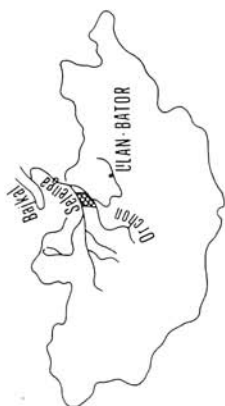


ЭДУАРД ЛУКАЧИК — ВЛАДИМИР БЕЗАК*

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАИЛЗИТСКОГО, СЕЛЕНГИНСКОГО И ОРХОНСКОГО ВУЛКАНОПЛУТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МОНГОЛЬСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

(Рис. 4, таб. 1)



Резюме: Предлагаемая работа решает вопросы геологической позиции и петрохимии вулканоплутонических комплексов междуречья Орхона и Селенги в северной Монголии (восточнее известного медь-молибденового месторождения Эрдентуин — обо). На основании петрохимических критериев была изучена рудоносность селенгинского и орхонского комплексов. Для селенгинского комплекса ($P-T_1?$) в пределах эрдентунинского рудного пояса дана характеристика медь — молибденового порфирирового оруденения в монзонитоидах и гидротермального оруденения в гранодиоритах и гранодиорит порфиритах. В орхонском комплексе ($T_2? - J_1$), на основании определения щелочных рибекитовых гранитов, наряду с проявлениями оловянной минерализации, можно ожидать повышенную концентрацию редких земель.

Abstract: The work is aimed at solving of geological position and petrochemistry of volcano-plutonic complexes of the area between Orkhon and Selenga rivers in the northern Mongolia (east of well-known Cu — Mo deposit Erdentuin — obo). Potential ore-bearingness of the Selenga and Orkhon complexes has been re-valued on the basis of petrochemical criteria. Cu — Mo magmatogene ore mineralization has been characterized in monzonitoids and petrochemistry of volcano-plutonic complexes of the area and hydrothermal ore mineralization in granodiorites and granodiorite porphyrites of the Selenga complex ($P - T_1?$) — Erdentuin ore zone. The risen concentrations of rare earths may be expected in the Orkhon complex ($T_2? - J_1$) on the basis of ascertainment of alkaline riebeckite granites together with indications of tin mineralization.

Введение

Предлагаемая статья написана на основании сведений, собранных во время работ 3 чехословацкой геологической экспедиции в Монголии в гг. 1978—1979. Эти исследования базировались на результатах работ советских, чехословацких и монгольских геологов, большинство которых находится в виде неопубликованных отчетов в архиве Мин. геологии в г. Улан — Батор. Были использованы отчеты Коминка и др. (1968), Вацлави и др. (1968), Брлая и др. (1968) и Микуша и др. (1968). Кроме этих трудов, ценные данные мы получили из отчетов Арсенева и др. (1960), Жамбы и др. (1971), Товудоржа и др. (1971), Гараджава — Фалейчика и др. (1972) и Шабаловского и др. (1974).

*Др. Э. Лукачик, др. В. Безак, Геологический институт Дниониза Штура, Млын-ская долина 1, 817 04 Братислава.

Опубликованных трудов об изучаемом регионе немного. Опубликованы были главным образом труды касающиеся этого региона только как части глобальных тектонических единиц (напр. Моссаковский, 1970; Зоненшайн, 1977; Кривцов — Агеева, 1979 и др.). Детальная региональная геология, стратиграфия и данные о месторождениях полезных ископаемых описаны в трудах Маринова и др. (1973) и Михайлова (1974). Несколько более специальных работ посвящено проблемам вулканогенных комплексов Селенгинского пояса (Моссаковский — Томур-Тогоо, 1972; Салтыковский — Орлова, 1977). Результаты изучения месторождений полезных ископаемых из района Эрдентунн — обо приведены в трудах Хасина и др. (1977) и Мовсеяна — Исаенка (1974).

Геологическое строение и развитие изучаемого региона

Изучаемый регион располагается приблизительно в 300 км к СЗ от города Улан — Батор в междуречьи средних течений Селенги и Орхона, между 104—106 меридианом на площади нескольких тысяч км² (главным образом, горный массив Бурен — нуру). Геологически он является частью Тариата — Селенгинской зоны северомонгольской складчатой системы байкалит и ранних каледонид, развитие которых закончилось в верхнем кембрии (салаирская фаза складчатости). В это время процессы складчатости и метаморфизма геосинклинальных осадков и вулканитов и внедрение интрузий, главным образом гранитоидов, привели к образованию континентальной коры. Более поздние геологические процессы происходили здесь на коре континентального типа, которая подвергалась тектонической активизации в первую очередь, в связи с герцинской складчатостью южнее рассматриваемой Монголо-Забайкальской системы. С этой активизацией связан интенсивный вулканизм и плутонизм в позднем палеозое. Дальнейшая активизация была иного геотектонического характера — она была обусловлена рифтогенезом с излияниями основных лав. Движение блоков происходило вдоль более древних линий разломов и длилось до четвертичного периода.

Обнажения раннекаледонского основания в районе известны в пределах блоков, выходящих на поверхность, главным образом в местах примыкающих к орхонской системе разломов (рис. 1). На остальной территории они перекрыты мощным верхнепалеозойским вулканогенным комплексом или переработаны более молодыми интрузиями. Основание ранних каледонид состоит из кристаллических сланцев и интрузивных пород принадлежащих тохтогеншильской интрузивной серии (Маринов и др. 1973) (эквивалент байлзловского интрузивного комплекса Михайлова (1974)).

Активизация стабилизированного основания началась, главным образом, в заключительных фазах герцинского орогенеза происходящего в его южной красной части. С этим было связано движение блоков вдоль линий разломов СВ — ЮЗ направления, опускание целого района и интенсивный субаэрический вулканизм орогенного типа. Характерными формами являются вулканические аппараты центрального типа и структуры грабен, заполняемые вулканическим и вулканосадочным материалом (герцинская молласа). Наконец вулканический комплекс был прорван интрузиями, главным образом, гранитоидного состава. Так сформировался селенгинский вулканоплутонический пояс.

ограниченный глубинными системами разломов — баянгольским с юга селенгинским с севера. Пояс СВ — ЮЗ направления параллелен с Монголо — Забайкальской складчатой системой.

