

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРНОСЛАНЦЕВОГО КОМПЛЕКСА  
ВЕРХНЕСЕЛЕМДЖИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО РАЙОНА  
(АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**В.А. Злобин**

*Объединенный институт геологии, минералогии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск*

На основе более чем 1500 анализов рассматривается распределение породообразующих элементов, включая S и  $C_{орг}$ , а также многих элементов-примесей в мощном вулканогенно-осадочном (черносланцевом) комплексе Верхнеселемджинского золоторудного района.

Показана геохимическая однотипность пород стратиграфического разреза. Сделан вывод о ритмично-циклическом трансгрессивно-регрессивном строении рудовмещающих толщ, отмечено увеличение снизу вверх количества глинистых отложений с более высокими содержаниями  $Al_2O_3$ , K, радиоактивных (РЭ), редкоземельных (РЗЭ) и других элементов.

Характерные геохимические особенности рудовмещающих толщ - повышенная натриевость, преобладание закисных форм Fe над окисными, невысокие концентрации P, Mn,  $C_{орг}$ , S, Au и Ag, кларковые содержания РЭ и РЗЭ - свидетельствуют об их формировании за счёт размыва плаггиогнейсов, характерных для фундамента восточной окраины Сибирской платформы. Постоянное присутствие полевых шпатов указывает на незначительное развитие кор выветривания в местах сноса терригенного материала.

Формирование золотых руд происходило, по-видимому, за счёт постмагматических процессов, в течение двух сопряжённых стадий-этапов с минимальным влиянием на рудогенез геохимических особенностей вмещающих пород. Последние обогащены S, As и спорадически W, Pb, Zn, Cu только в зонах интенсивных околорудных изменений. Золоторудная минерализация локализуется в замковых частях разнообразных положительных тектонических структур и на участках с наиболее проявленными литологическими неоднородностями.

**Ключевые слова:** Амурская область геохимия, золотоносность, черносланцевые толщи, оруденение.

**ВВЕДЕНИЕ**

Причины локализации золотого оруденения в метаморфизованных осадочных и вулканогенно-осадочных углеродсодержащих черносланцевых толщах однозначно не расшифрованы. По-прежнему популярны две старые концепции: латераль-секреционная (заимствование золота и его спутников из вмещающих пород), и магматогенно-гидротермальная - привнос рудных компонентов из магматических очагов. Большинство исследователей считают рудообразование полигенным и полихронным.

Рудовмещающие толщи Верхнеселемджинского района вмещают значительное число месторождений (рис. 1), связанных с типичными для Урало-Азиатского региона кварцево-жильной и прожилково-вкрапленной золоторудными формациями. В регионе проявилась разнообразная магматическая деятельность и связанные с ней гидротермально-метасоматические процессы. Район расположен между Сибирской платформой и Буреинским массивом, и относится к восточному окончанию Монголо-Охотского складчатого пояса на стыке его с более молодыми тихоокеанскими структурами [2,15].

**ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА**

Рудовмещающие толщи характеризуются сложной брахиформной складчатостью (рис.1). В восточной части района выделены Афанасьевский, Эльгоканский и Неэргенский купола [17, 18], а в центральной и западной - ряд антиклинальных и синклиналильных брахискладок различных масштабов. К наиболее крупным положительным структурам тяготеют главные золоторудные узлы и месторождения, например, к Челогорской антиклинали - Токурский рудный узел, к Эльгоканскому и Афанасьевскому куполам - Харгинское и Афанасьевское рудные поля. До настоящего времени нет общего мнения о последовательности напластования и возрасте отдельных подразделений вулканогенно-осадочных отложений, что связано с их фациальной изменчивостью, неоднородным метаморфизмом пород, сложной дислоцированностью. Ранее рудовмещающие толщи считались докембрийскими, так как предполагалось наложение на них фаунистически охарактеризованных кембрийских отложений. По другим данным, вулканогенно-осадочный комплекс имеет палеозойский



возраст на основании находок фауны плохой сохранности в сходных по облику породах в пограничных районах. Радиологические датировки отражают, по видимому, возраст метаморфических преобразований - преимущественно позднепалеозойский, как и прорывающих гранитоидов [1].

Рассматриваемый комплекс отложений с суммарной мощностью, по существующим представлениям, не менее 12-14 км [1] обычно расчленяется на свиты (снизу вверх): афанасьевскую, талыминскую, златоустовскую (сагурскую), токурскую, экимчанскую и амнскую [1, 17, 18]. Стратиграфических несогласий между свитами не установлено. Нижняя часть комплекса (афанасьевская-талыминская свиты) метаморфизована: до гранатсодержащих двуслюдяных, нередко порфиробластических, полевошпат-кварцевых и слюдяно-альбит-кварцевых сланцев, а также - амфиболитов и клиноцит-актинолит-хлоритовых сланцев. В верхней части комплекса развиты метапесчаники преимущественно филлитовидные, глинистые и хлоритовые сланцы, метакремни.

По петрографическим наблюдениям (составу, реликтовым текстурам и структурам) исходными породами в этом комплексе были преимущественно алевропелиты и подчинённые мелкозернистые полевошпат-кварцевые и кварцевые песчаники, основные вулканиты, кремнистые и (редко) карбонатные осадки. Метавулканиты встречаются, главным образом, в нижних свитах и образуют пачки от 50 до 200 м мощностью. Прослой метаморфизованных кремнистых сланцев закартированы в верхних частях разреза.

Золоторудная минерализация встречается в разных свитах: афанасьевской-талыминской (Афанасьевское и Харгинское рудные поля), златоустовской-сагурской (Сагурское, Унгличканское месторождения), токур-экимчанской (наиболее известные месторождения - Токурское, Иннокентьевское, Ворошиловское) [1, 14, 16].

### **Цель исследования и методика работ**

Цель исследований - изучение петрогеохимии вмещающих золотое оруденение пород, выявление геохимических особенностей стратиграфических подразделений, их сопоставление с рудовмещающими осадочно-метаморфическими комплексами других золоторудных провинций складчатого обрамления Сибирской платформы (Енисейский кряж и Ленский золотоносный район) и мезозой (Кольма) [3-10]. Методика проводившихся работ в различных провинциях была однотипной. Их геолого-геохимическое изучение проводилось вдоль опорных разрезов и сопровождалось непрерывным измерением общей радиоактивности пород.

Во всех отобранных пробах (более 1500) определено содержание радиоактивных элементов (РЭ): U (по Ra), Th и K на гамма-спектрометрической установке с улучшенными характеристиками, элементов-примесей с использованием полных спектрографических анализов, а также количество Au спектрохимическим методом с ограниченной чувствительностью до 5 мг/т. В отдельных наиболее характерных и представительных пробах установлены содержания породообразующих элементов, включая S, CO<sub>2</sub> и C<sub>орг</sub>. Количество C<sub>орг</sub> определялось газометрическим и дериватографическим методами. Для определения концентрации Au, Ag и некоторых халькофильных элементов применялся также атомно-абсорбционный анализ, а для редких (Rb, Li, Cs, Nb, Ta) и редкоземельных элементов - рентгено-радиометрический и многокомпонентный инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).

Большая часть аналитических работ выполнена в лабораториях Аналитического центра ОИГГМ СО РАН за исключением химических определений содержаний главных породообразующих элементов, спектрохимических анализов на Au и газометрических - C<sub>орг</sub>, которые проводились в химическом отделе ПГО "Новосибирскгеология". Метрологические данные всех лабораторных исследований сообщались неоднократно ранее [3-10]. Контроль осуществлялся путем многократных анализов одних и тех же эталонных проб, применением различных методов анализа одних и тех же элементов в различных лабораториях, сравнением полученных результатов с опубликованными данными других исследователей [1, 11 -13, 15 -16].

