

Член-корреспондент НАН Украины **К. Ф. Тяпкин**

Новая ротационная гипотеза структурообразования и металлогения

Some tectonical aspects of a new rotational hypothesis on the structure formation, the nature of the tectonical activization of the Earth, and the mechanism of formation of geosynclines on the basis of deep-seated faults are exposed. The necessity and possibility of applying these conceptions in modern metallogeny is discussed.

Более 100 лет, начиная со второй половины XIX века, в умах представителей наук о Земле безраздельно господствовала геотектоническая концепция геосинклиналей и платформ. Она основана на результатах обобщения фактических данных о геологических особенностях крупных участков в земной коре, представленных структурами, имеющими преимущественно линейную форму, сложенными и смятыми в складки осадочными породами и осложненные магматическими образованиями, получившими наименование геосинклиналей или геосинклинальных областей [1 и др.]. Причину образования этих структур сторонники концепции геосинклиналей и платформ стараются найти в особенностях строения земной коры и верхней мантии, возникающих в результате саморазвития Земли [2 и др.]. Механизм образования этих структур обычно не рассматривается.

Концепция геосинклиналей и платформ сыграла огромную роль в развитии наук о Земле. В частности, металлогения возникла и развивалась на основе этой концепции. Одним из основоположников металлогении считают Ю. А. Билибина, определившего основные направления этого учения. Им установлена взаимосвязь между этапами развития геосинклинальных структур и последовательным проявлением различных эндогенных месторождений [3]. В дальнейшем трудами большого коллектива исследователей металлогения выделена в самостоятельную отрасль геологической науки со своим предметом и методами исследований. Содержание этой науки, история ее развития и методы исследований весьма обстоятельно изложены в монографии А. Д. Щеглова [4]. Не касаясь всех особенностей металлогении, приведем ряд ее положений, необходимых для дальнейшего изложения.

В современной металлогении считаются установленными следующие закономерности, которые А. Д. Щеглов называет законами [4].

Определенные типы полезных ископаемых проявляются в определенных типах поверхностных структур. При этом, в качестве главных структурных элементов земной коры используются геосинклинально-складчатые зоны, срединные массивы, платформы и области так называемой автономной тектоно-магматической активизации.

Линейное, поясовое размещение рудных месторождений, находящее свое отражение в региональной металлогенической зональности, является законом пространственного размещения рудных месторождений в земной коре. В рамках этой закономерности в зависимости от масштабов рудных площадей используются следующие их градации: планетарный металлогенический пояс; металлогеническая провинция (область); рудоносный (металлогенический) пояс; металлогеническая зона (район); рудная зона (район).

Успехи современной металлогении в области изучения закономерностей размещения рудных месторождений в пространстве и во времени, которые способствовали открытию

новых крупных месторождений различных полезных ископаемых, не вызывают сомнений. Вместе с этим она обладает и рядом недостатков. Одним из них является недооценка роли разломных структур земной коры, которая сдерживает ее дальнейшее развитие. Этот недостаток напрямую связан с “пробелами” в концепции геосинклиналей и платформ. В первые послевоенные годы А. В. Пейве ввел понятие глубинных разломов, которые существенным образом отличаются от классического представления о разрывных нарушениях [5, 6 и др.]. Более того, по настоящее время систематически публикуются сообщения о взаимосвязи вновь открываемых месторождений с разломами такого рода. Тем не менее в концепции геосинклиналей и платформ этим важнейшим тектоническим структурам, к сожалению, не находится должного места.

Первый вариант Новой ротационной гипотезы структурообразования опубликован в 1974 г. [7], а в 1977 г. — в трудах Венгерского геофизического института на английском языке [8]. Наиболее полное изложение данной гипотезы можно найти в монографии [9]. Поэтому, не останавливаясь на деталях, в настоящем сообщении приведены основные ее положения, которые могут способствовать дальнейшему развитию металлогении.

1. Одной из главных особенностей Новой ротационной гипотезы структурообразования является известная причина возникновения тектоно-магматических активизаций на Земле: разрядка планетарных напряжений в тектоносфере, накапливающихся в процессе изменения ротационного режима Земли. В гипотезе детально рассмотрен механизм формирования основных структур в земной коре [9]; количественное обоснование возможности реализации этого механизма изложено в статье [10]. Следует специально подчеркнуть, что области тектоно-магматической активизации оказались никак не связанными с особенностями земной коры и историей ее развития: их расположение на поверхности Земли определяется исключительно расстоянием от полюсов ее вращения, а ориентировка этих областей — направлением миграции полюсов [9]. Важность изложенных тектонических положений для металлогении трудно переоценить.

