

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,  
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

УДК 553. 411. 493. (4-924.8)

П.А. ИГНАТОВ, А.В. БОЛОНИН, Н.В. ТИХОНОВА

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ РЕДКИХ, РАССЕЯННЫХ  
И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ВИЗЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ  
БОРОВИЧСКОГО РАЙОНА

Рассмотрены предпосылки возможных промышленных концентраций золота, галлия, ванадия и других металлов в базальных горизонтах визейских отложений Боровичского района, расположенного на севере Московской синеклизы, связанные с масштабным переотложением кор выветривания и контрастными фациально-геохимическими условиями осадконакопления.

Боровичский район Новгородской области входит в Боровичско-Любытинский минерагенический регион, который более 100 лет известен по распространенным здесь высококачественным огнеупорным глинам. На севере этот район примыкает к Бокситогорскому (Тихвинскому) бокситоносному району, на юге — к отработанному Боровичскому месторождению бурых углей. Все эти полезные ископаемые приурочены к среднеvizейским отложениям нижнего карбона, имеющим фациальные переходы. Угольные залежи формировались в условиях заболоченных дельт и долинных озер. Происхождение месторождений огнеупорных глин и бокситов большинство исследователей [2, 4, 5, 16] связывают с переотложенными латеритными корами выветривания раннеvizейского возраста.

Крупные запасы месторождений глин и бокситов с учетом примыкающих к Бокситогорскому району Северо-Онежских месторождений свидетельствуют о значительном объеме массопереноса материала кор выветривания в визейский бассейн седиментации. Очевидно, что при таком масштабном переотложении должны были перераспределяться и микрокомпоненты, в том числе рудные. Авторы считают вероятным наличие в данном районе повышенных и, возможно, промышленных скоплений редких, рассеянных и благородных элементов. Особый интерес вызывают сидеро- и халькофильные золото, платина, палладий, ванадий, галлий, германий. Повышенные их концентрации следует ожидать в нижних частях разрезов среднеvizейских отложений (тульский горизонт), содержащих залежи бурых углей, огнеупорных глин и бокситов.

Установлены и другие предпосылки формирования повышенных концентраций рассматриваемых металлов в визейской толще. Во-первых, в области денудации и гипергенеза в раннем карбоне в Карельском регионе были широко распространены протерозойские черносланцевые осадочные и ультрабазит-базитовые вулканогенные толщи, обогащенные халько- и сидерофильными элементами и вмещающие месторождения и рудопроявления ванадия, меди, полиметаллов, золота, серебра, платиноидов и урана [1, 6, 11, 17]. В процессе интенсивной латеритизации рудные компоненты вполне могли высвободиться в значительных объемах и переноситься в виде комплексных ионов или коллоидов древними поверхностными и грунтовыми водами. Во-вторых, для разрезов среднего визе характерна значительная литолого-геохимическая дифференциация, которая отражает существовавшие фациально-ландшафтные и геохимические барьерные зоны в бассейне седиментации. В базальных отложениях визе широко распространены емкие сорбенты (бокситы, глины, угли), и отмечены признаки сероводородных условий седиментации, устанавливаемые по горизонтам с пирит-марказитовыми и сидеритовыми конкрециями, которые играли роль контрастных геохимических барьеров для названных элементов.

В качестве признаков, подтверждающих высказанное предположение, можно привести следующие факты. Повышенной галлиеносностью отличаются бокситы: в 1996 г. предприятие «Бокситогорский глинозем» добыло 852 кг галлия при его среднем содержании в бокситах 54,2 г/т, а общие запасы этого металла оцениваются в 24, 2 т [14]. В бокситах определены также хром до 0,94%, вана-

дий до 0,4%, скандий до 75 г/т, торий до 50 г/т [7]. В огнеупорных глинах, по данным В.В. Гончарова [4], количество ванадия достигает 0,11%, циркония – 0,09%. В пиритовых конкрециях из бурых углей Боровичско-Валдайского угленосного района отмечены концентрации золота до 1 г/т.

