

**МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ
“СВ. ИВАН РИЛСКИ”**

Аюурзана Готовсүрен

**ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕН МОДЕЛ НА
МЕДНО-ПОРФИРНИТЕ НАХОДИЩА
НА МОНГОЛИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация

за придобиване на образователна и научна степен

„ДОКТОР“

Професионално направление 5.8. Проучване, добив и обработка
на полезните изкопаеми

Научна специалност „Геология и проучване на полезните
изкопаеми“

Научен консултант: проф. д-р Страшимир Страшимиров

Рецензенти: доц. д-р Камен Богданов Богданов
доц. Славчо Иванов Мънков

Обем на работата. Дисертационният труд състои от 5 глави, увод и заключение, с общ обем 135 страници, включително 58 бр. фигури, 9 бр. таблици и списък на използваната литература от 105 заглавия.

Дисертационният труд е обсъден от разширен катедрен съвет на катедра „Геология и проучване на полезните изкопаеми“, назначен със Заповед № Р- 153 от 06.02.2014 г. на Ректора на МГУ «Св. Иван Рилски, проведен на 07.02.2014 г. при Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ (Протокол № 5 от 07.02.2014 г.) и е насочен за публична защита пред Научно жури.

Защита на дисертационния труд ще се състои на 09.05.2014 г. (петък) от 11.00 часа в Заседателната зала на Ректората на МГУ „Св. Иван Рилски“ на открито заседание на научно жури, съгласно ЗРАСРБ, определено със Заповед № Р- 230 от 25.02.2014_ на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“.

Материалите по дисертацията са на разположение на всички интересувачи се в канцеларията на Сектор „Студентска и преподавателска мобилност“, Ректорат, ет. 3, стая 79 на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, гр. София.

Автор: **Аюурзана Готовсүрен**

Тема на дисертационния труд: **„Геолого-геохимичен модел на медно-порфирните находища на Монголия“**

Печат : Издателска къща „Св. Иван Рилски“ – МГУ - НИС

СОФИЯ, 2014

Уводът съдържа следните положения:

Актуалност на дисертационния труд. Необходимо условие за разширяване на минерално-суровинната база на Монголия се явява постоянното усъвършенстване на прогресивните геоложки и геохимични методи за търсене на рудни находища. От минералните богатства на Монголия медно-молибденовото орудяване е едно от най-перспективните, и затова разкриването на нови на запаси има много важно значение за икономиката на страната. Във връзка с това, повишаването на ефективността на проучвателно-оценителните методи по отношение на медно-порфирните находища е особено актуално.

Цел и задачи на изследванията. Основна цел на извършваните изследвания беше разработването на научни основи за методиката за геохимични проучвания и оценка на медно-порфирните обекти, а също така и критерии за категоризация на геохимичните аномалии, свързани с дадения вид на орудяване, съобразно с условията на Монголия. В съответствие с дадената цел са се решавали следните задачи:

1. Разкриване на закономерностите за развитието на геохимичните аномалии в различните ландшафтно-геохимични зони на Северния, Централния и Южния медно-молибденови металогенни пояси.
2. Разработване на принципен геолого-геохимичен модел за образуване на рудно-магматичната система с медно-молибденово орудяване.
3. Обоснование на методите за проучване и критериите за категоризация на геохимичните аномалии, свързани с медно-молибденовата минерализация на територията на Монголия.
4. Научно разработване на методика за изследванията и създаване на геолого-геохимичните модели на системите с медно-молибденовото орудяване, свързани с порфирния тип на магматизма.

Научна новост. След извършените за пръв път в границите на Монголия изследвания са разкрити условията за развитие на геохимичните полета, свързани с формирането на орудяване на медно-порфирните формации. Показано е, че основните параметри на геохимичните полета в различните ландшафтно-геохимични зони на Монголия достатъчно сигурно отразяват особеностите на медно-порфирното орудяване, в частност, интензивността на развитие на различните видове на рудната минерализация и закономерностите на разпространяването им в границите на металогенните пояси на Монголия. Полученият фактологичен материал даде възможност да се разработи и обоснове геолого-геохимичен модел за образуване на медно-порфирното орудяване и да се набележи сравнителната степен

на развитието му в границите на Северен, Централен и Южен металогенни пояси.

Практическа значимост. На основание на разкритите закономерности за развитието на геохимичните аномалии и модела за формиране на орудяванията са обосновани особеностите на методиката и критериите за проучването и категоризацията на геохимичните аномалии на медно-порфирните находища и рудопроявления. Установените критерии позволяват да се извърши оценка на сравнителната перспективност на разкритите аномалии и съществено да се намалят свързаните с тях разходи.