### **ГЕОХИМИЯ ПОРОД**

Состав рудовмещающих толщ формировался во время седиментации и последующих преобразований, включающих прогрессивный, регрессивный метаморфизм и постмагматические гидротермально-метасоматические изменения. Идентификация всех факторов, определяющих геохимические особенности рудовмещающих толщ, чрезвычайно сложна и дискуссионна. Так, в первичных отложениях изменяются количество пелитоморфного материала и его соотношение с алевритовой и песчаной фракциями, а в последних - содержание кварца и полевых шпатов, как первичных, так и вновь образованных. Геохимические черты всех типов пород отражают всю совокупность перечисленных явлений и в принципе представляют функцию распределений всех минералогических составляющих. В связи с этим полученные данные представлены, с одной стороны, в табличной форме в виде усреднённых значений для отдельных петрографических типов пород с учетом их геологического положения, а с другой - в виде графиков,

отражающих взаимосвязи отдельных породообразующих и примесных элементов (табл. 1, 2, рис. 2-5).

Рассмотрение этих данных показывает, что большая часть элементов разделяется на группы с устойчивыми корреляционными связями (рис. 2-4). Главными из них являются группы кремнезема и глинозема ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), железа и магния ( $\text{FeO}$  и  $\text{MgO}$ ), калия и редких щелочей (K, Rb, Li). Так, большая часть элементов положительно коррелируется с глиноземом и отрицательно - с кремнеземом (рис. 2-4). С кремнеземом в малоизмененных породах за пределами зон прожилково-вкрапленной минерализации значимую положительную связь имеет лишь As.

Уровень концентрации  $\text{SiO}_2$  в подавляющем большинстве пород составляет 60 - 75%. Меньшую кремнекислотность имеют лишь метавулканы и известняки, а также породы с карбонатной примесью, интенсивным проявлением метасоматических изменений. Большие количества  $\text{SiO}_2$  обнаруживаются в кремнистых прослоях и кварцитах того или иного происхождения.

Количество глинозема в осадочно-метаморфических толщах района варьирует от 8 до 24%, составляя в подавляющем большинстве проб 12-18% при среднем - 14%. Наибольшие количества глинозема - 20-24% - зафиксированы в пробах с интенсивным развитием альбита и серицита, которые возникают как при метаморфических, так и гидротермально-метасоматических преобразованиях. Такие породы во всех случаях обеднены кремнеземом и обогащены щелочами, элементами-гидролизатами, редкими, радиоактивными и редкоземельными элементами, что особенно отчетливо проявлено в серицитолитах в зальбандах золотоносных кварцевых жил.

Важно отметить, что зависимость между количеством  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  и связанными с ними элементами проявлена однотипно в породах различных стратиграфических подразделений и в рудовмещающих толщах всех изучавшихся месторождений золота района. Это видно по сходному отношению между  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , составляющему около 5. Однотипны также соотношения между  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Th и многими другими элементами (рис. 3-4). В то же время, на графиках достаточно отчетливо видно, что в рудовмещающих толщах разных стратиграфических уровней выделяется, по крайней мере, две ассоциации пород, отличающихся по абсолютным концентрациям  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и коррелирующихся с ним  $\text{TiO}_2$ , Th и K. При этом уровень содержания  $\text{TiO}_2$ , Th и K в метаалевропелитах выше, а в метаалевропсаммитах - ниже. В более метаморфизованных породах литологические различия проявлены слабее. Однако и здесь выявляются аналогичные геохимические ассоциации.

Показательно распределение в осадочно-метаморфических толщах района Fe, Mg, Mn. Так, в подавляющем количестве проб, по нашим данным и материалам других исследователей [1, 16], Fe содержится преимущественно в закисной форме. Отношение  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  составляет от 1 до 2-3. Количество FeO и MgO варьирует в пределах 0,5-6% при отношении FeO/MgO от 1 до 1,5-2. Эти два элемента большей частью входят в состав магнезиально-железистых хлоритов, являющихся наиболее распространенными минералами сланцев. Часть железа находится в форме сульфидов, главным образом - пирита и пирротина, а в рудных зонах, помимо того, - в импрегнациях арсенопирита. Часть Mg связана с карбонатами. Однако в карбонатных осадках количество MgO не велико - 3% , что свидетельствует об их существенно известковом составе. Высокая степень связи проявлена между Fe и Mg. С ними коррелируют многие элементы: Ti, Cr, P, V, Cu, Co, U, Zn, Zr, K (рис. 4).

Содержание Mn и P, накопление которых обычно связывается с гидротермально-вулканогенными процессами, невелико: количество MnO варьирует от 0,02 до 0,23% при среднем - 0,09% , а  $\text{P}_2\text{O}_5$  - от 0,08 до 0,24 % при среднем 0,15%. Первый из них коррелируется с Ti, Fe, Mg, P, Sc, V, Zn, Ni, Co, Cr, второй дополнительно - с U, Th, Ca. Концентрация последнего в подавляющем большинстве проб не превышает 2% (рис. 2). Лишь в карбонатизированных и карбонатно-терригенных породах количество его возрастает до 3-7% , а в прослоях мраморизованных известняков - до 30%. В метаморфизованных терригенных осадках среднее содержание CaO составляет 1,15% .

Большой интерес представляет распределение в рассматриваемых породах щелочных элементов: Na, K, Rb, Li, Cs. Ранее неоднократно отмечалось, что золотоносные толщи Верхнеселемджинского района характеризуются весьма высокой натровостью: содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  варьирует от 1 до 6% при среднем - 3,1% . Наиболее высокие его количества зафиксированы в нижних, наиболее метаморфизованных частях вулканогенно-осадочной толщи, в слюдино-кварц-альбитовых сланцах, а также в верхних - в прослоях кварц-полевошпатовых песчаников токурской-экимчанской свит. Во всех этих образованиях количество Na возрастает с увеличением содержания глинозема (рис. 3). Примечательно также, что Na коррелируется с Au и S (коэффициент корреляции 0,53 и 0,46).

Содержания K, так же как и Na, изменчивы в широких пределах: от долей до 6-8%. Относительно повышенные концентрации его характерны для филлитов, филлитовидно-глинистых сланцев и интенсивно серицитизированных пород всех свит. Корре-

**Таблица 1. Геохимические особенности осадочно-метаморфических (черносланцевых) пород золотоносных толщ Верхнеселемджинского района за пределами зон интенсивных гидротермальных изменений.**