2. Согласно Новой ротационной гипотезы структурообразования [9], в результате тектонической активизации Земли, происходящей минимум один раз в течение геологической эры (галактического года), в двух противоположных квадрантах тектоносферы Земли возникает система разломов. Каждая система представлена иерархически соподчиненными разломами двух взаимно перпендикулярных направлений, взаимное пересечение которых образует соответствующую систему блоков. На рис. 1, а приведена схема разломообразования в верхней части тектоносферы, на которой подчеркнута иерархия разломов в системе. Падение разломов очень мало отличается от вертикального. Крупные разломы нарушают всю земную кору, проникая в мантию, наиболее крупные, по-видимому, достигают подошвы тектоносферы. Расстояние между разломами разных порядков (горизонтальные размеры блоков) колеблется от нескольких сотен километров до нескольких метров и даже меньше. Мировой опыт изучения разломов земной коры свидетельствует о том, что это не разрывные нарушения в классическом их понимании, а более сложные тектонические структуры, возникающие в процессе перемещения соприкасающихся с ними блоков земной коры. Они представлены новообразованиями в виде магматитов, тектонитов или метаморфитов, а также, возможно, разрывами и даже — специфической линейной складчатостью. Обобщенная схема такого разлома изображена на рис. 1, б.

Горизонтальные размеры разломных структур зависят от их ранга (порядка): так, например, в пределах Украинского щита разломы, разделяющие блоки размерами 140×140 км, имеют ширину порядка (15 ± 5) км, а разломы, разделяющие блоки размера-

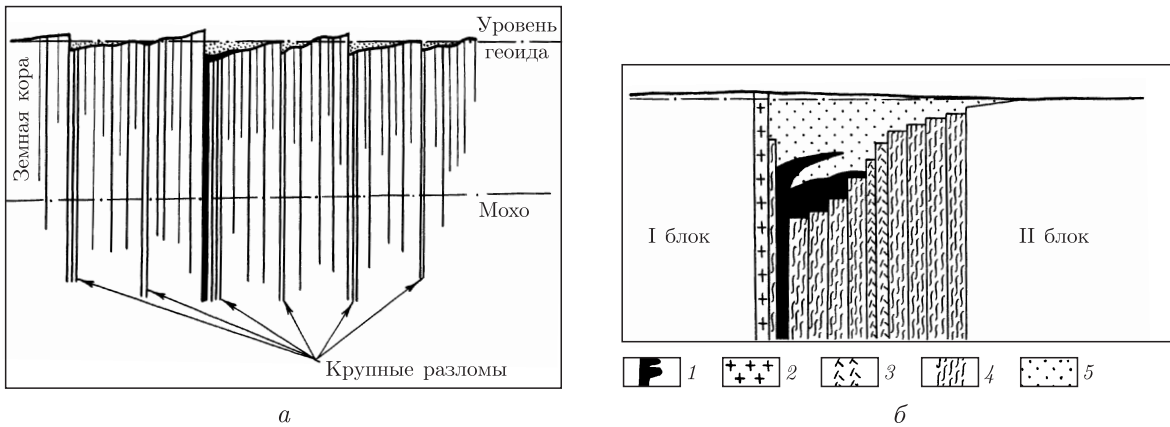


Рис. 1. Схемы разломообразования в тектоносфере (а) и обобщенной модели разлома (б).
 Магматиты: 1 — основного состава; 2 — кислого состава; 3 — зоны дробления катаклаза и милонитизации; 4 — изоклиальная (разломная) складчатость; 5 — осадочные образования

ми 70×70 км, характеризуются шириной порядка (10 ± 3) км. Примером самых крупных разломов планетарного масштаба (первого порядка) может служить Уральская структурно-фациальная зона. Ее ширина в разных сечениях характеризуется размерами 70–140 км.

Описанная выше тектоническая активизация Земли сопровождается активизацией магматической деятельности. Механизм ее достаточно прост. Разломообразование тектоносферы обычно осуществляется в режиме растяжения. При проникновении разломов на глубины в первые сотни километров, где вещество, в связи с определенными PT -условиями, находится в твердом состоянии, — давление на уровне проникновения разломов падает, а температура остается неизменной, соответствующей температуре плавления вещества мантии при новом давлении, в результате вещество тектоносферы переходит в новое агрегатное состояние — плавится, а разломы являются каналами транспортировки магмы к поверхности Земли. При этом состав магм в значительной мере зависит от глубины проникновения разломов: с повышением глубины проникновения разломов в мантию увеличивается основность (ультраосновность) состава образующихся магм. По-видимому, с увеличением глубины проникновения разломов их состав соответствует выплавкам более тугоплавких компонент.

