

## ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МУРТЫКТЫ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© С.Е. Знаменский,

доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий лабораторией,  
Институт геологии,  
Уфимский научный центр,  
ул. К. Маркса, 16/2,  
450077, г. Уфа, Российская Федерация,  
эл. почта: Znamensky\_Sergey@mail.ru

По результатам детальных литолого-фациальных, структурных и тектонофизических исследований установлена региональная геолого-структурная позиция золото-сульфидного месторождения Муртыкты, расположенного на северном замыкании Магнитогорской мезозоны Южного Урала. Месторождение локализовано в структурном узле, совмещенном с палеовулканической депрессией. Депрессия сложена вулканогенно-осадочными толщами карамалыташской свиты (D2e), содержащими сингенетичную сульфидную минерализацию. Структурный узел включает два разлома, сформировавшиеся на позднепалеозойском этапе континентальной коллизии: северо-восточный Тунгатаровский надвиг и более позднюю Сайтаковскую левосдвиговую зону субмеридионального простираения. Тунгатаровский надвиг имеет зональное строение. Его фронтальная часть состоит из чешуйчатых западнорвергентных высокоамплитудных надвигов, изоклинальных складок и сбросов юго-восточного падения. В тыловой зоне надвига преобладают малоамплитудные восточнорвергентные взбросы и складки открытого типа. С Тунгатаровским надвигом сопряжены северо-западные трансферные сдвиги. Сайтаковская сдвиговая зона в узле пересечения разломов искривляется против часовой стрелки. Изгиб сдвиговой зоны связан с наследованием трансферных разломов северо-западного простираения. Установлено, что в пределах структурного узла существовали условия растяжения, благоприятные для локализации золотого оруденения. В тектонофизической обстановке растяжения размещение золото-сульфидного оруденения месторождения Муртыкты контролировалось вторичными разрывами Тунгатаровского чешуйчатого надвига: во фронтальной части – сбросами юго-восточного падения, а в тыловой – главным образом восточнорвергентными взбросами и опережающими его разрывами. По рудовмещающим разломам в период формирования золоторудной минерализации происходили малоамплитудные сдвиговые смещения. Показано, что по структурным и тектонофизическим данным фланги месторождения являются перспективными на поиски золото-сульфидного оруденения.

Ключевые слова: Южный Урал, золото-сульфидное месторождение, структурная позиция, рудовмещающий разлом, надвиг, сдвиг

© S.E. Znamenskiy

## GEOLOGICAL AND STRUCTURAL POSITION OF THE MURTYKTY GOLG-SULPHIDE DEPOSIT (THE SOUTHERTN URALS)

Institute of Geology,  
Ufa Scientific Centre, Russian Academy  
of Sciences,  
16/2, ulitsa K. Marksa,  
450077, Ufa, Russian Federation,  
e-mail: Znamensky\_Sergey@mail.ru

As a result of detailed lithofacies, structural and tectonophysical investigations, a regional geological and structural position has been determined for the gold-sulphide Murtykty deposit located in the northern Magnitogorsk Megazone of the South Urals. The deposit is confined to the structural junction combined with a paleovolcanic depression. The depression consists of volcanogenic sedimentary rocks of the Karamalytash Formation (D2t) with syngenetic pyrite mineralization. The structural junction includes two faults formed at the Late Paleozoic stage of continental collision. These are the NE-trending Tungatarovo thrust and the later submeridional Saytakovo sinistral shear zone. The Tungatarovo thrust has a zonal structure. Its frontal part consists of imbricate west-vergence high-amplitude thrusts, isoclinal folds and SE-dipping normal faults. East-vergence small-amplitude reverse faults and normal folds prevail in the

rear part of the thrust. NW-trending transfer strike-slip faults are associated with the Tungatarovo thrust. The Saytakovo sinistral shear zone bends counterclockwise at the junction of the faults. The bending of the shear zone is associated with the inheritance of NW-trending transfer faults. The existence of tensile stress conditions favourable for gold mineralization to be localized is revealed at the structural junction. In the tectonophysical tension environment, the localization of gold mineralization was controlled by secondary faults of the Tungatarovo thrust: west-vergence normal faults within the frontal part and primarily east-vergence reverse faults and their secondary faults within the rear part. Small-amplitude shear movement occurred along the ore-bearing faults during the mineralization. Thus, structural and tectonophysical data suggest that the flanks of the deposit are promising in the search for gold-sulphide mineralization.