Вулканогенный комплекс селенгинского пояса сохранился главным образом в его восточной части. Западная часть была позже приподнята, потому гранитондные массивы были интенсивнее обнажены (рис. 1). Комплекс достигает значительной мощности и залегает дискордантно на раннекаледонском основании (Салтыковский — Орлова, 1977). Он представлен покровами лав, главным образом, риолитов и андезитов, часто толщами вулканокластических пород всех генетических типов и вулканосадочных пород. Стратиграфически этот комплекс приурочен к перми на базе найденной флоры и отнесен к хануйской серии (Моссаковский — Томур-Тогоо, 1972).

Пермский вулканизм представлен разнообразной серией известково — щелочной (ряд базальт-андезит-риолит) краевых зон континентов (Моссаковский, 1970). В верхней перми происходила комагматическая интрузивная деятельность (на некоторых местах возраст определен радиологической датировкой — Михайлов, 1974; Брай и др. 1968; Вацл и др., 1968). В это время образовались преимущественно гипабиссальные — мезоабиссальные интрузии разнообразного петрографического состава, которые по Маринову и др. (1973) и Михайлову (1974) принадлежат селенгинскому интрузивному комплексу. Интрузии известково-щелочного характера и чуть повышенную щелочность этого комплекса можно объяснить латеральной зональностью по направлению от краевых зон континентов. Их образование происходило по этапам и характерно то, что их интенсивная постмагматическая деятельность сопровождалась изменениями и оруденением (главным образом медь молибден).

После пермской вулканической деятельности вероятно произошли движения, ведущие к поднятию и денудации региона, потому что как показывают наши полевые наблюдения, вулканисты триаса лежат и на вулканистах перми (на востоке) и на гранитоидах верхней перми (в западной части региона, рис. 1). Мезозойский вулканизм представлял в изучаемой области новый этап в развитии региона. Он происходил в субэрических условиях, но был другого характера чем пермский. Это были линейные излияния, главным образом, основных и интермедиарных лав с повышенной щелочностью (трахибазальты, трахиандезиты) с пониженным количеством вулканокластических пород кроме автокластических. Вулканогенный комплекс содержит и небольшие гипабиссальные щелочные интрузии верхнетриасового-нижнеюрского возраста, являющиеся составной частью орхонского интрузивного комплекса Маринова (1973) и Михайлова (1974).

Тектоника разломов, которая обусловила современную морфологию региона, на некоторых местах связанная с вулканизмом (например в мелу) длилась до четвертичного периода. Подвижки блоков обусловили также континентальное осадкообразование в отдельных бассейнах неогена и образование разных генетических типов четвертичных осадков.

Вулканоплутонические комплексы междуречья Орхона и Селенги

В изучаемом регионе присутствуют три комплекса в состав которых входят комплексы выделены Мариновым и др. (1973) и Михайловым (1974)

Мы придерживаемся оригинальных названий, которыми упоминаемые авторы охарактеризовали лишь интрузивные комплексы (баилзитский C_3 — О?, селенгинский — P_2 — T_1 , орхонский T_3 — J_1). В объем селенгинского и орхонского комплексов мы включаем и комагматические им вулканиты и соответственно увеличиваем и диапазон возрастов.

1. Баилзитский комплекс (верхний кембрий — ордовик?)

Этот комплекс распространен в югозападной и центральной частях региона, вдоль орхонской системы разломов. Он представлен интрузивными телами с составом тоналит — гранодиорит — гранит. У некоторых фаций отчетливая ориентировка с видом гранитогайсов, на некоторых местах с тектонической деформацией. Этот комплекс находится в ассоциации с протерозойскими кристаллическими сланцами — филлитами, гнейсами, амфиболитами, кристаллическими карбонатами считааемых синнином (рис. 1). Последние образуют и более крупные энклавы в эндоконтактных зонах интрузий.

В эрхетинском массиве гранодиориты образуют интрузии в кембрийских метаэффузивах. Верхняя граница возраста определена из района южнее реки Орхон, из чулутунинского массива (Жамба и др. 1971), который перекрыт вулканогенными породами с фауной нижнекарбонского возраста. Гранитонды этого комплекса прорывают ниже — среднекембрийскую? серию, преимущественно, вулканогенно-осадочную харинскую (левый берег реки Хары). Возраст интрузий колеблется от 520 до 410 мил. лет (Михайлов, 1974).

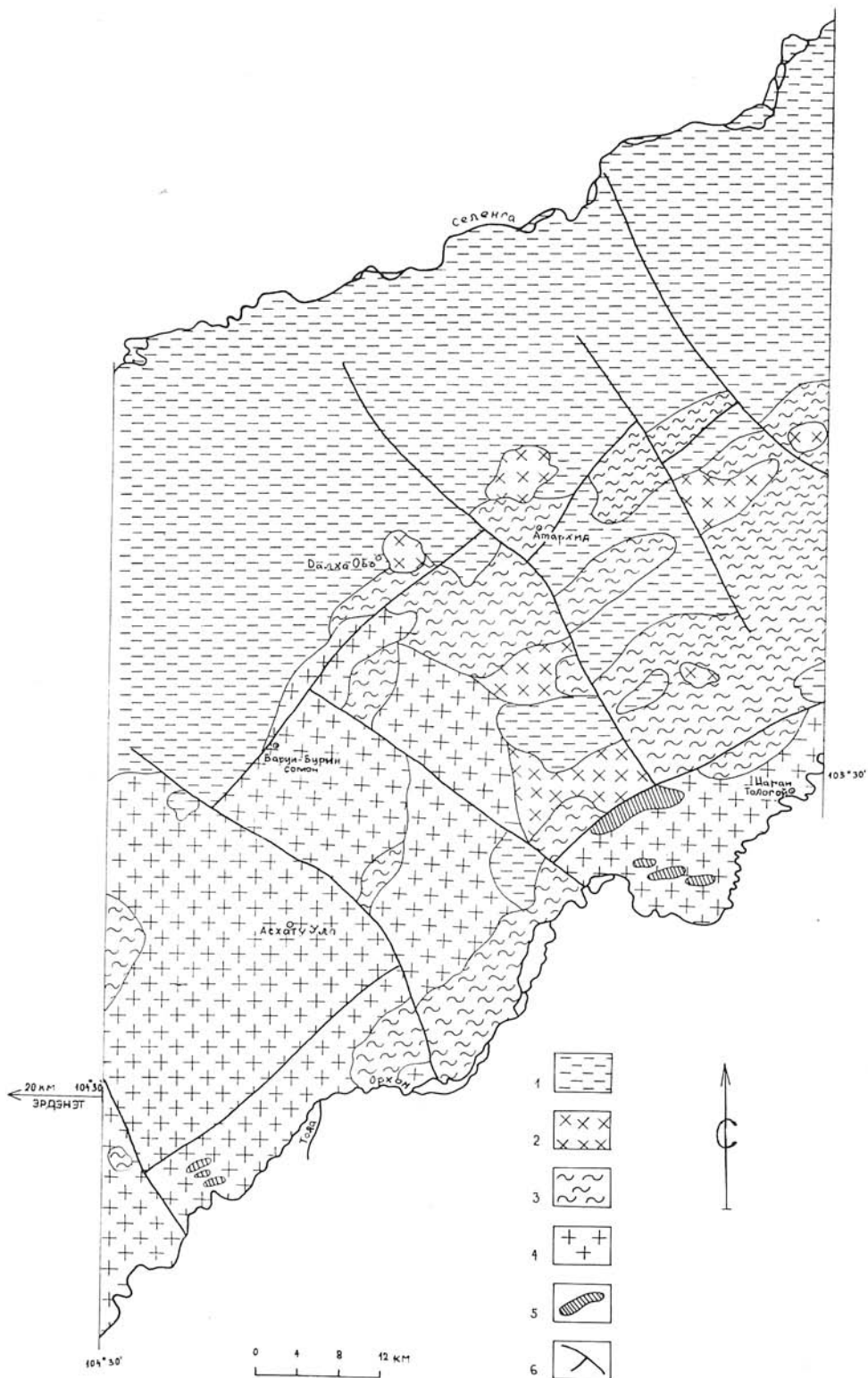
Результаты химического анализа гранитондов приведены в таблице 1. Преимущественно это породы пересыщенные алюминием (пералюминиевые) — с нормативным корундом и нормальные типы (метаалюминиевые). Ряд тоналит — гранодиорит — гранит носит известково-щелочной характер. Индекс Пикоба — 60. Щелочность отдельных типов вынесена в диаграмме по Врайту (1969), (рис. 2).