Изложенные выше особенности тектоно-магматической активизации земной коры имеют самое прямое отношение к металлогении. Представляется, что одним из следствий, вытекающих из этих особенностей, является заключение: *при выборе главных структурных элементов для металлогенических исследований предпочтение, перед любыми другими, следует отдать разломам земной коры.* При этом, порядки разломов будут определять масштабы и особенности металлогенических (рудных) подразделений. В частности, планетарным металлогеническим поясам должны соответствовать самые крупные разломы (первого порядка). В качестве примера такого разлома можно назвать уже упоминавшуюся Уральскую структурно-фациальную зону. Металлогенические провинции и зоны определяются разломами земной коры более высоких порядков. При этом металлогеническая специализация этих зон в значительной мере будет зависеть от глубины проникновения соответствующих им разломов или их серий.

Выбор разломов земной коры в качестве главных структурных элементов соответствует одному из основных законов металлогении — линейному, поясовому размещению рудных месторождений. Об этом свидетельствует закономерность, установленная Ю. А. Косыги-

ным [10]. Он утверждает, что 84% всех изученных постмагматических месторождений мира выявлено вдоль разломов земной коры или на их пересечениях.

3. Вторым следствием описанной выше тектоно-магматической активизации для металлогении является возможность использования взаимосвязи между разломами земной коры и геосинклиналями. С позиции Новой ротационной гипотезы структурообразования сравнительно просто объясняются: механизм возникновения геосинклинальных структур и все ныне детально изученные этапы (стадии) их развития [9]. В качестве исходной модели геосинклинали принимается не классический вариант “прогибания” земной коры, а более адекватная реальным физическим свойствам слагающих ее пород модель, предложенная Дж. Муди и М. Хиллом [12]. Эта модель представляет собой сочетание двух жестких блоков (точнее двух групп блоков), разделенных крупным разломом. Процесс “прогибания” заменен относительным вертикальным смещением блоков вдоль разделяющего их разлома. Такая модель полностью соответствует наблюдаемым особенностям геосинклинальных структур. Следует специально подчеркнуть, что офиолитовая формация в основании геосинклинали возникает в процессе ее образования и не является реликтом так называемой океанической коры. Недавно было показано, что геосинклинали, геосинклинальные трогги, овлакогены, рифты и глубоководные желоба формируются по единой модели [13].

Нам представляется, что описанная выше схема формирования геосинклинальных структур на границе жестких блоков, разделенных глубинным разломом, весьма важна для современной металлогении, так как позволяет не только сохранить, но и эффективно использовать ранее установленные многочисленные закономерности, характеризующие взаимосвязь между этапами развития геосинклинальных областей и последовательным проявлением различных эндогенных месторождений в рамках одного тектоно-магматического цикла. Единая схема формирования геосинклиналей, геосинклинальных трогов, овлакогенов, рифтов и даже глубоководных желобов сближает между собой используемые для металлогенического анализа главные структурные элементы земной коры. Основное отличие этих структур оказывается связанным с предысторией их геологического развития, последствия которого, естественно, необходимо учитывать при металлогеническом анализе.

4. Из Новой ротационной гипотезы структурообразования [9] следует, что тектоно-магматические активизации в геологической истории Земли были неоднократно. В результате каждой из них возникала новая система разломов тектоносферы, происходили перемещение по ним ее новых блоков и сопутствующие им явления структурообразования, в частности активизация магматической деятельности. Каждая вновь образованная система разломов в тектоносфере отличается от предыдущей некоторым смещением области активизации на поверхности Земли и азимутами простираения разломов. В настоящее время исследователи в различных районах Евразии фиксируют $6(\pm 2)$ систем разломов. В частности, в результате тщательного изучения Украинского щита геолого-геофизическими методами в масштабе 1 : 200 000 нам удалось установить шесть систем разломов, характеризующихся следующими азимутами простираения (с точностью $\pm 2^\circ$): 0 и 270° , 17 и 287° , 35 и 305° , 45 и 315° , 62 и 332° , 77 и 347° и наметилось еще две системы разломов с азимутами простираения: 25 и 295° , 56 и 326° [14]. Последовательность возникновения систем докембрийских разломов на Земле, начиная от самой древней, имеет вид: 35 и 305° , 45 и 315° , 62 и 332° , 77 и 347° , 0 и 270° , 17 и 287° . К сожалению, абсолютный возраст возникновения систем докембрийских разломов пока неизвестен: во-первых, потому что этой проблемой исследователи практически не занимались, и, во-вторых, она усложняется тем, что фрагменты разломов ранее возникших систем участвуют в последующих активизациях. А системы разломов, проявля-

