [Чиков и др., 2008]. Ее принципиальное выделение было проведено еще в 1920-е годы [Нехорошев, 1930], а в качестве самостоятельной ветви «Северо-Восточной зоны расщепления и смятия» зафиксировано на «Геологической карте Алтая», составленной под редакцией В.П. Нехорошева в 1956 г. [Геологическая карта..., 1956]. На более поздних региональных геологических картах эта структура обычно выделяется в качестве узкой полосы, представленной крутозалегающей последовательностью стратиграфических единиц девонского возраста в поле распространения более молодых отложений. При этом широко использовались приемы «восстановления первичного состава и возраста» породных комплексов со снятием метаморфизма. В результате таких процедур породные комплексы с контрастным метаморфизмом рассматривались в качестве стратиграфических или интрузивных аналогов без учета их качественного минерального преобразования и возраста перехода в категорию динамометаморфических пород. Такие модели можно считать традиционными историко-геологическими [Викентьев, 1995, 2004; Дурнев, 1977; Покровская, 1982; Попов, 1968; Старостин и др., 1973, 1989; Яковлев и др., 1985].

Деформационным вариантом характеристики Кедровско-Бутачихинской структуры является модель на основе систематического анализа «тектонофаций» (как интенсивности механической деформации геологической среды) и «шовной складчатости» (как деформационного типа региональной структуры) [Паталаха, 1985; Паталаха и др., 1986]. Принципиальным отличием авторской методики выделения и анализа геологии зон смятия от известных приемов систематического анализа тектонофаций и складчатости являются принципы классификации наблюдаемых ситуаций на основе структурно-вещественных преобразований породных масс и динамометаморфизма пород (см. далее).

Детальные тематические работы 2006—2007 гг. позволили авторам дополнить традиционные представления, разработать региональную легенду динамометаморфических и метасоматических структурно-вещественных комплексов, выявить закономерности их распределения и новые структурные соотношения породных тел. В итоге построена оригинальная модель тектоники Кедровско-Бутачихинской зоны смятия с картографическим воплощением (рис. 1).

СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЕФОРМАЦИОННО-МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ЗОН

В деформационно-метаморфических зонах процесс преобразования пород геологического субстрата происходит в результате разрушения исходной минеральной среды, последующей литификации материала деструкции (механизмы адгезии, спекания и пр.), рекристаллизации и перекристаллизации минеральных масс в условиях неоднородного напряженного состояния с образованием качественно нового породного комплекса тектонитов.

Иерархическое описание вещества деформационно-метаморфических структур представлено рядом: порода (минеральный агрегат)—породная масса (агрегат пород, связанных определенными типами структурных отношений и ограниченный полем наблюдения)—породное тело (генетически взаимосвязанное множество породных масс, ограниченных контрастной границей изменения минерального состава)—породная формация (структурно взаимосвязанная ассоциация генетически однотипных породных тел)—формационный комплекс (ассоциация формаций). Подчеркнем, что в этой последовательности особое значение придается диагностике породных масс и формам их обособления, а их структура определяется устойчивостью ориентировки сланцеватости и линеаризации породных масс, типом упорядоченности распределения породных разновидностей и геологических границ.

