

Продукция «Винербергер Кирпич» в пос. Кипрево — это лицевой кирпич TERCA следующих цветов: Астра (светло-красный), Лотус (светло-желтый), Мускат (коричневый), а также поризованный камень POROTHERM формата 2,1НФ, крупные форматные блоки POROTHERM (РТН12, РТН25, РТН38, РТН51) размером до 15НФ согласно ГОСТ 530–2007. Общая мощность производства — 235 млн. условных кирпичей в год.

Выводы

По установленным находкам альбских цеолитсодержащих глин и результатам их изучения можно сделать следующие основные выводы.

1. Альбские цеолитсодержащие глины средне-верхнеальбского возраста при образовании представляли собой, возможно, единое геологическое тело с установленной протяженностью порядка 600 км, шириной до 200 км и мощностью 20–50 м. Состав глин — гидрослюдисто-цеолито-монтмориллонитовый. Усредненные по объектам содержания цеолитов (клиноптилолита) в глинах составляют 19–37 %. В современном эрозионном срезе выделяются две области распространения АЦГ — Поволжская и Московско-Владимирская.

2. Поскольку цеолиты широко присутствуют и в терригенных (песчано-алевритовых) и в кремнистых породах альба, все альбские отложения Восточно-Европейской цеолитоносной провинции могут быть выделены как Альбский цеолитоносный литолого-стратиграфический уровень.

3. По классификации осадочных цеолитовых руд альбские цеолитсодержащие глины относятся к цеолит-глинистому геолого-промышленному типу. В то же время, по их вещественному составу, технологическим свойствам и основным направлениям использования (производство кирпича, облицовочных камней, керамзита, буровых порошков) они принадлежат к глинистому сырью. Поэтому их изучение и освоение целесообразно проводить на действующих или проектируемых предприятиях строительной индустрии, использующих АЦГ как исходное сырье. Продукция из АЦГ для использования в земледелии (мелиорация легких почв), в животноводстве и звероводстве (как кормодобавки) и в других направлениях, свойственных для цеолитового сырья, должна выпускаться попутно с основной продукцией, естественно, после проведения соответствующих технологических испытаний. Такие комплексные производства первоначально могут быть организованы на базе завода «Винербергер Кирпич» во Владимирской области и в Дрожжановском районе Татарстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аблямитов П.О., Кузнецова В.Г., Митропольская Л.Г. Изучить вещественный состав и физико-химические свойства цеолитсодержащих пород Чувашской Республики и выделить участки для проведения первоочередных геологоразведочных работ. — Казань: ФГУП «ЦНИИ-геолнеруд», 2000.
2. Агроминеральные ресурсы Татарстана и перспективы их использования / Под ред. А.В. Якимова. — Казань: «ФЭН» АНРТ, 2002.
3. Ашмарин А.Г., Власов А.С. Керамические стеновые материалы из цеолитсодержащего глинистого сырья // Стекло и керамика. — 2005. — № 10. — С. 14–16.
4. Буров А.И. Вещественный состав, свойства и оценка качества цеолитсодержащих пород участка «Юшанский» (Ульяновская область). — Ульяновск: ТОО ПКФ «Лезерс-Лимитед», 1996.

5. Буров А.И., Шульгин С.Г., Будько В.К., Хасанов Р.А. Пензенская область — зона «аномального» осадочного цеолитообразования // Разведка и охрана недр. — 2009. — № 11. — С. 33–38.
6. Жабин А.В. Минеральный состав глинистой части альбских отложений КМА / Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. — Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 1982. — С. 136–139.
7. Калущая С.А. Прогнозная оценка минерально-сырьевой базы нетрадиционного сырья для сельского хозяйства // Нерудное минеральное сырье для нужд сельского хозяйства Нечерноземья. — М.: МГ СССР, ГФ РСФСР, 1987. — С. 90–120.
8. Моклакова К.П. и др. Отчет о результатах поисковых и оценочных работ по выявлению запасов кремнистых цеолитсодержащих пород и определению возможности использования их в народном хозяйстве в Алатырском и Шемуршинском районах Чувашской республики, выполненных в 1995–2001 гг. — Чебоксары: ООО «Чувашгеолнеруд», 2001.
9. Никульшин А.С. Седиментология альбского эпиконтинентального бассейна центральной части Русской плиты: Автореф. дис.... канд. геол.-минер. наук. — М., 2009.
10. Тюрин А.Н. Монтмориллонитовый цеолитсодержащий подтип // Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан. — Т.1. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1999. — С. 107–110.
11. Тюрин А.Н. Минералого-литологическая характеристика цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения: Автореф. дис.... канд. геол.-минер. наук. — Казань, 2003.
12. Чернова Г.Р. Отчет по поискам и поисково-оценочным работам на цеолиты в восточных районах Мордовии, выполненным Центральной ГГЭ в 1993–2002 гг. — Н. Новгород: ФГУП «Волгагеология», 2002.

