

РОЛЬ АККРЕЦИИ И КОЛЛИЗИИ В РАЗМЕЩЕНИИ РУДОЛОКАЛИЗУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ И РУДНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ В ЭПИОКЕАНИЧЕСКИХ ОРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ ТИМАНО-УРАЛЬСКОГО СЕГМЕНТА ЕВРАЗИИ

© 2013 г. В. М. Нечухин, Е. Н. Волчек

Как показывают материалы реконструкций, в пределах Тимано-Уральского сегмента Евразии вместе с другими геодинамическими системами интегрированы эпокееанические орогены, которые несут черты связи с эволюционным развитием верхнепротерозойского и палеозойского палеоокеанов [8]. В геодинамике формирования этих систем существенная роль принадлежит процессам аккреции и коллизии, что явилось основанием для отнесения их к типу аккреционно-коллизионных систем [5]. Это позволяет выявить особенности проявления таких процессов и обусловленных ими структурных элементов в разновозрастных орогенных системах и рассмотреть их роль в размещении рудолокализирующих ассоциаций и рудных концентраций.

В геодинамике формирования Уральской палеозойской орогенной системы процессы аккреции и коллизии играли существенную роль, что выразилось в развитии их структурных образований. Особенно широко эти образования проявлены в эпокееаническом секторе системы, расположенном восточнее межплитного Трансуральского коллизионного шва (зоны “ГУГР” в прежних схемах). В конечном счете, их основные типы сформировали структурный каркас сектора [7]. В свою очередь, структурные элементы этого каркаса в сочетании со структурными элементами этапа накопления слагающих систему геодинамических ассоциаций в целом контролируют размещение рудолокализирующих комплексов и, соответственно, связанных с ними рудных концентраций [6]. Однако аккреционные и коллизионные структуры имеют разную степень проявления в пределах системы и, соответственно, играют отличающуюся роль в размещении рудных концентраций (рис. 1).

Структуры аккреции имеют преимущественное развитие в Тагильском сегменте и в западной периферийной части Южноуральского сегмента орогенной системы, которые сложены преимущественно островодужными вулканогенными ассоциациями. В обоих сегментах эти ассоциации ограничиваются Трансуральским коллизионным швом, имеющим структуру зоны надвига. В Тагильском сегменте к зоне шва с востока примыкает полоса сланцев и полимиктовых тектонитов, а далее располагается структурная зона, вмещающая массивы Пла-

тиноносного пояса. При этом часть массивов несет черты связи с процессами субдукции. В свою очередь, в Южноуральском сегменте к коллизионному шву с запада примыкает Сакмаро-Вознесенская зона, образования которой участвуют в сложении надвиговой структуры шва. Все отмеченное, с одной стороны, позволяет выделять в составе коллизионного шва две разные по строению и, возможно, формированию части, а с другой стороны – связывать формирование зоны этого шва с процессами коллизионного сжатия. Этим объясняется, по-видимому, достаточно широкий спектр рудных концентраций, локализуемых в данной зоне. Он определяется присутствием здесь концентраций хромитовых, медно-кобальтовых и медноколчеданных руд, хромит-платинового, платиноидного и золоторудного оруденений.

Образование структур аккреции связывается с тем, что период формирования рудолокализирующих комплексов в пределах океанического бассейна в обстановках субдукции и их становления по окраине кратона с неизбежностью должен включать условия перемещения этих комплексов к периферии кратона. При этом имеет место частичная деструкция комплексов и трансформация структур этапа их формирования. По границам фрагментов рудолокализирующих комплексов образуются контролирующие их положение по периферии кратона аккреционные швы.

Преобладание аккреции в структурной локализации островодужных ассоциаций обусловило приуроченность к зонам ее проявления преимущественно медноколчеданных концентраций. Их формационные типы тесно связаны с эволюцией магматизма островных палеодуг в условиях начальных ранних, средних развитых и поздних зрелых стадий. Дополняются они колчеданными залежами, локализующимися в комплексах задуговых бассейнов, в составе которых преобладают медноколчеданно-полиметаллические концентрации [2].