Основните резултати от геохимичните изследвания са използвани за проектиране на проучвателните и изследователските работи от производствено-изследователските и проиводствено-търговските организации.

Защитавани тези. Обработването и анализирането на данните, получени от автора в процеса на извършването на изследванията, съобразявайки се с резултатите от работата на предишните изследователи, позволяват да се формулират следните защитавани тези:

1. Разположението и образуването на медно-молибденовото орудяване се е контролирало от регионалната субширотна, северо-северозападната Източно-Хангайска дълбочинна разломна зона, в пресечниците на която със Северен, Централен и Южен вулканични металогенни пояси на Монголия са образувани рудните полета на главните Cu-Mo находища.

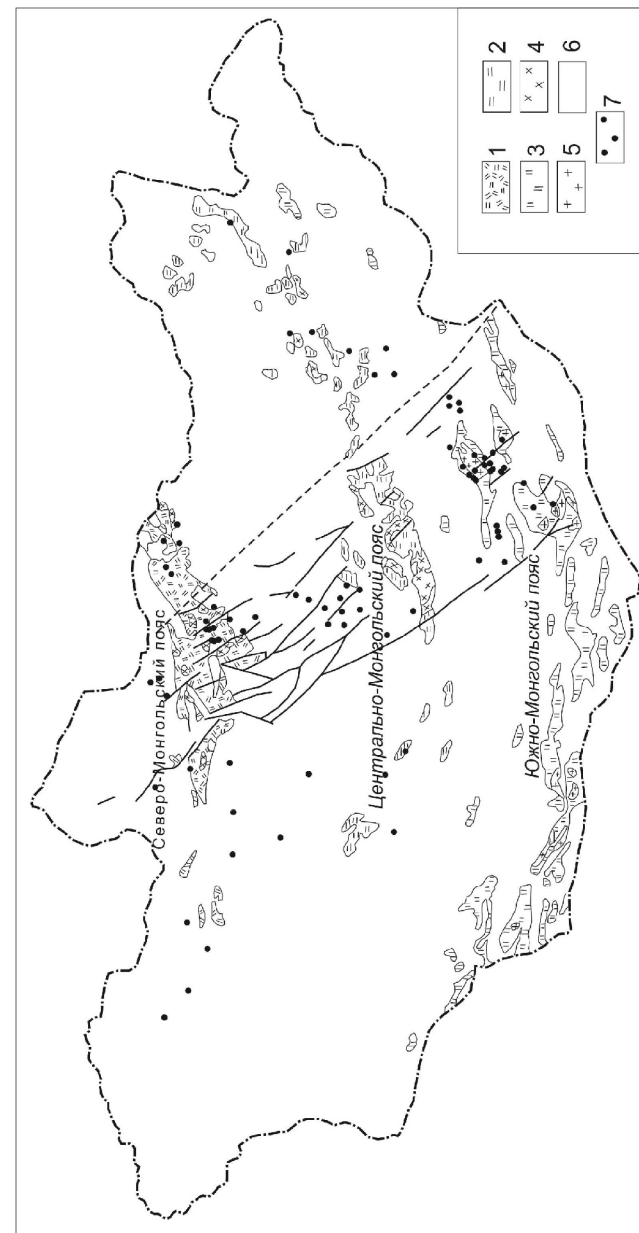
2. Рудните полета в находищата се образуват от повърхностните комплексни геохимични аномалии, в които се обособяват асоциациите на главните разпространени и второстепенните елементи-индикатори на орудяването. Асоциациите от елементи-индикатори на геохимичните аномалии отразяват особеностите на типове на орудяването на медно-молибденовите формации, развити в Северния, Централния и Южния рудоносни вулканогенни пояси.

3. На основание на разкритите закономерности на развитие на геохимичните аномалии и свързаното с тях орудяване е разработен геолого-геохимичен модел за образуване на медно-молибденовото орудяване и сравнителна характеристика на развитието му в различните металогенни зони. Показано е, че в Южния възел (пояс) има предимно асоциации от ранните стадии на орудяването, в Централния възел – асоциации от късните външни стадии на рудната минерализация, а в Северния възел - геохимични асоциации, характеризиращи междинните стадии на минерализацията.