2. Селенгинский комплекс (пермь — нижний триас?)

Этот комплекс находится между глубинными системами разломов — орхонским и селенгинским. В данном районе он соответствует передовому прогибу герцинид. Образование комплекса обусловлено повышенной деятельностью глубинных разломов в заключительных фазах герцинского тектономагматического цикла. Это способствовало ослаблению зон, образованию структур разрыва в орхонском прогибе, радиальной тектоники с разломами субмеридионального направления, вдоль которых прорывались магматические массы по направле-

Рис. 1. Геологическая схема междуречья Орхона и Селенги. По данным Ю. М. Арсенева и др. (1960), А. Брлая и др. (1968), А. В. Фалейчика (1970) в Д. Гарамжава (1972), Д. Товудоржа и др. (1971), Б. Жамбы и др. (1971) составили В. Безак — Э. Лукачик.

Объяснения: 1 — вулканиты триаса — нижней юры (орхонский комплекс); 2 — мезозойские интрузии (орхонский комплекс); 3 — пермские вулканиты (селенгинский комплекс); 4 — палеозойские гранитоиды (баилзитский и селенгинский комплексы); 5 — кристаллические сланцы (верхний протерозой — нижний кембрий); 6 — крупные линии разломов.



нию к центру прогиба. Характерна пространственная и возрастная связь интрузивного и эффузивного магматизмов, образование мезо-гипоабиссальных интрузивных тел сопровождаемых многими жильными и дайковыми породами. Многофазовые интрузии (образующие большую часть палеозойских интрузий) сложены с рядами дифференциации разной щелочности и породами как: габбро, диориты, монцодиориты, кварцевые диориты, гранодиориты, гранитпорфиры, кварцевые сиениты, кварцевые монциты, пегматиты и аплиты, порфиры и порфириты пестрого состава и лампрофиры.

Возраст интрузий определен К/Ar методом 245—226 мил. лет (Бр л а й н др., 1968; В а ц л и др., 1968). Нижняя граница их возраста определена в южной части Абзогоского массива и на правом берегу реки Хушутуни — гол, где были найдены интрузивные контакты с вулканосадочными породами нижней перми и перекрытие континентальной молассой нижнего — среднего триаса (А р с е н е в и др., 1960; М и х а й л о в, 1974).

Вулканический комплекс характерен известково — щелочными андезитами и риолитами реже базальт — андезитами. Вулканосадочные породы достигают большого распространения по площади и мощности и имеют значительное количество кластического материала. Их возрастное отношение к интрузиям этого комплекса не выяснено, большая часть вулканитов более поздняя (нижнепермская), что доказывает найденная флора в вулканокластических толщах (Товудорж и др., 1971). Примеры химического состава некоторых типов вулканоплутонических пород селенгинского комплекса приведены в таб. 1. У интрузивных пород, на основании щелочности (рис. 2), мы можем выделить ряд дифференциации: габбро — диорит — кварцевый диорит — гранит и их жильные типы и ряд дифференциации с повышенной щелочностью: монцодиорит — кварцевый сиенит. Кроме гранитов пересыщенных алюминием (пералюминиевые), остальные принадлежат к нормальным — метаалюминиевым типам с повышенным количеством нормативного анортита. Вулканиты образуют ряд дифференциации: базальт-андезит — дацит — риодацит — риолит. У отдельных типов комплекса, кроме гранитов — аплитов, преобладают титы натриевые над калиевыми. Весь комплекс можно характеризовать как известково — щелочный — индекс Пиккока — 57.

3. Орхонский комплекс (средний триас? — нижняя юра)

Главным образом северная часть региона образована этим комплексом или он выступает в виде отдельных островов среди селенгинского пояса. Сложные многофазовые интрузии образуют небольшие плутоны, штоки и дайки, для которых характерно гипабиссальное образование. По составу они отвечают кварцевым диоритам, гранодиоритам, лейкократным субщелочным гранитам, граносиенитам и сиенодиоритам. Сопровождающими жильными породами являются пегматиты, аплиты порфиры, порфириты и часто лампрофиры. Между реками Орхон и Селенга, возраст интрузивных тел установлен по данным Ж а м б ы и др. (1971) и Т о в у д о р ж а и др. (1971), на основании прорывов интрузий контактнометаморфизованными эффузивно-осадочными толщами перми — нижнего триаса. За пределами изучаемого региона возраст комплекса по М и х а й л о в у (1974) определен интрузивными внедрениями до верхнетриасовых эффузивно-осадочных толщ с доказанной флорой в области Абзогоского — перекрытием эффузивно-туфогенными породами средне-верхнеюрского

возраста. Также в конгломератах верхнеюрского — нижнемелового возраста были обнаружены валуны интрузивных пород этого комплекса. Возраст некоторых гранитоидов Булганского массива определен K/Ar методом и отвечает 210 мил. лет. Относительные временные отношения плутонизма и комагматического вулканизма необъяснены достаточно. В общем, интрузии считаются более молодыми (Дворкин-Самарский — Туговик, 1968). Вулканический комплекс достигает значительного распространения по площади лишь с интенсивной тектоникой разломов. Общее залегание сравнительно плоское с небольшим уклоном к северу. От селенгинского вулканического комплекса этот комплекс отличается более основным и щелочным характером с присутствием трахибазальтов и трахиандезитов, которые по химическому составу отвечают только субщелочным фациям.