Соответственно, рудолокализирующие комплексы ранних стадий характеризуются медноколчеданными и медно-серноколчеданными концентрациями, залегающими в базальтовых или слабодифференцированных комплексах, а к разной степени дифференцированным комплексам развитой ста-

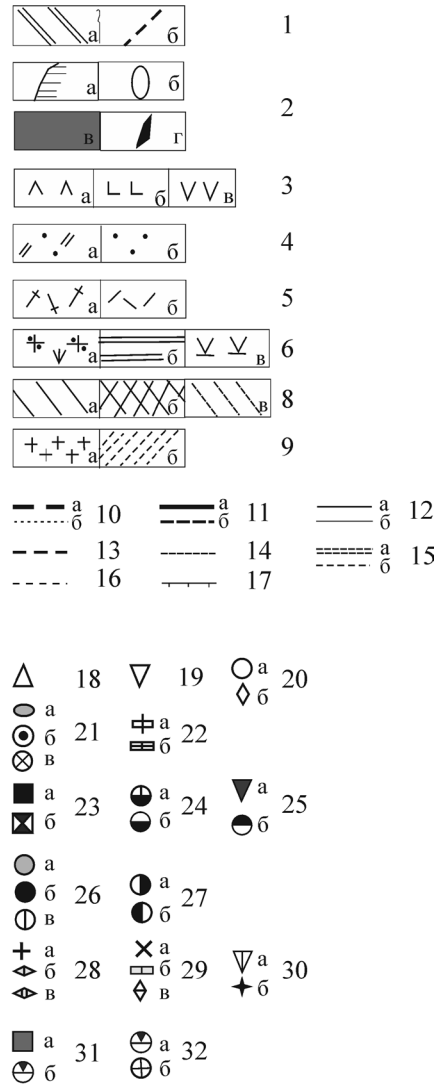
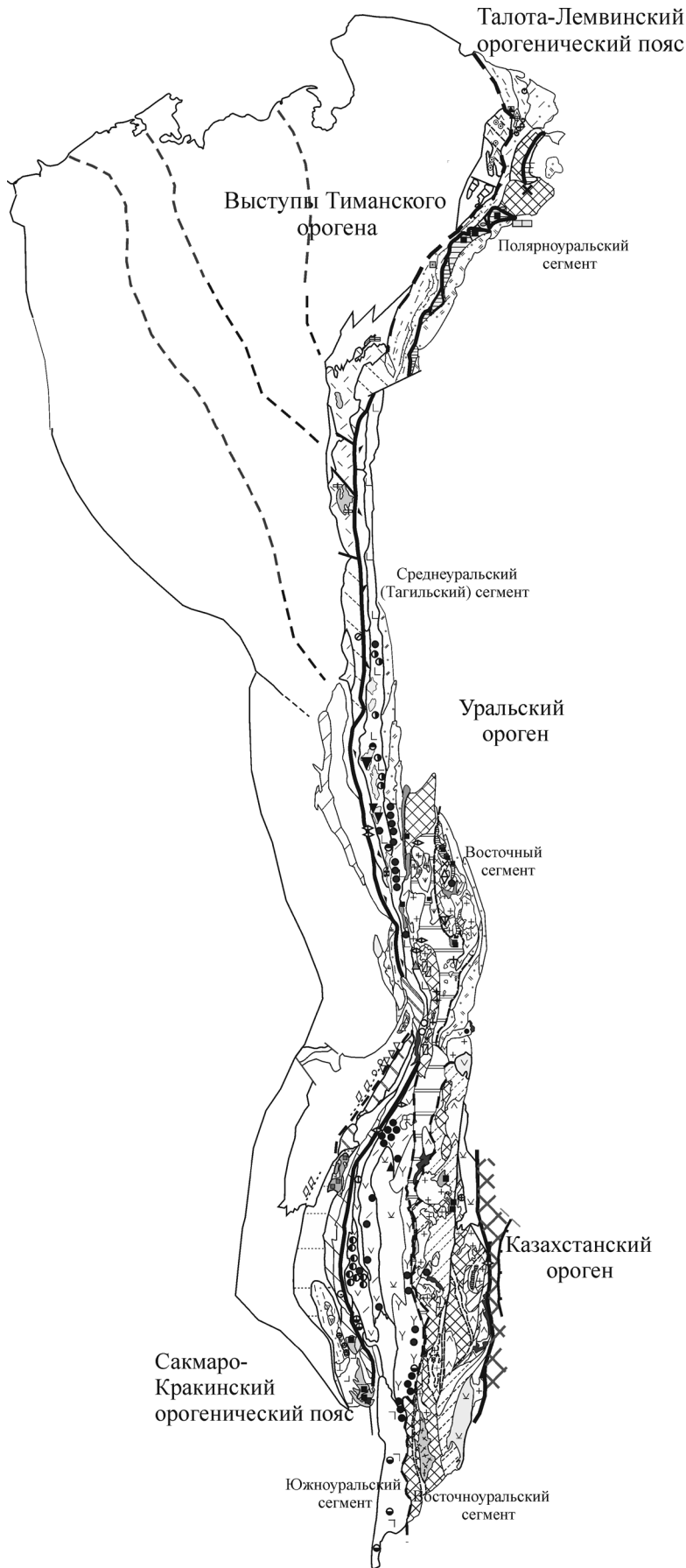