Для определения содержаний перечисленных и сопутствующих компонентов авторами были отобраны штучные пробы из нескольких естественных обнажений средневизейской толщи района, а также стенок карьеров огнеупорных глин Окладнево и Малиновец. Рекогносцировочным опробованием охвачен довольно обширный район с расстояниями между разрезами от 1,5 до 25 км. Всего выполнены 58 рентгенофлуоресцентных анализов в лаборатории ИМГРЭ-МГГРУ на приборе РЕСПЕКТ (аналитики А.А. Медведев и Ю.Н. Королев). Пределы обнаружения составили (г/т): V 50; Ni 15; Cu 3; Zn 3; Pb 5; As 3; Ga 3; Ge 3; Cr 25; Fe 10; Sr 3. Рентгеноспектральному анализу на U, Th, Sr и Rb подвергнуты 11 проб из разреза карьера Окладнево. Анализы выполнены в лаборатории МГГРУ на установке АРФ-6 (аналитик М.Ю. Гурвич). Пределы обнаружения составили (г/т): U 2; Th 2; Sr 5; Rb 2. Для сравнения использовались кларки для глинистых пород по А.П. Виноградову [3], а также средние содержания элементов в углях шахты Нелидовской [18], расположенной в соседнем районе.

Полученные аналитические данные позволяют отметить следующие особенности. Во-первых, в большинстве проб концентрации рудных компонентов близки к кларковому и соответствуют содержаниям в углях Нелидовского месторождения. Следует отметить, что в товарных углях этого объекта средние содержания цинка (213 г/т) и урана (35 г/т) явно превышают кларк и их концентрации в анализируемых пробах. Этот факт свидетельствует

о присутствии аномальных ореолов Бельского месторождения урана и одноименного рудопроявления полиметаллов [11]. Отметим, что это месторождение, как и другие урановорудные объекты Мосбасса, расположено на флангах угольных залежей.

Во-вторых, отмечается значительная дифференциация в распределении халько- и сидерофильных элементов по разрезам с тенденцией к более частой приуроченности геохимических аномалий к базальным частям изученных разрезов. Например, в разрезе Малиновецкого карьера по содержаниям меди и цинка выделяются сходные литологические разности пород (табл. 1). Так, в нижнем прослое глинистого угля (проба М-15) концентрации меди достигают 387 г/т, цинка – 174 г/т. Здесь же (проба М-16) концентрации ванадия составили 253 г/т, никеля – 429, меди – 379. В залегающем выше угле (проба М-6) содержания ванадия сопоставимы – 300 г/т, а прочих компонентов существенно ниже: меди 0,011%, никеля менее 15 г/т, цинка менее 3 г/т. Высокие концентрации рассматриваемых компонентов отмечены в сидеритовой конкреции из нижней части разреза (проба М-13, в г/т): V 980; Cu 800; Zn 900; Ga 310.

В разрезе из первого обнажения (табл. 2) в пробах О-3 и О-4 содержания ванадия составляют соответственно 0,023 и 0,019%, в пробе О-5 – ванадия 0,018, меди 0,110, цинка 0,056, галлия 0,044. В разрезе из второго обнажения (табл. 3) важно отметить наличие аномалий в следующих пробах: в Г-2 содержания достигают (в %): меди 0,111, цинка 0,080, галлия 0,037; в Г-3: меди 0,018; в Г-4: меди 0,227, мышьяка 0,0121; в Г-6: меди 0,0590, цинка 0,0351, галлия 0,022. В разрезе третьего обнажения (табл. 4) обращают на себя внимание аномально высокие концентрации халькофильных элементов

Таблица 1

Результаты опробования разреза визейских отложений в стенке карьера Малиновец (г/т)