ющиеся в фанерозойское время, являются преимущественно унаследованными с докембрия, так например, Уральская структурно-фациальная зона сформирована преимущественно в герцинское время на основе меридионального докембрийского разлома.

В 1988 г. в Днепропетровском горном институте, по согласованию с Министерствами Высшего образования Геологии СССР, состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция “Геофизические методы изучения систем разломов земной коры и принципы их использования для прогнозирования рудных месторождений”, на которой были рассмотрены фактические материалы изучения систем разломов геолого-геофизическими методами в различных регионах СССР [15]. В результате работы конференции получил подтверждение один из постулатов Новой ротационной гипотезы структурообразования: крупные разломы одного порядка в каждой системе должны иметь определенную металлогеническую специализацию, которая может усложняться в процессе участия фрагментов разломов в последующих активизациях. Полагаем, что значение приведенных тектонических закономерностей для развития металлогении особых комментариев не требует. Можно только подчеркнуть, что прямая взаимосвязь между ориентировкой разломов и временем их заложения или активизации открывает возможность объяснения установленных в металлогении закономерностей образования определенных типов рудных месторождений в разные тектонические эпохи, а главное, — усовершенствовать методы прогнозирования поисков новых месторождений. Естественно, это не простая проблема. Для практической ее реализации потребуются дальнейшие кропотливые исследования, но залогом успеха решения данной проблемы являются надежно обоснованные теоретически и многократно проведенные на практике тектонические закономерности.

1. *Обуэн Ж.* Геосинклинали. Проблемы происхождения и развития. – Москва: Мир, 1967. – 302 с.
2. *Пейве А. В., Штрейс Н. А., Книппер А. Л. и др.* Океаны и геосинклинальный процесс // Докл. АН СССР. – 1971. – **196**, № 3. – С. 3–16.
3. *Билибин Ю. А.* Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. – Москва: Госгеолтехиздат, 1955. – 88 с.
4. *Щеглов А. Д.* Основы металлогенического анализа. – Москва: Недра, 1976. – 295 с.
5. *Пейве А. В.* Глубинные разломы в геосинклинальных областях // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1945. – № 5. – С. 23–46.
6. *Пейве А. В.* Общая характеристика, классификация и пространственное расположение глубинных разломов // Там же. – 1956. – № 1. – С. 90–105.
7. *Тяпкин К. Ф.* Новая ротационная гипотеза формирования структур в земной коре // Геол. журн. – 1974. – № 4. – С. 3–16.
8. *Tyarkin K. F.* A new rotation hypothesis on the development of the tectonic system of the Earth's crust // Geophys. Trans Hung. Geophys. Inst. – 1977. – No 24. – P. 39–52.
9. *Тяпкин К. Ф., Кивелюк Т. Т.* Изучение разломных структур геолого-геофизическими методами. – Москва: Недра, 1982. – 239 с.
10. *Тяпкин К. Ф., Довбнич М. М.* О напряжениях, возникающих в тектоносфере в результате изменения ротационного режима в упруговязкой Земле // Геофиз. журн. – 2002. – № 2. – С. 52–60.
11. *Косыгин Ю. А.* Основы тектоники. – Москва: Недра, 1974. – 215 с.
12. *Moody I., Hill M.* Wrench-fault tectonics // Bull. Geol. Soc. Amer. – 1956. – No 9. – P. 1207–1246.
13. *Тяпкин К. Ф.* О единой природе геосинклиналей, геосинклинальных трогов, овлакогенов, рифтов и глубоководных желобов // Докл. НАН Украины. – 1995. – № 10. – С. 106–108.
14. *Тяпкин К. Ф., Гонтаренко В. Н.* Системы разломов Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 1990. – 184 с.
15. *Геофизические методы изучения систем разломов и принципы их использования для прогнозирования рудных месторождений* // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. ДГИ. – Днепропетровск, 1988. – 107 с.

*Национальный горный университет,
Днепропетровск*

Поступило в редакцию 11.10.2006