

формирование рудных тел на заключительном этапе развития в связи с кислотным метасоматозом, промышленные залежи золото-магнетит-сульфидных руд были образованы здесь уже на ранней высокотемпературной стадии в период скарнообразования. С учетом этой особенности, известковые скарны рассматриваются в качестве одного из главных элементов модели рудообразования.

Проявление кислотного метасоматоза, формирование кварц-кальцит-серицитовых метасоматитов и сопряженной с ними золото-кварц-сульфидной минерализации рассматривается как следующий элемент развития рудообразующей системы. Временная близость процессов кварц-кальцит-серицитового метасоматоза и формирования даек «пестрого» состава – характерная черта многих золоторудных месторождений. В заключительный период рудообразующего процесса в золото-сульфидно-кварцевых жилах сформировалась низкотемпературная золото-теллуридная минерализация бонанцевых руд.

В качестве *области генерации* рудоносных образований рассматривается глубинный (вероятно, мантийный) магматический очаг, на что указывают изотопные характеристики основной группы магматических образований месторождения. Только в формировании ранних фаз собских гранитоидов предполагается участие корового вещества. Источник серы, согласно изотопным данным – мантийный; с глубинным источником также связан привнос основной массы золота и калия.

Транзит магматического и рудного вещества осуществлялся по системам крутопадающих региональных разрывов, что предопределило формирование в области их пересечения локальной рудоносной тектоно-магматической структуры. Магматиты и рудные образования рассматриваются как производные единой долгоживущей рудно-магматической системы, стадийность становления которой нашла отражение и в формировании золоторудных образований.

Локализация золотого оруденения контролировалась системой крутопадающих разрывов высоких порядков (сопряженных с региональными нарушениями), в сочетании с пологопадающими тектоническими зонами, при существенном значении состава рудовмещающих толщ. Последнее наиболее характерно для золото-сульфидно-магнетитовых рудных тел. Горизонты карбонат-содержащих пород и тела известняков имели принципиальное значение в формировании и локализации этой группы золотоносных образований. В локализации золото-сульфидно-кварцевых жил и жильно-прожилковых зон главную роль играли системы крутопадающих разрывов север-северо-западного – субмеридионального простирания.

В формировании золотой минерализации месторождения Новогоднее-Монто выделяется два основных этапа.

1) Золото-магнетит-сульфидные руды сформировались на поздней стадии образования известковых скарнов, характеризующейся повышением кислотности растворов, на фоне снижения температуры (от 600–550° до 350°). Изменение состава растворов привело к замещению скарновых минералов магнетитом, а затем сульфидами с золотом.

2) Золотоносные образования, представленные кварц-кальцит-серицитовыми метасоматитами, вмещающими золото-сульфидно-кварцевые жилы и жильно-прожилковые зоны, сформировались на заключительной стадии становления рудно-магматической системы в температурном интервале 270–210° из высококонцентрированных хлоридных растворов, в связи с возрастанием их окислительного потенциала. Температура образования золото-теллуридной ассоциации, завершающей формирование золотоносных образований этой группы, составляло 130°.

ОСОБЕННОСТИ СУБДУКЦИИ ПРИ ВСТРЕЧНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИНДО-АВСТРАЛИЙСКОЙ И ЕВРАЗИЙСКОЙ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

Антипов А.А., Гайнанов А.Г.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, yapetus@yandex.ru

Субдукционные зоны продолжают вызывать особый интерес у представителей науки о Земле. Это частично связано с катастрофическими природными явлениями, такими как землетрясения, цунами и вулканизм островных дуг. В то же время, данные конвергентные границы служат конечным членом глобального цикла, а также индикатором внутренней динамики Земли. С одной стороны, здесь происходят погружение и дальнейшее переплавление сформировавшейся океанической литосферы, с другой стороны, аккреционные призмы и магматизм участвуют в образовании континентальной литосферы.

Зондская зона субдукции (ЗЗС) – конвергентная граница, отражающая процессы взаимодействия при встречном движении Индо-Австралийской и Евразийской литосферных плит (рис. 1). Данное сопряжение проходит вдоль Андаманских и Никобарских островов, а также о. Суматра и о. Ява. Упомянутая субдукционная система является активной с середины третичного периода, о чём свидетельствуют датировки протянувшихся вдоль конвергентной границы вулканов (Hamilton, 1979).