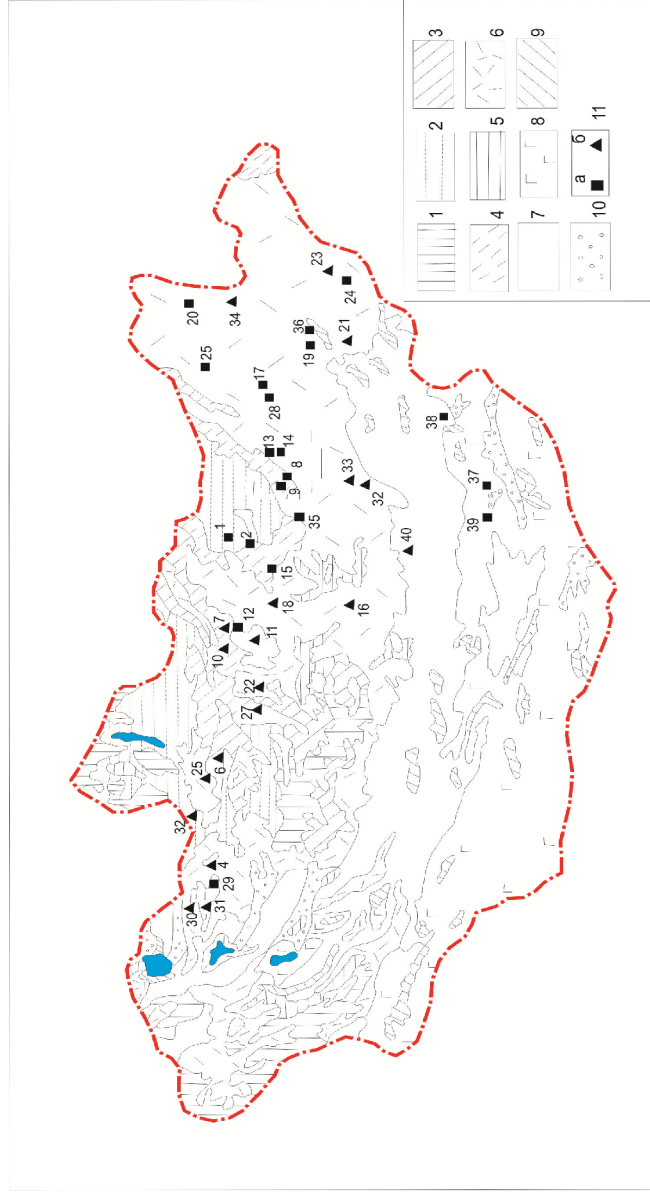
4. На основание на разкритите закономерности за развитие на медно-порфирното орудяване са формулирани критерии за категоризация на геохимичните аномалии, усъвършенствана е методиката за геохимичните работи за дадения тип на орудяване.

Глава I. Геолого-структурни особености на развитието на медно-молибденовите находища на Монголия. В тази главата са описани основните особености на геолого-структурните проявления на медно-порфирните находища на Монголия на основание на литературните данни и резултатите от собствените изследвания. При това анализът на закономерностите на разположението на медно-порфирното орудяване даде възможност да се определят три основни рудолокализирани структурни типа на наслоени вулcano-плутоничните пояси, развиващите се в различни геодинамични условия: Северо-Монголски, Централно-Монголски, Южно-Монголски (фиг 1). В границите на обособените пояси орудяването е свързано с къснопалеозойските, къснопалеозойско-ранномезозойските вулcano-интрузивни комплекси, развиващите се в условията на активните континентални покрайнини, възможно на островно-дъговите системи за Южно-Монголския пояс, в условията на вътрешната континентална рифтогенеза в Северо- и Централно-Монголския пояси. Наред с такава обща рудоконтролираща закономерност на вулcano-плутоничните пояси на медно-молибденовата минерализация, за образуването на големите медно-порфирови находища голяма роля имат вътрешно-континенталните напречни разломни зони от дълбочинното залягане, активизирали се синхронно с образуването на наслоените вулcano-плутонични пояси. Именно зоната на пресичането на тези големи структури рязко увеличава потенциалната възможност за образуване на големи медно-порфирови системи.

Глава 2. Въпроси на методологията на проведените изследвания. Главата е посветена на методологичните въпроси при извършване на изследванията. Проучени са повече от 40 находища от различен вид, в това число 11 медно-порфирни обекта. При проучване на литохимичните ореоли на еталонните находища е установено, че размерите им се колебаят в доста големи граници: от 0.4 до 78 км² (табл. 1). При това, минималните повърхностни размери (0.4-1.8 км²) са характерни за различни линейни находища (кварцово-златорудните, редкометални грейзеновите), а максималните - за площните находища (медно-порфирни, скарновни, жилно-щокверкови или жилни зони).