© Буров А.И., 2016

Буров Андрей Иосифович // zeo-bur@yandex.ru

УДК 553.441:551.243.3 (571.51)

Журавлев В.В. (Олимпиадинский ГОК, АО «Полюс»)

ПОЛОЖЕНИЕ ШАРНИРОВ СКЛАДОВ В СТРУКТУРЕ ОЛИМПИАДИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ И ИХ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

На примере Олимпиадинского месторождения и рудного поля рассмотрено пространственное взаимоотношение шарниров и осей опрокинутых погружающихся складок. Проведен анализ ориентировки складок I и II порядков, на основании которого предложена новая модель складчатости Олимпиадинского рудного поля. В рамках этой модели, в частности, Иннокентьевская синклиналь представлена как рудоконтролирующая структура, погружающаяся на восток либо восток-юго-восток и являющаяся в своей пришарнирной части перспективной в отношении прироста запасов золота на глубине. Ключевые слова: золото, Енисейский кряж, Олимпиадинское месторождение, шарнир складки, ось складки, след осевой поверхности складки.

Zhuravlev V.V. (Olimpiada MPF, JSC «Polyus»)

ON THE FINDING OF FOLD HINGES IN A STRUCTURE OF THE OLIMPIADA GOLD ORE FIELD AND THEIR PART IN ORE CONTROL

By the example of the Olimpiada deposit and Olimpiada ore field the article deals with the problem of spatial relationship between hinge lines and axial traces of overturned plunging folds resumed as «axial trend vs. axial trace». The analysis of orientation of the first-order and second-order folds has been made; on the base of it the new fold model for the Olimpiada ore field has been suggested. In the framework of the model, in

particular, the Innokenty syncline is considered as ore control structure plunging to the East or East-South-East. Its hinge zone is performed as potential region to increase gold resources at depth. Key words: gold, Yenisei Mountain Range, Olimpiada deposit, hinge line, fold axis, axial trend, axial trace.

Геологическое строение Олимпиадинского золоторудного месторождения и рудного поля (Енисейский край, Сибирь) описывается в многочисленных источниках, в том числе и в последней обобщающей монографии Л.В. Ли [6]. Структура рудного поля (рис. 1А) «определяется тремя сопряженными складками с северо-восточной ориентировкой осевых поверхностей: Иннокентьевской и Чиримбинской синклиналями и расположенной между ними Медвежьей антиклиналью.... Они, в сочетании друг с другом, образуют незамкнутую структуру W-образной формы в плане с субпараллельной ориентировкой каждой пары чередующихся крыльев и осевых поверхностей» [6]. Все три складки «в различной степени запрокинуты к северо-западу и сильно сжаты, о чем свидетельствуют величины углов между крыльями, не превышающие 30–40°» [6]. В частности, крылья Медвежьей антиклинальной имеют углы падения 30–50°, причем северное опрокинутое крыло простирается в субширотном направлении, а противоположное — восток—северо-восточном. «Важная особенность складок — поперечная к общенисейскому северо—западному простираению региональных складчатых структур восток—северо—восточная ориентировка их шарниров, погружающихся под углом в пределах 30°» [6].

Медвежья (далее по тексту — Медвежинская) антиклиналь является главной рудоносной структурой и «характеризуется сложной морфологией, в замковой сильно оттянутой гребневидной части она с поверхности прямая, с глубиной запрокидывается к северо—западу» [6]. Этим объясняется плавный изгиб осевой поверхности в области замка (рис. 1А), соответствующий локальный подворот шарнира в сторону субширотности (рис. 1Б) и изменение ориентировки северного крыла: «В направлении к западу в соответствии с общим воздыманием структуры происходит изменение падения северного ее крыла от крутого северного в замковой части антиклинальной к субвертикальному и крутому юго—восточному» [6]. Отмечается и такая локальная особенность складки: «В крайней восточной части на участке периклинального замыкания по материалам колонкового бурения антиклиналь круто погружается к юго—востоку» [6].

Северное крыло Медвежинской антиклинальной осложнено S-образным изги-

бом с серией сжатых лежачих складок второго порядка, шарниры которых полого (8–10°) погружаются на восток (рис. 1Б). «По отношению к антиклинальной данные складки, по—видимому, являются более поздними; осевые поверхности их и антиклинальной по положению в пространстве взаимно перпендикулярны» [6]. Западная часть Олимпиадинского месторождения приурочена к S-образному изгибу северного крыла, а восточная — к замковой части Медвежинской антиклинальной.