Рис. 1. Схема размещения рудолокализирующих комплексов и рудных концентраций в подвергшихся аккреции и коллизии геодинамических ассоциациях Тиманского и Уральского орогенов.

Геодинамическое выполнение аккреционных и коллизионных структур.

Палеократон западной периферии орогенов: 1 – метаморфические комплексы прототеррейнов (а) и пояс магматические комплексы сдвигово-раздвиговой зоны (б) протерозойской коллизии. Эпиокеанические орогены и орогенические пояса: 2 – офиолитовые ассоциации с ультрабазит-габбро-дайковыми комплексами и их деструктивные фрагменты (а), дунит-клинопироксенитовые комплексы трансформированной океанической коры (б), ультрабазит-габбровые и ультрабазит-лерцолит-габбровые комплексы с признаками диапирового становления (в), комплексы апоультрабазитовых протрузий и серпентинитового меланжа (г); 3 – надсубдуктивные островодужные вулканогенные серии протерозойские (а), раннепалеозойские (б) и среднепалеозойские (в); 4 – комплексы надсубдуктивных вулкано-интрузивных краевых поясов (а) и синпоясовых депрессий (б); 5 – комплексы вулкано-интрузивных ареалов (а) и поясов (б) межтеррейновой коллизии; 6 – комплексы вулкано-интрузивных ареалов (а) зон аккреции (б) межсегментной коллизии; 7 – комплексы синколлизионных сдвигово-раздвиговых (трансстенсивных) структурных зон; 8 – эндемические (а) и экзотические (б) континентальные террейны и эпикратонные перемещенные блоки (в); 9 – внутритеррейновые гранитоидные интрузии (а) и чехол террейнов и образуемых с их участием композиционных блоков (б).

Структурные элементы аккреции и коллизии: 10 – сдвигово-раздвиговые зоны (а) и синсдвиговые деформации (б) протерозойской коллизии, 11 – межплитный Трансуральский коллизионный шов (а) и межорогенные коллизионные швы (б), 12 – межпоясовые (а) и межблоковые (б) аккреционные и аккреционно-надвиговые швы, 13 – межсегментные коллизионные швы, 14 – швы аккреции и коллизии на выступах верхнепротерозойских океанических и островодужных комплексов, 15 – межтеррейновые (а) и притеррейновые (б) аккреционно-коллизионные швы, 16 – перекрытые более поздними отложениями межзональные аккреционно-коллизионные швы, 17 – региональные надвиги зон тектонического сжатия.

