

К ПРОБЛЕМЕ СТРУКТУРНОГО КОНТРОЛЯ КВИНУМ-КУВАЛОРОГСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ (КАМЧАТКА)

В. М. Ненахов, А. В. Никитин

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 30 марта 2015 г.

Аннотация: проанализированы различные модели формирования сульфидных медно-никелевых руд в южной части Срединно-Камчатского массива. Предложена модель формирования современного структурного плана и методика поисков руд в пределах Квинум-Кувалорогской зоны СКМ.

Ключевые слова: Срединно-Камчатский массив, медно-никелевая руда, методика поисков

TO THE PROBLEM OF THE STRUCTURE CONTROL OF KVINUM-KUVALOROGSK ORE ZONE (KAMCHATKA)

ABSTRACT DIFFERENT MODELS OF FORMING OF THE COPPER-NICKEL ORES IN THE SOUTH PART OF MIDDLE-KAMCHATKA MASSIF ARE ANALYZED. THE MODEL OF FORMING MODERN STRUCTURE PLAN AND METHODIC OF SEARCH OF COPPER-NICKEL ORES IN THE KVINUM-KUVALOROGSK MIDDLE-KAMCHATKA MASSIF (MKM) ARE PROPOSED.

KEYWORDS MIDDLE-KAMCHATKA MASSIF, COPPER-NICKEL ORES, METHODIC OF SEARCH.

Введение

В последнее время, в связи с поисками сульфидных медно-никелевых руд в Срединно-Камчатском (кристаллическом) массиве (СКМ), всё чаще сталкиваются с проблемой отсутствия корневых частей рудоносных массивов.

Первые сведения о присутствии медно-никелевых руд в гидротермально изменённых габбро-диоритах на левом склоне р. Дукук были получены в конце 50х гг. при геологическом картировании листа N -57-XX в масштабе 1:200 000 Быстринской партией Камчатского геологического управления.

В 1964 г при проведении геологосъёмочных и поисковых работ масштаба 1:25 000 Дукукской партией Камчатского территориального геологического управления (КТГУ), в истоках р. Дукук был изучен габбро-норитовый массив, представляющий собою факолит, протягивающийся на северо-запад на расстояние 10 км при ширине до 2,5 км. В верхней части интрузива было околонтурено четыре пластообразных тела с сульфидным медно-никелевым оруденением.

В 1965 г. в процессе поисково-съёмочных работ Южно-Дукукской партией КТГУ был впервые определен фактический «статус» находящегося здесь крупного интрузивного массива (Кувалорог) как лополита по форме, сложенного, преимущественно, габброноритами, а не гранитоидами, как считалось ранее. В массиве Кувалорог и в многочисленных небольших интрузивах, телах и дайках габброидов было обнаружено порядка 50 пунктов проявления сульфидной медно-никелевой минерализации

В 1966 году, Второй Южно-Дукукской партией КТГУ установлена генетическая связь медно-никелевого оруденения с гетерогенным габбро-норит-перидотитовым комплексом.

Таким образом, в результате мелко- и среднемасштабных геологических и геофизических исследований, проведенных в шестидесятые годы в южной части Срединно-Камчатского выступа метаморфитов, был выделен довольно крупный медно-никелевый рудный узел (Дукукский), потенциально перспективный на обнаружение промышленных месторождений сульфидных медно-никелевых руд.

1979–1982 гг. Кувалорогской партией Камчатской геологосъёмочной экспедиции (КГСЭ) в пределах массива Кувалорог осуществлялось заверочное бурение скважин соответственно с рекомендациями исполнителей предшествующих геолого-геофизических работ. Ни одна из скважин, расположенных непосредственно в массиве, не вскрыла «дна» лополита. Не «повезло» и с вскрытием возможных «висячих» рудных залежей.