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	(6)	(4)	(2)	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)	(4)	(2)	(2)	(1)	(2)		
SiO <sub>2</sub>	68.07	67.13	79.94	63.73	71.35	78.03	66.06	70.63	67.83	70.77	78.35	61.95	69.18		
TiO <sub>2</sub>	0.66	0.67	0.42	0.82	0.68	0.44	0.56	0.51	0.68	0.47	0.42	0.75	0.58		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.54	15.51	8.86	17.02	13.89	9.94	14.55	14.42	14.77	14.92	9.92	18.94	13.15		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.08	2.14		1.91	0.99	1.52							1.22		
FeO	3.02	3.53	3.2*	2.74	1.26	1.79	3.88*	3.4*	4.3x	3.1*	3.26*	5.48*	3.47		
MnO	0.11	0.14	0.03	0.07	0.05	0.06	0.09	0.06	0.08	0.15	0.06	0.13	0.15		
MgO	1.67	1.46	0.32	1.25	1.26	1.54	1.31	1.11	1.49	1.4	1.22	1.5	2.3		
CaO	1.27	1.39	0.8	0.79	0.56	0.06	2.39	1.05	1.31	0.69	0.31	0.42	1.57		
Na <sub>2</sub> O	3.95	2.79	2.13	3.74	3.7	1.49	3.25	1.84	3.07	3.02	1.78	2.8	2.3		
K <sub>2</sub> O	2.09	3.27	2.06	2.87	2.34	2.36	2.18	3.56	2.9	2.96	2	4.1	1.9		
П.п.п.	2.98	2.89	1.77	5.07	2.29	2.37	5.08	2.68	3.24	2.21	1.95	3.1	3.5		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.14	0.15	0.07	0.19	0.17	0.08	0.19	0.15	0.2	0.14	0.13	0.24	0.14		
S	0.05	0.05	0.04	0.18	0.02	н.о.	0.12	0.02	0.22	0.03	0.02	н.д.	н.д.		
	(29)	(35)	(5)	(10)	(4)	(5)	(11)	(6)	(15)	(7)	(6)	а) (2) б) (45)	а) (2) б) (16)		
Pb	19.7	14	11	7	4.7	3	21	20	4.6	17	3	15	20.6	15.9	6
Zn	81.7	75	65	41	37	50	64	93	52	50	42	60	80.4	74.3	58.5
Cu	25	33	13	25	13	21	34	46	23	27	21	20	30.4	29	31.5
Ni	23	19.2	4	13	23	12	23	19	14	6	14	17	25.4	27	19
Co	10	16	4.7	6	4	5	4	7.5	5	4	6	6	6.8	7	5.5
Mo	1	1.6	н.о.	1	н.о.	н.о.	1	0.9	0.2	3	н.о.	н.о.	4.2	н.о.	1
Cr	88	69.7	55	41	51	44	63	60	45	24	38	65	71	66	61.6
V	131.7	125.3	20	52	57	54	31	110	76	53	81	85	75	94	71.5
Zr	185.7	190.7	175	146	80	140	134	208	113	100	72	200	194	195	118
Ga	17	17	17	23	15	12	18	21	14	15	12	17	21	18	16
Sc			12	10	6	8	11	9.5	12	7	10	12	13.5	11	14
Y	22	21	25	19	9	15	15	16	17	16	14	20	20.4	20	15.6
Ba	633	700	600	1000	500	560	1000	1700	1100	1600	600	1500	1586	1533	1165
Sr	456	650	775			640	100	100				400	136	580	220
U	2	2.3	1.4	2.9	1.8	1.4	2.2	2.5	2.5	3.7	1.6	2.3	2.9	2	1.9
Th	6.6	9.8	3.7	11	6.2	4.7	7.8	7.8	7.2	18	4.1	12	12.5	8.2	6.7
K, %	1.8	2.7	1.4	2.9	2	2	2.4	3.4	2.7	3	1.6	4.3	3.3	2.6	2
Au	1.8	2.1		2.6	1	3.8	1.6	4	2	1	1.6	1.4	3.4	1.7	3.6
Ag	38	60.2		57	53	41	64	95	50	73	39	44.5	49.7	40	41.6

Примечание. 1-3 - кристаллические биотит-мусковит-полевошпат-кварцевые сланцы афанасьевской свиты в пределах Афанасьевского и Эльгоканского куполов: 1 - существенно полевошпатовые сланцы (метаморфизованные песчаники и алевролиты), 2 - полевошпатово-слюдистые сланцы по алевропелитам, 3 - слюдисто-альбит-кварцевые сланцы (микрокварциты); 4-6 - кристаллические клинозоизитсодержащие слюдисто-альбит-кварцевые сланцы талыминской свиты в пределах Эльгоканского купола (Харгинское рудное поле): 4 - метаалевропелиты, 5 - метаалевропесчаники, 6 - существенно кварцевые метаалевролиты (кварцито-сланцы); 7-8 - кристаллические сланцы талыминской свиты в районе Ленинского сурьмяного месторождения (верхнее течение р. Талыма): 7 - кварцево-слюдисто-хлорит-альбитовые сланцы по метаалевролитам, 8 - то же, но с большим содержанием кварца и меньшим - альбита; 9-13 - талыминская и златоустовская свиты в разрезе вдоль р. Харги на участке от устья руч. Эзоп до руч. Ингагли: 9 - кварц-слюдисто-альбит-хлоритовые сланцы по метаалевропелитам, 10 - то же, но с большим количеством кварца, 11 - кварцитовидный альбит-слюдисто-хлорит-кварцевый сланец, 12 - слюдистый (серицитовый) сланец, 13 - альбит-слюдисто-хлорит-кварцевый сланец по метаалевропелиту; 14 - 17 - златоустовская (сагурская) свита в пределах Сагурского рудного поля: 14 - слюдистые мелкозернистые мраморы, 15 - темно-серые с импрегнацией пирита слюдисто-кварц-альбитовые сланцы по метаалевропелитам, 16 - слюдисто-альбит-кварцевые сланцы, 17 - альбитсодержащие микрокварциты; 18-22 - отложения токурской, экимчанской и амнуской свит в обнажениях вдоль руч. Тарнах, Мал. Караурак (правобережные притоки р. Селемджи у посёлка Экимчан): 18 - темно-серые углеродистые филлиты, 19 - рассланцованные тонкослоистые алевропесчаники, 20 - темно-серые филлитовидные сланцы (алевропелиты), 21 - рассланцованные слюдисто-полевошпат-кварцевые алевропесчаники, 22 - прослойки белых кварцито-песчаников; 23-25 - отложения токурской и экимчанской свит в Токурском рудном поле: 23 - темно-серые филлиты и филлитовидно-глинистые сланцы, 24 - серые альбит-слюдисто-кварцевые рассланцованные алевропесчаники, 25 - мелкокристаллические темно-бурые биотитовые роговики по алевропелитам на контакте с мелкими штоками диоритов; 26-27 - отложения экимчанской и токурской свит в пределах Ворошиловского рудного поля (правобережье р. Селемджи севернее пос. Лукачек): 26 - темно-серые филлитовидные сланцы, 27 - белые мелкозернистые кварциты.

Продолжение таблицы 1.

Компонент	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	(1)	(3)	(6)	(1)	(1)	(2)	(3)	(2)	(2)	(3)	(3)	(2)	(2)	(2)
SiO <sub>2</sub>	30.44	66.34	76.05	83	52.12	67.31	67.31	73.55	95.51	63.41	65.77	62.24	66.9	92.1
TiO <sub>2</sub>	0.4	0.55	0.33	0.28	1.34	0.59	0.54	0.36	0.09	0.66	0.54	0.69	0.49	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.24	14.54	11.04	7.9	19.78	14.43	14.42	11.86	1.24	15.7	14.61	16.54	13.38	2.24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.03			0.79	1.99	1.75	2.2	1.21	0.58	1.75	0.92	1.24	1.11	2.04
FeO	2.65	4.67*	2.87*	2.07	5.77	2.68	1.66	1.37	0.43	1.96	2.82	4.05	2.29	0.74
MnO	0.08	0.03	0.08	0.06	0.06	0.12	0.09	0.11	0.1	0.07	0.09	0.1	0.11	0.03
MgO	3.42	1.4	0.89	1.16	5.72	1.95	1.87	1.6	0.25	1.88	2.12	3.85	1.4	0.3
CaO	28.81	1.33	1.6	0.33	0.91	2.02	1.5	1.71	0.27	2.4	1.95	1.8	3.2	0.22
Na <sub>2</sub> O	0.32	4.24	3.7	2.6	2.23	4.1	2.64	4.08	0.04	1.99	3.74	1.7	3.77	0.03
K <sub>2</sub> O	1.34	2.39	1.2	0.78	4.18	3.12	4.16	1.67	0.43	4.61	3.1	4.11	1.96	0.53
П.п.п.	25.2	3.22	2.1	1.1	5.52	1.73	3.38	2.38	0.44	4.88	3.7	3.02	5.23	1.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1	0.18	0.08	0.08	0.18	0.01	0.13	0.09	0.08	0.2	0.24	0.2	0.11	0.1
S	0.02	0.85	0.13	0.01	0.02	0.01	0.06	0.02	0.14	0.2	0.19	0.21	0.13	0.02
	(3)	(17)	(19)	(6)	(54)	(9)	(27)	(5)	(11)	(19)	(13)	(8)	(13)	(19)
Pb	13	23	11	20	30	31	28	28	10	22	15	17	32	2.9
Zn	80	102	76	98	88	38	56	22	112	52	28	50	84	60
Cu	13	35	33	30	31	25	23	20	27	29	23	28	64	55
Ni	13	13	28	31	32	14	19	11	27	11	8	6.3	18	36
Co	5	14	12	67	15	6	9	10	32	5.6	5	12	17	24
Mo	н.о.	1.5	0.4	1	н.о.	1	н.о.	н.о.	0.3	0.6	н.о.	1	1	27
Cr	30	75	67.5	61	107	133	77	68	100	80	58	54	42	25
V	100	145	108	126	193	201	168	100	98	93	72	88	131	90
Zr	130	203	209	200	231	211	240	260	193	118	67	100	259	152
Ga	20	18	11	15	34	26	29	20	13	22	15	16	19	2.2
Sc	16	15	21	30	14	10	13	8	7	21	14	18	12	5
Y	26	25	18	20	25	22	20	13	21	21	20	23	5	
Ba	800	1050	575	700	1500	1800	1800	1000	400	2200	1500	1850	1450	2600
Sr	4000	450	600	400	400	728	703	800	350	52	190	70	653	150
U	1.1	2	1.9	1.7	2.3	2.5	2.4	2.1	1	2.5	2.2	2.3	2.6	2
Th	2.6	6.6	7	6.2	12	10	9.8	16.8	11	10.2	7.8	10.3	11	1.5
K, %	0.8	2.8	1.7	0.6	4.3	3.4	3.1	1.6	0.5	4	2.7	3.8	1.8	0.6
Au	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	1.4	3	1.2	1.3	2	161	215	14	н.д.	14
Ag	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	44.5	40.5	28.8	51.7	43	87	81	72	н.д.	н.д.

