

сжатия переходных зон придавали сформированным складчатым структурам общие особенности ориентировки их в пространстве. В процессе формирования земной коры периодически происходили изменения петрофизических свойств, слагающих ее горных пород, что запечатлено в составе и строении охарактеризованных выше различных по геофизическим характеристикам типов земной коры, присущих тыловой и фронтальной зонам ДВ сектора ТПП. Формирование земной коры региона и ее геологической структуры продолжается в современное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гранник В.М. Формирование геологической структуры Охотского сектора Тихоокеанского тектонического пояса в фанерозое // Области активного тектогенеза в современной и древней истории Земли. Материалы XXXIX Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2006. Т.1. С. 182-185.
2. Гранник В.М. Фрагменты разновозрастных зон перехода в геологической структуре Дальневосточного сектора Тихоокеанского подвижного пояса // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Материалы XLI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2008. Т. 1. С. 226-230.
3. Гранник В.М., Сергеев К.Ф. Геофизические особенности структурных элементов Охотоморского сектора кайнозойской активной окраины Пацифики // Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXXV Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2002. Т. 1. С. 136-139.
4. Попов А.А. Сейсмические модели земной коры складчатых сооружений Казахстана и Дальнего Востока. М.: Наука, 1983. 192 с.
5. Родников А.Г., Забаринская Л.Н., Сергеева Н.А. Глубинное строение континентальных окраин Дальнего Востока // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Материалы XLI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2008. Т. 2. С. 176-180.
6. Шульдинер В.И. Докембрийский фундамент Тихоокеанского пояса и обрамляющих платформ. М.: Недра, 1982. 226 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ, РУДООБРАЗОВАНИЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ

Гранник В.М.

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, grannik@imgg.ru

Формирование земной коры. Земная кора континентов состоит из кристаллических пород базальтового и гранитного геофизических слоев (59,2% и 29,8% соответственно от общего объема земной коры), перекрытых осадочной оболочкой (стратисферой). Площадь материков и островов составляет 149 млн. км². Осадочная оболочка покрывает 119 млн. км², т.е. 80% общей площади суши, выклиниваясь в направлении к древним щитам платформ [9]. Сложена она преимущественно позднепротерозойскими и фанерозойскими осадочными и вулканогенными породами, хотя в ее составе присутствуют в незначительном количестве и более древние средне- и раннепротерозойские слабо метаморфизованные отложения протоплатформ. Площади выходов осадочных пород с увеличением возраста убывают, а кристаллических пород – растут. Осадочная оболочка земной коры океанов, занимающих 58% общей площади Земли, залегает на базальтовом слое. Возраст ее отложений по данным глубоководного бурения охватывает интервал времени от верхней юры до четвертичного периода включительно. Средняя мощность осадочной оболочки Земли оценивается в 2,2 км, что соответствует 1/3000 радиуса планеты. Общий объем слагающих ее образований примерно 1100 млн. км³, что составляет 10,9% от общего объема земной коры и 0,1% от общего объема Земли. Общий объем океанских осадков оценивается в 280 млн. км³. Средняя мощность земной коры оценивается в 37,9 км, что составляет 0,94% от общего объема Земли. Вулканические породы составляют 4,4% на платформах и 19,4% в складчатых областях от общего объема осадочной оболочки [9]. В платформенных областях и, особенно, в океанах широко распространены базальтовые покровы, занимающие более чем две трети поверхности Земли [8].