Key words: South Urals, gold-sulphide deposit, structural position, ore-bearing fault, thrust, strike-slip fault

**Введение.** Месторождение Муртыкты расположено на северном замыкании Магнитогорской мегазоны Южного Урала в 16 км северо-восточнее г. Учалы Республики Башкортостан (рис. 1). По разведанным запасам золота, составляющим 30 т, месторождение является наиболее крупным из известных собственно золоторудным объектом на территории Башкирского Зауралья. Оно относится к типу полигенно-полихронных золото-сульфидных месторождений, локализованных в вулканогенно-осадочных и углеродисто-терригенно-кремнистых комплексах [1]. Этот тип золотого оруденения является в настоящее время одним из наиболее перспективных в Южноуральской металлогенической провинции [2; 3]. Поэтому выяснение закономерностей размещения золото-сульфидного оруденения в осадочных и вулканогенно-осадочных комплексах представляет собой актуальную не только научную, но и практическую задачу.

Изучением месторождения в разные годы занимались А.П. Бахтина, М.Б. и Н.И. Бородаевские, Ю.П. Меньшиков, В.Н. Сазонов, М.В. Смирнов и многие другие геологи. Тем не менее геологическое строение и особенно региональная позиция месторождения остаются дискуссионными [4]. Нами на месторождении и в его окрест-

ностях проведены детальные литолого-фациальные и структурно-тектонифизические исследования. Полученные данные позволили уточнить геолого-структурную позицию месторождения Муртыкты и оценить перспективы его флангов на золото-сульфидное оруденение.

**Результаты исследований.** По нашим данным, региональная позиция месторождения определяется узлом пересечения двух разломов, образовавшихся на позднепалеозойском этапе общей коллизии: Тунгатаровского надвига юго-восточного падения с более поздней Сайтаковской сдвиговой зоной близмеридионального простираения (рис. 1). Сайтаковский сдвиг входит в систему вторичных разрывов регионального Нуралино-Вознесенско-Буйдинского разлома [5]. Структурный узел наложен на палеовулканическую депрессию, названную нами Ильинской.

Ильинская палеодепрессия выполнена промежуточными и удаленными фациями карамалыташской риолит-базальтовой формации (D2e2-zv) – эффузивами основного состава, пирокластическими отложениями и преобладающими вулканогенно-осадочными и кремнистыми породами. Карамалыташские породы местами перекрывают улутаускими терригенно-кремнистыми

отложениями средне-позднедевонского возраста. С севера, юга и востока депрессия ограничена вулканогенными комплексами Тунгатаровской, Учалинской и Сафаровской риолит-базальтовых построек соответственно (рис. 2А). Восточной границей депрессии служит блок ирендыкских вулканитов (D2e1). Вулканогенные и вулка-

ногенно-осадочные разрезы риолит-базальтовой формации связаны фаціальными переходами (рис. 2Б). Депрессия имеет длину по современному простиранию пород около 15 км. Палинспастические реконструкции по ряду профилей показали, что в поперечном сечении ее протяженность составляла не менее 10 км.

Месторождение Муртыкты локализовано в северо-западном борту палеодепрессии. В этой части межвулканической впадины верхние горизонты разреза риолит-базальтовой формации обогащены сингенетичной пиритовой минерализацией преимущественно гидротермально-осадочного генезиса. Промышленное значение имеет золото-сульфидная минерализация с Rb-Sr возрастом околорудных метасоматитов 295 млн лет [1], локализованная, как будет показано ниже, в коллизионных разломах. В то же время в размещении позднепалеозойского оруденения отчетливо выражен литологический контроль. Оно концентрируется в горизонтах, содержащих сингенетичную минерализацию, что, по-видимому, отчасти связано с процессами мобилизации рудных компонентов при образовании эпигенетичных руд.