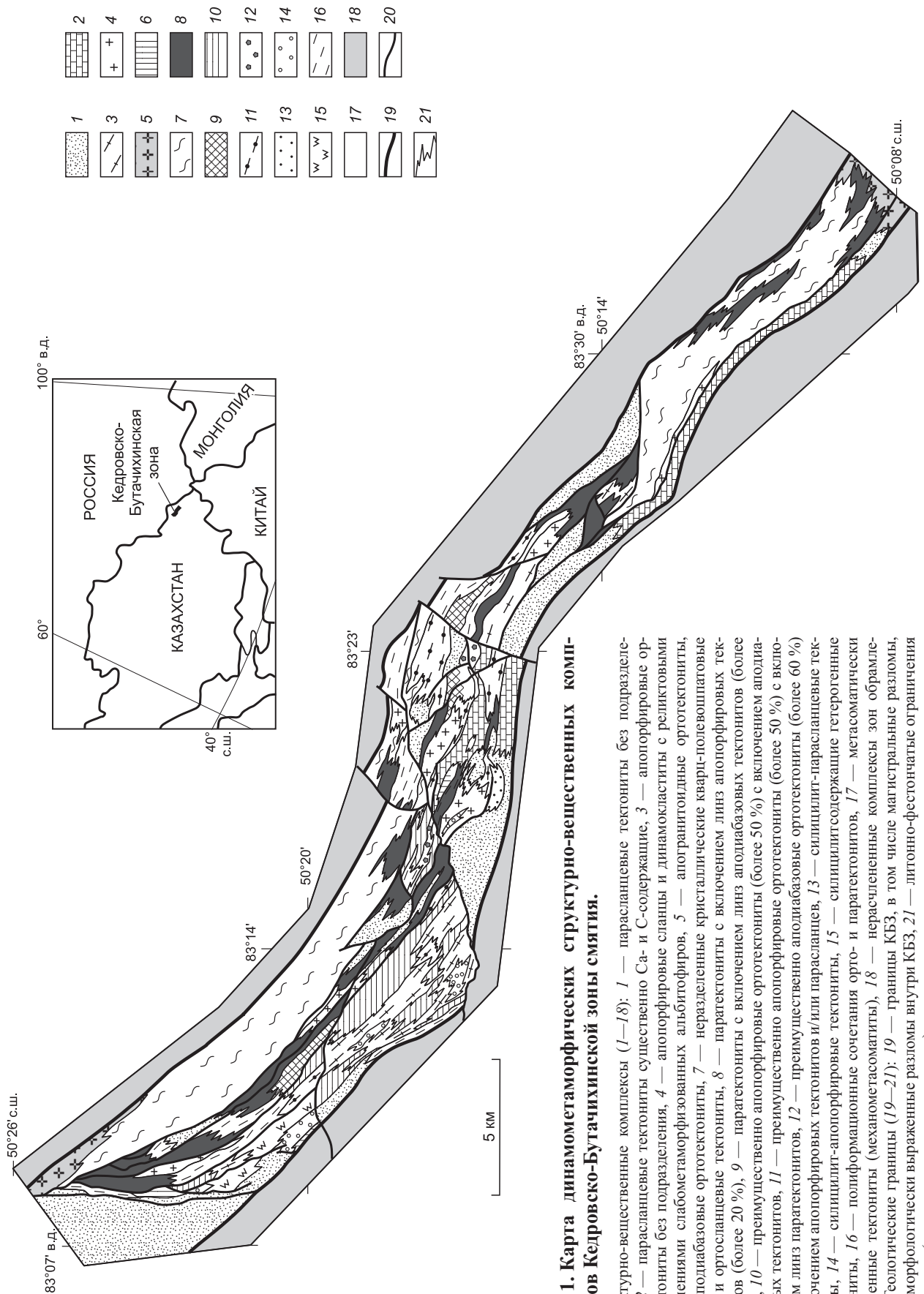


Рис. 1. Карта динамометаморфических структурно-вещественных комплексов Кедровско-Бутачихинской зоны смятия.

Структурно-вещественные комплексы (1–18): 1 — парасланцевые тектониты без подразделения, 2 — парасланцевые тектониты существенно Са- и С-содержащие, 3 — апорфирные ортотектониты без подразделения, 4 — апорфирные сланцы и динамокластиты с реликтовыми включениями слабометаморфизованных альбитофиров, 5 — алогранитоидные ортотектониты, 6 — аподиабазовые ортотектониты, 7 — неразделенные кристаллические кварц-полевошпатовые пара- и ортосланцевые тектониты, 8 — паратектониты с включением линз апорфирных тектонитов (более 20%), 9 — паратектониты с включением линз аподиабазовых тектонитов (более 20%), 10 — преимущественно апорфирные ортотектониты (более 50%) с включением аподиабазовых тектонитов, 11 — преимущественно апорфирные ортотектониты (более 50%) с включением линз паратектонитов, 12 — преимущественно аподиабазовые ортотектониты (более 60%) с включением апорфирных тектонитов и/или парасланцев, 13 — силицилит-парасланцевые тектониты, 14 — силицилит-апорфирные тектониты, 15 — силицилитсодержащие тетерогенные тектониты, 16 — полиформационные сочетания орто- и паратектонитов, 17 — метасоматически измененные тектониты (механометасоматиты), 18 — нерасчлененные комплексы зон обрамления. Геологические границы (19–21): 19 — границы КБЗ, в том числе магистральные разломы, 20 — морфологически выраженные разломы внутри КБЗ, 21 — литонно-фестончатые ограничения комплексов (границы срыва и притирания).