По характеру взаимодействующих участков литосферы Зондская зона субдукции относится к тектонической категории окраинно-материковых зон. Для континентального крыла Зондской зоны субдукции не-

характерно горообразование, свойственное классическому окраинно-материковому режиму Андского типа, где с южно-американским материком контактирует молодая «лёгкая» океанская литосфера. Более древняя литосфера Индийского океана субдуцирует под более крутым углом и не вызывает столь сильных горизонтальных напряжений. В результате висячее крыло Зондской зоны субдукции менее мощное по сравнению с андским, и находится, главным образом, ниже уровня мирового океана (Хаин и Ломизе, 1995).

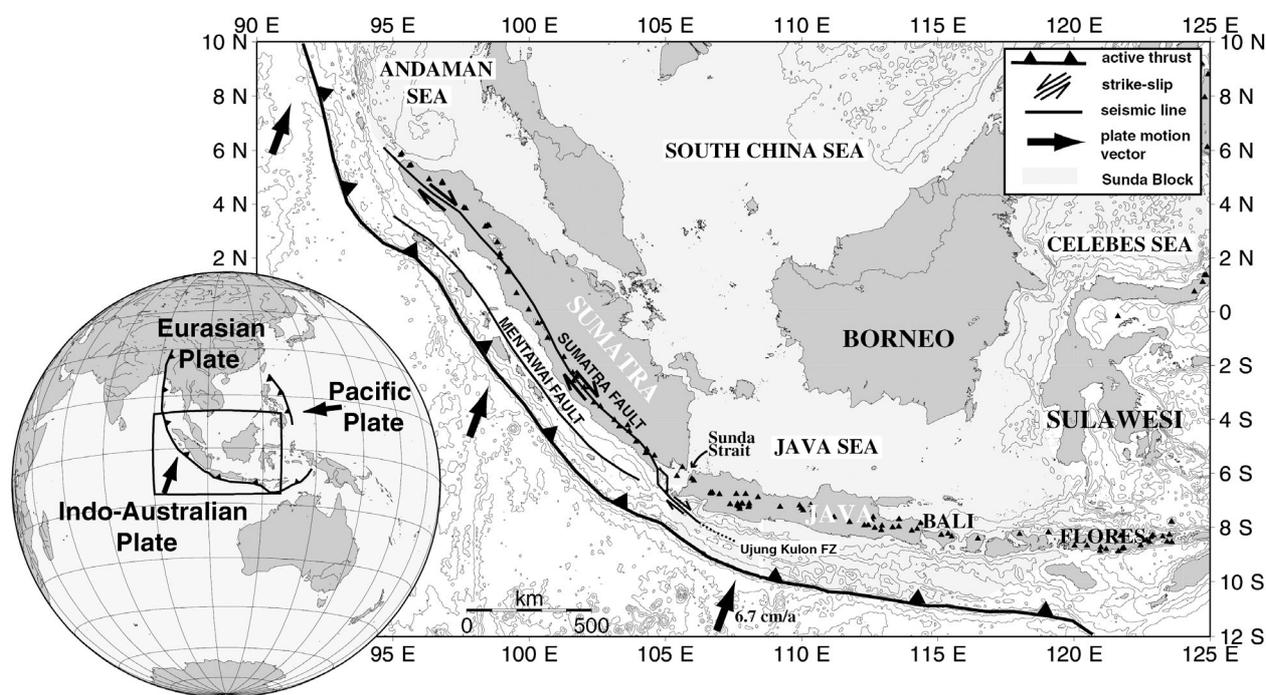


Рис. 1. Главные тектонические особенности Зондской зоны субдукции (Корр, 2001). На карте отображены: положение конвергентной границы (сплошная линия с треугольниками), направление движения Индо-Австралийской литосферной плиты по DeMets et al. (1990) (стрелками), сдвиг вдоль разломной системы Суматры (парные стрелки) и положение вулканов по Siebert & Simkin (2002) (треугольниками).

Зондская субдукционная зона является особенно важной для решения ключевых вопросов механизма конвергенции, благодаря значительным латеральным изменениям угла сопряжения Индо-Австралийской и Евразийской литосферных плит. Ортогональная субдукция в районе Явы сменяется прогрессирующей к северу косоориентированной субдукцией. Составляющая, параллельная границе литосферных плит, соответственно возрастает к северу, играя ключевую роль в смещениях вдоль разломных зон Суматры и Ментавай. Режим субдукции вдоль конвергентной границы влияет на развитие трансенсивного бассейна над погружающейся океанической плитой.