Вышеизложенные взгляды одного из первооткрывателей Олимпиадинского месторождения Л.В. Ли в том или ином виде многократно повторяются в работах других авторов, в том числе и в публикациях последних лет [8]. Но в этой устоявшейся традиционной модели складчатости Олимпиадинского рудного поля присутствуют, на наш взгляд, внутренняя противоречивость и незавершенность, что может служить отправной точкой для дальнейшего развития представлений о его геологической структуре. Необходимо оговориться, что роль разрывной тектоники в строении рудного поля остается за рамками предлагаемой работы.

Предварительные замечания

В данной статье для обозначения линии сопряжения осевой поверхности складки с горизонтальной плоскостью или с земной поверхностью (без учета влияния рельефа) применяются четыре равнозначных термина — ось, осевая линия, след осевой поверхности и линия простираения осевой поверхности. Это соответствует современной общепринятой терминологии. Но следует иметь в виду, что геологи старой российской школы, а позже и ряд советских авторов использовали термин «ось» в значении «шарнир», т. е. рассматривали оба термина как синонимы [1, 2].

Вероятно, это исторически сложившееся разночтение сыграло определенную роль в том, что вопросу пространственного взаимоотношения шарнира и оси в советской и российской геологической литературе обычно не придается большого значения. В учебных пособиях по структурной геологии этот момент либо

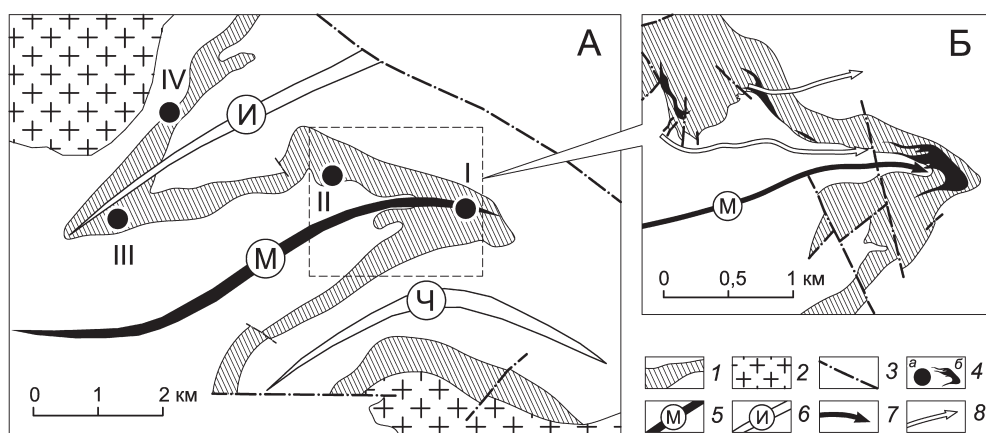


Рис. 1. Особенности структуры Олимпиадинского рудного поля: положение осей главных складок (А) и поведение шарнира Медвежинской антиклинальной (Б) по Л.В. Ли [6]: 1 — рудовмещающий горизонт; 2 — граниты; 3 — разрывные нарушения; 4 — месторождения (а) и рудные тела (б); 5 — ось Медвежинской антиклинальной (М); 6 — оси Иннокентьевской (И) и Чиримбинской (Ч) синклиналей; 7 — шарнир Медвежинской антиклинальной; 8 — шарниры второстепенных лежачих складок. Римскими цифрами обозначены месторождения: I — восточная часть Олимпиадинского месторождения, II — западная его часть, III — Тырадинское месторождение, IV — Оленье месторождение

вообще не обсуждается, либо затрагивается вскользь. Показательным в этом отношении является следующее замечание в одном из учебников: «При изображении на картах положение шарнира не всегда совпадает с осью складки. Лишь в том случае, когда осевая поверхность складки вертикальна, изображение шарнира и оси совмещаются на карте в одну линию.... В складках с наклонной осевой поверхностью положение шарнира на карте может сильно отличаться от положения оси. Учитывая степень уменьшения естественных размеров складок при изображении их на картах, для подавляющего большинства, исключая складки с сильно наклонным и горизонтальным положением осевой поверхности, шарнир совмещается с осевой линией, а направление и угол погружения могут быть указаны прямо на осевой линии» [7]. В приведенном отрывке за расплывчатыми формулировками «не всегда совпадает» и «может сильно отличаться» скрываются вполне конкретные взаимоотношения, которые носят не случайный, а закономерный характер. В итоге выходит, что нет необходимости обращать особое внимание на шарнир и применять для него специальные обозначения, достаточно иметь дело с осевой линией. Но и в нормативных изданиях нелегко обнаружить символы шарниров. Например, среди условных обозначений для геологической карты масштаба 1:200 000 можно найти только один тип изображения складок, отражающий их осевые линии и дополненный элементами залегания осевых поверхностей [5].