Номер образца	Порода	V	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Zr	Pb	Au	Ag
М-1	Известняк серый с кремнями	—	17	—	15	—	5	—	—		
М-2	Глина серая, пластичная	98	72	69	6	16	—	600	7		
М-3	Глина серая, пластичная, полусухарная	156	60	12	28	24	4	458	1		
М-4	Глина углистая	192	174	48	13	30	28	400	70		
М-5	То же	191	188	56	71	29	23	289	87		
М-6	Уголь бурый	304	—	106	—	—	—	—	—	0,1	3,7
М-7	Конкреция пирита	—	—	—	—	—	—	—	—		
М-8	Глина зеленовато-серая, массивная	102	93	15	96	20	6	681	11		
М-9	То же	79	49	40	18	14	3	647	7		
М-10	» »	128	61	11	19	22	3	637	8		
М-11	» »	159	111	247	36	27	8	396	49	0,1	1,1
М-12	» »	60	25	15	487	15	3	409	19		
М-13	Сидерит	979	—	798	897	311	—	—	—	0,05	0,4
М-14	Глина зеленовато-серая, массивная	154	65	54	75	26	6	449	34		
М-15	Уголь глинистый	340	—	387	174	—	—	110	—	0,3	2,8
М-16	То же	253	429	379	47	32	3	258	7	0,4	1,8
М-17	Глина темно-серая, керамическая	189	83	—	34	35	3	562	13		

Примечание. Здесь и далее прочерк – содержание элемента ниже чувствительности метода.



Таблица 2

## Результаты опробования визейских отложений обнажения № 1 в районе г. Боровичи (г/т)

Номер образца	Порода	V	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Zr	Pb	Au	Ag
O-1	Глина зеленая, пластичная	76	59	—	122	21	25	111	9		
O-2	То же	—	36	—	48	8	—	59	—		
O-3	Глина желтоватая	229	88	—	12	47	—	407	7		
O-4	Глина фиолетовая	190	86	—	25	45	—	255	5		
O-5	Сидерит	1177	—	1099	558	437	—	—	—	0,07	3
O-6	Глина углистая	111	86	87	17	40	3	261	5		
O-7	Песчаник бурый, гематитизированный	—	18	—	—	—	—	—	—		

Таблица 3

## Результаты опробования визейских отложений обнажения № 2 в районе г. Боровичи (г/т)

Номер образца	Порода	V	Cu	Zn	Ga	As	Zr	Pb	Au	Ag
Г-1	Глина темно-серая	147	85	38	37	8	214	—		
Г-2	Сидерит	0	1112	799	365	—	—	—	0,13	0,9
Г-3	Глина серая	125	177	26	28	4	380	7	0,1	1
Г-4	Глина углистая	0	2272	—	—	121	156	—	0,07	2,8
Г-5	Глина серая	140	90	43	39	6	229	11		
Г-6	Сидерит	0	59	351	217	—	—	—	0,1	1,6
Г-7	Глина серая	129	—	44	39	—	158	7		
Г-8	Глина углистая, полусухарная	158	57	48	31	5	169	—		
Г-9	То же	149	26	74	36	4	187	—		
Г-10	Сидерит	285	48	73	25	—	202	16		
Г-11	Глина углистая, полусухарная	174	22	61	41	7	207	—		
Г-12	Глина желтовато-зеленая, сухарная	372	—	—	—	—	145	35		
Г-13	То же	299	—	15	33	0	753	0		

Таблица 4

## Результаты опробования обнажения № 3 визейских отложений в районе г. Боровичи (г/т)

Номер образца	Порода	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Zr	Pb	Au	Ag
Гр-1	Глина зеленовато-серая, полусухарная	70	—	39	8	—	353	—	0,2	2,8
Гр-2	То же	52	—	36	8	—	350	—		
Гр-3	» »	55	—	69	13	—	243	9		
Гр-5	Глина серая, полупластичная	130	—	34	32	5	237	—		
Гр-5а	Сидерит	—	606	332	206	—	0	—	0,5	9,5
Гр-6	Известняк серый	106	—	60	7	—	194	—		
Гр-7	Глина светло-серая	138	—	20	39	—	593	—		
Гр-8	Глина темно-серая, сухарная	128	110	23	38	5	244	—		

в сидеритовой конкреции из пласта полупластичной глины (проба Гр-5а). Повышение количества галлия отмечается в пластах сухарной темно-серой и пластичной серой глин, содержащих углистое вещество.

Подобная тенденция не фиксируется по разрезу Окладнево (табл. 5), что отчасти следует связать с проявлением здесь вторичных окислительных процессов, распространенных в песках [9]. Однако и здесь в середине разреза, в серых глинах, концентрируется медь (проба Ок-7, 0,036%).