Земная кора, атмосфера и гидросфера Земли сформированы вследствие геохимической дифференциации нашей планеты, сопровождавшейся плавлением и дегазацией глубинного вещества. Формирование земной коры обусловлено взаимодействием эндогенных (магматических, флюидно-энергетических) и экзогенных (физическое и химическое выветривание, разрушение, разложение пород, интенсивное терригенное осадконакопление) факторов. Большое значение при этом имеет изотопная систематика магматических пород, поскольку именно магматизм несет в себе информацию о геологическом времени и вещественной специфике поверхностных тектонических и глубинных мантийных процессов, ответственных за формирование океанов и континентов и отражает важнейшие особенности процессов превращения глубинного вещества Земли в земную кору [6]. Наиболее обоснованным считается последовательное образование за счет деплетированной мантии океанской коры, которая в зонах конвергентного взаимодействия плит формирует кору переходного типа островных дуг, а последняя после ряда структурно-вещественных преобразований превращается в континентальную земную кору [10]. Существенный вклад в формирование океанской и континентальной коры вносит внутриплитный плюмовый магматизм более обогащен-

ной мантии, стимулирующий образование батолитов гранодиоритов и плагиогранитов, проявление субщелочных и щелочных базитов с карбонатитами, а также специфических кислых магматических пород (пантеллеритов, онгонитов, щелочных редкометалльных гранитов) [10]. Радиологические данные свидетельствуют о том, что на ранних этапах эволюции основные объемы континентальной протокоры (серые гнейсы или тоналит-трондьемит-гранодиоритовые комплексы), возможно, были сформированы в результате дифференциации и конвекции расплава первичного магматического океана в интервале 4-3,5 млрд лет, а океанской (базальты, коматииты, граниты, кремнистые и терригенные породы) – в результате мантийных магматических процессов, обусловленных импактными событиями и плюмами в интервале 3,5-2,0 млрд лет. На рубеже архея и протерозоя (2,7-2,5 млрд лет) сформировались платформенные режимы и к импактной и плюмовой тектонике присоединилась тектоника литосферных плит [11]. Примерно в это же время первичная атмосфера Земли, состоявшая из смеси CH_4 , H_2 , CO_2 , сменилась кислородосодержащей атмосферой, сформировавшейся за счет деятельности живых организмов и рассеяния (диссипации) водорода в космосе (азот, углекислый газ, кислород, аммиак, инертные газы и др.). Современная атмосфера состоит из азота, кислорода углекислого газа, инертных газов и др. [5]. Глобальные проявления тектоники плит в новых условиях вызвали субдукцию уже значительно окисленной океанской коры, содержащей повышенные концентрации летучих компонентов (в основном H_2O , CO_2), что способствовало началу крупномасштабного метасоматоза мантии и проявлению щелочного магматизма, роль которого достигла своего апогея в палеогене [7]. И в протерозое, и в фанерозое плюмовый магматизм и импактные события продолжали оказывать большое влияние на эволюцию оболочек Земли. Возможно, что именно с ними связаны периодические массовые вымирания и великие обновления органического мира, которые происходили на границе венда и кембрия, ордовика и силура, перми и триаса, триаса и юры, мела и палеогена [12]. То есть, импактные события и плюмовый магматизм оказали большое влияние на эволюцию биосферы Земли, которая вместе с другими факторами определяла интенсивность процессов химического и физического выветривания и преобразования пород ее внешней оболочки. В фанерозое формирование осадочных, вулканогенно-осадочных и магматических пород земной коры происходило на континентах, в океанах и в разделявших их подвижных поясах, закладывавшихся в процессе распада суперконтинентов. В последние годы установлена периодичность в проявлении максимальной и минимальной активности мантийных и коровых магматических процессов, а также направленное уменьшение продолжительности мантийной активности от докембрия к четвертичному периоду. Кроме того, оказалось, что пики максимальной и минимальной эндогенной активности в коре и мантии совпадают с пиками крупных импактных событий и эндогенной активности мантийных плюмов. Эти совпадения могут свидетельствовать о том, что на эволюцию планеты Земля большое влияние оказывают как внутриземные, так и космические факторы.