Подобный односторонний подход приводит к тому, что волюн или неволюн положение складки в пространстве у многих геологов чаще всего и в первую очередь ассоциируется не с шарниром, а с осевой поверхностью и с осью.

Нередко происходит смешивание понятий оси и шарнира. Так, в стандартах горной графической документации содержатся условные знаки осей (именно как следов осевых поверхностей), которые снабжены дополнительной стрелкой и цифрами, показывающими «направление и угол погружения оси складки» [4]. Подобные способы изображения встречаются и в публикациях по Олимпиадинскому месторождению [3], но они неверны в принципе — ось, будучи горизонтальной линией, не может погружаться. Это напоминает уже приводимое выше предложение наносить характеристики шарнира «прямо на осевой линии» [7].

Так или иначе, оси повсеместно используются при изображении складок на картах и планах, а широко распространенное выражение «простираемость складки» однозначно соотносится с осью. Но определяет ли ось истинное направление складки? Ведь складка является сложным трехмерным телом, вытянутым вдоль своего шарнира. Этот важнейший элемент складки может быть расположен в пространстве произвольным образом, поэтому в качестве направления складки предпочтительнее рассматривать не ее «простираемость» на горизонтальной плоскости, а направление ее шарнира в пространстве. Азимут погружения шарнира и будет отражать это направление на карте.

Анализ характера складчатости Олимпиадинского рудного поля

Возвращаясь к общей характеристике трех главных складок Олимпиадинского рудного поля, обратим вни-

мание на особенности их ориентировки: северо-восточное простираемость осевых поверхностей и восток-северо-восточное погружение шарниров. Какое из этих двух направлений следует считать направлением складчатости — ответ на этот вопрос, исходя из вышесказанного, не столь очевиден. В большинстве работ по геологии Олимпиадинского месторождения за направление складчатости принимается северо-восточное простираемость осевых поверхностей, при этом часто не проводится какого-либо различия между шарниром и осью (следом осевой поверхности). Но если для прямых складок подмена одного понятия другим не является критичной, поскольку проекции их шарниров совпадают с осями, то в случае с наклонными, погружающимися и, более того, опрокинутыми складками, такое допущение может вызвать серьезные недоразумения. Ведь чем больше наклонена осевая поверхность погружающейся складки в ту или иную сторону, тем больше развернута в противоположном направлении проекция шарнира по отношению к оси. В силу этих причин Л.В. Ли в своих работах всегда особо подчеркивал именно восток-северо-восточное направление складчатости, отличное от северо-восточного простираемости осевых линий. Угол между этими двумя направлениями и должен отражать наклон складок к северо-западу.

Перейдем от общей характеристики к более конкретному структурному анализу и оценим пространственное положение складок, опираясь на их описание, приведенное в начале статьи. Для этого рассмотрим две главные рудоконтролирующие структуры — сопряженные Иннокентьевскую синклинали и Медвежинскую антиклиналь. Третья складка — Чиримбинская синклинали в морфологическом отношении стоит несколько особняком, довольно сложным образом «обнимаемая» выступ гранитоидного массива, хотя ее осевая поверхность и простирается «на большей части своей длины в северо-восточном направлении» [6].

Сначала необходимо определиться с исходными данными. Поскольку в описании у Л.В. Ли указан только интервал углов наклона крыльев складок — от 30 до 50° и не приведены углы наклона осевых поверхностей, то для них можно взять среднее значение $40 \pm 10^\circ$. Далее определим положение шарниров. Так как величина угла их погружения 30° отмечена в описании как предельная, без учета крайней восточной части Медвежинской антиклинали, то допустимо будет выбрать интервал в меньшую сторону и придать этому углу значение $20 \pm 10^\circ$. Вид складок по положению осевой поверхности и шарнира можно определить с помощью диаграммы (рис. 2А). Мы попадаем в поле умеренно наклонных полого погружающихся складок, но если при этом углы наклона осевых поверхностей и углы погружения шарниров будут равны 30°, то наша пара антиклиналь—синклинали заденет на диаграмме линию полулежащих складок (reclined folds). Равенство углов означает, что шарниры погружаются, скользкая вдоль линий падения осевых поверхностей перпендикулярно линиям простираемости, но в поперечном сечении обе складки будут выглядеть лежащими. В этой ситуации они, образно говоря, принимают положение «полулежа», как бы «облокотившись» на собственные, полуоткиннутые назад