В трех пробах из отмеченных концентрационных аномалий содержания меди превысили 0,1% (Г-2 0,11; Г-4 0,23; О-5 0,11). Вместе с другими пробами, в которых установлены значительные скопления меди, цинка и галлия (несколько сотен грамм на тонну), присутствуют пробы, представляющие собой сидеритовые конкреции. Проба Г-4 — углистая глина. Это может свидетельствовать о конкреционном рудообразовании в осадках, иловые воды которых были обогащены полезными компонентами.

Результаты опробования разреза визейских отложений в стенке карьера Окладнево (г/т)

Номер образца	Порода	V	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Zr	Pb	Au	Ag
Ок-1	Глина полусухарная	105	131	—	7	57	4	827	5		
Ок-2	Глина буровато-серая	135	164	12	11	58	8	1094	30		
Ок-3	Песок гематитизированный	151	107	43	—	—	—	271	38		
Ок-4	Глина	113	43	9	25	16	3	461	8		
Ок-5	То же	157	172	85	49	35	6	639	12	0,2	1,3
Ок-6	Глина серая	156	148	65	34	35	7	357	21		
Ок-7	То же	123	67	358	25	19	3	507	11	0,1	0,7
Ок-8	Глина углистая	151	179	17	41	34	8	288	26		
Ок-9	Песок желтовато-белый, лимонитизированный	—	10	—	7	—	—	174	7		
Ок-10	Глина серая	72	223	128	16	11	5	520	13	0,1	0,6
Ок-11	Глина зеленая, песчанистая	104	79	17	15	—	—	296	10		
Ок-12	Известняк розоватый	—	—	—	—	—	—	—	—		
Ок-13	Уголь	82	288	101	1849	40	18	2926	1920	0,1	5,2

Вероятно, диагенетические концентрации ряда различных элементов отмечены в обломке угля, содержащего пирит, отобранном из пласта аллювиально-дельтовых песков из разреза Окладнево (проба Ок-13). Здесь выявлены высокие концентрации цинка (0,1849%) и очень высокие — германия (0,2786%); относительно повышенные — никеля (288 г/т), меди (101 г/т) и, что интересно, урана — 14 г/т при низком торий-урановом отношении Th/U, равном 0,7. Радиогеохимические данные по разрезу Окладнево указывают на инфильтрационные сорбционные скопления урана на гидрооксидах железа в тыловой зоне древнего внутрипластового окисления [9].

Особенно интересно концентрирование галлия (во многих пробах более 150 г/т), которое более чем в три раза выше, чем средние в бокситах. При оконтуривании пластов с повышенной галлиеносностью, расположенных в пределах вскрыши карьеров Окладнево или Малиновец, можно ставить вопрос о селективной отработке и переработке на Бокситогорском комбинате, где галлий успешно извлекают из бокситов.

В связи с перечисленным важно рассмотреть минеральный состав пород, по которым приведены геохимические данные. Распространение каолинита — отличительная особенность визейских пород тульского и михайловского горизонтов по сравнению с подстилающими существенно гидрослюдистыми верхнедевонскими и перекрывающими серпуховскими стешевскими глинистыми породами [13]. Авторы изучили минеральный состав пород из обнажения №3. Оказалось, что в составе глин из нижней части этого разреза присутствует лишь каолинит, а в верхней части появляется гидрослюда. В пробе Гр-5а диагностированы сидерит, кальцит и анкерит. Фазовый состав пород определялся в лаборатории прецизионных методов исследований МГГРУ (аналитик М.Ю. Гурвич) на установке ДРОН-2. Выявлено широкое развитие каолинита в визейских отложениях. Учитывая, что дифрактометрический анализ диагностирует фазы, содержание которых превышают 5 мас.%, можно говорить о соотношении глинистых, карбонатных

аутигенных и кварц-полевошпатовых аллотигенных составляющих этих пород. Полученные данные свидетельствуют о закономерном изменении состава глинистых пород в разрезах верхнедевонских и средневизейских отложений, что можно связать с вовлечением в процесс седиментации материала различных горизонтов размываемых древних латеритных кор выветривания.