Рудообразование. Практически все экзогенные и эндогенные процессы, обуславливающие эволюцию внутренних оболочек Земли и формирование земной коры (тектонические, осадочные, магматические, метаморфические, метасоматические, гидротермальные), сопровождаются формированием проявлений и месторождений рудных и не рудных полезных ископаемых. Экзогенные процессы обуславливают образование россыпных месторождений наиболее устойчивых минералов, в том числе золота, платины, титана и других элементов. С несмещенными продуктами выветривания (корами выветривания) связано образование месторождений бокситов, железа, марганца, никеля, кобальта, ванадия, титана и других металлов. Наиболее разнообразное рудообразование связано с эндогенными геологическими процессами, проявляющимися на поверхности Земли и в ее недрах: магматизмом, позднемагматическими, постмагматическими и гидротермальными процессами, метасоматозом, инфильтрационным переносом и отложением металлов, литогенезом (выветриванием, сносом продуктов, седиментацией, диагенезом, катагенезом), тектоническими процессами (формированием платформенных щитов и чехлов, наложенных прогибов, складчатых поясов (подвижных областей), областей тектономагматической активизации, рифтогенезом, спредингом, субдукцией, аккрецией, коллизией, орогенезом, дизъюнктивными и пликтивными дислокациями, куполообразованием), метаморфизмом, фазовыми превращениями минералов. В настоящее время установлены следующие генетические типы рудных месторождений: собственно магматические и пегматитовые (железа, хрома, титана, ванадия, кобальта, меди, олова, алюминия, золота, платины, урана, тория, редкоземельных элементов, ниобия, тантала, бериллия, лития, циркона, гафния), контактово-метасоматические (железа, марганца, ванадия, вольфрама, молибдена, меди, цинка, свинца, олова, висмута, золота, урана, ниобия, лантана, бериллия), гидротермальные (железа, марганца, ванадия, никеля, кобальта, вольфрама, молибдена, меди, свинца, олова, алюминия, ртути, золота, висмута, сурьмы, редкоземельных элементов, урана, тория, бериллия, лития), остаточные – кор выветривания (железа, марганца, титана, никеля, кобальта, вольфрама, олова, алюминия, ртути, золота, редкоземельных элементов, циркона, гафния, ниобия, тантала, тория), инфильтрационные (железа, марганца, ванадия, меди, урана, редкоземельных элементов), осадочные (железа, марганца, хрома, титана, ванадия, меди, алюминия, сурьмы, урана, лития, золота, платины), метаморфогенные (железа, марганца, титана, свинца, цинка, серебра, золота, урана, редкоземельных элементов). Современное рудообразование происходит в рифтовых или спрединговых зонах континентов (Красное море), окраинных морей и океанов (черные и белые курильщички), в островных дугах и вулканоплутонических поясах [1-3 и др.]. Основными бассейнами рудообразования являются: реки, озера, болота, внутренние и окраинные моря, океаны.

Металлогенический прогноз. Металлогения это часть учения о полезных ископаемых, выявляющая геологические закономерности размещения в пространстве и времени рудных месторождений. В соответствии с целевой направленностью металлогенических исследований различают общую, региональную и специальную металлогению. Металлогенический прогноз базируется на составлении и анализе разномасштабных металлогенических карт. Выполнение палеогеодинамических, палеовулканических, палеогеографических и палинспастических реконструкций способствует в этом случае осуществлению эффективного металлогенического прогноза.

Существующие в настоящее время концепции связи магматизма и рудообразования с тектоническими структурами или геологическими процессами опираются на представления о ведущей роли вертикальных или горизонтальных движений в формировании состава и структуры внешней оболочки Земли [4].

Металлогенический прогноз, разработанный на основе концепции геосинклиналей, базируется на выделении в их тектоническом развитии нескольких стадий, с каждой из которых была установлена связь определенных магматических комплексов с типичными для них проявлениями эндогенного оруденения (Ю.А. Билибин, А.И. Семенов, В.И. Смирнов, Е.Т. Шаталов и мн. др.). Этот метод выявляет закономерности проявления оруденения по вертикали (во времени). Несмотря на ошибочность некоторых теоретических представлений этой концепции, установленные связи между структурно-вещественными комплексами и оруденением способствовали осуществлению успешных прогнозно-металлогенических оценок складчатых систем, поясов и областей тектономагматической активизации.