Рудные концентрации в структурах аккреции и коллизии западной периферии палеократона: 18 – магнетит-кварцевые прототеррейнов; 19 – титаномагнетитовые и ильменит-титаномагнетитовые сдвигово-раздвиговых структуры, 20 – сидерита и магнетита (а) и полиметаллических и барит-полиметаллических руд (б) в зонах синсдвиговых деформаций.

Рудные концентрации в структурах аккреции и коллизии Тиманского орогена: 21 – медноколчеданные (а), медноколчеданно-полиметаллические (б) и медно-вкрапленные (в) в структурах аккреции островодужных комплексов; 22 – редкометалльно-уран-ториевое (а) и золоторудное (б) в комплексах межтеррейновой коллизии.

Рудные концентрации в структурах аккреции и коллизии Уральского орогена: 23 – хромита в покровах офиолитовых ассоциаций (а) и платиновое и хромит-платиновое в зонах межплитных коллизионных швов (б); 24 – медно-кобальтовое (а) и медноколчеданное (б) в аккрецированных комплексах океанических рифтов; 25 – титаномагнетитовое (а) и медное вкрапленное (б) в островодужных габброидных массивах; 26 – медноколчеданные (а), медно-цинкколчеданные (б), медное прожилково-вкрапленные (в) и 27 – колчеданно-полиметаллические (а), колчеданно-барит-полиметаллическое и колчеданно-барит-золоторудные (б) в комплексах структур аккреции основных стадий развития островных дуг, задуговых и междуговых бассейнов, 28 – редкометалльные (а), золото-кварц-сульфидные и золото-сульфидные (б), золото-арсенидные и золото-теллуридные (в) аккреционно-коллизионных зон и швов; 30 – редкометалльные (а), золото-кварцевые (б) ореолов синколлизионных внутритеррейновых гранитоидных интрузий.

Рудные концентрации в структурах аккреции и коллизии орогенических поясов: 31 – хромитов ультрабазит-лерцолитовых массивов (а) и медноколчеданные и медноцинкколчеданные эпиостроводужных комплексов; 32 – медносульфидные и медно-серноколчеданные эпикратонной деструкции (а) и эклогит-рутиловые перемещенных эпикратонных блоков (б).

дии, наиболее продуктивной на колчеданное ору-
денение, приурочены медноколчеданные и медно-
цинкколчеданные концентрации. В составе медно-
колчеданных концентраций зрелой стадии, характе-
ризующих появление в составе рудолокализирующих-
ся комплексов интрузий среднего и кислого состава,
отмечаются полиметаллическая и редкометалль-
ная минерализация. Отмеченные типы рудолокали-
зирующих комплексов и рудных концентраций созда-
ют элементы первичной латеральной зональности.
Однако нельзя исключать и наличия вертикальной
зональности в отдельных фрагментах островодуж-
ных комплексах, что может быть использовано при
прогнозе оруденения на глубину.

Коллизионные и аккреционно-коллизионные
структуры более проявлены в восточной части оро-
генной системы. В Тагильском сегменте ограниче-
ние этой части в значительной степени можно про-
вести по присалдинскому коллизионному шву, вы-
полненному протрузивными телами ультрабазитов.
а также по системе коллизионных швов на его юж-

ном продолжении. В Южноуральском сегменте та-
кую роль играет Срединный коллизионный шов,
протягивающийся от периферии Ильменогорско-
Сысертского континентального террейна до юго-
западной периферии Мугоджарского террейна.
В пределах восточной части системы сконцентри-
рованы практически все участвующие в ее сложне-
нии континентальные террейны и развитые в ассо-
циации с ними внутритеррейновые синколлизион-
ные гранитоидные массивы [9].

Характерным тектоническим элементом восточ-
ной части системы являются сложные аккреционно-
коллизионные структурные ансамбли, крупные
покровы и литоблоки, а также коллизионные и
аккреционно-коллизионные шовные зоны и швы
разного порядка.