Фиг. 1. Медно-молибденови металогеенни пояси в Монголия (по В.М. Сотников и др., 1984)
 1-3- къснопалеозойски орогенни вулкани от Северо-Монголски (1), Централно-Монголски (2) и Южно-Монголски (3) вулканични пояси; 4- интрузии на адаметит-граносиенит-порфирната формация; 5- интрузии на габро-монцит-бонатитова формация; 6- Ерденет-Цагансуваргиска напречна рудоконтролираща структура; 7- медно-молибденови находища и рудопроявления



Фиг. 5. Карта на биоклиматични зони (по А.А.Г.Ловин, А.Гомовсурен и др., 1985)

1- нивални, планински и планинско-ливадни ландшафти; 2-тайга; 3- горски и еквизиционно-горски; 4- горско-степни; 5 -ливадни; 6-степни, сухостепни; 7- пустинно-степни и полупустинни; 8-северни, южни и крайноаридни пустинни; 9- соленища; 10- пясъчни (пелели); 11-обекти за извършване на опитно-методически работи: а- находища, б- рудопроявления

Разкриваемост на литохимичните ореоли на различни находища при различни стадии на геологопроучвателните работи

Таблица 1

Наименование на находище	Площи на ореоли (аномални полета, км ²)			Брой на пробите, падащи на ореол в зависимост от мащаба на проучвания и вида им						
	поточи	вторични	първични	1 : 200 000		1 : 50 000			1 : 10 000	
				поточи	вторичен	поточи	вторичен	първичен	вторичен	първичен
Ердентийн Овоо	15,5	10,5	>4.8	8-15	10-26	124-310	210-420	96-192	2100-4200	1920-4800
Цагаан Суварга	11.5	9.0	-	6-11	9-22	92-230	180-360	-	1800-3600	-
Баян Уул	>44.5	62.0	52.0	22-44	62-155	356-890	1240-2480	1040-2080	12400-24800	20800-52000
Зоухийн гол	13.5	14.5	8.3	7-13	14-36	108-270	290-580	166-332	2900-5800	3320-8300
Ундур-Цаган	16.5	16.2	-	8-16	16-40	132-330	324-648	-	3240-6480	-
Цаган – Даваа	19.5	7.8	-	10-19	8-19	156-390	156-312	-	1560-3120	-
Баян-Цогт	-	-	17.5	-	-	-	-	350-700	-	7000-17500
Тумен-Цогт	-	0.4	-	-	I	-	8-16	-	80-160	-
Шарборжин уул	1.75	1.1	1.25	1	1-3	14-35	22-44	25-50	220-440	500-1250
Тумуртийн обо	>2.6	>1.6	-	1-2	1-4	20-52	32-64	-	320-640	-
Цав	-	II	-	-	II-27	-	220-440	-	2200-4400	-
Асхатин	78	-	-	39-78	-	624-1560	-	-	-	-
Урген	-	14.2	-	-	14-35	-	284-568	-	2840-5680	-

В дисертацията детайлно са описани основните методи за съставяне на геохимичните модели на отделните рудни обекти. Следва само да се отбележи, че тъй като еталонните обекти са най-проучени в геолого-структурно и минералогично отношение, съпоставянето на установяваните главни параметри на геохимичното поле с предварително известните геолого-структурни и минералогични характеристики позволява да се определят главните признаци на обектите. Съставеният върху такава методологична основа обобщен модел на геохимичното поле съществено способства за разработване на принципната схема на развитието на рудно-магматичната система в границите на една или друга структура.

Сравнителният анализ на моделните обекти от определен вид, пригодени към различни геологични структури, в частност, към различни металогенни пояси на Монголия, позволява да се разработи принципна схема на развитието на орудяването на медно-порфирните находища. Изучените медно-порфирни находища, дори и се намират в различни металогенни пояси, са свързани помежду си в една регионална структура – Северо-западна Ерденет-Цагаансуваргинска разломна зона. Поради това, под геолого-геохимичен модел на находищата в настоящия труд се разбира принципната схема за развитие на рудната минерализация на медно-порфирните находища, намираща отражението си в основните параметри на геохимичното поле, пространствено и парагенетично тясно свързаното с единната рудоконтролираща структура на земната кора. Разработеният геолого-геохимичен модел на медно-порфирните находища се явява основа за намиране на главните проучвателно-оценъчни признаци, критерии за категоризация и оценяване на сравнителната практическа значимост на геохимичните аномалии, ракривани в процеса на извършване на геолого-проучвателните работи.