Металлогенический прогноз, основанный на концепции тектоники литосферных плит, базируется на установлении латерального зонального расположения разновозрастных структурно-вещественных и магматических комплексов и рудных месторождений складчатых систем, областей и поясов, аналогичных по составу и геодинамическим обстановкам, существующим на границах и внутри кайнозойских и современных литосферных плит. В этом случае наибольшее прогнозно-металлогеническое значение имеют следующие геодинамические обстановки: рифтовых зон, островодужных систем, континентальных активных, пассивных и трансформных окраин, обдукции и коллизии. Для внутриконтинентальных рифтов характерны бимодальная и щелочная серии магматических пород и следующая металлогеническая зональность: хром-платина, медь-свинец-цинк, редкие земли-ниобий-тантал (иногда олово). Для островодужных систем характерны известково-щелочная и щелочно-базальтовая серии и халькофильная металлогеническая специализация, включающая медь, свинец-цинк, золото. Для зон андского типа характерно изменение состава магматических пород от известково-щелочного на краю континента до бимодального (с редкометальными гранитами) и щелочного на участках, удаленных от края континента. Металлогеническая зональность в этом случае имеет следующий вид: золото-молибден, свинец-цинк, олово-вольфрам, редкие земли-ниобий-тантал. В зонах невадийского типа развиты породы преимущественно известково-щелочной серии, характеризующейся возрастанием щелочности к периферии. Этим зонам присуща халькофильная металлогеническая специализация с преобладанием медного оруденения. Зоны монголо-охотского типа формируются в результате надвигания континентальной плиты на систему срединно-океанского хребта (калифорнийский геодинамический тип по более позднему представлению) с присутствием ему трансформными разломами. Для этих зон характерна редкометальная металлогеническая специализация. Зоны обдукции представлены аллохтонными пластинами офиолитов (океанская кора) залегающими на континентальной коре. Магматизм и металлогения зон обдукции и столкновения обусловлены палингенным гранитообразованием и мобилизацией вещества при метаморфизме.

Металлогенический прогноз складчатых (подвижных) поясов в настоящее время опирается и на террейновый анализ, предусматривающий составление специальных геодинамических карт террейнов. Террейны являются фрагментами различных тектонических образований: кратонов, пассивных, активных и трансформных континентальных окраин, островных дуг, океанских и окраинно-морских бассейнов. Все они в прошлом находились на различном удалении от мест их современного расположения. Предполагается, что аккреционные и коллизионные процессы, формирующие орогенные пояса, сопровождаются дезинтеграцией и совмещением в единой структуре фрагментов разнородных и разнотипных структурных элементов. В рамках террейнового анализа рудные месторождения подразделяются на доаккреционные, синаккреционные и постааккреционные. Геодинамическая природа террейнов, составы развитых в них магматических комплексов и разломные зоны обуславливают металлогеническую специфику развитых в них рудных месторождений. Постааккреционная металлогения определяется с одной стороны постааккреционными геодинамическими обстановками, а с другой – доаккреционной металлогенической спецификой террейнов, слагающих фундамент новообразованных тектонических структур и являющихся потенциальным источником рудных компонентов при развитии метаморфических, магматических, метасоматических и гидротермальных процессов, сопровождающих развитие постааккреционных структур [2-4 и др.].

Таким образом, земная кора, атмосфера, гидросфера и биосфера Земли сформированы вследствие геохимической дифференциации нашей планеты, сопровождавшейся плавлением и дегазацией глубинного вещества, проявлением и взаимодействием экзогенных и эндогенных факторов. Рудообразование является неотъемлемой частью сложных и многоплановых процессов эволюции внутренних оболочек Земли, формирования земной коры и всех ее структурных элементов: континентов и океанов, переходных зон, щитов и чехлов платформ, складчатых (под-