Существенную роль в этой части системы играют
простые и сложные континентальные террейны экзо-
тического типа, которые почти все сконцентрирова-
ны здесь. В ассоциации с ними развиты внутритер-
рейновые синколлизионные гранитоидные массивы.

В сложении структурных ансамблей коллизии участвуют тектонические фрагменты палеозойских ассоциаций разных геодинамических обстановок, а также литосферные блоки типа континентальных террейнов с допалеозойским субстратом. Эти особенности обусловили полиформационный характер оруденения в таких структурных ансамблях, поскольку в них кроме синколлизийных присутствуют также доколлизийные и постколлизийные рудные концентрации [1].

В составе доколлизийных рудных концентраций выделяется две отличные по формированию группы. К одной группе относятся рудные концентрации, связанные с допалеозойским субстратом террейнов. Наиболее известны концентрации титаномагнетитовых руд; имеются указания на находки минерализации сульфидного никеля в коматитоподобных образованиях. Выделенные минеральные ассоциации более характерны для внутриплитных обстановок, что позволяет рассматривать их также и как додеструкционные, образовавшиеся при становлении палеоплит, фрагментами которых являются террейны. Другую группу составляют рудные концентрации в тектонических фрагментах ассоциаций, формировавшихся в геодинамических обстановках палеозойского океанического бассейна. В массивах ультрабазитов океанической палеокоры известны хромиты, а в тектонических фрагментах островодужных ассоциаций присутствуют типы медноколчеданного оруденения, которые характерны для разных стадий формирования островных палеодуг.

Хромитовое оруденение приурочено к телам ультрабазитов, которые заметно тяготеют к зонам коллизийных швов разного порядка. Вместе с этим, если хромитовая минерализация проявлена достаточно широко, то ее промышленно значимые концентрации характерны для более крупных массивов, которые сохраняются при коллизийной деструкции. Как показывают исследования, ультрабазиты этих массивов характеризуются меньшей степенью окисленности кислорода, которая повышается с увеличением коллизийной деструкции ультрабазитов [4]. Промышленные концентрации хромитов, как правило, отсутствуют в серпентинитовом меланже и в мелких протрузиях.

К наиболее крупной полосе развития хромитовых массивов относят обычно Трансуральский коллизийный шов (зону "ТУГР"), фиксирующий границу межплитного столкновения. Однако практически значимые промышленные концентрации хромитов в зоне шва известны только в пределах его Полярноуральского и Южноуральского сегментов. В свою очередь, другие промышленные концентрации сосредоточены в восточной части орогена. Возможно, это связано с тем, что здесь были более интенсивно проявлены коллизийные процессы сжатия, обусловившие интенсивное переме-

шение блоков меланократового основания в верхние горизонты. Этим, по-видимому, можно объяснить отчетливую приуроченность хромитовых массивов к структурным ансамблям, центральную часть которых сложена континентальными террейнами и их фрагментами.

Вместе с ультрабазитовыми массивами в составе структурных ансамблей могут присутствовать и блоки островодужных вулканитов, в том числе содержащие медноколчеданное оруденение. Они слагают либо надвинутые на континентальные террейны отдельные покровы (Джусинско-Теренсайский покров), либо систему покровов и литоблоков по периферии сложных континентальных террейнов (Алапаевско-Режевская аккреционно-коллизийная зона), либо в разной степени тектонизированные литоблоки, залегающие между системами крупных террейнов.

В составе синколлизийных минеральных концентраций выделяются концентрации, которые связаны с проявлением процессов коллизии. По материалам геодинамических реконструкций, коллизийные процессы сопровождались формированием синколлизийных комплексов и структурных элементов. Синколлизийные образования представлены, большей частью, вулcano-интрузивными и интрузивными комплексами кислого и среднего составов. Отдельную группу составляют внутритеррейновые гранитные плутоны, а также малые интрузии и серии даек шовных зон. В свою очередь, шовные и шовно-надвиговые зоны являются главными синколлизийными структурными элементами. В их сложении широко развиты разнообразные сланцы, бластокатаклазиты, бластомилониты, в разной степени деформированные магматические и осадочные породы, конгломераты, серпентиниты.