Согласно результатам математического моделирования, выполненного Ю.И. Деминым с соавторами [6], застойный гидродинамический режим, благоприятный для накопления эксталяционно-осадочной сульфидной минерализации, как правило, возникает в отрицательных формах рельефа с отношением глубины к длине более 1/5 и чаще всего в бортовых частях впадин. Судя по большому количеству горизонтов оползневых брекчий и плохо сортированных грубообломочных пород, наличию красноцветных изменений в рудовмещающих породах и другим признакам [1], осадконакопление в Ильинской

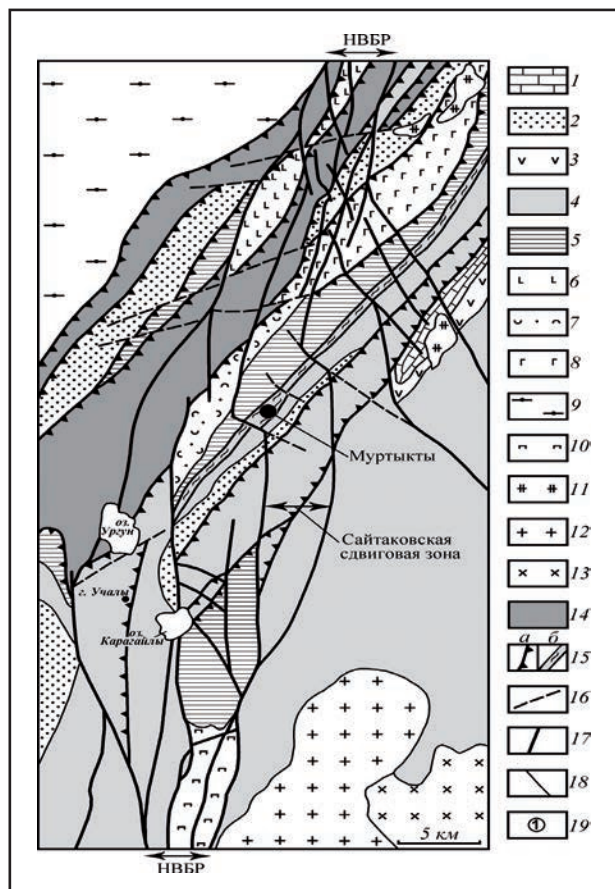


Рис. 1. Геолого-структурная схема центральной части Учалинского рудного района (составлена с использованием данных геологических съемок масштаба 1:50000) [Анисимов, 1978, 1982]:

1 – известняки (C1-2); 2 – граувакковые отложения зилаирской свиты (D3-C1); 3 – базальты, андезибазальты и их туфы бураминской толщи (D3); 4 – вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи карамалыташской (D2e2) и улугауской (D2-3) свит; 5 – вулканиты ирендыкской свиты (D2e1); 6 – базальты (D1); 7 – терригенно-кремнистые породы мансуровской толщи (D1); 8 – диабазы поляковской свиты (O2); 9 – докембрийские метаморфические толщи; 10 – офиолитовый габбро-ультрабазитовый комплекс; 11 – интрузии Балбукского комплекса (C2-P); 12 – граниты Ахуновского массива (C2); 13 – гранитоиды (D3); 14 – серпентиниты; 15 – надвиги и взбросы (а), в т.ч. зона Тунгатаровского надвига (б); 16 – трансферные разломы; 17 – сдвиги; 18 – геологические границы; 19 – месторождение Муртыкты. Нуралино-Вознесенско-Буйдинский разлом (НВБР)