Примечание. Цифры в скобках в верхней и средней частях таблицы означают число анализов, соответственно, на породообразующие компоненты и элементы-примеси, а и б - выборки с разным количеством проб. Концентрации главных породообразующих элементов приведена в вес. %, остальные - в г/т, Au и Ag - в мг/т. \* -  $\Sigma$  (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO); н.д. - нет данных; н.о. не обнаружено.

лятивные связи К весьма разнообразны: он положительно коррелируется с Al, Ti, Th, U, легкими РЗЭ, а также Rb и в меньшей мере с Li. Количество Rb варьирует от 10-20 до 180-190 г/т, а Li - от 5-10 до 40-50 и редко достигает в серицитолитах 80-120 г/т. Концентрация Cs составляет во всех проанализированных пробах не более 1,6-8,5 г/т. Как и Li, он в наибольших количествах накапливается в серицитизированных породах, обогащенных К.

Рудовмещающие толщи Верхнеселемджинского района относятся к черносланцевым углеродистым [1]. Однако это определение не имеет однозначного понимания и общепризнанных правил использования. По выполненным анализам, содержание

C<sub>орг</sub> (более 200 проб, отобранных во всех стратиграфических подразделениях и в пределах главнейших рудных полей) составляет в 90% случаев менее 1 вес. %, в 50% - не превышает 0,1-0,4%. Концентрации выше 4% зафиксированы в единичных случаях. Максимально обогащенные C<sub>орг</sub> породы наблюдаются в виде маломощных прослоев чаще всего в пределах главных золоторудных полей района (Харгинском, Токурском, Сагурском). По дериватографическим определениям, выполненным Т.А. Корневой, углерод представлен графитом с экзотермическими эффектами при выгорании в интервале 580-660°C. Корреляционные связи между Au и C<sub>орг</sub> не установлены, хотя на участках распространения черных сланцев

**Таблица 2. Геохимические особенности гидротермально измененных пород Верхнеселемджинского района.**

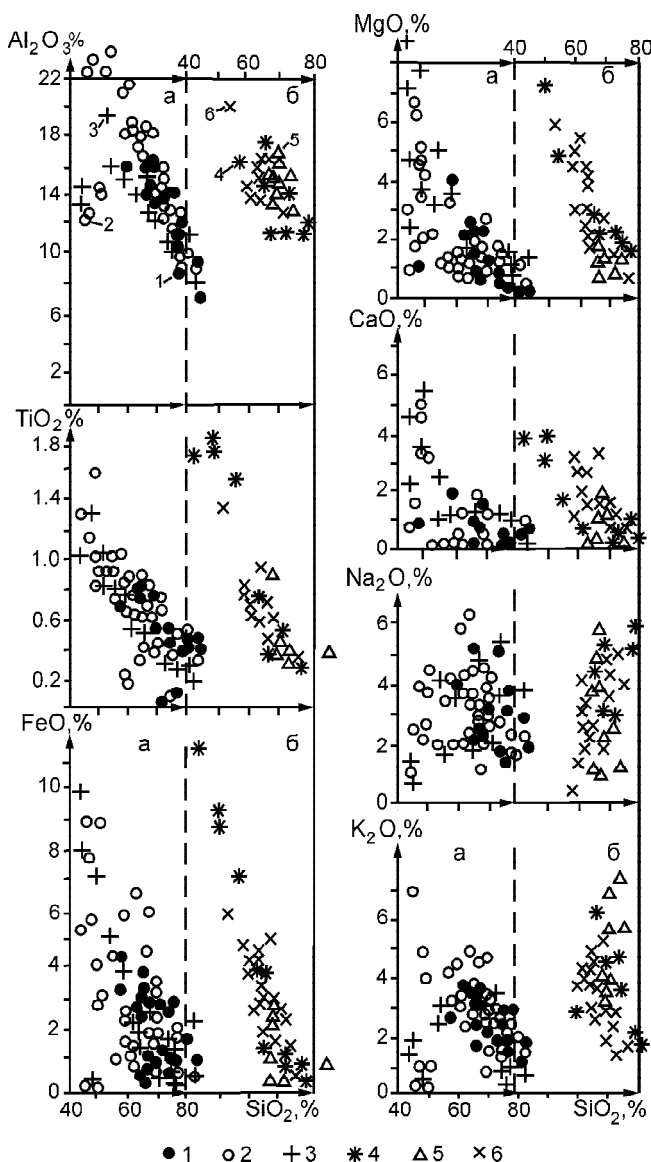
Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	(4)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(70)
SiO <sub>2</sub>	62.84	53.4	53.71	45.52	66.37	75.41	79.67	66.96	66.07	93.58	66.78	68	72.02	68.4
TiO <sub>2</sub>	0.34	0.9	0.95	1.3	0.52	0.33	0.09	0.49	0.49	0.09	0.55	0.47	0.3	0.57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.99	23.95	21.93	22.52	17.52	12.56	11.82	15.97	15.84	н.о.	15.23	14.76	15.1	14.53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2.65		3.88		0.88	0.44		1.07	н.о.	1.93	0.4	1.74	2
FeO	4.47*	3.15	6.5*	5.32	3.54*	0.97	0.53	5.32*	2.6	н.о.	2.2	2.96	2.04	2.15
MnO	0.06	0.09	0.08	0.22	0.06	0.06	0.02	0.23	0.07	0	0.09	0.1	0.12	0.09
MgO	0.67	1.81	1.38	2.83	1.11	0.65	0.3	1.35	1.72	0.08	2.03	1.36	0.75	1.57
CaO	0.13	0.19	0.87	1.26	0.7	1.29	0.5	0.31	0.31	0.19	1.79	1.39	0.18	1.19
Na <sub>2</sub> O	7.14	1.88	2.9	0.85	0.64	4.05	4.92	1.91	3.63	0.16	3.08	0.65	1.54	3.1
K <sub>2</sub> O	2.83	8.37	4.42	6.77	5.18	1.83	0.75	3.4	3.74	0.86	3.05	5.2	6.28	2.97
П.п.п.	2.24	3.91	6.62	9.66	3.79	1.44	0.49	33.6	3.98	0.92	2.85	4.07	1.4	3.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.16	0.16	0.24	0.36	0.12	0.1	0.04	0.15	0.16	0.13	0.14	0.1	0.05	0.15
S	1.1	0.1	0.01	0.32	0.05	0.01	0.01	0.02	0.25	0.35	0.03	0.06	0.02	0.33
		3	4	9		6	10	4	19	6	6	10	51	70
Pb	2.3	4	6		24	30	13	15	25	26	20	30		13.4
Zn	26	80	44		58	48	45	71	55	10	72	80		54.5
Cu	25	9	24		36	32	47	27	28	18	54	40		23.1
Ni	3.3	4.2	19		8.5	15	44	33	8	5	23	н.о.		15.7
Co	3	н.о.	6.6		5	5	13	10	4.7	2	21	13		6.4
Mo	н.о.	н.о.	0.6		2.6	1	н.о.	0.8	н.о.	11	н.о.	1.6		0.6
Cr	23	н.о.	51		45	45	137	98	58	25	59	50		53.5
V	28	18	80		61	77	80	89	81	22	180	119		84.4
Zr	130	200	143		176	178	83	215	230	53	200	206		151.3
Ga	23	30	25		20	18	17	10	22	3	23	21		18.9
Sc	3	8	19		9	10	13	10	22	7	11	21		11
Y	14	27	22		16	15	13	18	23	10	21	19		19
Ba	400	1000	1200		2200	1500	500	600	3000	600	2200	1800		1213
Sr	н.о.	н.о.	34		600	250	200	300	70	34	650	383		216
U	1.6	4	3		2.8	2.1	1.4	2.4	2.2	1	2.5	3.4		2.3
Th	12.3	12.5	12.9		15.1	8	4.7	12.5	10.8	3.6	8.9	15		9.2
K, %	2.8	7.5	5		3.8	2.1	0.5	3.9	4.5	1	3.5	4.9		2.8
Au	2750	27	30		31	2.3	1.5	н.о.	242	н.о.	18	71		126.8
Ag	282	190	551		82	65	20	н.о.	93	156	н.о.	н.о.		100.9