Химический состав пород этого вулканоплутонического комплекса приведен в таб. 1. Интрузивный ряд представлен кварцевыми диоритами — гранитами — гранитпорфирами, являющимися нормальными (метаалюминиевые) до пералюминиевыми, с повышенным количеством K_2O . Ряд вулканитов представлен трахибазальтами — базальтоидными андезитами-трахиандезитами — риолитами. Эти породы носят нормальный характер (метаалюминиевый), только в одном случае (риолит) имеют субалюминиевый характер с пониженным количеством нормативного Al_2O_3 . В общем, орхонский комплекс щелочно-известковый, с повышенной щелочностью, индекс Пикока 55. Щелочность отдельных типов пород комплекса приведена на рис. 2.

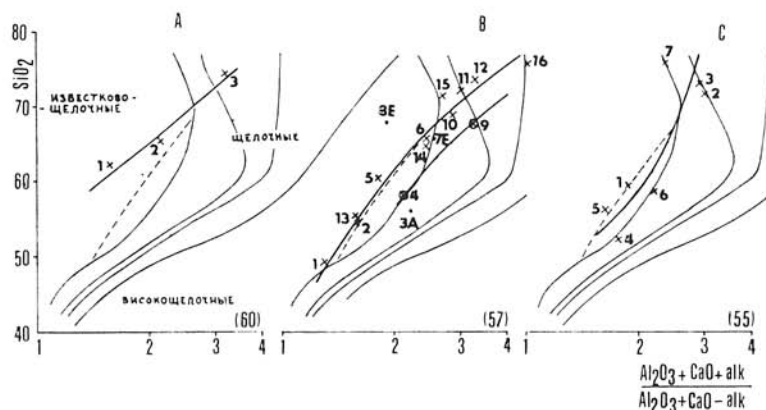


Рис. 2. Щелочность вулканоплутонических пород в диаграмме Врайта (1969). А — байлзитский комплекс; В — селенгинский комплекс; С — орхонский комплекс; ④ 4,9 — дифференциационный ряд повышенной щелочности монцодиорит — кварцевый синит; 3 А — монцодиорит (Асхату — ула); 7 Е, 8 Е — гранодиорит порфирит, гранодиориты (рудная зона Эрдентун — обо) с медь-молибденовой минерализацией; (55), (57), (60) — известково — щелочный индекс М. Пикока (1931).

Сопоставление химических анализов из всех трех комплексов показывает известково-щелочный или щелочно-известковый характер. Настоящие щелочные фации не были определены, во всех случаях отсутствовали нормативные фонды, также акмит и K, Na — метасиликат. Все так в орхонском комплексе, в Дал-

Химический состав вулканоплутонических пород северной Монголии

[illegible]

1. продолжение таб. 1

	Селенгинский вулканоплутонический комплекс Р — T ₁ ?													
	кварцевый диорит	5. (5)	грано- диорит	6. (6)	грано- порфирит	7.E (1)	грано- диорит	8.E (6)	кварцевый сyenит	9. (2)	гранит порфир	10. (2)	гранит аплит	11. (2)
SiO ₂	60.87	65.80	65.82	67.87	67.93	69.19	72.45							
TiO ₂	0.81	0.53	0.55	0.41	0.45	—	0.35							
Al ₂ O ₃	16.48	15.08	15.55	15.87	15.67	15.69	14.50							
Fe ₂ O ₃	2.82	2.07	1.63	2.11	1.51	0.67	0.80							
FeO	3.37	2.57	1.86	0.88	1.4	1.36	1.11							
MnO	0.61	0.09	0.06	0.02	0.05	0.02	0.13							
MgO	2.03	1.71	0.73	0.55	0.85	1.08	0.51							
CaO	4.99	3.09	0.92	2.31	1.95	2.1	1.34							
Na ₂ O	4.07	4.47	3.58	3.01	5.36	5.16	3.98							
K ₂ O	2.25	3.19	3.64	2.57	4.03	3.40	4.62							
P ₂ O ₅	0.27	0.21	0.15	0.07	0.10	—	0.07							
C.I.P.W. нормативный	Q	14.62	18.49	27.87	34.97	16.37	19.35	27.74						
	Or	13.29	18.84	21.50	15.18	23.81	20.09	27.29						
	Ab	34.42	37.81	30.28	25.46	45.33	43.64	33.66						
	An	20.06	11.67	3.58	11.00	6.81	9.62	6.19						
	C	0.00	0.00	4.41	4.11	0.00	0.00	0.69						
An/ An+Ab.100	37	24	11	30	13	18	16							
K ₂ O/ Na ₂ O	0.55	0.71	1.02	0.85	0.75	0.66	1.16							
$\frac{Al_2O_3+CaO+alk}{Al_2O_3+CaO-alk}$	1.83	2.46	2.56	1.89	3.28	2.85	3.02							
$\frac{Al_2O_3}{CaO+Na_2O+K_2O}$	1.46	1.40	1.91	2.01	1.38	1.47	1.46							
Индекс Пиккока	57													