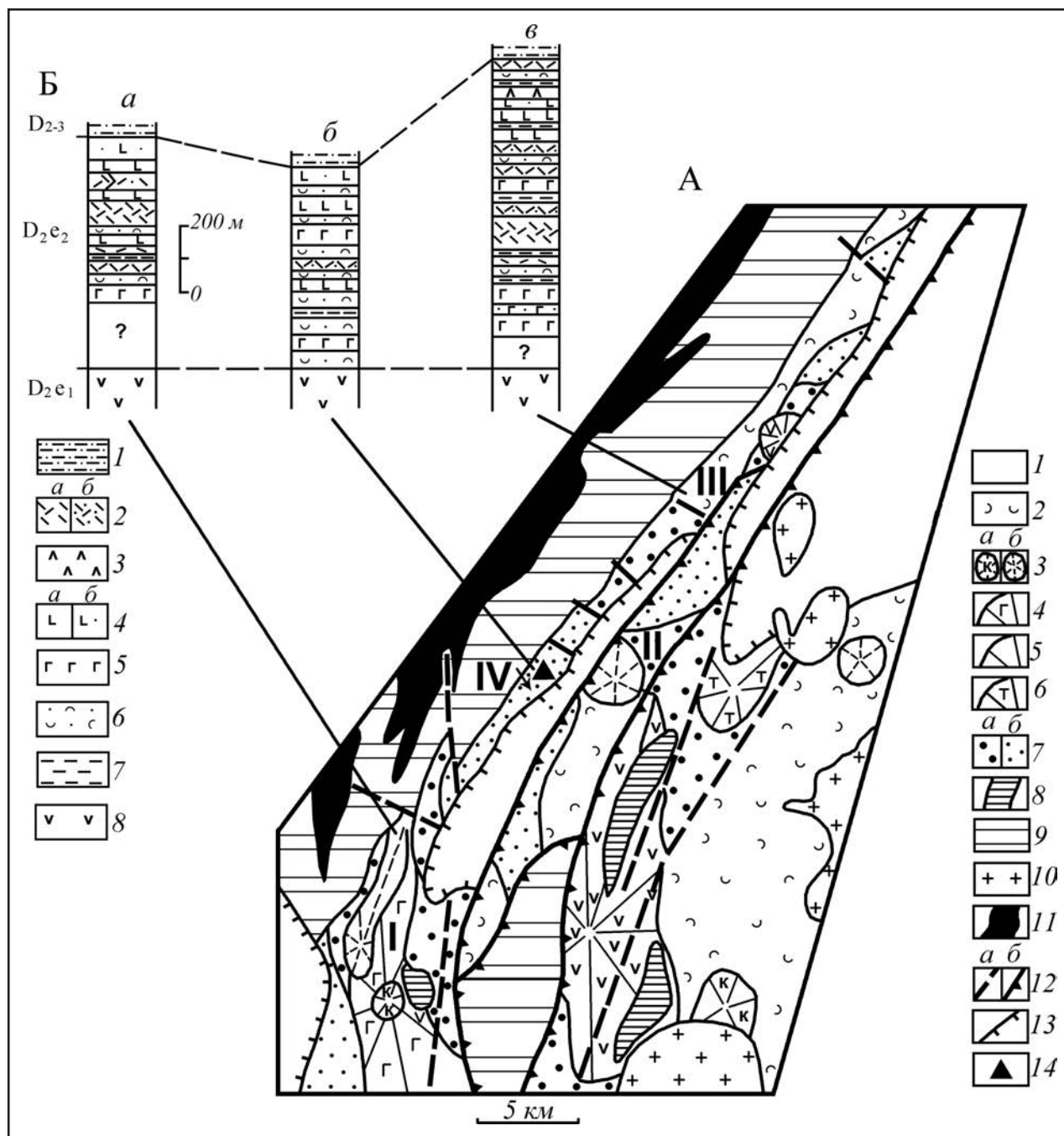


Рис. 2. А – палеовулканическая схема северной части Магнитогорского мегасинклиория [1]. Б – типы разрезов карамалыташской риолит-базальтовой формации в зоне Тунгатаровского надвига (а, в – вулканогенные; б – вулканогенно-осадочный)

А: 1 – вулканогенно-осадочные осадочные формации (D3-C1); 2–7 – риолит-базальтовая формация (D2e2): 2 – базальт-риолитовые лавовые плато, 3 – эффузивно-экструзивные постройки базальт-риолитового (а) и риодацитового (б) состава, 4–6 – стратовулканы (4 – базальтовые, 5 – базальт-андезит-риодацитовые, 6 – андезит-дацит-риодацитовые), 7 – фации зоны, удаленной от активного вулканизма: а – промежуточные, б – удаленные; 8 – кислые субвулканические тела; 9 – поднятия, области сноса; 10 – верхнепалеозойские гранитоиды; 11 – гипербазиты; 12 – разломы: а – синвулканические, б – коллизионные; 13 – границы вулканогенно-осадочных и осадочных отложений (D3-C1); 14 – месторождение Муртыкты. Римскими цифрами обозначены: I – Учалинская, II – Сафаровская, III – Тунгатаровская вулканические постройки; IV – Ильинская межвулканическая депрессия.