Примечание. 1-4 - Харгинское месторождение: 1 - зоны слюисто-кварц-альбитовых изменений с импрегнацией пирита и арсенопирита, 2 - серицитолиты на периферии зон альбитизации, 3 - серицитизированные сланцы, 4 - серицитолиты в зальбандах золотоносных кварцевых жил; 5-7 - Ленинское сурьмяное месторождение: 5 - зоны кварц-серицитовых изменений, 6 - зоны слюисто-альбит-кварцевых изменений, 7 - зоны альбит-кварцевых изменений; 8 - Сагурское месторождение, серицитизированные алевропелиты, 9-10 - месторождение Токур: 9 - серицитизированные алевропелиты с импрегнацией пирита и арсенопирита, 10 - зоны интенсивного окварцевания в зальбандах золотоносных кварцевых жил; 11-13 - Ворошиловское месторождение: 11 - осветлённые сланцы с кварц-слюисто-альбитовыми изменениями, 12,13 - сланцы с интенсивными кварц-серицитовыми изменениями; 14 - средний состав рудовмещающих осадочно-метаморфических пород Верхнеселемджинского района. Остальные обозначения - те же, что в табл. 1.

наблюдается нередко появление зон прожилково-вкрапленной и жильной минерализации.

Важнейшим элементом, определяющим геохимические особенности рудовмещающих толщ является сера. Последняя, по всем выполненным анализам, присутствует в породах в виде сульфидов, представленных пиритом, пирротинном, а в рудных зонах

всех месторождений и рудопроявлений и арсенопиритом. Наиболее высокие концентрации серы выявлены в пределах рудных полей и в зонах интенсивных гидротермальных изменений (табл. 1, 2). Сульфиды развиваются чаще всего вдоль сланцеватости пород, совпадающей обычно со слоистостью. Распространены они также в зонах брекчирования, к ко-



**Рис. 2.** Соотношение главных породообразующих компонентов с кремнезёмом в осадочно-метаморфических толщах (а - афанасьевская, талыминская и златоустовская-сагурская свиты, б - токурская, экимчанская и амнуская свиты).

1 - афанасьевская свита в районе Афанасьевского месторождения; 2 - талыминская свита в пределах Харгинского месторождения; 3 - златоустовская (сагурская) свита в районе Сагурского месторождения; 4 - талыминская свита в пределах Ленинского сурьмяного месторождения; 5-6 - токурская и экимчанская свиты в пределах Ворошиловского месторождения (5) и в обнажениях вдоль рек Большой и Малый Кураурак и руч. Тарнах (6).

торым тяготеет кварцево-жильная и прожилково-вкрапленная минерализация. Содержания серы в породах за пределами рудных полей и зон интенсивных гидротермальных изменений обычно весьма незначительны: 0,01-0,05 %. В зонах золоторудной мине-

рализации они возрастают в десятки и сотни раз и достигают 0,2-1,1%. Характерно, что между S, Au и Na проявлены положительные корреляционные связи.

Большую информацию об условиях происхождения рудовмещающих толщ дает, как известно, распределение в них редких, радиоактивных и редкоземельных элементов. Нами с наибольшей полнотой изучено распределение радиоактивных элементов. Установлено, что количество U и Th во всех образованиях находится на кларковом уровне, характерном для пород среднего и кислого состава: Th - 4-18 г/т, U - 1,1-3,7 г/т (табл. 1, 2). Они коррелируются между собой и с элементами группы глинозема, U, обнаруживает положительную связь с Mg и Fe (рис. 4). Минимальна (на пределе обнаружения) концентрация РЭ во всех типах кварцитов и кварцевых жил, в том числе и золотоносных.

Содержание редких земель (РЗЭ) определялось в рудовмещающих породах двух главных наиболее известных золоторудных месторождений района: Харгинского и Токурского. Графики распределения РЗЭ (рис. 5), нормированных по хондриту, конформны. В большинстве проанализированных проб отчетливо выражен европейский минимум. В альбитизированных породах обычно уменьшаются содержания La (рис. 5). Повышенные содержания РЗЭ, также как радиоактивных и других редких элементов, характерны для интенсивно серицитизированных пород. Рост их количества пропорционален увеличению содержаний  $Al_2O_3$ , K, Ti [8, 12].

Большой интерес представляет распределение в рудовмещающих осадочно-метаморфических толщах района главных рудных элементов - Au, Ag. Содержание их за пределами рудных полей в проанализированных пробах кларковое: Au - 0,5-3 мг/т, Ag - 10-40 мг/т. В первичных ореолах во внешних и внутренних частях рудных зон концентрация Au возрастает в десятки, сотни и более раз, Ag - обычно на порядок. Отношение Ag/Au составляет на уровне кларковых концентраций - 10-15, в первичных ореолах - 2-5 (табл. 1, 2). Содержания халькофильных элементов в рассматриваемых метаморфизованных вулканогенно-осадочных толщах находятся на уровне кларковых концентраций и в зависимости от типа пород варьируют (г/т): Pb - 3-30; Zn - 20-102; Cu - 13-64, Ni - 4-30; Co - 4-32. Значимых связей с Au и Ag, по имеющимся данным, они не обнаруживают.