По результатам буровых работ были сделаны выводы о том, что «пластовых медно-никелевых руд сингенетического типа, сформированных в результате гравитационной дифференциации, в пределах собственно массива Кувалорог на всю его мощность (1000–1500 м) не может быть». Поэтому промышленный интерес «в пределах Дукук – Кувалорогской рудной зоны» могут представлять небольшие по размеру тела и их группы «отжатых» (инъекционных) руд эпигенетического типа.

С 1985 по 1989 годы в пределах Срединно-Камчатского массива проводилось геолого-минералогическое картирование масштаба 1: 200000 Космоаэрогеологической экспедицией № 3 ПГО «Аэрогеология». Этими исследователями была предложена новая (уже третья по счету) версия геологического строения Срединного массива Камчатки, исходя из геодинамической модели, согласно которой вся территория Камчатки представляет собой ряд блоков (террейнов) линейно вытянутых на северо-восток в соответствии с простиранием зон субдукции, сформировавшихся в период той или иной исторической «коллизии».

Срединно-Камчатский выступ метаморфитов до-мезозойского возраста принадлежит по этой версии к Охотоморскому блоку (Охотской платформы), на который надвинут с востока, в результате поздней мел-раннепалеогеновой коллизии, Ирунейско-Ганальский террейн. Глубинные разломы северо-западного простирания, включая и Квинум-Степановский разлом, контролирующий размещение медно-никелевого оруденения, рассматриваются исследователями как трансформные сдвиги, поперечные по отношению к соответствующим зонам субдукции.

Выявленные к настоящему времени интрузивы рудоносной формации, объединяемые в дукукский комплекс, концентрируются у северного и южного – юго-восточного флангов СКМ, образуя, соответственно северную и южную рудные зоны Камчатской никеленосной провинции. В северной зоне расположены месторождение Шануч, рудопроявления интрузивов Восточно-Геофизического, Графитового и ряда более мелких. В южной зоне – Дукукский рудный узел с входящей в него Квинум-Кувалорогской никеленоносной зоной [1].

В отношении особенностей локализации месторождений медно-никелевых сульфидных руд в среде камчатских геологов до сих пор отсутствует четкая и однозначная позиция, что, впрочем, не помешало их административному руководству на рубеже 70–80-х гг. осуществить дорогостоящее бурение глубоких (до 900 м) скважин с целью вскрытия на глубине предполагаемых богатых рудных залежей в предположительно расслоенном по «норильскому» типу габбро-норитовом лополите Кувалорог, расположенном в южной части Срединно-Камчатского метаморфического выступа. Ожидаемые результаты этими работами не были достигнуты, поскольку в большинстве случаев при бурении сталкивались с проблемой отсутствия корневых частей рудоносных массивов.

Необходимо отметить, что об эпигенетической природе богатых сульфидных руд Центральной Камчатки в 60–80-х гг. высказывались многие исследователи. Однако недостаточная геологическая изученность многих объектов не позволяла тогда разработать какую-либо систематику известных рудопроявлений с конкретными предложениями по их дальнейшему изучению для целей последующей эксплуатации.

Поиски корневых частей рудоносных интрузивов в покровно-складчатых областях является сложной за-

дачей, решить которую можно только комплексными методами, включающими тщательное предварительное дешифрирование аэрофото- и космофотоснимков для выявления надвиговых дислокаций, детального картирования структурно-вещественных неоднородностей; структурно-кинематические исследования. Детальные геофизические работы следует ставить только для подтверждения структуры рудных полей после проведения структурных исследований и заверки структурными работами уже выявленных геофизических аномалий.

В 2012 г. в северо-западной части Квинум-Кувалорогской площади (Квинум-Тундровое рудное поле) нами были проведены редакционно-увязочные маршруты с предварительным и повторным дешифрированием материалов космосъемки территории, а также геохимическая съемка масштаба 1: 50 000 на участках Тундровый, Квинум 1 и 2, верховья р. Хихку, среднее течение р. Хихку. Кроме того, в районах известных рудопроявлений осуществлялись поисково-съёмочные работы масштаба 1:25 000, с детализацией перспективных участков в масштабе 1:10 000. Одновременно на основе первичных данных были переинтерпретированы результаты ранее проведенных геофизических работ (МПП, Магнитометрия) по флангам Тундрового рудопроявления.