	Селенгинский вулканоплутонический комплекс P — T ₁ ?						Орхонский вулканоплутонический комплекс T ₂ ? — J ₁	
	гранит 12. (16)	базальт. андезит 13. (2)	дацит 14. (1)	риодацит 15. (1)	риолит 16. (2)	кварцевый диорит 1. (1)	гранит 2. (5)	
SiO ₂	73,84	55.33	64 91	71.52	75.71	59.40	71.66	
TiO ₂	0.19	0.88	0.48	0.28	0.22	0.95	0.37	
Al ₂ O ₃	13.29	18.07	15.53	13.55	12.45	15.84	13.91	
Fe ₂ O ₃	1.01	3.15	3.26	1.68	0.35	2.44	1.11	
FeO	1.15	4.85	1.70	2.68	2.13	4.44	1.40	
MnO	0.05	0.23	0.20	0.49	0.04	0.12	0.08	
MgO	0.56	3.85	1.77	0.17	0.23	2.78	0.56	
CaO	1.36	6.51	2.68	1.6	0.37	5.70	1.86	
Na ₂ O	3.95	4.15	4.16	4.36	4.25	3.59	3.82	
K ₂ O	3.85	1.45	3.45	2.58	3.92	2.97	4.03	
P ₂ O ₅	0.07	0.20	0.16	0.63	0.03	0.25	0.09	
C.I.P.W. нормативный	Q	32.12	5.15	19.60	32.6	33.42	11.14	28.93
	Or	22.74	8.54	20.38	15.24	23.18	17.55	23.81
	Ab	33.41	35.09	35.18	36.88	35.96	30.36	32.31
	An	6.29	26.49	12.25	3.83	1.71	18.34	8.64
	C	0.32	0.00	0.47	2.19	0.59	0.00	0.10
An/ An+Ab.100	16	43	26	9	5	38	21	
K ₂ O/ Na ₂ O	0.97	0.35	0.83	0.59	0.92	0.83	1.05	
$\frac{Al_2O_3+CaO+alk}{Al_2O_3+CaO-alk}$	3.28	1.59	2.43	2.69	4.51	1.87	2.98	
$\frac{Al_2O_3}{CaO+Na_2O+K_2O}$	1.45	1.49	1.51	1.59	1.46	1.29	1.43	
Индекс Пинкока								

	Орхонский вулканоплутонический комплекс T ₂ ? — J ₁					
	гранит- порфир 3. (1)	трахи- базальт 4. (1)	базальт- андезит 5. (2)	трахи- андезит 6. (1)	риолит 7. (1)	
SiO ₂	73.00	52.23	56.10	58.68	75.71	
TiO ₂	0.27	1.33	0.40	—	0.12	
Al ₂ O ₃	13.72	18.43	17.29	15.46	11.06	
Fe ₂ O ₃	0.81	5.77	6.02	2.59	0.69	
FeO	1.41	1.60	1.61	3.66	0.28	
MnO	0.05	0.11	0.12	0.06	—	
MgO	0.67	4.32	3.66	3.09	0.73	
CaO	1.17	7.07	6.81	4.70	1.92	
Na ₂ O	3.62	4.94	3.89	4.77	2.60	
K ₂ O	4.40	1.99	1.83	2.75	5.50	
P ₂ O ₅	0.09	0.64	0.12	—	0.03	
C.I.P.W. нормативный	Q	31.16	0.00	8.67	5.93	35.96
	Or	25.99	11.76	10.81	16.25	32.49
	Ab	30.62	41.78	32.90	40.34	21.99
	An	5.22	22.25	24.31	12.66	2.27
	C	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00
An/ An+Ab.100	15	35	42	24	9	
K ₂ O/ Na ₂ O	1.21	0.40	0.47	0.58	2.11	
Al ₂ O ₃ +CaO+alk Al ₂ O ₃ +CaO—alk	2.89	1.75	1.62	2.19	2.34	
Al ₂ O ₃ CaO+Na ₂ O+K ₂ O	1.49	1.32	1.38	1.27	1.10	
Индекс Пинкока		55				

Химический состав вулканоплутонических пород северной Монголии. 3А — монцодиориты (Асхату — ула), 7Е, 8Е — гранодиорит — порфирит, гранодиориты (рудный пояс Эрдентунн — обо) — с медь-молибденовой минерализацией; в скобках количество анализов;

$$\text{An}/\text{An} + \text{Ab} \cdot 100$$

основность нормативного плагиоклаза;

$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{alk}}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} - \text{alk}}$$

— у данного значения SiO_2 определяет щелочность отдельных типов пород (Врайт, 1969)

$$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$$

— из отношений составлены поля рудоносных и нерудоносных интрузий (Фейсс, 1978)

хаобском массиве западнее Амархида микроскопически были определены щелочные рибекитовые граниты. Они находятся вместе с щелочно-полевошпатовыми гранитами и сненитами. Мы считаем эти данные очень важными, потому что кроме ранее обнаруженных концентраций олова (Микущ, 1968, можно здесь ожидать присутствие минералов с содержанием редких земель (колумбит, танталит и другие).

Магматизм и оруденение

Селенгинский вулканоплутонический комплекс пермского — нижне триасового возраста выделяется продуктивностью медь — молибденового оруденения порфирового типа. Оруденение находится на многих местах Эрдентуннского рудного пояса СЗ — ЮВ направления с несколькими рудными узлами. Наиболее значительным является северный рудный узел, в ЮЗ части которого находится рудная зона Эрдентунн — обо (приблизительно 40 км к западу от слияния рек Орхона и Толы, рис. 1). В изучаемом районе мы считаем частью этого пояса местонахождение Асхату — ула (рис. 1).

1. Рудная зона Эрдентунн — обо

По Коминку и др. (1968), Шабаловскому и др. (1974), Хасину и др. (1977) вся зона является частью ассиметрической антиклинальной структуры направления СЗ — ЮВ, с проявлениями субпаралельных разломов того же направления и которая еще осложнена системой разломов С—Ю направления. Разломы В—З направления представлены в меньшем количестве. Приведенные выше авторы выделяют здесь многофазовые интрузии следующего состава: 1 фаза: габбродиориты, диориты, монцониты; 2 фаза (главная): биотит — амфиболовые диориты, кварцевые диориты, граноснениты — снениты, биотит — амфиболовые гранодиориты и биотитовые граниты; 3 фаза (заключительная): с двумя субфазами — а) кварцдиоритовые, гранодиоритовые порфиры, гранитовые и сненитовые порфиры; б) гранодиоритовые порфиры, гранитовые и сненитовые порфиры и также фелзитовые и дацитовые порфиры.

Интрузии заключительной фазы образуют небольшие массивы восходящие по разломам, продольные дайки и штоки прорывающие породы главной фазы и сами прорванные дайками мелкозернистых гранитов, пегматитов, аплитов и микрогранитов.

Первичная медь — молибденовая минерализация пространственно и парагенетически связана с гипабиссальными интрузиями гранодиоритовых порфиров и тоже присутствует в экзоконтактных зонах окружающих гранодиоритов. Оруденение сопровождают интенсивные гидротермальные изменения — хлоритизация, каолинизация, серицитизация, и окварцевание. Гидротермальные изменения и интенсивность оруденения находятся в прямой зависимости: Оруденение большей частью проявлено в тех гранодиоритовых порфиритах и гранодиоритах, которые одновременно больше всего изменены серицитизацией и окварцеванием. По данным вышеупомянутых авторов возрастные соотношения медь — молибденового оруденения связаны с образованием гипабиссальных интрузий гранодиоритового порфирита, включая рудные штокверки, и прониканием даек дацитовых порфиритов без оруденения этого типа.