Геохимия рудных зон района весьма типична для многих золоторудных провинций. Здесь повсеместно проявлена сульфидизация пород с развитием арсенопирита и накоплением As. Кроме этих рудных минералов характерен шеелит и, соответственно, в пробах зафиксирован W. Спорадически присутствует сурьмяная минерализация - антимонит и бертье-



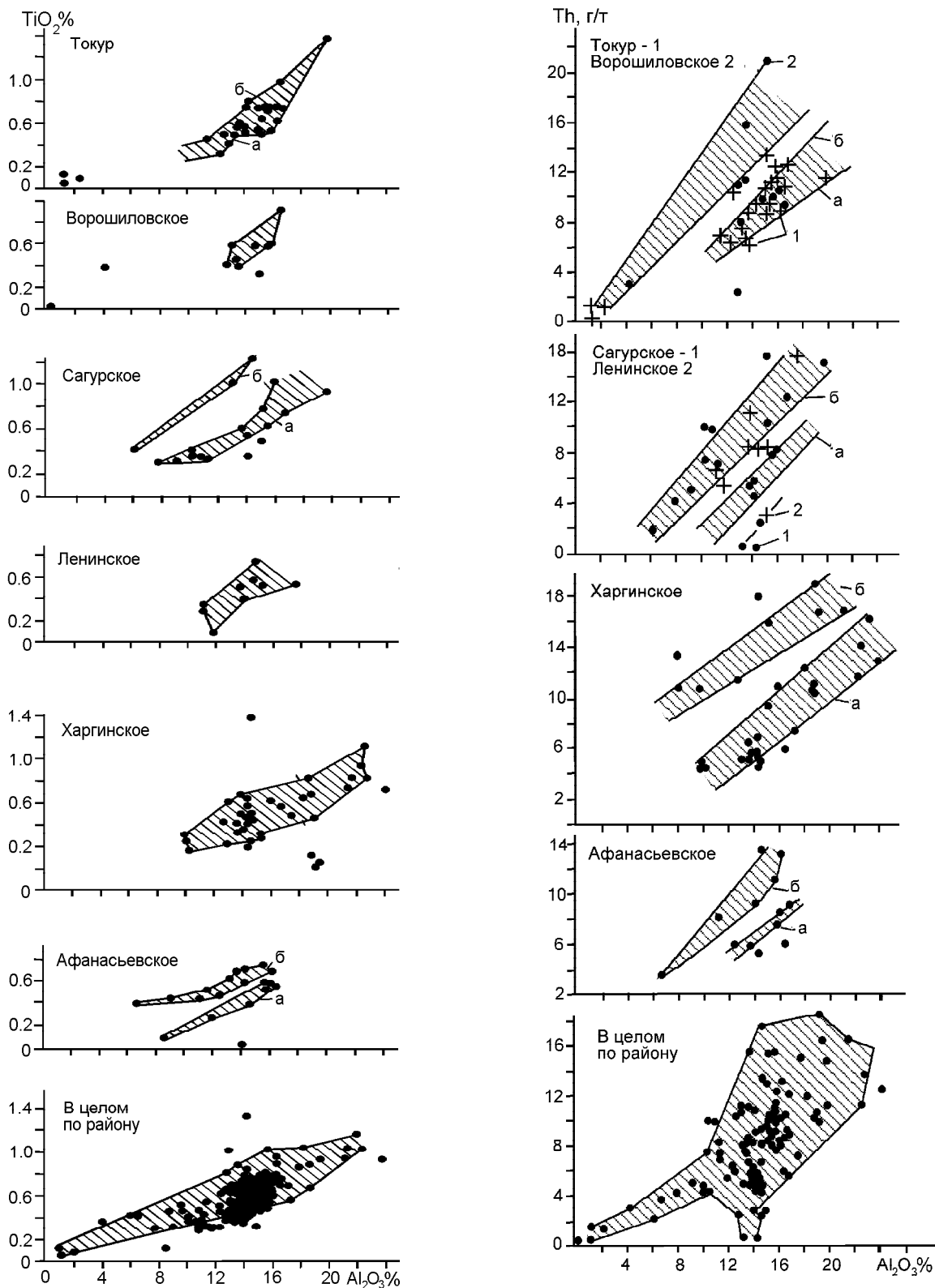
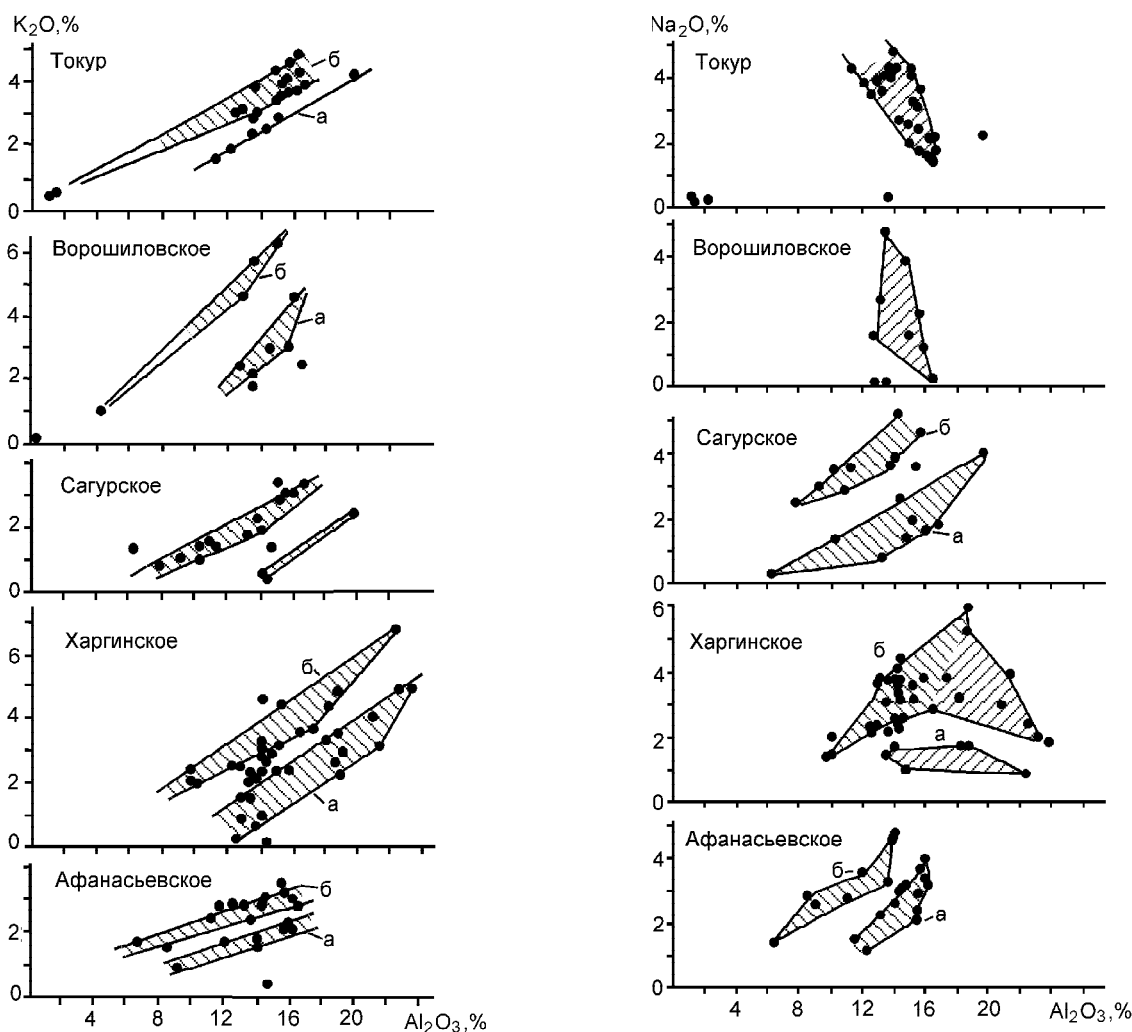


Рис. 3. Соотношение  $TiO_2$ , Th,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  с  $Al_2O_3$  в осадочно-метаморфических толщах Верхнеселмджинского района (а - метааллевролиты, б - метааллевропелиты).



Продолжение рис. 3.