Б: 1 – вулканомиктовые и кремнистые породы (D2-3); 2–6 – риолит-базальтовая формация (D2e2): 2 – риодациты, дациты (а) и их туфы (б), 3 – андезиты, 4 – базальты, андезибазальты (а) и их туфы (б), 5 – диабазы, 6 – вулканогенно-осадочные породы, 7 – кремнистые сланцы; 8 – пироксен-плаггиоклазовые порфириты и их туфы (D2e1)



палеодепрессии происходило на небольших глубинах. В связи с этим формирование гидротермально-осадочной минерализации в ее северо-западном борту представляется вполне закономерным. В дальнейшем особенности размещения этой минерализации оказали влияние на условия локализации позднепалеозойских золото-сульфидных руд.

Тунгатаровский надвиг, образовавшийся вдоль контакта ирендыкских вулкано-

генных комплексов (De1) и расположенных восточнее вулканогенно-осадочных и осадочных толщ карамалыташской (De2) и улутауской (D2-3) свит, в районе месторождения Муртыкты имеет зональное строение (рис. 3). Его фронтальная часть состоит из запад-новергентных высокоамплитудных надвигов, сопровождающихся изоклинальными складками и послынными срывами – сбросами юго-восточного падения. В тыловой

зоне развиты восточнoverгентные малоамплитудные взбросы и складки открытого типа. Надвиг сопровождается северо-западными трансферными сдвигами. Трансферы разделяют зону Тунгатаровского разлома на сегменты, различающиеся интенсивностью надвиговых деформаций. В целом степень деформированности пород карамалыташской и улутауской свит уменьшается по простиранию надвига с северо-востока на юго-запад.

Сайтаковская сдвиговая зона в узле пересечения характеризуется искривлением против часовой стрелки (рис. 4А). Изгиб связан с наследованием разломами, ограничивающими сдвиговую зону, северо-западных трансферных разрывов. В период формирования месторождения по ней происходили движения с левым знаком. Об этом свидетельствуют поля палеонапряжений, которые реконструированы

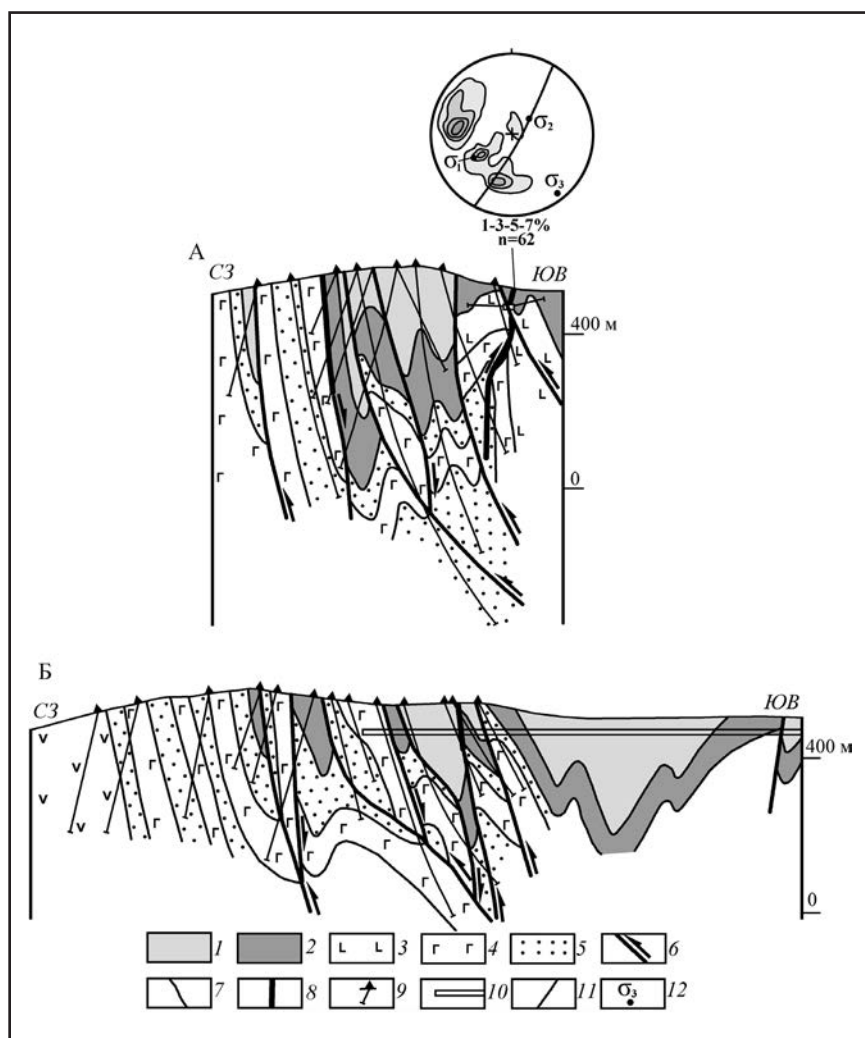


Рис. 3. Геологические разрезы месторождения Муртыкты по профилям 53 (А) и 62 (Б) Диаграмма плотностей полюсов золото-сульфидных прожилков:

1 – терригенно-кремнистые отложения улутауской свиты (D2e3); 2–5 – карамалыташская свита (D2e2): 2 – базальты и андезибазальты, 3 – диабазы, 4 – туфы и туффиты основного состава, 5 – туффиты смешанного состава и кремнистые сланцы; 6 – разломы и направления смещения по ним; 7 – геологические границы; 8 – рудные зоны; 9 – скважины; 10 – горные выработки; на диаграммах: 11 – плоскость основного разлома; 12 – оси главных нормальных напряжений ( $\sigma_1$ -максимальных,  $\sigma_2$ -промежуточных,  $\sigma_3$ -минимальных)

нами с помощью статистического метода Н.П. Николаева [7] по сульфидным прожилкам. Тектонофизический анализ прожилков выполнен на рудопроявлении, залегающем в восточном граничном разломе сдвиговой зоны. Золотоносные прожилки локализованы здесь в мелких левосторонних северо-западных и правосторонних северо-восточных сколах, а также в крутопадающих близширотных трещинах отрыва. Восстановленное по ним поле палеонапряжений сдвигового типа с горизонтальной широтной ориентировкой оси минимальных главных нормальных напряжений (диаграмма на рис. 4А) отражает движения с левым знаком по Сайтаковской зоне.

Как показали результаты моделирования [8], на изгибах сдвиговых зон, способствующих смещениям по ним, возникают

локальные области абсолютного или относительного растяжения благоприятные для проявления процессов минерализации (рис. 4Б). Следует отметить, что в экспериментах области растяжения распространялись за пределы разломных зон.

На месторождении Муртыкты разведано четыре рудные зоны: Промежуточная, Восточная, Западная и Ик-Давлят (рис. 3; 4). Зона Ик-Давлят многими исследователями выделяется в качестве самостоятельного месторождения. Золото-сульфидная минерализация локализована во вторичных разрывах Тунгатаровского надвига. Во фронтальной его части оруденение концентрируется в сбросах юго-восточного падения, осложняющих тектонические пластины (рудные тела Западной рудной зоны и зоны Ик-Давлят), а в тыловой зоне — в восточ-

новергентных взбросах и опережающих их разрывах. По рудовмещающим разломам реконструированы внутриминерализационные сдвиговые смещения, преимущественно с левым знаком (диаграмма на рис. 3).

Выводы и практические рекомендации. Региональная позиция месторождения Муртыкты определяется структурным узлом, наложенным на палеовулканическую депрессию. Депрессия сложена среднедевонскими вулканогенно-осадочными толщами, содержащими сингенетичную пиритовую минерализацию. Структурный узел образуют два коллизионных