Возраст океанической литосферы вдоль субдукционной зоны увеличивается к северо-западу и юго-востоку от экватора: именно в районе 0° происходит пересечение с глубоководным желобом палеооси спрединга (Sdrolias & Muller, 2006). Мощность субдуцирующей литосферы в соответствии с её возрастом уменьшается от Явы к Суматре и от Андаманского бассейна к Суматре. К востоку от Зондского пролива возраст океанической литосферы, практически повсеместно, превышает 100 млн. лет.

Характер субдукции с точки зрения сейсмичности резко меняется при переходе относительно Зондского пролива от восточной области субдукционной зоны к западной (рис. 2). Сейсмичность чётко отражает Зону Беньофа, которая прослеживается вдоль всей Зондской дуги, но до разных глубин. К востоку от Зондского пролива зона Беньофа фиксируется на максимальных глубинах в местах, где субдуцирует холодная древняя литосфера. Под Явой сейсмическая активность прослеживается от поверхности до глубин 670 км. Зона сейсмичности здесь круто падает под углом около 60°. К северо-западу, глубины гипоцентров не превышают 300 км от уровня моря. Конфигурация слэба в северной Суматре недостаточно изучена, в то время как для южной Суматры предполагается погружение относительно молодой океанической литосферы под углом 40-50° (Корр, 2001).

Стоит отметить, что мощность осадков, незначительная в юго-восточном сегменте, постоянно увеличивается к северо-западу, и в районе Бенгальского залива достигает максимума. Активный андезитовый вулканизм зафиксирован вдоль большей части дуги.

Поскольку единая крупная океаническая плита субдуцирует под изогнутую островную дугу, геометрические соотношения начинают играть важную роль. Угол между направлением субдукции и простираем

конвергентной границы определяет многие параметры субдукции и различия в строении ЗЗС на разных её отрезках. Соответственно мы выделяем 3 сегмента: Сегмент Центральной и Восточной Явы (Юго-восточный), Сегмент Суматры и Западной Явы (Центральный) и Андаманский (Северный) Сегмент.