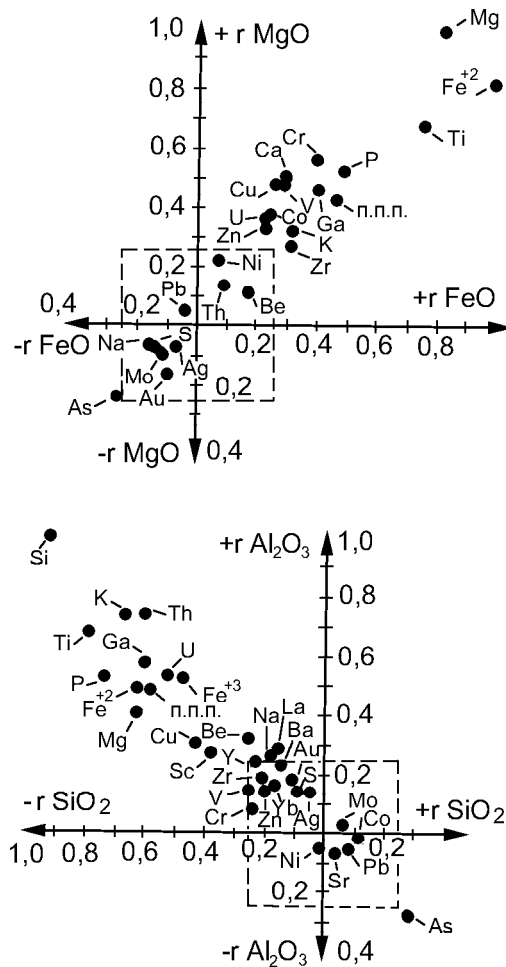
рит, образующие иногда самостоятельные рудные тела, например, на Ленинском сурьмяном месторождении. В пределах рудных зон самородное золото образует в рудовмещающих породах самостоятельные выделения или находится в виде включений в минералах - в арсенипирите, сериците, а также в прожилках и гнездах кварца.

#### ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассматривая все материалы в совокупности, можно отметить, что метаморфизованные терригенные осадки Верхнеселемджинского района имеют отчетливо выраженную сиалическую природу: они характеризуются сравнительно высокой кремнекислотностью, глиноземистостью и, несмотря на относительно повышенные содержания Fe, Mg и Na, которые находятся на уровне содержаний их в андезитах-диоритах, имеют сравнительно высокие концентрации редких, радиоактивных и редкоземельных

элементов. Соотношение Na/K в подавляющем большинстве проб в пользу Na.

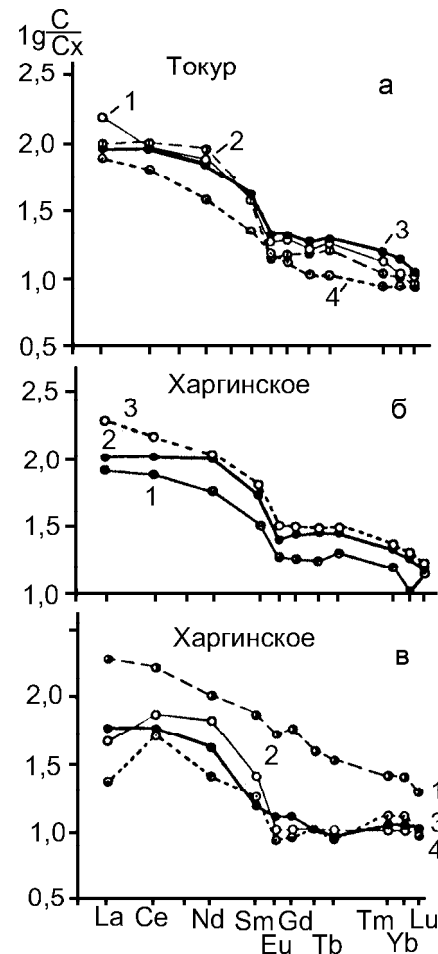
Наличие полевошпатовых с повышенной натровостью метаалевролитов и мелкозернистых песчаников свидетельствует о том, что в областях сноса отсутствовали коры глубокого выветривания и происходил быстрый размыв пород, по составу близких к различным типам плагиогнейсов. Последние весьма характерны для фундамента восточной окраины Сибирской платформы [4]. За время формирования весьма мощного комплекса рудовмещающих пород Верхнеселемджинского района сменилось, по-видимому, несколько трансгрессивно-регрессивных циклов, периодически сопровождавшихся вулканическими процессами. Об этом свидетельствует появление в различных стратиграфических подразделениях пород с однотипными петрогеохимическими особенностями (рис. 2, 3). Особенно отчетливо эта ритмика проявлена в строении верхних токур-экимчанской и амнуской свитах.



**Рис. 4.** Корреляционные связи некоторых породообразующих и рассеянных элементов в золотоносных осадочно-метаморфических толщах Верхнеселемджинского района. Пунктирной линией внутри квадрата ограничены поля коэффициентов корреляции с уровнем значимости менее 95 % по 87 пробам.

Постепенно снизу - вверх в рудовмещающих комплексах Верхнеселемджинского района наблюдается ослабление влияния вулканизма основного состава и увеличение роли пелитоморфных пород. В формировании их геохимических особенностей определяющую роль, по-видимому, сыграл состав размываемого континента и в меньшей мере - поступление в бассейн осадконакопления вулканогенных продуктов. Отчетливых признаков вулканогенно-гидротермально-осадочного минералообразования не наблюдается. В ограниченных количествах происходило накопление органического вещества. Об этом свидетельствуют низкие концентрации S, Mn, P и  $C_{орг}$ , а также отсутствие между ними и рудными элементами значимых корреляционных связей.

Из всех возможных способов формирования золотых руд в рассматриваемом районе наиболее реальным представляется магматогенно-гидротер-



**Рис. 5.** Распределение РЗЭ в рудовмещающих осадочно-метаморфических толщах Верхнеселемджинского района.

- а) Месторождение Токур: 1 - тёмно-серые филлиты, 2 - то же в 20 см от контакта с золотоносной кварцевой жилой, 3 - серицитизированный алевросланец, 4 - изменённый песчаник с повышенным (250 мг/т) содержанием Au;
- б) Харгинское месторождение: 1 - слюдисто-кварц-альбитовые сланцы, 2 - кварц-альбит-слюдистые сланцы, 3 - серицитовый сланец из рудной зоны;
- в) Харгинское месторождение: 1 - серицитовые сланцы в лежачем боку кварц-альбитовой зоны, 2 - кварц-альбитовые сланцы из рудной зоны, 3 - слюдисто-альбит-кварцевые сланцы, 4 - слюдисто-хлорит-альбитовые сланцы.

мальный. В пользу этого свидетельствует: 1) наличие однотипной минерализации как в метаморфизованных вулканогенно-осадочных толщах, так и в отдельных массивах позднепалеозойских гранитоидов (Ингаглинском, Верхнемайском, Лукачен-Верхнемынском), а также в зонах их контактового метаморфизма; 2) пространственная ассоциация золоторудных зон с полями распространения разнообразных даек и малых интрузивов; 3) близкий абсолютный

возраст околорудных метасоматитов и перечисленных образований [1, 11-13, 17].

По минералогическим и геохимическим особенностям [11, 12] выделяются несколько типов золотых руд, формирование которых интерпретировалось либо наличием нескольких этапов и стадий формирования золоторудной минерализации, либо явлениями вертикальной зональности и пострудного метаморфизма. К типу ранних и, возможно, метаморфизованных руд относятся те, которые располагаются в нижних, наиболее метаморфизованных частях рудовмещающих толщ (Харгинское, Афанасьевское месторождения). Второй, возможно более поздний, тип руд локализуется в менее метаморфизованных, верхних частях стратиграфических разрезов (Токурское, Иннокентьевское, Сагурское месторождения). Для первого типа характерно высокопробное золото (более 850), большая величина его выделений, значительное распространение крупнокристаллического арсенопирита, шеелита, редкие выделения или полное отсутствие антимонитовой минерализации и других минералов Sb, интенсивное развитие кварц-альбитовых метасоматитов. Второй тип золоторудных проявлений отличается меньшей пробностью и размерами выделений золота, преобладанием мелкокристаллического арсенопирита, относительно большим развитием пирита, сурьмяной минерализации, уменьшением количества шеелита, локализацией руд в зонах кварц-серицитовых изменений с импрегнацией пирита и арсенопирита.