Краткие результаты исследований приведены ниже.

Геологическое строение и структурное положение Квинум-Кувалорогской рудной зоны

Квинум-Кувалорогская рудная зона сопряжена с южной частью Камчатского срединного массива (врезка на рис. 1)

Ядро Срединно-Камчатского массива слагает колпаковская серия мигматизированных гнейсов плаггиогнейсов, биотит-гранатовых и двуслюдяных полевошпат-кварцевых сланцами с примесью углестого вещества (графита), с прослоями гранат-, ставролит-, андалузит-бластопорфировых кристаллосланцев. Согласно U/Pb датировкам по цирконам (SHRIMP) [2] возраст протолита колпаковской серии конец раннего – начало позднего мела. Петрохимические реконструкции указывают на образование пород серии по глинистым сланцам и грауваккам.

Складчатое ядро массива перекрывается чехлом менее дислоцированных метаморфитов, объединяемых в малкинскую метаморфическую серию, с общим снижением интенсивности метаморфизма пород вверх по разрезу от амфиболитовой до зеленосланцевой фаций. Нижняя часть представлена, метатерригенной камчатской серией, несогласно залегающей на колпаковской серии, с конгломератами в основании [3]. Возраст протолита сланцев камчатской серии – палеоцен.

В системе развитых в пределах массива дислокаций надвигового типа близкие по характеру метаморфизма и степени консолидированности колпаковская гнейсовая и камчатская кристаллосланцевая серии составляют общий автохтонно-параавтохтонный комплекс. Эти образования перекрывает терригенная