В составе синколлизийной минерализации существенное значение принадлежит золоторудным проявлениям разных формационных типов. Значительная часть таких проявлений локализуется в зонах коллизийных швов в связи с участками развития метаморфогенно-метасоматических образований, но имеются также проявления золоторудной минерализации в связи с синколлизийными интрузиями. К зонам коллизийных швов и выполняющих их метаморфических и метасоматических образований отмечается преимущественная приуроченность минерализации золото-метасоматических формаций, сопровождаемых развитием продуктов беризитизации, лиственизации, кварц-серицитовых пород. Характерно развитие золоторудных концентраций в коллизийных швах границ покровов, сложенных ультрабазитами. В свою очередь, в региональных коллизийных швах и швах, ограничивающих крупные фрагменты коллизийного сжатия, устанавливаются проявления серий золото-

полиметаллических концентраций. Отметим также медно-кобальтовую минерализацию, которая локализуется в продуктах смятия, сопровождающих ультрабазитовые тела в зонах коллизии. Не исключено, что продукты смятия соответствуют скрытым коллизионным швам.

Для синколлизионных интрузий гранодиоритового и тоналит-гранодиоритового составов и сопровождающих их дайковых серий, располагающихся преимущественно в коллизионных швах и зонах первого и второго типа, характерно развитие минерализации золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций. В свою очередь, с интрузиями кислого состава, располагающимися в зонах коллизионного сгущивания, связаны шеелитоносные скарны, проявления молибденовой и арсениковой минерализаций. В ассоциации с внутри-террейновыми гранитными плутонами проявлены кварц-самоцветная минерализация, гранулированный и кристаллический кварц, асбест.

Особенность постколлизионной минерализации состоит в ее приуроченности к осадочным накоплениям, как правило, “запечатывающим” коллизионные структуры. В составе этой минерализации преобладают осадочные руды. К ним относятся бурожелезняковые хромит-никелевые руды, проявления бокситов. Однако большее значение имеют месторождения угля в депрессиях чехла террейнов и обрамляющих их надшовных аккреционно-коллизионных зонах.

Структуры аккреции и коллизии в сложении Тиманского орогена в полном объеме охарактеризовать достаточно трудно, поскольку ороген в значительной части перекрыт палеозойскими образованиями Печорской впадины. Об общем характере проявления этих структур можно судить по особенностям их положения на выступах ассоциаций орогена среди палеозойских отложений.

В частности, на поднятиях Енгана-Пе и Манитаньрд установлены сутуры, в выполнении которых участвуют фрагменты офиолитовых ассоциаций, включающие ультрабазиты, габброиды и дайки диабазов. Сутуры имеют отчетливое северо-западное простирание. При этом оно совпадает, с одной стороны, с простиранием структурных элементов пассивной континентальной протоокраины, а, с другой стороны – с простиранием структурных элементов верхнепротерозойских вулканогенных и вулканогенно-осадочных комплексов, слагающих крупный Оченырдыкский выступ и характеризующихся параметрами островодужных образований [10]. Можно с достаточным основанием полагать, что аккреционное приращение происходило вдоль периферии древнего кратона, отвечающего Русской протоплите. В составе офиолитовой ассоциации устанавливается хромитовая минерализация, а островодужные вулканогенные комплексы вмещают медноколчеданные и

медноколчеданно-полиметаллические месторождения и рудопороявления.

Как показывают материалы геодинамических реконструкций, в сложении Тиманского орогена участвует система континентальных террейнов. Они располагаются в юго-западной части орогена и связаны, скорее всего, с деструкцией древнего кратона. В пределах Кожимского и Ляпинского выступов этих кратонов выделяются вулкано-интрузивные ареалы, которые несут параметры коллизионных ассоциаций [9]. Самый крупный ареал локализуется вокруг интрузии Маньхамбо. В пределах ареала располагается Торговское редкометальное месторождение. Кроме того, с системой сопровождающих его разломов установлено присутствие урановой минерализации, формируя в целом перспективный на разведку узел уран-редкометальной минерализации [3].