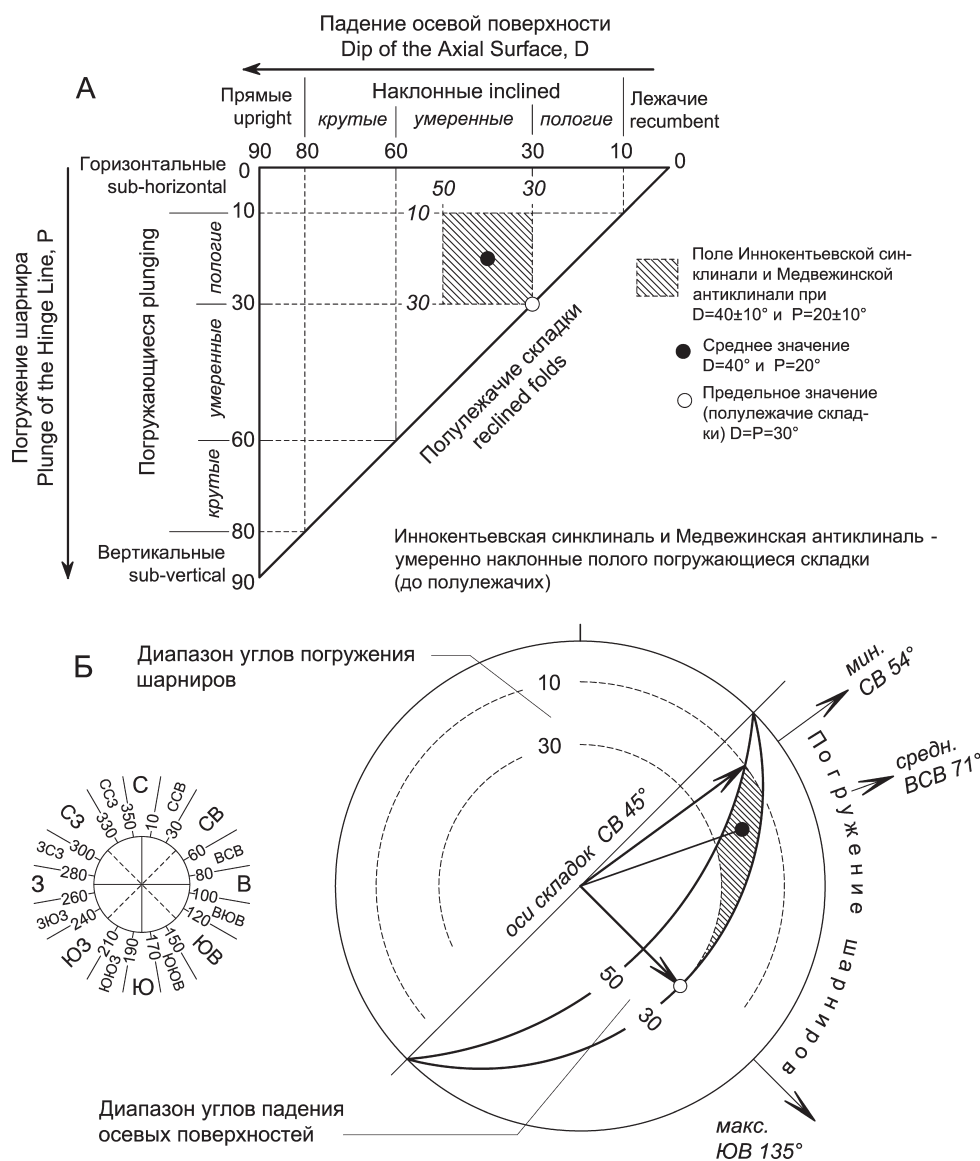


Рис. 2. Определение положения складок Олимпиадинского рудного поля в пространстве.
А — определение вида складок на диаграмме, основанной на положении осевой поверхности и шарнира относительно горизонтальной поверхности. Диаграмма приведена по М. Флейти (M.J. Fleuty) с дополнениями Дж. Рамсея (J.G. Ramsay) с упрощениями; Б — определение положения шарниров на сетке Вульфа (нижняя полусфера)

осевые поверхности — в отличие от собственно лежачих складок (recumbent folds), у которых эти поверхности субгоризонтальны.

Величину углов между осевыми линиями и проекциями шарниров, а также ориентировку последних в пространстве можно оценить на сетке Вульфа (рис. 2Б). Наметив для осей складок северо-восточное направление в 45° , мы увидим, что принятые исходные данные позволяют говорить даже о юго-восточном направлении погружения шарниров, т.е. о предельно крутом развороте на 90° по отношению к осям складок.