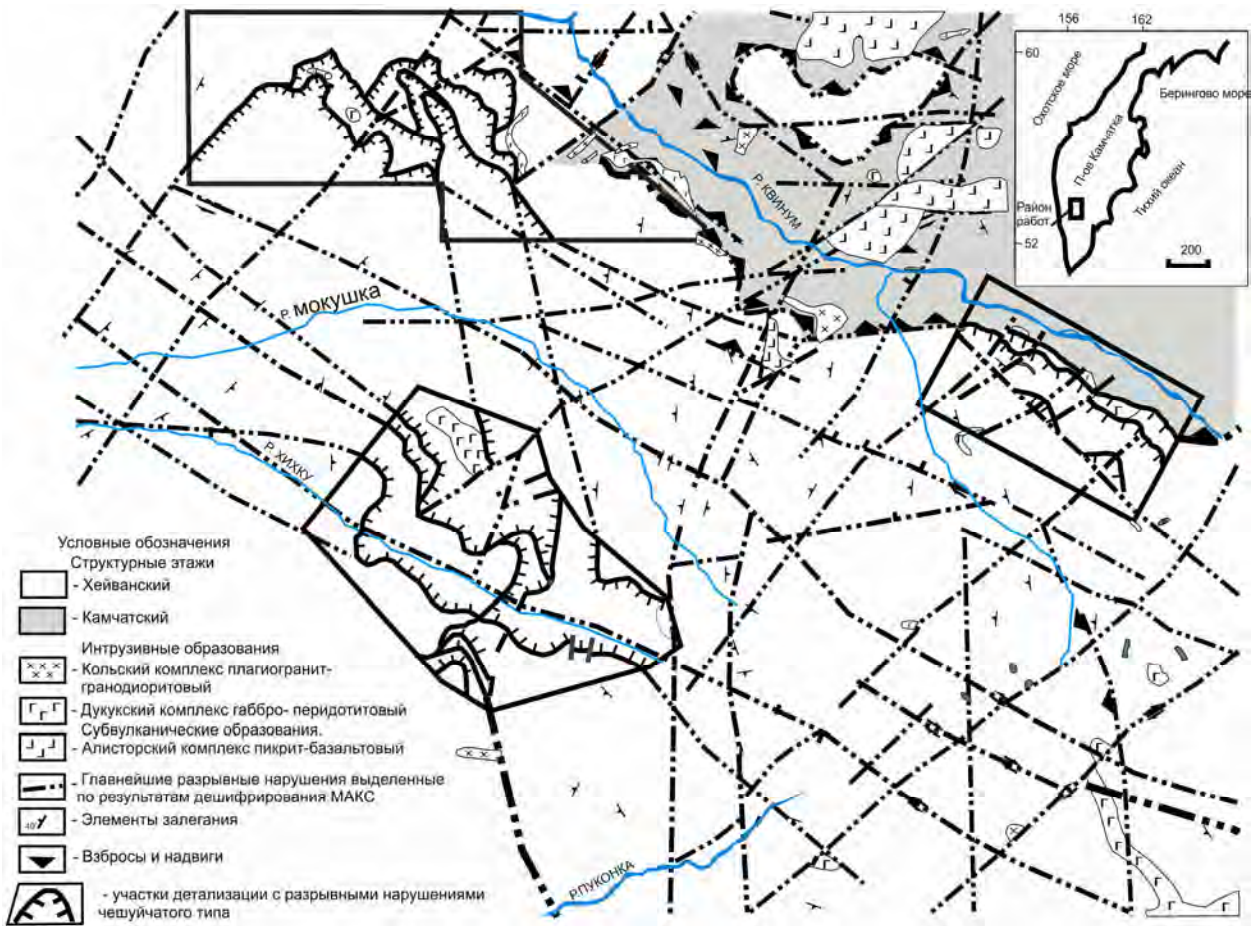


Рис. 1. Тектоническая схема.

Тектономагматический цикл	Этап	Геологическая формация	Стратифицированные единицы	Индекс	Структурно-вещественные комплексы
ранне-поздне меловой	протоплатформенный	Метаалевролит-метапесчаниковая формация	Хейванская свита	K-1-2lv	
		Высокоглинозёмистая кристаллосланцевая	Камчатская метаморфическая серия	sPP ₂ (mK ₁) km	
позднепротерозойский		Слюдисто-плаггиогнейсовая	Колпаковская метаморфическая серия	gPP ₂ (mK ₁) kl	

Рис. 2. Схема соотношения важнейших СВК Квинтум-Кувалорогской рудной зоны.

толща углистых филлитовидных сланцев и аркозовых слюдисто-полевошпат-кварцевых метаалевролитов и

метапесчаников – ранне-поздне меловой хейванской свиты (рис. 2).

Структурно ещё выше с тектоническим контактом залегают вулканогенные отложения метапикрит-метабазальтовой алисторской свиты.

Таким образом, в строении Срединно-Камчатского (кристаллического) массива (СКМ) предыдущие исследователи выделяют два структурных этажа: нижний, сложенный интенсивно смятыми и глубоко метаморфизованными породами колпаковской серии, образующими ядро массива, и верхний, сложенный сравнительно полого залегающими и слабее метаморфизованными терригенными и вулканогенными свитами малкинской серии, формирующими чехол массива.

Совместные дислокации ядра и чехла массива выразились формированием в его сводовой части ряда гранито-гнейсовых куполов поперечником от 20 до 60 км, с выходами в их центральных частях интрузий гранито-гнейсов или метаморфитов колпаковской серии, окаймляемых толщами чехла [4].

Интрузивный магматизм в пределах СКМ представлен гнейсо-гранитовым крутогорским комплексом среди колпаковских метаморфитов, малыми интрузивами предполагаемой субвулканической фации алисторской свиты, телами ультрабазит-базитов никеленосного дукукского комплекса и гранитоидами кольского комплекса, секущими все вышеперечисленные образования [3]. Возраст гнейсо-гранитов крутогорского комплекса – поздний мел (78,5 ± 1,2 млн л.) [2].