2. Местонахождение Асхату-ула

Медное оруденение вкрапленного типа находится приблизительно 18 км на юг от Барун — бурин сомона, 2 км югозападнее от п. 1445 м Асхату — ула (рис. 1). Оруденение проявлено на площади только нескольких тысяч квадратных метров в монцонитах, монцодиоритах неясной геологической позиции (шток?, контактнометасоматическая зона?). Монцонитоидные фации находятся в тектонически нарушенных каледонских гранодиоритах и тоналитах с энклавами перекристаллизованных кристаллических сланцев выступающих главным образом в долине между Барун — буринским и Асхату — улским массивами. Селенгинский интрузивный комплекс представлен главным образом биотит — амфиболовыми гранитами — гранодиоритами с порфировыми выделениями К — полевых шпатов и лейкократных мелкозернистых гранитов. Типично присутствие многих основных тел габбродиоритов и даек диорит — порфиритов встречающихся на нескольких местах от пункта Асхату — ула до седла Хушутун — даба. Местонахождение интересно тем, что оруденение находится в монцонитондах не имеющих знаков гидротермальных изменений. Их слабое изменение способствовали процессы происходящие в зоне окисления, какими лимонитизация и малахитизация первичных сульфидов. У полевых шпатов наблюдается небольшая серицитизация и присутствие кальцита и эпидота в виде аксессуаров. Амфиболы неизменены.

3. Петрохимическая характеристика

Химический состав продуктивных интрузий селенгинского комплекса, частью которого является и Эрдентуинский рудный пояс, приведен в таб. 1. Нормативный состав этих пород изображен на рис. 3 а, занимающий левую часть диаграммы, в диапазоне кварцем насыщенных и пересыщенных пород, причем гранитоиды принадлежат к Na и Na- K сериям (отдельные вариационные линии Na, Na- K, K серий гранитоидов северного Прибалхашия с оруденением того же типа взяты из работы Кривцова — Агеевой, 1979). Для сравнения приведены анализы монцодиоритов (3 А), гранодиоритов (8 Е) и гранодиорит порфирита (7 Е) эрдентуинского рудного пояса в котором находится медь — молибденовая минерализация (таб. 1). Нормативный состав гранодиорит пор-

фирита и, главным образом, гранодиоритов рудного пояса, отчетливо иной (рис. 3 б). В результате гидротермальных изменений способствовавших выносу щелочей, понизилось количество нормативного плагиоклаза и ортоклаза, что при постоянном количестве Al_2O_3 привело к повышению нормативного кварца (таб. 1), показывают, что главные процессы были процессы гидротермального окварцевания, серицитизации, хлоритизации, биотитизации и др. К сожалению, из орудененных гранодиоритпорфиров, с которыми генетически связана медь — молибденовая минерализация, был только один анализ (7 Е). На основании повышенных данных нормативного кварца и корунда, как у гранодиоритов, мы предполагаем гидротермальные изменения.

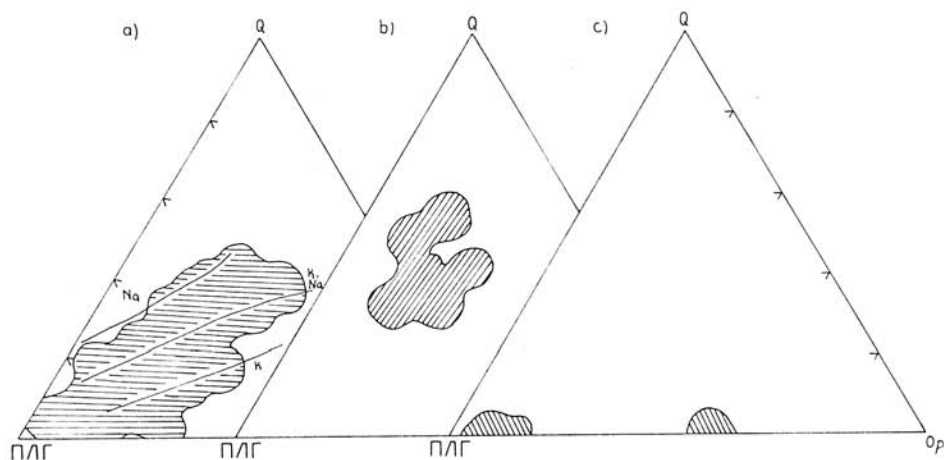


Рис. 3. Нормативный состав интрузивных пород селенгинского комплекса. а — нерудоносные интрузии Na, Na-K, K-вариационные линии гранитоидов (А. И. Кривцов — С. Т. Агеева, 1979); б — гранодиориты, гранодиорит порфирит с медь-молибденовой минерализацией (рудная зона Эрдентуин — обо); в — монцодиориты, монцониты с медь-молибденовой минерализацией (Асхату — улы).

Интересный характер имеют рудоносные монцодиориты Асхату — улы, которые своим химическим характером похожи на нерудоносные монцодиориты Селенгинского комплекса (таб. 1). В одном случае нормативный состав отклоняется и имеет монцонитовый характер (рис. 3 в). Вероятно и присутствие монцонитовых фаций, если принять во внимание, что разница между модальным и нормативным составом кварцем насыщенных пород, значителен. Напр. модальный состав сенинитовых массивов отвечает нормативным монцодиоритам (в Шинкарев, 1978 стр. 254). Присутствие монцонитовых фаций подтверждает и кислый характер нормативного плагиоклаза ($ap/ap + ab/100$). Небольшую разницу показывают и остальные петрохимические показатели (таб. 1) и данные щелочности (рис. 2) рудоносных и нерудоносных монцодиоритов селенгинского комплекса.

В общем, на основании приведенных анализов продуктивного комплекса, частью которого является и эрдентуинский рудный пояс, можно сказать следующее:

1. Большая часть селенгинского интрузивного комплекса состоит из Na, Na-K кварцевых диоритов, гранодиоритов и гранитов. Меньше представлены типичные основные до интермедиарных тел габбро, диоритов, монцодиоритов до монцитов и кварцевых сиенитов, иногда с повышенной щелочностью.