Наиболее характерным свойством породных комплексов зон смятия является регионально проявленный динамометаморфизм. И динамометаморфические породы — тектониты — представляют главное вещественное «выполнение» ДМС. К основным диагностическим признакам тектонитов зон смятия относятся:

а) механическое измельчение (брекчирование, катаклаз, милонитизация) с трансляцией зерен и перемешиванием обломочной массы, с овуляцией и развальцеванием крупной и перекристаллизацией (рассланцеванием) мелкой фракций;

б) кливаж течения с частичным (до 50 %) и проникающим (более 75 %) рассланцеванием породной массы;

в) наличие индикаторных форм (разделение породных массивов на литоны [Паталаха, 1970] и сепарационно-сегрегационные полосы с устойчивым простиранием); породам свойственны структуры катакlastического и пластического течения, линейаризация минеральных зерен, сочетание порфирикlastических и порфиробlastических обособлений;

в) новообразования преимущественно малокомпонентных (в том числе рудных) концентраций и механокомпозитов сепарации, сегрегации, сдвигового трения и декомпрессии [Чиков и др., 2007].

Диагностируемую основу минерально-породных разновидностей тектонитов Кедровско-Бутачихинской деформационно-метаморфической зоны (ДМЗ) составляют: существенно хлоритовые, в том числе аподиабазовые, сланцы; апопорфиоровые (апориолитовые) кварц-серицитовые и серицит-полевошпатовые катаклазиты и сланцы; апогранитные катаклазиты и сланцево-катаклазитовые тектониты; карбонатные и углеродсодержащие сланцы; силициты (кварцитоподобные породы) и кальциты (сепарационные мраморы) в участках экстремального преобразования пород субстрата; меланжевые микститы (разновидности меланжа с матриksom мелкозернистых динамокластитов и сланцев).

Контрастность метаморфизма породных комплексов зон смятия Алтая была подмечена еще в середине прошлого столетия в процессе геологических съемок м-ба 1:100 000—1:200 000. Обобщая результаты геологического картирования, В.П. Нехорошев писал: «Несмотря на кажущуюся монотонность, метаморфизм в зонах смятия весьма неоднороден, резко возрастающая близ разломов и пластовых интрузий (внедрившихся по разломам) и быстро ослабевающая, сходя почти на нет (за исключением рассланцевания), по удалении от них. Такие же явления наблюдаются и по простиранию этих зон: метаморфизм то резко усиливается, то затухает. Этой особенностью породы зон смятия часто отличаются от кристаллических и метаморфических пород докембрийских толщ, в которых однородная степень метаморфизма хорошо выдерживается и по простиранию, и вкрест простирания» [Нехорошев, 1956, с. 52].

На основе типизации тектонитов и принципов структурирования геологической среды авторами разработана классификационная схема структурно-вещественных комплексов Кедровско-Бутачихинской зоны смятия — определенным образом упорядоченных сонахождений наборов и морфологических сочетаний геологических тел разных иерархических уровней (от минералов до формационных комплексов), структурных форм и их ассоциаций («структурных рисунков»), а также диагностических признаков структурных связей и отношений в системе. Индикаторные характеристики комплексов: а) литонно-полосчатый, тонколинзовидный и линзовидно-фестончатый облик распределения неоднородностей породного состава с регионально выраженной анизотропией; б) линзовидно-ленточная форма породных тел, ограниченных поверхностями срыва и притирания; в) иерархически упорядоченные концентрации структур сдвигового течения в ламинарных и турбулентных формах; г) региональный кливаж течения. Имеют значение также распределение неоднородностей минерально-породного состава и облика (слоистость, полосчатость, пятнистость и пр.), ассоциации и степень деформированности геологических тел, породных массивов и геологических границ.