Пик метаморфизма (мигматизация) пород и внедрение синкинематических гранитоидов кольского комплекса приходится на ранний эоцен (51–52 млн л.).

Первые представления о шарьяжно-складчатом строении СКМ были высказаны Г. В. Жегаловой (1978).

В последующие годы выдвигались различные точки зрения на механизм формирования СКМ (от геосинклинальных до мобилистских).

Работы, проведенные нами в 2012 г. в северо-западной части Квинум – Кувалорогской зоне (на южном окончании СКМ) показали, что в пределах верхнего структурного этажа, сложенного породами малкинской серии по характеру и степени дислоцированности, уровню метаморфизма и взаимоотношению слагающих его комплексов пород следует выделить два самостоятельных структурных этажа. Нижний структурный этаж представлен высокоглиноземистыми кристаллическими сланцами камчатской серии с протолитом протерозойского (а по последним данным [2], палеоценового), возраста, метаморфизованным в среднем палеогене, а верхний – позднемеловыми метапесчаниками хейванской свиты, прорванными позднемеловыми интрузивными и субвулканическими образованиями дукукского, кольского и алисторского комплексов.

Породы камчатской серии, представлены слюдяными сланцами с гранатом, ставролитом, кианитом, биотит-мусковитовыми плагиогнейсами и мигматитами. Они обнажаются к северо-востоку от Квинум-Степановского разлома.

Метаосадочные вулканогенные образования верхнего структурного этажа (хейванская свита), преобразованные в зеленосланцевой фации метаморфизма, смяты в складки. Простирающие осей складок в сланцах преимущественно субмеридиональное, сланцеватость обычно имеет субвертикальное падение. Отложения свиты, достигающие мощности более 2 км, смяты в изоклинальные складки, с пологими (15–35°) срывами в зоне контакта. В южной части СКМ хейванская свита с подстилающими сланцами камчатской и колпаковской свит (по р. Квинум), погружается к югу под складчатую толщу верхнемеловой хозгонской свиты и отложения кайнозоя.

Контакт между выделенными структурными этапами на изучаемой территории проходит по главному структурообразующему Квинум-Степановскому разлому с пологим падением сместителя на юго-запад. Субпараллельно ему ориентированы пакеты чешуй слагающих верхний структурный этаж. Чешуи осложнены серией разрывных нарушений северо-восточного и северо-западного простирания, ортогонально расположенных друг к другу. По типу смещения эти разломы, в основном, представляют собой вертикальные сбросы и сбросо-сдвиги (рис. 1).

Разломы хорошо дешифрируются на МАКС. Часть структурообразующих разломов магмоподводящие. Приразломные магматиты в основном не рудоносны, за исключением небольших базит-ультрабазитовых массивов на участках Квинум-1 и Квинум-2.

Большинство разломов фиксируются зонами интенсивной трещиноватости и дробления пород с образованием милонитов, брекчий, глин, зеркал скольжения. Тектонические нарушения нередко сопровождаются гидротермально измененными породами (чаще всего окварцованными и пиритизированными), которые образуют протяженные зоны мощностью от первых метров до сотен метров.

Контакт камчатской серии с нижележащими колпаковскими плагиогнейсами тектонический, по крутопадающим вертикальным и пологим разломам. При ясно выраженной сланцеватости в породах камчатской серии обычно наблюдается совпадение ее с метаморфической полосчатостью. Встречаются линзы бластокатаклазитов, обломочная часть которых представлена гранитоидами, роговиками, кварцевыми сегрегациями, агрегатами микрозернистого олигоклаза. Цементом в бластокатаклазитах часто служит бластомилонит, сложенный тончайшим кварц-олигоклазовым агрегатом, обогащенным магнетитовой пылью.

Ультрабазит-базитовые интрузии группируются по краю СКМ, в зоне вытянутой в субмеридиональном направлении примерно на 300 км, при ширине от 30 до 50 км. С ними связано около 50 средних и мелких интрузивных тел, несущих медно-никелевое оруденение.