Имеется возможность сформулировать ряд основных выводов, касающихся роли аккреции и коллизии в размещении рудолокализуемых комплексов и рудных концентраций в эпикоеанических орогенных системах Тимано-Уральского региона. Прежде всего, аккреционно-коллизионные процессы создали вторичную металлогеническую зональность, контролируемую палеограницей палеократон-палеоокеан. Такая зональность имеет место и для палеозойского и верхнепротерозойского орогенов. В силу специфических особенностей развития палеоокеанических бассейнов, такая зональность несколько отличается в этих орогенах, но при этом сохраняется контролирующая роль палеограницы. Далее, аккреционно-коллизионные процессы создали сложные структурные ансамбли, в которых участвуют покровные образования как с однотипными геодинамическими ассоциациями, так и принадлежащие к разнотипным геодинамическим режимам. Значительную роль в таких ансамблях играют континентальные террейны. В них присутствуют рудные концентрации, характерные для ассоциаций разных эпикоеанических геодинамических обстановок, а также и эпикратонных режимов. Проявление коллизионных процессов создает условия для формирования собственно синколлизионных рудолокализуемых комплексов и рудных концентраций. Как показывают геодинамические реконструкции, аккреционно-коллизионные процессы сопровождаются перемещением ассоциаций, прежде всего – формировавшихся до периода проявления этих процессов. Это позволяет сомневаться в наличии прямых связей между оруденением этого периода и глубинным строением земной коры, поскольку горизонтальные перемещения будут вести к потере таких связей. Встает необходимость других подходов к решению этой проблемы.

Работа выполнена в рамках Программы Уральского отделения РАН, проект № 12-У-5-10-41.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек Е.Н., Нечеухин В.М. Доколлизийные, синколлизийные и постколлизийные минеральные концентрации зон аккреционно-коллизийного суживания Уральской палеозойской орогенической системы // Петрогенез и рудообразование. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 13–16.
2. Главные рудные геолого-геохимические системы Урала. М.: Наука, 1990. 269 с.
3. Душин В.А., Козьмин В.С., Сердюкова О.П. и др. Геология и комплексное редкометалльно-уран-ториевое оруденение Маньхэмовского блока (Приполярный Урал) // Литосфера. 2012. № 2. С. 166–173.
4. Коротеев В.А., Нечеухин В.М., Чащухин И.С. Офиолиты и океаническая литосфера // Офиолиты: геология, петрология, металлогения и геодинамика. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006.
5. Нечеухин В.М. Аккреционно-коллизийная тектоника Уральского орогена // Тектоника неогей: общие и региональные аспекты. М.: Геос, 2001. С. 71–74.
6. Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. Рудные концентрации геодинамических обстановок аккреции и коллизии Уральской орогенной системы // Новые горизонты в изучении процессов магмо- и рудообразования. М.: ИГЕМ РАН, 2010. С. 10–12.
7. Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. Типы аккреционных и коллизийных процессов в орогенных системах Тимано-Уральского сегмента Евразии // Литосфера. 2012. № 4. С. 78–90.
8. Нечеухин В.М., Душин В.А., Волчек Е.Н. Геодинамические системы основных периодов формирования Тимано-Уральского сегмента Евразии // Литосфера. 2012. № 2. С. 3–20.
9. Соболева А.А. Вулканиты и ассоциирующие с ними гранитоиды Приполярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН. 2004. 146 с.
10. Scarrow J.H., Pease V., Fleutelot C., Duchin V. The late Neoproterozoic Enganepe ophiolite, Polar Urals, Russia: An extension of the Cadomian arc ? // Precambrian Research 110. 2001. P. 255–275.