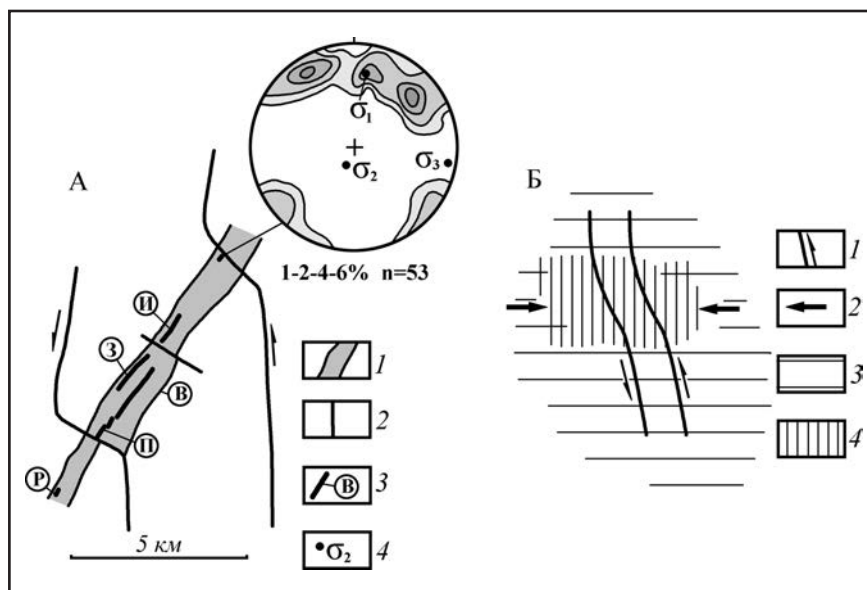


Рис. 4. Структурная позиция месторождения Муртыкты (А) и распределение на изгибах сдвиговых зон областей локального растяжения при региональном сжатии (Б) [8]

Диаграмма (сетка Вульфа, верхняя полусфера) плотностей полюсов рудных прожилков:

А: 1 – зона Тунгатаровского взбросо-надвига; 2 – разломы, ограничивающие Сайтаковскую сдвиговую зону; 3 – рудные зоны: П – Промежуточная, В – Восточная, З – Западная, И – Ик-Давлят месторождения Муртыкты, Р – рудопроявления Интер; 4 – на диаграмме оси главных нормальных напряжений ( $\sigma_1$ -максимальных,  $\sigma_2$ -промежуточных,  $\sigma_3$ -минимальных).

Б: 1 – разрывы и направление смещений по ним; 2 – направление сжимающих усилий; 3 – области сжатия; 4 – области локального растяжения

разлома: северо-восточный Тунгатаровский надвиг и более поздняя Сайтаковская леводвиговая зона близмеридионального простираения. В период образования месторождения в узле существовала тектонофизическая обстановка растяжения. Рудовмещающими служили вторичные разрывы Тунгатаровского надвига, по которым на рудном этапе происходили сдвиговые смещения. В узлах пересечения коллизионных северо-восточных надвигов и близмеридиональных сдвигов локализованы золото-сульфидные месторождения Миндяк [9], Среднее Убалы [10] и другие, что позволяет говорить об общей закономерности регионального структурного контроля золото-сульфидного оруденения в северной

части Магнитогорской мегазоны.

В структурном отношении перспективными на обнаружение золото-сульфидных руд являются интервалы Тунгатаровского разлома, сопряженные со структурным узлом, вмещающим месторождение Муртыкты. Судя по результатам моделирования, в окружающем этот узел геологическом пространстве могли возникнуть области локального растяжения, благоприятные для проявления процессов минерализации (рис. 4Б). На существование на флангах месторождения тектонофизических обстановок растяжения указывают перспективные, но слабо изученные проявления золото-сульфидных руд Интер, Евгеньевская жила и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Знаменский С.Е. Структурные условия формирования коллизионных месторождений золота восточного склона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2009. 348 с.
2. Арифлулов Ч.Х., Арсентьева И.В., Ожерельева А.В. Золоторудные месторождения в рифтогенных черносланцевых отложениях Южного Урала. М.: ЦНИГРИ, 2013. 108 с.
3. Рыкус М.В., Сначев В.И., Сначев А.В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков. Уфа: Тау, 2000. С. 179–181.
4. Месторождения золота Урала / В.Н. Сазонов, В.Н. Огородников, В.А. Коротеев, Ю.А. Поленов. Екатеринбург: ИГГГА, 1999. 570 с.
5. Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Роль сдвиговых дуплексов в региональном структурном контроле позднепалеозойского золотого оруденения Магнитогорской мегазоны (Южный Урал) // Литосфера. 2009. № 4. С. 83–92.
6. Демин Ю.И., Ткачев А.В., Знаменский С.Е. Гидродинамическая обстановка гидротермально-осадочного рудоотложения при наличии придонных течений // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 1981. № 5. С. 38–45.
7. Николаев П.Н. Методика статистического анализа трещин и реконструкции полей палеонапряжений // Изв. вузов. Геология и разведка. 1977. № 12. С. 103–115.
8. Геологоструктурные методы изучения эндогенных рудных месторождений / отв. ред. Н.П. Лаверов. М.: Наука, 1982. 230 с.
9. Знаменский С.Е., Мичурин С.В. Условия образования золото-сульфидного месторождения Миндяк (Южный Урал): структурные и изотопно-геохимические аспекты // Литосфера. 2013. № 4. С. 121–135.
10. Знаменский С.Е., Мичурин С.В., Знаменская Н.М. Структурный контроль и источники вещества месторождений и рудопроявлений золота Убалинской зоны на Южном Урале // Геология. Изв. Отд. наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 2012. № 18. С. 27–32.