По-нашему мнению, первый тип золотых руд с высокопробным Au сформировался не в результате метаморфизма, как предполагают некоторые исследователи [11,12], а из высокотемпературных окисленных флюидов с повышенной активностью (как свидетельствуют газовой-жидкие включения в кварцевых жилах) хлора. Такие флюиды связаны с ранним (высокотемпературным) постмагматическим этапом интрузивной деятельности. Второй тип руд, с более низкопробным Au, образовался, вероятно, при большом участии сульфидных и гидросульфидных комплексных соединений Au и Ag и меньшей активности хлора.

При сопоставлении процессов золоторудного минералообразования в Верхнеселемджинском районе и в других золоторудных провинциях обнаруживается их весьма высокое сходство при значительных различиях строения, состава и геохимических особенностей рудовмещающих пород [3, 6-10]. Так, золоторудные толщи рифеид (Енисейский кряж, Ленский район) сложены мощными ритмично-циклично построенными метаморфизованными карбонатно-терригенными (черносланцевыми) комплексами. В отличие от них наиболее близкие к верхнеселемджинским палеозой-мезозойские толщи Колымы (верхоянский комплекс) характеризуются широким рас-

пространением вулканитов основного-среднего состава не в нижних, а в верхних частях стратиграфических разрезов [6-8]. Весьма широки в рудовмещающих толщах разных провинций вариации содержания как главных породообразующих элементов, так и примесных, в частности - радиоактивных [8].

В числе общих признаков большинства рудовмещающих толщ золоторудных провинций можно отметить повышенную железистость метаморфизованных терригенных осадков с преобладанием закисного железа над окисным, повышенные содержания Na в метаморфизованных аналогах алевропелитов и мелкозернистых песчаников. Золоторудная минерализация в большинстве случаев локализуется в положительных складчатых структурах на участках с проявленными литологическими неоднородностями, выражающимися обычно в чередовании металевропелитов и метапесчаников, обладающих разной компетентностью при деформациях. Роль вмещающих пород при формировании минералогическо-геохимических особенностей руд, судя по полученным данным, незначительная, что свидетельствует в пользу глубинных источников оруденения.

#### ВЫВОДЫ

1. Несмотря на большую мощность и длительность накопления рудовмещающих толщ, однотипные петрохимические разности пород из различных стратиграфических подразделений обладают близкими геохимическими особенностями, что свидетельствует о стабильности условий их формирования.

2. Сопоставление геохимических особенностей золотоносных толщ Верхнеселемджинского района и других провинций обнаруживает их значительные литологические различия, при однотипности рудообразующих процессов и близости минералогическо-геохимических характеристик руд. Это свидетельствует о том, что главной причиной рудообразования являются эндогенные факторы, определяющие эпигенетичность золотого оруденения по отношению к рудовмещающим толщам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк В.А., Неменман И.С., Парада С.Г. Метаморфизм и оруденение углеродистых толщ Приамурья / ДВО АН СССР, ДВГИ. Владивосток, 1988. 116 с.
2. Геология СССР. М.: Недра, 1966. Т. XIX, ч. 1. С. 100-108.
3. Злобин В.А. Петрогеохимические особенности золотоносных чёрносланцевых комплексов // Геохимия, минералогия и литология чёрных сланцев. Сыктывкар: Ин-т геологии Коми, фил. АН СССР, 1987. С. 53-54.
4. Злобин В.А. Петрогеохимические особенности древнейших толщ восточной окраины Сибирской платформы (Приохотье, Аяно-Майский район) // Геология и геофизика. 1988. № 8. С. 62-71.
5. Злобин В.А. Поведение радиоактивных элементов при

- формировании золотого оруденения // Геохимия рудообразующих систем и металлогенический анализ. Новосибирск: Наука, СО, 1989. С. 92-100.
6. Злобин В.А. Геохимические особенности рудовмещающих чёрносланцевых толщ Енисейского кряжа // Микроэлементный состав осадочных толщ как показатель условий их формирования. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1989. С. 105-142.
  7. Злобин В.А. К условиям формирования золоторудной минерализации в осадочно-метамофических (черносланцевых) толщах // Геология и геофизика. 1990. № 11. С. 147-151.
  8. Злобин В.Л. Геохимические особенности черносланцевых толщ, вмещающих золоторудную минерализацию на месторождениях Колымы // Геология и геофизика. № 3. 1992. С. 73-86.
  9. Злобин В.А., Вьюшкова Л.В. Геохимическая характеристика терригенных пород, вмещающих рудную минерализацию на Енисейском кряже и в Ленском районе // Минерализация и геохимия рудных месторождений Сибири. Новосибирск: Наука, СО, 1977. С. 34-45.
  10. Злобин В.А., Пархоменко В.С. Особенности распределения благородных, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в углеродсодержащих и высокоуглеродистых сланцах протерозоя Урала, Сибири и Дальнего Востока // Ассоциация микроэлементов с органическим веществом в осадочных толщах Сибири. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1984. С. 134-154.
  11. Моисеенко В.Г. Метаморфизм золота месторождений Приамурья. Хабаровск: Кн. изд-во, 1965. 126 с.
  12. Моисеенко В.Г. Геохимия и минералогия золота рудных районов Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 304 с.
  13. Моисеенко В.Г., Щека С.А., Фатьянов И.И., Иванов В.С. Геохимические особенности распределения золота в породах Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1971. 207 с.
  14. Преображенский И.А. Харгинское золоторудное месторождение // Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока. Владивосток, 1926. 83 с.
  15. Радкевич Е.А., Моисеенко В.Г. Закономерности распределения и генетические черты золотоносности на Дальнем Востоке // Генетические особенности и общие закономерности развития золотой минерализации Дальнего Востока. М., 1966. С. 5-38.
  16. Радкевич Е.А., Моисеенко В.Г., Молчанов П.Я., Мельников В.Д., Фатьянов И.И. Токурское месторождение - представитель кварцевой малосульфидной формации (Приамурье) // Золоторудные формации Дальнего Востока, М.: Наука, 1969. С. 61-73.
  17. Эйриш Л.В. Селемджино-Кербинское поднятие и его положение в тектонической структуре Дальнего Востока // Кольцевые и купольные структуры Дальнего Востока. Владивосток, 1977. С. 32-39.
  18. Эйриш Л.В. Золоторудные системы Дальнего Востока и прогноз оруденения: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. Владивосток: ДВГИ ДВО АН СССР, 1991. 54 с.

Поступила в редакцию 15 января 1999 г.

Рекомендована к печати Л.В. Эйришем

**V. A. Zlobin**

### **Geochemical peculiarities of the black shale complex from the Upper Selemdzha gold ore area (Amur region)**

On the basis of more than 1,500 analyses a distribution of rock-forming elements including S and  $C_{\text{opx}}$ , and also many elements-admixtures is considered in a thick volcanogenic-sedimentary (black shale) complex of the Upper Selemdzha gold ore area.

A monotypic geochemical character of the main rock varieties from a stratigraphic section is shown. A conclusion was drawn on a rhythmic-cyclic transgressive-regressive structure of the ore-hosting units, an increase in the ascending order in the quantity of pelitomorphous deposits (phyllites) with high contents of  $Al_2O_3$ , K, radioactive (RE), REE, and other elements.

The characteristic geochemical peculiarities of the ore-hosting units - increased sodium content, predominance of protoxide forms of Fe over oxide forms, low concentrations of P, Mn,  $C_{\text{opx}}$ , S, Au and Ag, clark contents of RE and REE - give evidence of their formation at the expense of washout of plagiogneisses, characteristic of the basement of the eastern margin of the Siberian platform. Constant presence of feldspars is indicative of insignificant development of weathering crusts in the areas of removal of terrigenous material.

The formation of gold ores was likely to occur at the expense of post-magmatic processes, during two associated stages-periods with a minimal influence produced on the ore genesis of geochemical peculiarities of the ore-hosting rocks. The latter are enriched in S, As and sporadic W, Pb, Zn, Cu only in zones of intensive wallrock alterations. Gold mineralization is localized in hinge parts of various positive tectonic structures and in areas with the most pronounced lithological inhomogeneities.