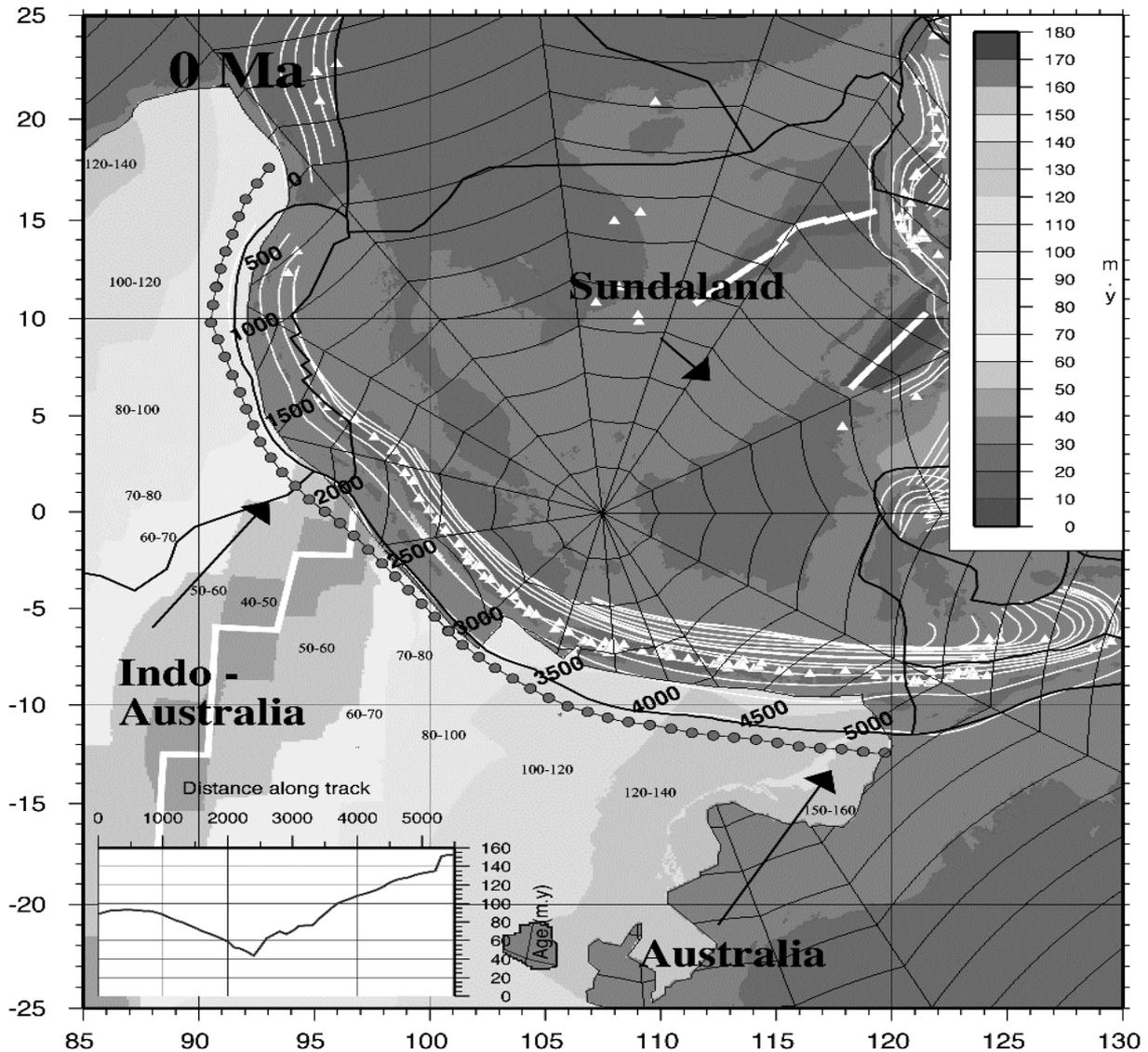


Рис. 2. Карта возраста литосферы Индийского океана (Sdrolias & Muller, 2006). Зоны Индо-Австралийской плиты выделены оттенками и подписаны в соответствии с возрастным интервалом (в млн. лет); на область, отмеченную “паутиной”, шкала возрастов не распространяется. Треугольниками обозначено положение вулканов. Белыми тонкими линиями показаны глубинные контуры слэба (через 100 км) по Gudmundsson & Sambridge (1998), белой толстой линией в пределах Индо-Австралийской плиты показана палеоось спрединга бассейна Уортон (Wharton). Чёрными стрелками показаны векторы абсолютного движения плит. Чёрные толстые линии соответствуют границам плит по Bird (2003). Чёрная линия с кружками показывает положение глубоководного желоба, каждые 500 км вдоль границы подписаны. На врезке показано изменение возраста субдуцирующей литосферы вдоль конвергентной границы.

Рельеф является важным фактором при формировании геологической обстановки в субдукционной системе. Слабоградиентный в Сегменте Суматры и Западной Явы и резко изрезанный в Сегменте Центральной и Восточной Явы характер поверхности дна океана влияет на режим взаимодействия Индо-Австралийской и Евразийской литосферных плит. Если в первом секторе чётко проявлено развитие аккреционного комплекса, то при переходе к югу аккреционные процессы сменяются преобладанием субдукционной эрозии.

Для участков ЗЗС с доминирующим значением аккреционных процессов свойственны более пологие углы висячего крыла, по сравнению с участками, где главную роль играет эрозия. На территории Суматры и Западной Явы данные показатели не будут превышать величины 3° (Корр, 2006).

Влияние Бенгальского конуса выноса оказывает сильное влияние. Большие мощности осадков уменьшаются к югу от Андаманского сегмента и в районе Центральной Явы местами достигают отметки 0 м.

Данное сочленение характеризуется изменением горизонтального угла конвергенции океанической и континентальной плит. Взаимодействие литосферных плит происходит на границе, которая меняет своё географическое простирание с широтного на меридиональное (с юга на север). При северо-северо-восточном генеральном движении Индо-Австралийской плиты (относительно внутренней части Евразийской плиты) такое взаимодействие не может не сказаться на режиме субдукции. Если в Юго-Восточном Сегменте наблюдается субортогональная субдукция, то в центральной части ЗСС имеет место косое, а в районе Бенгальского залива субкасательное погружение океанической литосферы (Milsom, 2003).

Вместе с тем с юга на север происходит ярковыраженное замедление скорости конвергенции литосферных плит с 76 до 59 мм/год соответственно. В районе Суматры данные значения варьируют от 68 до 61 мм/год (USGS, 2004).