Глава 3. Закономерности в развитието на литохимичните ореоли на медно-порфирните находища. Тази глава съдържа описание на резултатите от геохимичните изследвания, извършени в находищата Ерденетийн Овоо, Цагаан Суварга, Баян Уул. При това са описани първичните ореоли, вторичните ореоли, потоците на разсейване поотделно и се съпоставят помежду си на фона на техните геолого-структурни позиции. Определен е общият зонален характер на разпределението на химичните елементи в тези находища, а също така са описани техните особености за всяко от проучените находища поотделно. Първичните ореоли са изучени в повърхностно разпре-

деление, а също така и в дълбочина, което дава представа за начина на разпределение на елементите в пространството.

Основните закономерности в образуването на геохимичните асоциации на медно-порфирното орудяване се разглеждат на примера на находищата Ерденетийн Овоо, Цагаан Суварга и Баян Уул, типични представители на трите металогенни пояса. Развитието на геохимични асоциации е тясно свързано със спецификата на геолого-структурния строеж и условията за развитие на магматизма и постмагматични процеси в границите на посочените находища. Във връзка с това, при характеризирането на рудните полета, кратко се разглеждат основните особености на техния геолого-структурен строеж, магматизъм и орудяване.

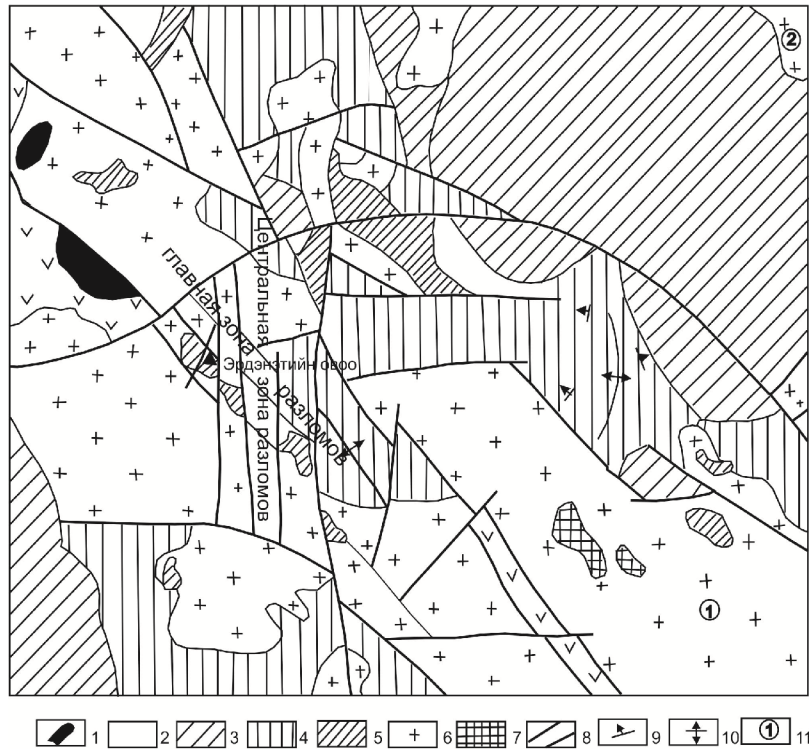
3.1. Находище Ерденетийн Овоо

В границите на рудното поле понастоящем се открояват три участъка: Северо-Западен, Централен и Юго-Източен. Геоложкият строеж, магматизмът и орудяването се разглеждат за цялото рудно поле. В същото време, основните геохимични изследвания са били съсредоточени на Юго-Източния участък, тъй като първите два участъка в резултат от експлоатационните работи в значителна степен са се подложили на технологично замърсяване. Разкритите закономерности в образуване на геохимичните асоциации на Юго-Източния фланг са характерни за цялото рудно поле.

3.1.1. Геолого-структурни особености на строежа на рудното поле

В структурно отношение находище Ерденетийн Овоо се намира в централната част на Северо-Монголски металогенен пояс, в границите на Орхон-Селенгинска деформация, разкрита от А.А.Мосаковски и О.Томуртоого (1976).

В геоложкия строеж на района на находището участват метаморфните и интрузивните образувания на фундамента, оформящи изходи във вид на отделните блокове посредством вулканогенни и вулканогенно-утаечни перм-триасови скали от Хануйската редица. В границите на рудното поле широко развити са също така и интрузивните образувания, отнящите се към къснопермския селенгински и къснопермско-раннотриасовия ерденетийски магматични комплекси.