Комплексы динамокластитов являются результатом механического разрушения структуры первичных породных массивов без существенного изменения минеральной основы. В группе динамокластитов преобладают катаклазиты и милониты (рис. 2, а—в), различия которых определяются степенью диспергирования (милониты — от английского слова meal — мука). По характеру межзеренных контактов эти динамокластиты распадаются на подгруппы слабосцепленных (сыпучих), адгезионных («слипающихся») и литифицированных по принципу «спекания» (результат механохимических взаимодействий между зернами с образованием новых минеральных фаз в интерстициях). Широко проявлены сепарационные эффекты в виде разнообразной полосчатости минеральных зерен с разной плотностью, размерностью и морфологией.

Комплексы тектоносланцев (см. рис. 2, з—е). Их вещественную основу составляют новообразованные (вторичные) минералы листоватого габитуса и линзовидные обособления гранулированного (ленточного) кварца как результат деформационной перекристаллизации пород субстрата. Для сланцевых комплексов характерна различная степень полосчатости: от контрастной до размытой, а также слоеподобные сегрегационные скопления различных минералов, в том числе рудных. Также характерной особенностью является наличие порфиroidных зерен двух типов: порфиробlastического (новообразо-



Рис. 2. Группы тектонитов с характерным обликом породных масс.

Динамокластиты (а–в): а — апогранитные ортогнейсы; б — апогравелитовые паратектониты; в — апопорфировые ортогнейсы литонно-полосчатые. Тектоносланцы (г–е): г — углеродсодержащие листоватые; д — полевошпат-кварцевые (апопорфировые) литонно-линзовидные; е — кварц-серицит-хлоритовые с турбулентными структурами течения. Тектономикститы (ж–и): ж — меланжированные альбитофиры; з — меланжированные апопорфировые тектониты; и — повторно меланжированные карбонат-углеродсодержащие и серицит-кварцевые сланцы. Механометасоматиты (к–м): к — серицит-полевошпат-кварцевые пиритсодержащие линзовидно-полосчатые; л — глыбовые пирит-серицит-кварцевые; м — пирит-серицит-кварцевые (фрагмент части л).

ванного в процессе динамометаморфизма) и порфирокластического (остаточного от предшествующего состояния).

Микститовые комплексы (меланжи), в которых кластическая часть представлена разнообломочным, овулированным в процессе перемещения материалом, а матрикс имеет преимущественно сланцевую основу в результате тонкого измельчения обломочной фракции и перекристаллизации в условиях тектонического течения (см. рис. 2, ж–и). Обычным случаем является меланжирование не первичных породных масс, а тектонитов сланцевого типа, что позволяет отмечать телескопирование (унаследованную повторность) деформаций (и).

Комплексы метасоматически измененных тектонитов (механометасоматитов) как органическая совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных результатов тонкого механического преобразования (диспергирования) первичных породных масс, их флюидного метасоматоза, а также механохимической активации твердофазных реакций минералообразования в диспергитах (см. рис. 2, к–м). Их

механическая компонента обычно представлена пластинчато-листоватыми бластомилонитами, минеральный состав которых определяется широкими вариациями содержания кварца, кальцита, серицита, хлорита и других минералов, а метасоматическая — преимущественно продуктами кислотного выщелачивания и привноса новых химических элементов [Летников и др., 1986].

В теоретическом отношении эта классификационная система и ее элементы рассматриваются в качестве соответствующих (соразмерных) классификациям традиционных генетических категорий геологических формаций и комплексов — осадочных, интрузивных, вулканических, метасоматических и глубинных *PT*-метаморфических.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ КЕДРОВСКО-БУТАЧИХИНСКОЙ ЗОНЫ СМЯТИЯ

К фундаментальным свойствам геологической среды относятся характеристики геологического вещества (в иерархической соподчиненности), геологической структуры (упорядоченности строения, обеспечивающие относительное равновесие), а также представления о динамическом (энергетическом) состоянии минеральных масс и их взаимодействиях, формирующих наблюдаемую структуру. В соответствии с классической механикой тектонические (геолого-структурные) модели включают представления о геологических структурах в наблюдаемом виде (геостатика), а также представления о силах, условиях и механизмах формирования структуры объекта (палеогеодинамика). Такие модели качественно отличаются от моделей, создаваемых на базе историко-геологических принципов.