Сопоставление минерального состава и геохимических данных свидетельствует о примерно равной обогащенности некоторыми микроэлементами глинистых и карбонатных пород и сидеритовых конкреций. Подчеркнем, что в пробе сидерита (Гр-5а) с аномально высокими концентрациями хрома, никеля, меди, цинка, галлия, германия, ванадия, свинца и урана содержатся менее 5% глинистых минералов. Это может говорить об осадочно-диагенетическом концентрировании перечисленных металлов.

О перераспределении благородных металлов, в частности, золота и серебра, свидетельствуют повышенные концентрации этих компонентов в ряде проб. Проанализированы 5 проб химико-спектральным методом в лаборатории ЦНИГРИ и 11 атомно-адсорбционным методом в лаборатории золотодобывающей компании «АПСАКАН» (табл. 6). Часть проб заверена в обеих лабораториях: сходимость результатов хорошая. Содержания золота и серебра аномально высокие. Для сравнения приведены содержания этих элементов в визейских углях Нелидовского месторождения [18], глинах Кимовского бурогоугольного месторождения Мосбасса [19], кларки данных элементов в осадочных бокситах [3]. Содержания платины и палладия во всех пробах оказались ниже порога чувствительности метода (< 0,05 г/т).

При интерпретации результатов опробования необходимо иметь в виду, что пробы были взяты из практически одновозрастных базальных слоев визейских глин, а места их отбора находятся на расстоянии от 4 до 11 км. Известно, что аномально высокие, вплоть до промышленных (несколько десятков грамм на тонну), концентрации золота встречаются в глинах из кор выветривания, зонах



Таблица 6

Содержание золота и серебра в пробах визейских отложений (г/т)

Номер образца	Порода	Au	Ag
Г-2	Сидерит	0,13	3,0
Г-3	Глина серая	0,1	1,0
Г-4	Глина углистая	0,07	3,9
Г-6	Сидерит	0,1	2,6
Ок-5	Глина	0,2	1,3
Ок-7	Глина серая	0,1	0,7
Ок-10	То же	0,1	0,6
Ок-13	Уголь	0,1	5,2
О-5	Сидерит	0,7	2,9
М-6	Уголь бурый	0,1	3,7
М-11	Глина зеленовато-серая, массивная	0,1	1,1
М-13	Сидерит	0,05	0,4
М-15	Уголь глинистый	0,3	2,8
М-16	То же	0,4	1,8
Гр-1	Глина зеленовато-серая, полусухарная	0,2	2,8
Гр-5а	Сидерит	0,5	9,5
В углях месторождения Нелидово [18]			1,2
В глинах Кимовского разреза [19]		0,67	
В осадочных бокситах [3]		0,002	0,3

окисления и отложениях наложенных озерных впадин, которые расположены либо непосредственно над рудоносными зонами, либо вблизи коренных источников с промышленной золотоносностью [8]. В нашем случае глины, содержащие углистое вещество, сидеритовые и пиритовые конкреции, следует считать эффективным хемосорбционным барьером для улавливания растворимых форм золота. К сожалению, не были опробованы базальные слои визе, поскольку собственно контакт между фаменскими пестроцветными и визейскими серыми глинами во всех случаях оказался задернован или не вскрыт карьерами.

Приведенные результаты предопределяют целесообразность проведения специального опробования и получения дополнительных аналитических материалов. Полученные данные указывают на существование обширной геохимической концентрационной аномалии золота, внутри которой мож-

но ожидать наличие пластовых рудоносных зон, возможно, с повышенными концентрациями металлов платиновой группы.