## REFERENCES

1. Znamenskiy S.E. Strukturnye usloviya formirovaniya kollizionnykh mestorozhdeniy zolota vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala [Structural conditions of formation of collisional gold deposits on the eastern slope of the South Urals]. Ufa, Gilem, 2009. 348 p. (In Russian).
2. Arifulov Ch.Kh., Arsentyeva I.V., Ozherelyeva A.V. Zolotorudnye mestorozhdeniya v riftogennykh chernoslantsevyykh otlozheniyakh Yuzhnogo Urala [Gold deposits in black shale rift sediments of the South Urals]. Moscow, TsNIGRI, 2013. 108 p. (In Russian).
3. Rykus M.V., Snachev V.I., Snachev A.V. Zoloto v dislotsirovannykh uglerodistykh tolshchakh paleokontinentalnogo sektora Yuzhnogo Urala [Gold in the dislocated carbonaceous strata of the paleocontinental sector of the South Urals]. Geologicheskaya sluzhba i gornoe delo Bashkortostana na rubezhe vekov [Geological survey and mining in Bashkortostan at the turn of the centuries]. Ufa, Tau, 2000, pp. 179–181 (In Russian).
4. Mestorozhdeniya zolota Urala [Gold deposits of the Urals] / V.N. Sazonov, V.N. Ogorodnikov, V.A. Koroteev, Yu.A. Polenov. Ekaterinburg, IGGGA, 1999. 570 p. (In Russian).
5. Znamenskiy S.E., Znamenskaya N.M. Rol sdvigovykh dupleksov v regionalnom strukturnom kontrole pozdnepaleozoyskogo zolotogo orudneniya Magnitogorskoj megazonny (Yuzhnyy Ural) [The role of strike-slip duplexes in regional control of the Late Paleozoic gold mineralization of the Magnitogorsk Megazone (South Urals)]. Litosfera – Lithosphere, 2009, no. 4, pp. 83–92 (In Russian).
6. Demin Yu.I., Tkachev A.V., Znamenskiy S.E. Gidrodinamicheskaya obstanovka gidrotermalno-osadochnogo rudootlozheniya pri nalichii pridonnykh techeniy [The hydrodynamic environment of hydrothermal-sedimentary ore deposition in the presence of bottom flows]. Vestnik MGU. Ser. 4. Geologiya - Moscow University Geology Bulletin., 1981, no. 5, pp. 38–45 (In Russian).
7. Nikolaev P.N. Metodika statisticheskogo analiza treshchin i rekonstruktsii poley paleonapryazheniy [Methods of statistical analysis of fractures and reconstruction of paleostress fields]. Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka – Bulletin of Higher Schools. Geology and Prospecting, 1977, no. 12, pp. 103–115 (In Russian).
8. Geologo-strukturnye metody izucheniya endogennykh rudnykh mestorozhdeniy [Geological-structural methods of studying endogenic ore deposits]. N.P. Laverov (ed.). Moscow, Nauka, 1982. 230 p. (In Russian).
9. Znamenskiy S.E., Michurin S.V. Usloviya obrazovaniya zoloto-sulfidnogo mestorozhdeniya Mindyak (Yuzhnyy Ural): strukturnye i izotopno-geokhimicheskie aspekty [Formation conditions of the Mindyak gold-sulphide deposit (South Urals): Structural and isotopic-geochemical aspects]. Litosfera – Lithosphere, 2013, no. 4, pp. 121–135 (In Russian).
10. Znamenskiy S.E., Michurin S.V., Znamenskaya N.M. Strukturnyy kontrol i istochniki veshchestva mestorozhdeniy i rudoproyavleniy zolota Ubalinskoy zony na Yuzhnom Urale [Structural control and sources of material of the gold deposits and occurrences of the Ubalina zone in the South Urals]. Geologiya. Izvestiya otdeleniya nauk o Zemle i prirodnykh resursov Akademii nauk Respubliki Bashkortostan – Geology. Bulletin of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, 2012, no. 18, pp. 27–32 (In Russian).