Можно исключить этот крайний случай из рассмотрения и остановиться на среднем восток-северо-восточном варианте. Однако это будет противоречить условиям залегания складок — они не только наклонные, но еще и опрокинутые (пусть даже и не полулежащие). А у опрокинутой погружающейся складки

(overturned plunging fold), с точки зрения геометрии, проекция шарнира по отношению к оси должна быть развернута настолько, чтобы угол между ними, обращенный в сторону погружения, был заведомо больше, но никак не меньше угла между осью и следом опрокинутого крыла. Опрокинутое крыло, общее для Иннокентьевской синклинали и Медвежинской антиклинали, простирается в субширотном направлении, следовательно, шарниры обеих складок должны принять, как минимум, субширотное или, возможно, восток-юго-восточное положение.

Легко заметить, что такую же ориентировку с пологим погружением в ту же сторону имеют лежащие (или полулежащие) складки, осложняющие, как принято считать, северное крыло Медвежинской антиклинали. Причем все они попадают в зону влияния развернутого основного шарнира. Можно предположить, что эти складки осложняют не крыло, а замок Медвежинской антиклинали. Тогда вся площадь, простирающаяся от восточной части Олимпиадинского месторождения до западной включительно, окажется областью выхода на поверхность широкого коробчатого замка антиклинали, смятого в складки, а на долю крыла

останется лишь короткая полоса, протягивающаяся далее к Тырадинскому месторождению. «Укороченное» таким образом крыло поменяет первоначальное субширотное простираение на восток-северо-восточное, но вывод о крутом развороте проекций шарниров на восток останется прежним (рис. 3 врезка). При такой интерпретации отпадает необходимость говорить о частичном «выпрямлении» наклонной Медвежинской антиклинали в области замка и о «гребневидно оттянутой» форме последнего. Что же касается осевой поверхности, то логично будет представить, что она изгибается не вслед шарниру, а в противоположную сторону, приближаясь к субмеридиональному простираению и раскрываясь (в процессе виргации) веером осевых поверхностей целой серии полулежащих складок второго порядка.

Предлагаемая модель складчатости Олимпиадинского рудного поля, учитывающая эти структурные