Новые U/Pb (SHRIMP) определения возраста рудоносных магматитов южной зоны камчатской никеленосной провинции (интрузив Кувалорог [5] и Rb/Sr-датирование одного из интрузивов северной зоны Шанучское рудное поле) дали близкие значения –

соответственно 57–51 и 49 млн лет. Еще одна серия U/Pb датировок по цирконам [6] показала возможное наличие двух возрастных групп интрузивов, объединяемых в дукукский комплекс: 78 ± 2 и 48 ± 3 млн лет [7].

Метабазальты, метапикриты и метадолериты алимторского комплекса предположительно являются вулканогенными аналогами перидотит (кортландит) – габбро-норитовых интрузивов дукукского комплекса.

Как и СКМ в целом, Территория Квинум-Кувалорогской рудной зоны, представляет собой деформированный пакет пологозалегающих тектонических чешуй в сочетании с субвертикальными разломами. Тектонические чешуи-пластины включают различные сланцы и сорванные фрагменты интрузивных тел.

Однако кинематика формирования подобной структуры остаётся неясной. Возможны два альтернативных варианта. По первому – отложения хейванской свиты испытали взбросовые перемещения в северо-восточном направлении в обстановке сжатия с надвиганием на метаморфиты камчатской серии по пологим разрывам. Сжатие обусловлено процессом коллизии в интервале 55–50 млн лет. меловой островной дуги с северо-восточной окраиной Евразии в позднем палеоцене – начале эоцена [8]. По второму сценарию происходили сбросовые перемещения на юго-запад при формировании Пымтинского купола. На вероятность последнего механизма указывает зона пластичного сброса, а также общая ретроградная направленность метаморфизма в породах камчатской серии. Степень метаморфизма изменяется от сланцев "зоны граната" до ставролитовой фации [9]. В верхней (хейванской) пластине структурным выражением этого процесса является формирование субвертикальных хрупких сбросов.

Обстановки формирования пластичного сброса на глубинных уровнях и хрупких разломов в приповерхностных условиях наиболее хорошо описаны в модели эволюции метаморфических ядер кордильерского типа [10].

Кроме того, возможен и третий сценарий [11], по которому около 55 млн лет назад на изучаемой территории происходит надвиг мел-палеоценовых океанических и островодужных пород на однообразные терригенные породы окраины континента. В ходе коллизии аллохтонная пластина вместе с автохтонным терригенным комплексом была интенсивно сжата и деформирована, что привело к её расчленению на тектонические чешуи, увеличению мощности и погружению. Погружение всего пакета сопровождалось поднадвиговыми складчатостью (колпаковская толща), общим метаморфизмом и гранитообразованием. После прохождения отмеченного максимума напряженности этих процессов (около 52 млн л. н.) началось воздымание и тектоническое разрушение массива, с внедрением синкинематических гранитоидов кольского комплекса и выведением метаморфитов на поверхность по краевым «пластичным сбросам» – подобно метаморфическим ядрам кордильерского типа [2].

Выводы и рекомендации

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1. Как было сказано выше формирование чешуйчатой структуры на изучаемой территории могло происходить по двум альтернативным вариантам: а) взбросовые перемещения в северо-восточном направлении в обстановке сжатия и б) сбросовые перемещения на юго-запад.

Поиск корневых частей рудоподводящих каналов интрузии должен проходить при первом варианте к юго-западу от современного местоположения выходов пород дукукского комплекса, при втором северо-восточнее их. Имеющиеся данные не позволяют однозначно ответить на этот вопрос. Для подтверждения правильности одного из вариантов необходима постановка детальных геофизических работ.

2. Полевые наблюдения и анализ ранее проведенных работ позволяют сделать вывод о приуроченности медно-никелевого оруденения не столько к донным залежам ликвационного генезиса, сколько к краевым зонам интрузива базит-гипербазитового состава с вмещающими образованиями.