Андаманский сегмент в задуговой части ЗСС частично представлен океанической литосферой. Это единственный участок висячего крыла с подобными характеристиками, что позволяет отделить его от других сегментов ЗСС. Центральная часть ЗСС, представленная Сегментом Суматры и Западной Явы может быть отделена от Юго-восточного Сегмента на основании изменения характеристик субдукции. Если в Сегменте Центральной и Восточной Явы сочленение литосферных плит происходит под углом, близком к прямому, то в районе Суматры обнаруживается косонаправленная конвергенция. Ещё одна характеристика связана с геологической обстановкой субдукции: на смену процессам формирования аккреционного комплекса в северной и центральной частях ЗСС приходят режимы субдукционной эрозии в Юго – Восточном сегменте.

Авторы выражают благодарность Гилад Д.А., Ломизе М.Г., Булычёву А.А., за помощь в проделанной работе, а также Heidrun Kopp за предоставленные материалы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 04-05-64775.

ЛИТЕРАТУРА

- Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики, М., Изд-во МГУ, 1995, 480 с.
- Bird P. An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252, 2003, http://element.ess.ucla.edu/publications/2003_PB2002/2003_PB2002.htm
- De Mets C., R.G. Gordon, D.F. Argus, S. Stein 1990: Current plate motions. *Geophys. J. Int.* (101) 425-478, 1990. NUVEL - 1 velocities with Eurasia held fixed., <http://www.seismology.harvard.edu/~becker/igmt>
- Gudmundsson O., Sambridge M. A regionalized upper mantle (RUM) seismic model. *J. of Geophys. Res.*, No. B4, 7121-7136, 1998, <http://rsees.anu.edu.au/seismology/>
- Hamilton W. Tectonics of the Indonesian region, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 1078, 1979. <http://www.geoph.itb.ac.id/~sriwid/>
- Kopp H. Crustal structure along the central Sunda Margin, Indonesia. PhD Thesis, Geomar, Kiel, 2001, http://e-diss.uni-kiel.de/diss_439/d439.pdf
- Kopp H., E. Flueh, J. Petersen, W. Weinrebe, A. Wittwer. Meramex Scientists: The Java margin revisited: Evidence for subduction erosion off Java. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 242, Issues 1-2, 15 February 2006, Pages 130-142
- Milsom J. *Geology of Sumatra*, Ch. 2 Seismology and Neotectonics, University College London, 2003, *Geol. Soc. Memoir No.27*, <http://www.es.ucl.ac.uk/people/milsom/smtrntct.htm>
- Sdrolias and Muller, 2006, Controls on Back-arc Basin Formation, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, Vol. 7, Q04016, doi:10.1029/2005GC001090.
- Siebert L, Simkin T. *Volcanoes of the World: an Illustrated Catalog of Holocene Volcanoes and their Eruptions*. Smithsonian Institution. Global Volcanism Program Digital Information Series, GVP-3, 2002, <http://www.volcano.si.edu/world/>
- USGS. *Earthquake Summary Posters*, 2004, <http://neic.usgs.gov/neis/poster/>.

ВОСТОЧНО-ПАНСКИЙ МАССИВ: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, КУМУЛУСНАЯ СТРАТИГРАФИЯ, ПЕТРОХИМИЯ (НОВЫЕ ДАННЫЕ)

Архиреева А.С.¹, Рундквист Т.В.²

¹-АФ МГТУ, *Анатиты*, arkhanna@yandex.ru

²-Геологический институт КНЦ РАН, *Анатиты*

Федорово-Панская расслоенная интрузия на Кольском полуострове относится к наиболее перспективным объектам России на промышленные платинометалльные руды. Интрузия расположена в центральной части Кольского полуострова и на современном эрозионном срезе имеет протяженность более 90 км при ширине до 6-7 км, падает на юго-юго-запад под углами от 30-35° (на западном фланге) до 75° (на восточном фланге). Зонами поперечных разломов интрузия разобрана на три крупных блока (массива), которые, вероятно, соответствуют трем магматическим камерам: Федоровский, Западно-Панский и Восточно-Панский (Корчагин и др., 2004).

Участок Восточный Чуарвы (ВЧ) находится в центральной части Восточно-Панского массива. Геологическое строение участка ВЧ было изучено с помощью петрографического изучения шлифов с использованием метода кумулюсной стратиграфии. Метод основан на том, что все основные магматические породы разделяются на так на-