2. Характерно присутствие даек и штоков преимущественно с составом гранодиоритовых порфиритов. Их присутствие вместе с разнообразным составом пород типа габбро до гранитов свидетельствует о хорошо выраженной дифференциации, которая типична для гип-мезоабиссальных частей интрузий (Ферштатер — Бородин, 1975; Шинкарев, 1978). Особенно гипабиссальные условия (Таусон, 1977), при которых, в нашем случае, образовались гранодиоритовые порфириты эрденгунинского пояса были благоприятны для обра-

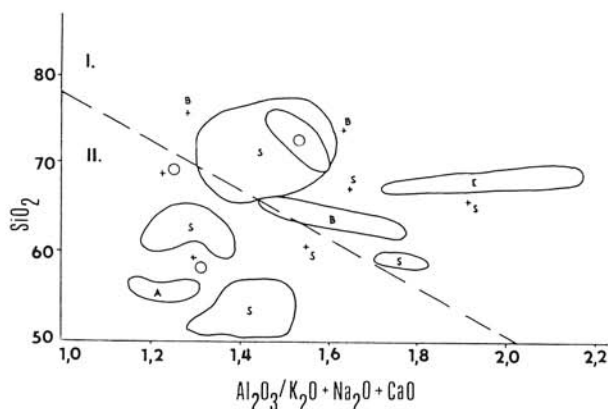


Рис. 4. Диаграмма П. Фейсса (1978).

В — байлзитский комплекс; S — селенгинский комплекс; О — орхонский комплекс; Е, А — анализы с медь-молибденовой минерализацией рудной зоны Эрденгунин — обо и Асхату — улы; I — поле рудоносных интрузий, II — поле нерудоносных интрузий.

зования медь — молибденового оруденения порфирового типа. Таким образом, порфириты представляют важный рудолокализирующий фактор селенгинского рудного пояса.

3. Предполагается связь оруденения с известково-щелочной магмой с специфическим присутствием фаций типа монцитов. Первое частичное отщепление медь — молибденовых рудных растворов произошло в магматической стадии интрузии, о чем свидетельствует вкрапленное оруденение в монцодиоритах — монцонитах Асхату — улы. Большая часть оруденения имеет гидротермальный характер, оруденение локализовано на рудоносный штокверк в гранодиорит-порфиритах и экзоконтактных зонах, окружающих гранитоидов (месторождение Эрденгунин — обо).

На образование месторождений с медь — молибденовым оруденением порфирового типа влияло несколько факторов, поэтому закономерность их местонахождений не проста, хотя было установлено несколько закономерностей оруденения и магматизма. Было напр. установлено, что интрузии с оруденением на континентах богаче К — полевыми шпатами (это преимущественно гранодиориты до кварцевых монцитов), как например

на островных дугах, где находятся главным образом кварцевые диориты (Кеслер, и др. 1975 а). Статистически также была установлена зависимость образования медных руд от химического состава магмы, причем магма с повышенным значением $Al_2O_3/K_2O + Na_2O + CaO$ с неменяющимся значением SiO_2 более благоприятна для концентрации меди в гидротермах, и таким образом для оруденения, в противном случае она останется рассеянной в застывшей интрузии (Фейсс, 1978).

4. С целью определения потенциальной рудоносности отдельных интрузий мы применили критерий Фейсса (1978). Из-за возможного неправильного возрастного определения отдельных типов пород мы в диаграмму внесли 64 анализа из всех трех интрузивных комплексов (рис. 4). Видно сравнительно большой разброс результатов, поэтому не все оконтурены, а некоторые обозначены самостоятельно. Можно сказать, что больше чем 2/3 интрузий, с точки зрения изучаемой зависимости благоприятны для оруденения включая гранодиориты и гранодиорит-порфириды в рудной зоне Эрдентуни — обо. Наоборот нерудоносные монцодиориты селенгинского комплекса и монцодиориты с медь — молибденовой минерализацией из Асхату — улы принадлежат к полю нерудоносных интрузий и с этой точки зрения они кажутся неперспективными. Диаграмма показывает, что в рамках селенгинского комплекса, зависимость оруденения от более кислых интрузий кажется более перспективной (все более основные находятся в поле нерудоносных интрузий, что отвечает зависимости установленной Кеслером и др., 1975 а). В заключение можно сказать, что вопрос перспективности с точки зрения зависимости установленной Фейссом следует рассматривать для каждого массива отдельно, причем нужным будет и применение других методов — например содержание меди в биотитах (содержание меди в биотитах нерудоносных интрузий выше чем у рудоносных, напр. Кеслер и др., 1975 б).

Выводы

Регион междуречья Орхона и Селенги состоит, главным образом, из вулканоплутонических комплексов, из которых селенгинский и орхонский своим составом и рудопроявлениями перспективны с точки зрения содержания меди, молибдена и редких земель.

Селенгинский комплекс пермского — нижнетриасового? возраста характерен вулканоплутонической ассоциацией пород активных краевых зон континентов, образовавшейся переплавлением коры промежуточного и континентального типа. Она представлена известково-щелочной габбро-гранитовой и андезитовой формациями (формация в смысле Шинкарева, 1978), характеризующие заключительные этапы инверсированной стадии развития варисской геосинклинали наложенной на эвгеосинклинальные комплексы ранних каледонид.

Орхонский комплекс среднетриасового? — нижнеюрского возраста представлен вулканоплутонической ассоциацией пород образовавшейся в иной геотектонической обстановке с магматизмом щелочно — известкового типа. Кроме субщелочных фаций выразительно присутствие щелочных фаций, главным образом, гранитов. Приведенные фации представляют, вероятнее всего, продукт расплавления коры континентального типа с присутствием щелочной основной магмы мантии в зонах активизации платформы.