В основе построения геолого-структурной (геомеханической) модели Кедровско-Бутачихинской зоны смятия лежат три главных положения:

1) принцип адекватности отображения реальной геологической ситуации — он ориентирует на документацию реально наблюдаемых характеристик породных масс и исключает процедуры восстановления того, что предшествовало формированию наблюдаемой структуры (первичных осадочных свит, интрузивных или субвулканических массивов первичного возраста, палеогеографии и т.п.); однако в отношении сил, условий и механизмов формирования принцип реализуется лишь в пределах адекватности характеристики экспериментального материала;

2) принцип выделения главного формационного мегакомплекса тектонитов зон смятия в целом и его детализации на основе классификации породных масс и структурно-вещественных комплексов;

3) принцип интер- и экстраполяции при определении положения границ геологических тел и неоднородностей строения.

Принципы адекватности описания и типизации динамометаморфических породных ассоциаций, адаптированные к условиям конкретной деформационно-метаморфической структуры, позволяют полнее использовать структурно-вещественный подход к разработке теоретических основ, а принцип интер- и экстраполяции — совершенствовать создание адекватных графических моделей.

В целом Кедровско-Бутачихинская ДМЗ имеет зонально-литонно-блоковое строение с тектоническими ограничениями литолого-петрографических тел. А к основным морфологическим типам структурной упорядоченности относятся: а) субпараллельный литонно-линзовидный и линзовидно-фестончатый характер обособления породных разновидностей и структурно-вещественных комплексов; б) однонаправленная (анизотропная) ориентировка субпараллельных литонов, выдержанная на десятки километров; в) наличие в тектонитах индикаторных структур сдвигового течения в ламинарных и вращательных формах; г) наличие остаточных линз додеформационного субстрата с относительно слабым динамометаморфическим преобразованием пород. Основу тектоники Кедровско-Бутачихинской зоны образуют характерные распределения структурно-вещественных комплексов.

Перечисленные типы комплексов (см. выше) являются классификационной основой картографической модели Кедровско-Бутачихинской ДМЗ (см. рис. 1). Карта представляет распределение динамометаморфических комплексов как суммарную систему контрастных по интенсивности структурно-вещественных преобразований пород и породных масс в результате региональных геодинамических процессов. Отображаемые в масштабе карты морфологические обособления структурно-вещественных комплексов образуют: а) протяженные (от десятков метров до многих километров) выдержанные по мощности (от сантиметров до первых десятков метров) пластообразные пластины; б) тонколитонные прерывистые концентрации; в) расщепляемые, каплевидные, линзо- и тонкоовальные обособления; г) реликтовые линзы исходного геологического субстрата; д) морфологические аномалии (срывы, пережимы, дугообразные изгибы, завихрения). Как правило, выделенные на карте комплексы ограничиваются морфологически выраженными сдвигами, поверхностями срыва и притирания (по латерали) и постепенными или фестончатыми переходами по простиранью. А главные структурные ансамбли разделены структурообразующими поверхностями, в том числе морфологически выраженными разломами, обычно представленными узкими (1—2 м) зонами механического развальцевания и катаклаза (часто с сопутствующим метасоматозом).