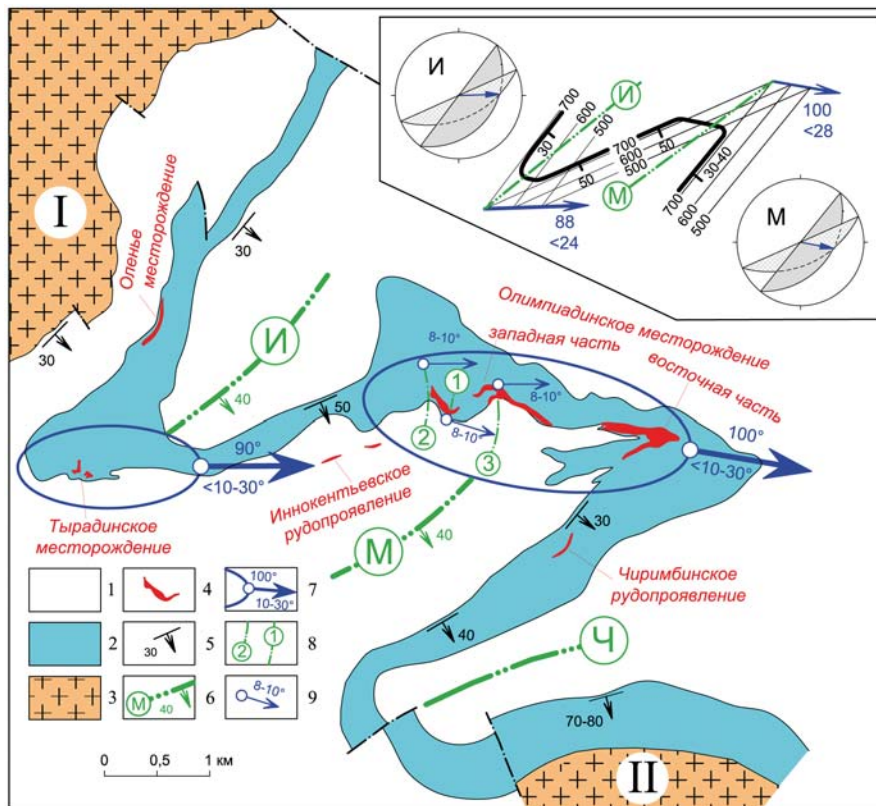


Рис. 3. Предлагаемая модель складчатости Олимпиадинского рудного поля: 1 — сланцы; 2 — углеродсодержащие и слюдисто-кварц-карбонатные породы маркирующего рудомещающего горизонта; 3 — гранитоидные массивы (I — Тейский (Тырадинский), II — Чиримбинский); 4 — рудные тела; 5 — элементы залегания крыльев главных складок, а также контактов гранитоидных массивов; 6 — оси (следы осевых поверхностей) главных складок и элементы залегания осевых поверхностей (И — Иннокентьевская синклиналь, М — Медвежинская антиклиналь, Ч — Чиримбинская синклиналь); 7 — области сложного центриального и периклиального замыкания главных складок, направления и углы погружения их шарниров; 8 — оси (следы осевых поверхностей) полулежащих складок второго порядка (1 — синклиналь первого рудного тела; 2, 3 — антиклинали второго и третьего рудных тел); 9 — точки центриального или периклиального замыкания полулежащих складок второго порядка, направления и углы погружения их шарниров. На врезке в верхнем правом углу — определение положения шарниров Иннокентьевской синклинали (И) и Медвежинской антиклинали (М) способом изогипс и на сетке Вульфа (нижняя полусфера)

положения, представлена на рис. 3. Она в целом удовлетворительно выражает единство стиля и рудоконтролирующую роль складок, акцентирует внимание на возможных изгибах осевых поверхностей, а также намечает характер взаимоотношения складчатости и гранитоидных интрузий. Наконец, можно обратить внимание и на характерную π -образную форму Медвежинской антиклинали и соотнести ее с W-образной, или гармоневидной формой складчатой структуры в целом, вписав в центральную часть строгой латинской литеры греческую букву π (рис. 4). Такое сочетание более полно отражает структурный рисунок складчатости — верхняя связка в этой букве, соединяющая западную и восточную части Олимпиадинского месторождения, указывает направление погружения шарнира и подчеркивает коробчатую форму Медвежинской антиклинали.

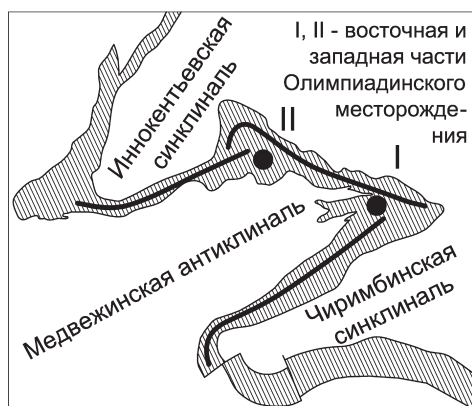


Рис. 4. W-образная форма Медвежинской антиклинали в плане

Заключение

Приведенный анализ пространственного положения складок носит общий характер и не учитывает реальных деталей их изменчивости, влияния разрывной тектоники и, возможно, иных факторов, но он позволяет акцентировать внимание на возможности уточнения структурного плана Олимпиадинского рудного поля. В частности:

Складчатость имеет не северо-восточное, и даже не восток-северо-восточное, а, по меньшей мере, субширотное или восток-юго-восточное направление. Таким образом, ставится под вопрос положение о поперечной ориентировке складчатости рудного поля по отношению к северо-западному направлению региональных складчатых структур.

Медвежинская антиклиналь по форме замка является не гребневидной, а коробчатой. Серия лежащих (или полулежащих) складок второго порядка осложняет не крыло, а замок антиклинали. Их пространственное положение в целом согласуется с ориентировкой главной складчатости, и вряд ли они являются более поздними.

Относительно новизны первых двух выводов необходимо дать следующее пояснение. На раннем этапе изучения Олимпиадинского месторождения в 1980 г. подобная точка зрения была озвучена В.А. Лопатиным и В.И. Арефьевой в одном из производственных геологических отчетов: «Все рассматриваемые складки, как более крупные, так и более мелкие, по нашему мнению, являются одновозрастными и образовались при одном тектоническом импульсе. Об этом свидетельствует подобие их морфологии, субпараллельное расположение осевых плоскостей и параллельное расположение шарниров. Одновременное развитие складок нескольких

порядков по размеру является характернейшей чертой метаморфических комплексов». А двумя абзацами выше на этой же странице отчета положение складок характеризуется следующим образом: складки второго порядка «лежание, шарниры их полого погружаются в направлении ВЮВ. Медвежья структура — сильно сжатая антиклиналь с аналогичным падением шарнира». Однако эти взгляды не получили в полной мере дальнейшего развития.

Западная часть Олимпиадинского месторождения приурочена не к крылу, а к «многоэтажному» замку Медвежинской антиклинали. Иными словами, и западная, и восточная части месторождения находятся в одинаковой структурной позиции по отношению к складчатости и в этом смысле составляют единое целое.