ЛИТЕРАТУРА

- АРСЕНЕВ, И. М. — БОТЕЗАТУ, В. А. — КОНЫШЕВ, И. П. — НИКОЛАЕВСКИЙ, Г. М. — ПЕТРОВИЧ, Ю. А., 1960: Геологическое строение междуречья Селенги, Орхона и Толы. Рукопись — фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор, с. 1—39.
- БРЛАП, А. — ПЕТРО, М. — ПУЛЕЦ, М. — ТОВУДОРЖ, М., 1968: Геологическое строение и полезные ископаемые района между Хангал и Орхон Тола сомонами. Рукопись — фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор, с. 1—191.
- ВАЦЛ, П. — ГАБЧО, Р. — КОРАБ, Т. — ТУМУРБААТАР, 1968: Отчет о геологической съемке масштаба 1:100 000 района Эрдентун — обо, Булганский аймак. Рукопись — фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор.
- ГАРАМЖАВ, Д. — ЦЕРЕНЧИМД, Д. — ФАЛЕПЧИК, А. В. — ЦЕНЦЕН, С. ДОРЖБУРЕГДАА, Ш. — ФАЛЕПЧИК, И. В., 1972: Отчет о работах цзоухуйгольской и хутулнурской поисковых партий, проведенных в 1970—1971 г. в селенгинском рудном районе. Рукопись-фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор, с. 1—228.
- ДВОРКИН-САМАРСКИЙ, В. А. — ТУГОВИК, Г. П., 1968: О механизме формирования интрузивных тел вулканоплутонических поясов. Докл. Акад. Наук СССР, Сер. Геол. 181, 2, Москва, с. 419—421.
- ЖАМБАА, Б. — БАТБАЯР, М. — ТУМУРБААТАР, О. — ТООРУУЛ, Р. — БЯМА, Д. — ЦЕРЕНДОРЖ, Ж., 1971: Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна среднего течения реки Орхона. Рукопись — фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор, с. 1—346.
- ЗОНЕНШАГН, Л. П., 1977: Офиолиты Монголии. В кн.: Основные проблемы геологии Монголии. Труды совместной Сов. — Монг. научноисследовательской геол. экспедиции. Вып. 22, Изд. Наука, Москва, 26—34.
- КОМИНЕК, Е. и др., 1968: Отчет партии № 35, чехословацкой геологической экспедиции в Монголии о геологической съемке, поисках и разведочных работах выполненных в районе проявлений Мо — Си руд Эрдентун обо (Булганский аймак) в 1964—1966 г. Рукопись — фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор.
- КРИВЦОВ, А. П., 1977: Типы районов медно-порфирового оруденения. Геол. руд. месторожд. (Москва), 19, 4, с. 44—57.
- КРИВЦОВ, А. П. — АГЕЕВА, С. Т., 1979: Петрологические особенности вулканоплутонических ассоциаций районов медно-порфирового оруденения. Сов. Геол. (Москва), 7, с. 36—48.
- МАРИНОВ, Н. А. и др., 1973: Геология Монгольской Народной Республики. Том 1—3. Изд. Недра, Москва.
- МИКУШ, М. и др., 1968: Отчет о результатах поисковых и разведочных работ в Хубсугулском, Булганском и Селенгинском аймаке в 1966 г. Рукопись — Фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор, с. 1—318.
- МИХАЙЛОВ, Е. В., 1974: Интрузивные комплексы Северовосточной Монголии. В кн.: Магматизм и металлогения Монгольской Народной республики. Труды совместной Сов.-Монг. научноисследовательской экспедиции. Вып. 4, Изд. Наука, Москва, с. 60—77.
- МОВСЕЙН, С. А. — ИСАЕНКО, М. П., 1974: Комплексные медно-молибденовые месторождения. Изд. Недра, Москва, с. 1—343.
- МОССАКОВСКИЙ, А. А., 1970: О верхнепалеозойском вулканическом поясе Европы и Азии. Геотектоника, (Москва), 4, с. 65—77.
- МОССАКОВСКИЙ, А. А. — ТОМУР-ТОГОО, О., 1972: Схема стратиграфии пермских и раннемезозойских вулканосадочных образований Орхон — Селенгинского прогиба (МНР). Докл. Акад. Наук СССР, Сер. Геол. (Москва), 206, 5, с. 1181—1184.
- САЛТЫКОВСКИЙ, А. П. — ОРОЛМАА, Д., 1977: Позднепалеозойский — мезозойский вулканизм Сев. Монголии и Зап. Забайкалья. Изд. Наука, Москва, с. 1—202.
- ТАУССОН, Л. В., 1977: Факторы эманационной миграции редких элементов в магматическом процессе. Геол. Збори. — Геол. карпат. (Братислава), 28, 2, с. 193—202.
- ТОВУДОРЖ, Д. — ПУРЕВЦЕРЕН, Ц. — ЦЕРЕННАМЖИЛ, С. — ГУРЛХАЖАВ, В. — ЛАМАХТАНОВ, П. Б., 1971: Отчет о геологическом строении и полезных ископаемых восточной части междуречья Орхона и Селенги. Рукопись-фонды МГТЭП, Улан-Батор, с. 1—160.
- ФЕРШТАТЕР, Г. В. — БОРОДИНА, Н. П., 1975: Петрология магматических гранитов. Изд. Наука, Москва, с. 1—287.
- ХАСИН, Р. А. — МАРИНОВ, Н. А. — ХУРЦ, Ч. — ЯКИМОВ, Л. П., 1977: Медно-

- молибденовое месторождение Эрдентун — обо в Северной Монголии. Геол. руд. Месторожд. 19, 6, с. 3—15.
- ШАБАТОВСКИЙ, А. Е. — КАЛНИН, В. С. — ЯКИМОВ, Л. П. — КАЗАКОВ, В. В. — ДАВИДОВ, В. П., 1974: Отчет о работах булганской геологоразведочной экспедиции в МНР за 1971—1972 г. Рукопись: фонды МГТЭП, МНР, Улан-Батор.
- ШИНКАРЕВ, Н. Ф., 1978: Происхождение магматических формаций. Изд. Недра, Ленинград, с. 1—304.
- FEISS, P. G., 1978: Magmatic sources of copper in porphyry copper deposits. Econ. Geol. (Lancaster, Pa), 74, 3, с. 397—404.
- KESLER, S. E. — ISSIGONIS, M. J. — BROWNLOW, A. H. — DAMON, P. E. — MOORE, W. J. — NORTHCOE, K. E. — PRETO, V. A., 1975 a: Geochemistry of biotites from mineralized and barren intrusive systems. Econ. Geol. (Lancaster, Pa), 70, 3, с. 559—567.
- KESLER, S. E. — JONES, L. M. — WALKER, R. L., 1975 b: Intrusive rocks associated with porphyry copper mineralization in island arc areas. Econ. Geol. (Lancaster, Pa), 70, 3, с. 515—526.
- PEACOCK, M. A., 1931: Classification of igneous rock series. J. Geol. (Chicago), 39, с. 54—67.
- WRIGHT, J. B., 1969: A simple alkalinity ratio and its application to questions of non — arogenic granite genesis. Geol. Mag. (Hertford), 106, 4, с. 370—384.

Рецензия В. П. КОВАЛЕНКО, Д. ГОВОРКА

Рукопись получена 11 ноября 1981