Об эпигенетическом, а не ликвационном типе оруденения в пределах Квинум-Кувалорогской рудной зоны свидетельствуют следующие факты:

- небольшие линейные размеры рудных тел;
- пространственная приуроченность к небольшим по размерам штокам и дайкам габброидов (участок Тундровый);
- парагенетическая связь наиболее богатых сульфидных руд с габброидами, претерпевшими в постмагматический этап автометасоматические преобразования;
- необязательное расположение рудных тел целиком в материнских габброидных интрузиях, иногда рудные тела локализируются вдоль контактов интрузий с вмещающими породами (в частности на участках Квинум-1 и Квинум-2 встречено оруденение именно в экзоконтактной зоне массива);
- преимущественно крутое падение, как собственно малых габброидных интрузий, так и пространственно ассоциирующихся с ними рудных тел;
- приуроченность руд к зонам тектонических нарушений, особенно к узлам их пересечений;
- наличие на дневной поверхности в местах выходов богатых сульфидных руд ярко окрашенных в желто-оранжевые и бурые тона продуктов их окисления (верховья р. Хихку) [12].

3. При поисках медно-никелевых руд на изучаемой территории, особое внимание следует уделить Кувалорогскому массиву как наиболее крупному и на наш взгляд потенциально наиболее рудоносному. Кроме того, исходя из вышесказанного, целесообразно бурение не вертикальных скважин, с целью достижения донных залежей, а наклонных – по периферии к центру массива.

Анализ геофизических материалов по участку Тундровый показал, что рудные тела на изучаемой территории имеют размеры в первые десятки метров,

и часто близкую к изометричной форму и близповерхностное расположение. В связи с этим предшествующие магнитометрические исследования, проведенные с недостаточной густотой сети пунктов наблюдений. Как показывает практика магниторазведочных работ на аналогичных рудных объектах в близких условиях, съемку на данном этапе исследований следует проводить в масштабе 1:5000 с шагом по профилю 5–10 м и расстоянием между профилями не более 50 м. Сеть наблюдений при электропрофилеировании методом вызванной поляризации (величина разностей питающих электродов АВ = 100 м) явно не позволяет судить о разрезе на глубину до 200 м, на которой, по данным бурения, отмечается рудопроявление. В лучшем случае, глубинность исследований составила 30 м.

Таким образом, анализ проведенных геологоразведочных, геохимических и геофизических работ в пределах Квинум-Кувалорогской никеленозной зоны свидетельствует о том, что за основу планирования проведения геологоразведочных работ был принят формальный подход. Если этот подход и давал положительные результаты, то вследствие того, что разбуривались уже подсеченные рудные тела. В зонах же более сложного построения даже с выявленными геофизическими полями этот метод, как показала практика (участки Аннабергитовый и Медвежий) не работает. Строятся дорогостоящие дороги, бурятся не менее дорогостоящие скважины, а результат получается нулевой. Именно в связи с этим нами был предпринят критический анализ нерезультативных буровых работ, проведены экспедиционные геологические исследования, переинтерпретированы геофизические аномалии и проанализированы структурные карты. Результаты этого анализа сводятся к следующему: Необходимо пересмотр результатов тектонических режимов образования рудных тел путём создания тщательно проработанных структурных карт и моделирования рудных тел на их основе с более глубокой проработкой геофизических аномалий с применением этих методов и уже потом, руководствуясь этой геологической моделью, постановки буровых работ. Геофизические работы ставятся только для подтверждения структуры рудных полей после проведения структурных исследований и заверки структурными работами уже выявленных геофизических аномалий. Кроме того, пересмотр мнений о преобладающем эпигенетическом, а не сингенетическом характере оруденения, об отсутствии его связи с расчлененными интрузивами, и учёт пострудных деформаций рудных полей являются