Пришарнирная часть Иннокентьевской синклинали, вмещающая Тырадинское месторождение и являющаяся второй по значимости складчатой рудоконтролирующей структурой, погружается не на восток—северо—восток, «минуя» Олимпиадинское месторождение, а на восток или даже восток—юго—восток, «подныривая» под него немного южнее и, образуя самый нижний потенциально рудоносный этаж. Примечательно, что замок этой синклинали, в свою очередь, также осложнен более мелкой складчатостью пологого восточного погружения [6].

Последний вывод имеет практическое значение. Именно здесь — к востоку либо к восток—юго—востоку от Тырадинского месторождения и на глубоких горизонтах под Иннокентьевским рудопроявлением скрыта возможность обнаружения слепого оруденения в зам-

ковой части Иннокентьевской синклинали. В условиях дальнейшего углубления горно—эксплуатационных работ на Олимпиадинском месторождении и соответствующего расширения наземной инфраструктуры проверка на рудность—безрудность этой, пока еще не исследованной на глубину, площади может стать актуальной задачей геологоразведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгирей Г.Д. Структурная геология. — М.: Изд-во МГУ, 1966. — 363 с.
2. Вознесенский В.Д., Горлов Н.В., Доливо-Добровольский А.В. и др. Геологическая съемка сложно дислоцированных комплексов / Метод. пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000. — Вып. 6. — ВСЕГЕИ — Л.: Недра, 1980. — 239 с.
3. Генкин А.Д., Лопатин В.А., Савельев Р.А. и др. Золотые руды месторождения Олимпиада (Енисейский край, Сибирь) // Геология рудных месторождений. — 1994. — Т. 36. — № 2. — С. 111–136.
4. ГОСТ 2.857–75. Межгосударственный стандарт. Горная графическая документация. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания. — Введ. 01.01.1980. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. — 82 с.
5. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1:200 000 (Роскомнедра). — М.: 1995. — 244 с.
6. Ли Л.В. Олимпиадинское месторождение вкрапленных золото-сульфидных руд. — Красноярск: КНИИГиМС, 2003. — 120 с. (Эталонные модели рудных месторождений Сибири).
7. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование: Учеб. пособие для вузов — 4-е изд., доп. и перераб. — М.: Недра, 1984. — 464 с.
8. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М., Яблокова С.В., Арефьева В.И. Уникальное промышленное золото-сульфидное месторождение Олимпиада в верхнепротерозойских терригенных отложениях // Руды и металлы. — 2014. — № 3. — С. 47–64.

© Журавлев В.В., 2016

Журавлев Владимир Владимирович // ZhuravlevVW@polyusgold.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК 550.372+523.31-335.7

Нерадовский Л.Г. (Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН)

СВЯЗЬ ЗАТУХАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ С ЭФФЕКТИВНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ И ТЕМПЕРАТУРОЙ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Рассмотрены результаты изучения методом индукции на одном из объектов геокриологического мониторинга в Якутии влияния эффективного электрического сопротивления мерзлых грунтов на затухание амплитуды электромагнитной волны, представленной сигналами индукции, измеренными на частоте 1,125 МГц. Природа этого влияния обусловлена термодинамикой мерзлых грунтов в слое годовых теплооборотов. Тем самым, появляется возможность быстро и экологически чисто изучать методом индукции с приемлемой для науки и практики точностью пространственно-временную изменчивость теплового состояния мерзлых оснований инженерных сооружений в освоенных и осваиваемых районах криолитозоны России. **Ключевые слова:** мерзлые

грунты, температура, эффективное электрическое сопротивление, коэффициент затухания сигналов индукции, термометрия скважин, метод индукции, корреляция.

Neradovskiy L.G. (Melnikov Permafrost Institute SB RAS)

DEPENDENCE OF ELECTROMAGNETIC WAVE AMPLITUDE ATTENUATION ON EFFECTIVE ELECTRICAL RESISTIVITY AND TEMPERATURE OF FROZEN GROUND

This paper discusses the results of a study at a geocryological monitoring site in Yakutia conducted with the induction method to investigate the influence of effective electrical resistivity of frozen soils on the amplitude attenuation of the electromagnetic wave represented by induction signals measured at a frequency of 1.125 MHz. The nature of this phenomenon is determined by the thermodynamics of permafrost material within the layer of annual temperature fluctuations. The results indicate that the induction method can be used to rapidly, environmentally friendly and sufficiently accurately assess the spatiotemporal changes in the thermal state of frozen foundation soils in areas of existing and new infrastructure in the permafrost regions of Russia. **Key words:** frozen ground,