Обнаруженные нами повышенные количества золота, серебра, меди, цинка, в некоторых пробах никеля и мышьяка согласуются с представлениями о геохимических ассоциациях благородных металлов в их коренных источниках на Воронежском и Балтийском щитах, в частности, в массивах Елановском и Луккулойсваара [15]. Перспективы обнаружения стратиформных золоторудных концентраций в различных горизонтах осадочного чехла в регионе рассмотрены в [12]. Промышленным аналогом такого рода оруденения следует считать золото-платино-палладиево-медные руды в медистых сланцах цехштейна на месторождении Любин-Серошовице в Польше. По данным Н.П. Ермолаева с соавторами [7], на этом месторождении наибольшие содержания платины (до 340 г/т), палладия (до 120 г/т) и золота (до 360 г/т) установлены в битуминозных желваках, находящаяся в базальной части мергель-глинистого горизонта цехштейна. Мощность последнего 0,4—1,0 м, он залегает на 4—5-метровом пласте серых песчаников, которые подстилаются красноцветными песчаниками. Авторы [7] предполагают соосаждение элементов платиновой группы и золота с органическим веществом, арсенидами, сульфоарсенидами и гидрослюдами из придонных иловых вод в очагах разгрузки позднепермских грунтовых вод.

В этой связи уместно напомнить, что нами в Боровичско-Бокситогорском регионе выделены площади очагов разгрузки древних грунтовых вод, дренировавших аллювиально-дельтовые угленосные визейские отложения [9]. Эти разрезы не опробовались, поскольку для этого необходимо бурение.

Таким образом, полученные аналитические данные о геохимических аномалиях золота, серебра, меди, свинца, цинка, никеля, мышьяка, ванадия, галлия, германия и других рудных элементов, локализованных в средневизейских отложениях Боровичского района, служат доказательством вероятного нахождения здесь рудных скоплений редких и благородных металлов. Последние представляются стратиформными и обусловлены масштабными процессами перераспределения материала древних латеритных кор выветривания в совокупности с диагенетическими и экзодиагенетическими концентрациями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Билибина Т. В., Мельников Е. К., Савицкий А. В. О новом типе месторождений комплексных руд в Южной Карелии // Геология рудных месторождений. 1991. № 6.
2. Вишняков С. Г. Литология карбонатных и залегающих между ними песчано-глинистых пород нижнего карбона северо-западной окраины Подмосковного бассейна // Тр. геол. фак. Воронеж. ун-та. 1955. Т. 39.
3. Войткевич Г. В., Кокина А. В., Мирошников А. Е., Прохоров В. Г. Справочник по геохимии. М.: Недра, 1990.
4. Гончаров В. В. Огнеупорные глины Боровичско-Любытинского района. М.: Metallurgizdat, 1952.
5. Горецкий Ю. К. Некоторые черты генезиса и основные закономерности тектонического размещения бокситовых месторождений // Сов. геология. 1947. № 14—15.
6. Додин Д. А., Оганесян Л. В., Чернышев Н. М., Яцкевич Б. А. Минерально-сырьевой потенциал платиновых металлов России на пороге XXI века. М.: Геоинформмарк, 1998.
7. Ермолаев Н. П., Габлина И. Ф., Бернгард В. В. Перераспределение платиноидов, золота и серебра в медистых песчаниках и сланцах (Нижняя Силезия, Польша) // Геохимия. 1996. № 9.
8. Загоскин В. А. Новый промышленно-генетический тип месторождений золота в континентальных глинах разного генезиса // Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. XII междунар. совещ. М.: Изд-во ВИМС, 2000.
9. Игнатов П. А., Малых Ю. Ф., Наумов С. С. и др. Потенциальные урановорудные районы гидrogenного типа на северо-западе Московской синеклизы // Руды и металлы. 2001. № 1.
10. Ильин С. Ф. О генетической связи коры выветривания и осадочных бокситов Тихвинских месторождений // Немец-

- таллические полезные ископаемые коры выветривания. М.: Наука, 1977.
11. История развития и минерализации чехла Русской платформы // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 308. Л.: Недра, 1981.
  12. Калинин С. С., Иванов Н. М., Каримов А. Н. и др. Основные типы золотосодержащих месторождений осадочного чехла центральной части Восточно-Европейской платформы // Руды и металлы. 1995. № 6.
  13. Калмыкова Н. А. Стратиграфо-палеогеографическое значение и условия формирования глинистых минералов девон-каменноугольного возраста юго-восточного обрамления Балтийского щита // Глины, глинистые минералы и их использование в народном хозяйстве. Алма-Ата: Наука, 1985.
  14. Киселев И. И., Проскуряков В. В., Саванин А. И. Геология и полезные ископаемые Ленинградской области. СПб, 1997.
  15. Корнеев С. И., Казаков О. В. Геохимические ассоциации элементов как признаки платинометалльного оруденения в ультрамафит-мафитовых интрузиях // Тез. докл. меж-