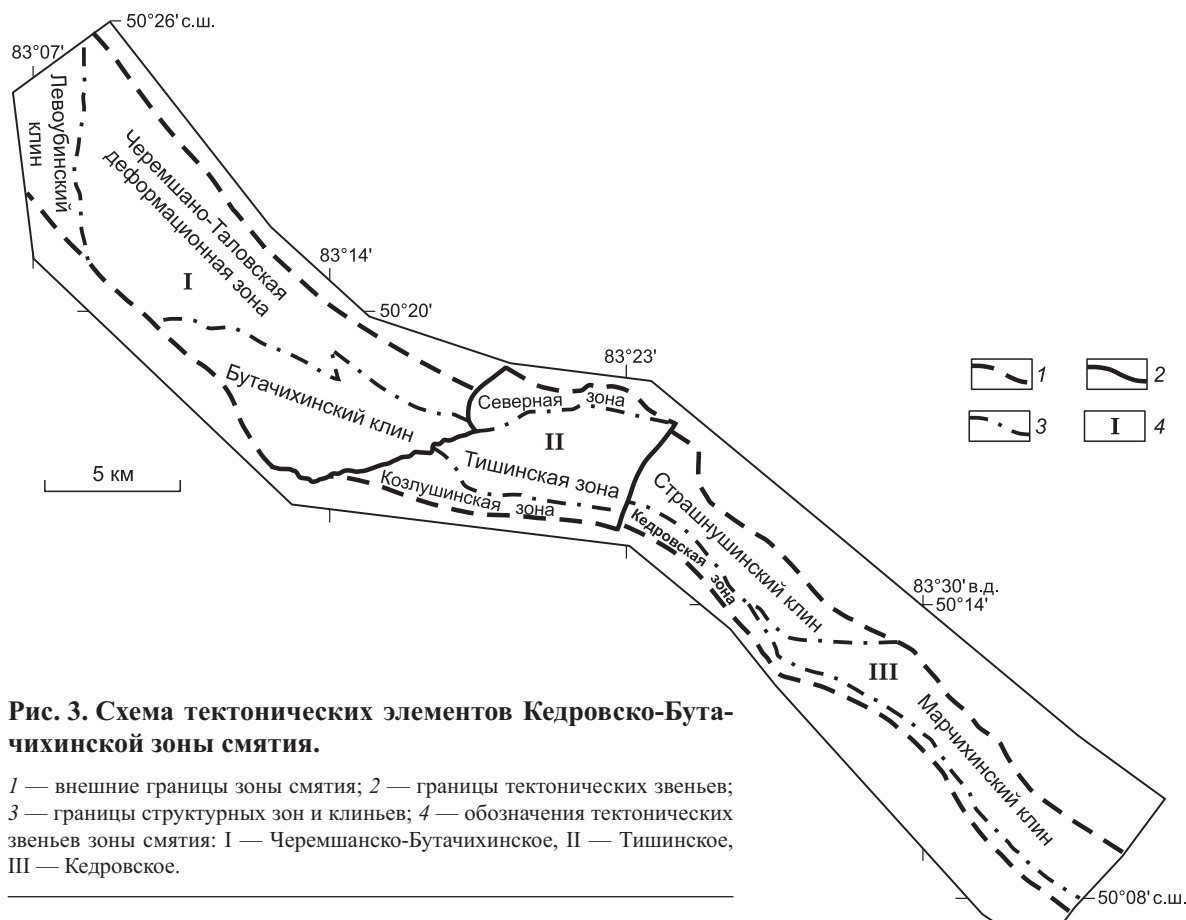


Рис. 3. Схема тектонических элементов Кедровско-Бутачихинской зоны смятия.

1 — внешние границы зоны смятия; 2 — границы тектонических звеньев; 3 — границы структурных зон и клиньев; 4 — обозначения тектонических звеньев зоны смятия: I — Черемшанско-Бутачихинское, II — Тишинское, III — Кедровское.

В плановой конфигурации Кедровско-Бутачихинской зоны смятия наблюдаются характерные изломы, позволяющие выделить северное (Черемшанско-Бутачихинское), центральное (Тишинское) и южное (Кедровское) звенья (рис. 3), а иерархия структур включает последовательный ряд (от общего к частному): звенья → клиновидные пластины-чешуи → структурно-вещественные комплексы (как базовые элементы тектоники зоны смятия).

Развитие зон региональных сдвигов земной коры, в том числе Кедровско-Бутачихинской, происходит в импульсном режиме по сценарию формирования сеймотектонических (сейсмофокальных) структур с сочетанием периодов длительного накопления энергии и относительно быстрой разгрузки в очагах землетрясений [Жалковский, Мучная, 1988; Гольдин, 2005; Еманов и др., 2005; Чиков, 2005].