вижных) поясов, областей тектономагматической активизации. Металлогенический прогноз основан на установленных взаимосвязях рудообразования с поверхностными и глубинными тектоническими, магматическими, поствагматическими, гидротермальными, метаморфическими процессами и литогенезом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В. Главнейшие типы рудных месторождений. М.: Недра, 1982. 383 с.
2. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / отв. ред. А.И Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2006. Т. 2. 573 с.
3. Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование / отв. ред. Н.П. Юшкин, В.Н. Сазонов. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2007. 949 с.
4. Гранник В.М. Древние сейсмофокальные зоны Сахалина. Владивосток: Дальнаука, 2003. 121 с.
5. Казанский Ю.П. Седиментология. Новосибирск: Наука, 1976. 272 с.
6. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Ковач В.П., Будников С.В., Журавлев Д.З., Козаков И.К., Котов А.Б., Рыцк Е.Ю., Сальникова Е.Б. Корообразующие магматические процессы при формировании Центрально-Азиатского складчатого пояса: Sm-Nd изотопные данные // Геотектоника, 1999, № 3. С. 21-41.
7. Когарко Л.Н. Щелочной магматизм и обогащенные мантийные резервуары, Механизмы возникновения, время появления и глубины формирования // Геохимия, 2006, № 1. С. 5-13.
8. Ромашов А.Н. Планета Земля: тектонофизика и эволюция. М.: Едиториал УРСС, 2003. 264 с.
9. Ронов А.Б. Осадочная оболочка Земли. М.: Наука, 1980. 80 с.
10. Тектоника Северной Евразии. М.: Наука, 1980. 221 с.
11. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Наука, 1994. 480 с.
12. Хаин В.Е. Разгадка возможно близка. О причинах великих вымираний и обновлений органического мира // Природа, 2004, № 6. С. 3-7.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОКЕМБРИЙСКИХ СТРУКТУР ЮЖНОЙ ОКРАИНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (территория Ростовской области)

Грановский А.Г.¹, Зеленщиков Г.В.²

¹Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, granovskyag@mail.ru

²ОАО «Южгеология», г. Ростов-на-Дону, southgeology@mail.ru

Рассматриваемая территория расположена на стыке крупных блоков земной коры, генетически связанных друг с другом и имеющих черты сходства и различия. Их изучение имеет важное значение для геологического картирования территории, прогноза, поисков и оценки полезных ископаемых, таких как железные руды, апатит, глинозем, марганец, бор, цветные и благородные металлы, металлургическое сырьё, строительные материалы.

Породы докембрийского фундамента на территории Ростовской области не обнажаются. Минимальные глубины его залегания (180-250м) установлены в зоне сочленения Ростовского выступа с Приазовским кристаллическим массивом и на севере территории в погруженной части Воронежского массива (ВКМ). Максимальные глубины залегания кровли фундамента, достигающие 17,5 км, установлены по данным геофизических исследований под Восточно-Донбасским фрагментом Днепровско-Донецкого складчатого сооружения.

Представленная работа базируется на данных бурения (около 300 скважин), интерпретации гравимагнитных материалов, материалов глубинного сейсмического зондирования по двум субмеридиональным профилям КМПВ-ГСЗ (XIV и XX), четырём субширотным профилям (VI, XII, XV, XVII), по профилю XI у западной границы территории и глубинному профилю Нахичевань-Волгоград у восточной границы и за пределами Ростовской области. Анализ этих материалов позволяет уточнить районирование основных структур докембрия, выделить контуры структурно-формационных зон (СФЗ), ориентировку и характер основных тектонических нарушений и реконструировать историю тектонического развития докембрийских образований.

СТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Докембрийские образования располагаются в северной и южной частях Ростовской области, границей между которыми является Донбасс, где проходит крупный широтный сутурный шов.

На севере территории выделяется ряд блоков, которые являются частью Воронежского кристаллического массива. К ним относятся Курский и Калачско-Эртильский мегаблоки субмеридионального простирания, разделенные Лосевской шовной зоной.

На юге территории, в погруженной части Украинского кристаллического щита, выделен Приазовский мегаблок, который является южным продолжением Курского. Частью этого мегаблока является Ростовский выступ, к востоку от которого выделяется зерноградско-мечетинская шовная зона, которая рассматривается как аналог и