важнейшими элементами стратегии поисков и разведки сульфидных медно-никелевых руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селянгин, О. Б. О тектонической позиции никеленозных интрузивов Срединно-Камчатского массива / О. Б. Селянгин // Вестник краунц. науки о земле. – 2009. – № 1. – Вып. № 13. – С. 123–138.
2. HOURIGAN, J. K. High-grade metamorphic core of an Eocene arccontinent collision zone, Sredinniy Range, Kamchatka / J. K. Hourigan, M. T. Brandon, A. V. Soloviev, A. B. Kirmasov // Geological Society of America Program with Abstracts. – 2003. – Vol. 35. – P. 139–140.
3. Ханчук, А. И. Эволюция древней сиалической коры в островодужных системах восточной Азии / А. И. Ханчук. – Владивосток: ДВНЦ АН. – 1985. – 138 с.
4. Шульдинер, В. И. Допозднемезозойский фундамент Камчатской складчатой области и тектонические условия его формирования / В. И. Шульдинер, А. И. Ханчук, С. В. Высоцкий // Очерки тектонического развития Камчатки. – М.: Наука. – 1987. – С. 7–53.
5. Конников, Э. Г. Время проявления никеленозной норит-кортландитовой формации на востоке Азиатского континента / Э. Г. Конников, В. М. Чубаров, А. В. Травин [и др.] // Геохимия. – 2006. – № 3. – С. 1–7.
6. Сидоренко, В. И. Магматизм / В. И. Сидоренко, Н. Ф. Крикун, Е. Г. Сидоров [и др.] // Государственная геологическая карта Российской Федерации М-6 1:1 000 000 (третье поколение). – Лист N-57. – Петропавловск-Камчатский. – Объяснительная записка. – Кн. 41. – 2006. – С. 102–121.
7. Шевырёв, Л. Т. Рудные месторождения России и Мира. Справочник и учебное пособие / Л. Т. Шевырёв, А. Д. Савко. – Труды НИИ геологии ВГУ. – Вып. 70. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2012. – с. 69.
8. Константиновская, Е. А. Механизм аккреции континентальной коры: пример Западной Камчатки / Е. А. Константиновская // Геотектоника. – 2002. – № 5. – С. 59–78.
9. Кирмасов, А. Б. Коллизионная и постколлизионная структурная эволюция Андриановского шва (Срединный хребет, Камчатка) / А. Б. Кирмасов, А. В. Соловьёв, Дж. К. Хоуриган // Геотектоника. – 2004. – № 4. – С. 64–90.
10. Склярёв, Е. В. Комплексы метаморфических ядер кордильерского типа / Е. В. Склярёв, А. М. Мазукабзов, А. И. Мельников. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ. – 1997. – 182 с.
11. Шапиро, М. Н. Латеральная изменчивость тектонических структур в зоне эоценовой коллизии островной дуги с континентом (Камчатка) / М. Н. Шапиро, А. В. Соловьёв, Дж. К. Хоуриган // Геотектоника. – 2008. – № 6. – С. 1–21.
12. Кувакин, Г. В. Отчет о результатах работ по геологическому изучению в южной части Дукужского никеленозного рудного узла (Квинум-Кувалорогская зона) за 2003 год. 2003ф, инв. 6420.

Воронежский государственный университет

Ненахов В. М., доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой общей геологии и геодинамики

E-MAIL: OGG@GEOLVSU.Тел.: +7 (473) 220-89-89

Никитин А. В., кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и геодинамики

E-MAIL: NIKAV_1960@MAIL.Тел.: +7 (473) 220-89-89

VORONEZH STATE UNIVERSITY

NENANOV V. M., DOCTOR OF THE GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES, PROFESSOR HEAD OF THE GENERAL GEOLOGY AND GEODYNAMICS DEPARTMENT

E-MAIL: OGG@GEOLVSU.Тел.: +7 (473) 220-89-89

NIKITIN A. V., CANDIDATE OF GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES, ASSOCIATE PROFESSOR OF THE GENERAL GEOLOGY AND GEODYNAMICS DEPARTMENT

E-MAIL: NIKAV_1960@MAIL.Тел.: +7 (473) 220-89-89