Механизмы сдвигового течения в зоне смятия закономерно (в соответствии с системой нагружения) перемещают ее вещество, преобразуя исходные соотношения. При этом повторяемость деформационных событий перманентно увеличивает объем преобразованной породной массы (накопительный эффект). Поэтому практически все разновидности тектонитов рассредоточены в Кедровско-Бутачихинской зоне как по площади, так и по глубине, создавая деформационно-метаморфические разнообразия минеральных концентраций и структурно-морфологических сочетаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Деформационно-метаморфические структуры — это класс объектов, вещественную основу которых составляют динамометаморфические породные ассоциации (тектониты). Для этих структур характерна устойчивая анизотропия строения при наличии контрастного метаморфизма породных масс, а глобальная природа их формирования связана с физическими механизмами конвергенции глыбовых литосферных масс и коллизии геоблоков земной коры (взаимодействие двух и более тел при условии сближения их центров масс).

В проблемах исследования деформационно-метаморфических структур земной коры существует ряд положений, затрудняющих решение практически важных вопросов их геологического анализа. Прежде всего, это относится к традиции рассматривать породные комплексы таких структур в качестве подразделений местных стратиграфических шкал или магматических комплексов; при этом динамометамор-

фические формации субъективно восстанавливаются до первичного состояния с нарушением принципа адекватности описания. Другая проблема существует в связи с традицией рассматривать деформационно-метаморфические структуры в качестве деформационных систем (сдвиги, зоны разломов и т.п.) со смещением акцентов в область кинематики массопереноса по разломам; соответственно, изучаемые структуры исключаются из систематик «неразломных» структур земной коры, а их вещественные (формационные) характеристики практически игнорируются.

Кедровско-Бутачихинская зона смятия является типичным представителем деформационно-метаморфических структур земной коры, закономерности строения которых наиболее полно отражает модель клиновидно-литонного расчленения (расчешуивания) на крупные пластины тектонитов с контрастным региональным динамометаморфизмом породных масс. Механизмы сдвигового течения и вибрации закономерно (в соответствии с системой нагружения) перемещают ее вещество, преобразуя исходные соотношения. Поэтому практически все разновидности тектонитов рассредоточены как по площади, так и по глубине, создавая деформационно-метаморфические разнообразия минеральных концентраций и структурно-морфологических сочетаний. Выделенные комплексы динамометаморфических пород и породных масс обособляются в виде тектонических линз и пластин (литонов) тектоносланцев и динамокластитов, а также зон меланжа и метасоматоза. Индикаторные структурные характеристики тектонитов представлены малыми структурами течения в ламинарных и турбулентных (вращательных) формах; для них также характерна рассредоточенная сепарационно-сегрегационная полосчатость.

Анализ карты (см. рис. 1) показывает, что для тектоники Кедровско-Бутачихинской ДМЗ характерными свойствами являются: а) большая протяженность (длина намного превышает ширину ($l \gg n$) с четкой выраженной генеральной линейно-плоскостной анизотропией структурных элементов всех иерархических уровней с соответствующим характером симметричных отношений геологических тел; б) масштабные новообразования породных ассоциаций динамометаморфического типа (катаклазиты, милониты, тектоносланцы, меланжи и т.п.) с контрастным метаморфизмом пород субстрата; в) максимальная для региона концентрация морфологически выраженных разломов преимущественно сдвигового типа; г) проникающий кливаж течения и максимальная для региона степень стресс-метаморфизма породных масс; д) отсутствие (утрата) первичных слоевых и контактных отношений породных тел осадочного или интрузивного генезиса.

Авторы выражают признательность казахстанским коллегам В.И. Мамину и Ю.Ф. Олейнику за участие в полевых маршрутах, содержательные дискуссии и профессиональные консультации.

ЛИТЕРАТУРА

Викентьев И.В. Метаморфогенные геохимические ореолы Тишинского месторождения (Рудный Алтай) // Докл. АН, 1995, т. 343 (6), с. 806—809.

Викентьев И.В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. М., Научный мир, 2004, 339 с.

Геологическая карта Алтая, м-б 1:500 000 / Ред. В.П. Нехорошев. М., Госгеолтехиздат, 1956.

Гольдин С.В. Макро- и мезоструктуры очаговой области землетрясения // Физическая мезомеханика, 2005, № 1, с. 5—14.

Дурнев Г.С. Структурные особенности Тишинского месторождения // Проблемы генезиса колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая. Алма-Ата, Наука, 1977, с. 195—200.

Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В. Пространственно-временные особенности сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны // Физическая мезомеханика, 2005, т. 8, № 1, с. 49—64.

Жалковский Н.Д., Мучная В.И. Основные закономерности пространственных и временных распределений афтершоков и некоторые их следствия // Исследования по поискам предвестников землетрясений в Сибири. Новосибирск, Наука, 1988, с. 55—63.

Зиновьев С.В., Чиков Б.М. О содержании понятия «деформационно-метаморфические структуры» // Тектоника, глубинное строение и минерагения Востока Азии: V Косыгинские чтения. Хабаровск, ИТИГ ДВО РАН, 2006, с. 31—34.

Летников Ф.А., Савельева В.Б., Балышев С.О. Петрология, геохимия и флюидный режим тектонитов / Ред. А.И. Киселев. Новосибирск, Наука, 1986, 222 с.

Нехорошев В.П. Геологический очерк Рудного Алтая // Изв. Глав. геол.-разв. упр., 1930, т. XLIX (5), с. 513—540.

Нехорошев В.П. Алтайские зоны смятия, их особенности и практическое значение // Инф. сб. ВСЕГЕИ (Новая серия), 1956, № 3, с. 50—61.

- Нехорошев В.П.** Тектоника Алтая. М., Недра, 1966, 306 с.
- Паталаха Е.И.** Тектонофаціальний аналіз складчатих сооруже́ній фанерозоя. М., Недра, 1985, 168 с.
- Паталаха Е.И., Смирнов А.В., Коробкин В.В.** Тектонофації Казахстану. Алма-Ата, Наука, КазССР, 1986, 119 с.
- Паталаха Е.Б.** Механізм виникнення структур течення в зонах смяття. Алма-Ата, Наука, 1970, 216 с.
- Пейве А.В.** Обща характеристика, класифікація і просторове розташування глибоких розломів. Головні типи глибоких розломів // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1956, № 1, с. 57—71.
- Покровская И.В.** Металлогенія і умови утворення поліметалічних родовищ: Лениногорський район Рудного Алтая // Алма-Ата, Наука, 1982, 156 с.
- Попов В.В.** Вулканізм, тектоніка і поліметалічне орудення Лениногорського рудного району. Алма-Ата, Изд-во КазИМС, 1968, 172 с.
- Старостин В.И., Яковлев Г.Ф., Авдонин В.В., Гончарова Т.Я., Зубков В.А., Маньков Б.В., Олейник Ю.Ф.** Тектоновулканічні структури на Тишинському рудному полі // Сов. геологія, 1973, № 7, с. 43—56.
- Старостин В.И., Викентьев И.В., Сакия Д.Р.** Умови утворення і перетворення колчеданних родовищ в межах Кедровско-Бутахінської зони Рудного Алтая // Геологія рудних родовищ, 1989, т. 31 (1), с. 56—65.
- Чиков Б.М.** Сдвигове стресс-структуроутворення в літосфері: різновидності, механізми, умови (огляд проблеми) // Геологія і геофізика, 1992 (9), с. 3—39.
- Чиков Б.М.** Короткоперіодні коливання в геологічних процесах літосфери (огляд проблеми) // Літосфера, 2005, № 2, с. 3—20.
- Чиков Б.М., Зиновьев С.В., Мамин В.И.** Механічні деформації і динамометаморфізм порідних мас Тишинського рудного поля (Рудний Алтай) // Фундаментальні проблеми геотектоніки (Матер. XI тектонічного совещання). М., Геос, 2007, т. 2, с. 349—352.
- Чиков Б.М., Зиновьев С.В., Деев Е.В.** Мезозойско-кайнозойські колізійні структури Великого Алтая // Геологія і геофізика, 2008, т. 49 (5), с. 426—438.
- Яковлев Г.Ф., Авдонин В.В., Сакия Д.Р.** Закономерності розміщення поліметалічних родовищ центральної частини Рудного Алтая // Изв. вузів. Геологія і розвідка, 1985, № 7, с. 43—53.

*Рекомендована к печати 21 мая 2009 г.
В.Н. Шарповым*

*Поступила в редакцию
22 января 2009 г.*