- дунар. симпозиума по прикладной геохимии стран СНГ. М.: Изд-во ИМГРЭ, 1997.
16. Кофанов В. С. Карбон // Геология СССР. Геологическое описание. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Т.1. М.: Недра, 1971.
  17. Металлогения восточной части Балтийского щита / А.В. Сидоренко, Т.В. Билибина. Л.: Недра, 1980.
  18. Павлова Л. С., Голынский Е. А. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник. М.: Недра, 1996.
  19. Торикова М. В., Кудинов Ю. А., Тимофеев П. В. Редкие металлы в нефтях, ископаемых углях, продуктах их переработки и минерализованных водах // Разведка и охрана недр. 1996. № 8.

Московский государственный геологоразведочный университет  
Н.В. Тихонова — студентка  
Рецензент — В.Е. Бойцов

УДК 553.54—034.2:551.253:552.4 (571.15)

С.В. ВОРОБЬЕВА

## РУДОЛОКАЛИЗУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЛИМЕТАМОРФИЗОВАННЫХ ДИНАМОСЛАНЦЕВ В ПРИИРТЫШСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ АЛТАЯ

Выделены три типа рудоносных сланцев-тектонитов: иртышский, прииртышский и березовский, которые являются составными структурными элементами палеовулканических сооружений. Рудоносные сланцы — поисковый признак золотоносных жил и коренных полиметаллических месторождений.

Длительная практика горно-добычных работ в северо-западной части Алтая свидетельствует о рудоносности полосы прииртышских тектонических сланцев. В ней сосредоточены крупные золотополиметаллические месторождения (рис. 1). Сульфидные медные и серебро-свинцовые руды жильного типа служили объектами древних чудских горных промыслов. Сульфидные жилы пронизывали щелевидные зоны между кварцевыми альбитофирами и пластинами тектонических сланцев.

Зеленовато-серые рудоносные тектонические сланцы представляют собой тонко передробленные породы зеленокаменного облика, которые обнаруживают следы пластического течения. Вся ткань таких динамодислоцированных пород пропитана метаморфическими минералами, которые представлены хлоритом, серицитом, эпидотом, тремолитом, кварцем, альбитом. Они сосредоточены в направлении линейной полосчатости сланцев и ориентированы в направлении пластического течения, огибают в виде полосок развальцованные участки разлинзованных более крепких пород. В протолочках сланцев присутствуют магнетит, апатит, сфен, турмалин, лейкоксен. Они характеризуются дощевидной и карандашной отдельностями. Продольные трещины отдельности представляют собой ровные сколы и ориентированы вдоль сланцеватости; в этом же направлении ориентированы

штрихи и борозды скольжения. Продольные трещины пересекаются с торцовыми, причем направление торцовых трещин противоположно направлению погружения рассланцованных пластин динамосланцев. Продольные трещины вблизи торцовых трещин образуют коленчатые изгибы; трещины пересекаются под косыми углами и углами, близкими к прямому. В направлении трещин отдельности отмечаются знакопеременные скольжения пластин, их скручивание, что выражается разлинзовыванием сланцев. Выветрелые сланцы легко раскалываются вдоль трещин отдельности и волокнистости. Отмечаются постепенные переходы сланцев к грубосланцеватым зеленовато-серым породам фельзитового облика и порфироидам. В полостях отслаивания локализованы сплошные сульфидные руды (рис. 2). Зеленокаменные порфиroidы в Березовско-Белоусовской полосе образуют ядра куполовидных поднятий, обрамленных сланцами-тектонитами.

В.П. Нехорошев [18] отождествил сланцы Прииртышских гор и кыстав-курчумские сланцы, которые ранее выделил А.Н. Никонов на Южном Алтае [13]. Кыстав-курчумские сланцы обильно насыщены глинистым веществом, пропитанным хлоритом, кварцем и карбонатами; подобные сланцы вмещают разлинзованные тела мраморизованных известняков с остатками кораллов и лилий,