Фиг 6. Тектонична схема на района на Ерденетийската рудна зона (по В.С. Калинин, Е.В. Михайлов, В.Н. Гусев)

- 1 – интрузии на орхонската серия (Т3 -I), 2 – ефузии на могодската свита (Т3-1), 3 – 4 ефузии на хануската серия (Р2): 3 – горен пласт, 4 – долен пласт, 5 – 6 интрузии на селенгински комплекс (Р2 - Т1); 5 – трета фаза, 6 – втора и първа фази, 7 – интрузии на тогтохийнишлски комплекс (О2 - О), разломи (а – главни, б – второстепенни), 9 – елементи на залежания, 10 – оси на брахиантиклинални структури, 11 – порфирни интрузии на ерденетийския комплекс (1 – ерденетийски, 2 – шубутински)

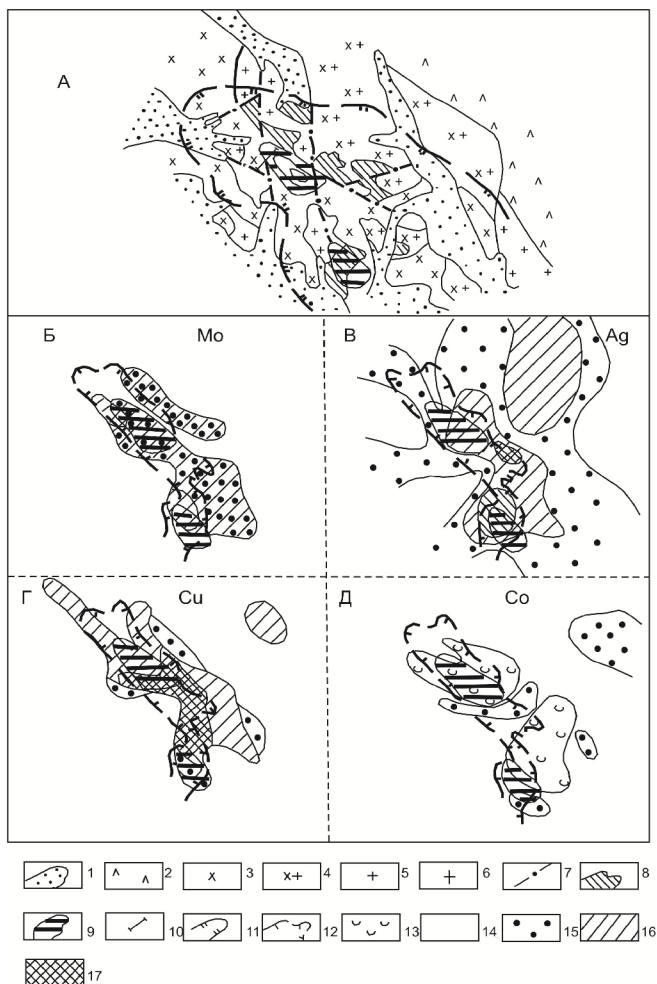
По данните на В.И. Сотников и др.(1981, 1984), рудоносните порфирни интрузии имат определено възрастово откъсване от селенгинските гранитоиди и те следва да бъдат отделени в по-късен самостоятелен ерденетийски комплекс. В границите на рудното поле изпква Главната разломна зона, простиращата се на северо-запад и контролираща Ерденетийски масив и орудяване.

Главните рудни минерали на първичните руди са: пирит, молибденит, халкопирит, тенантит, галенит, сфалерит, енаргит; в зоните на вторичното обогатяване - халкозин, ковелин, борнит; в зоните на излужване и окисляване - медни карбонати, окиси, фосфати, сулфати - куприт, азурит, тюркоаз и др., самородна мед, феро-молибденит.

Основните особености на развитието на рудните асоциации достатъчно добре се разкриват при анализа на разпределението на геохимичните асоциации.

3.1.2. Първични ореоли

Първичните ореоли на участъка са изучени в хоризонтален план чрез опробване на основните скали в естествените изходи и разкритите от минните изработки. По дълбочина те са изучени от анализа на пробите от ядрата на сондажните отвори. Първичният ореол представлява поле със сложен строеж, изследвано в настояще време в северо-западното направление на дължина 4 км и широчина 2 км, а по дълбочина - на 300 м. Като цяло, по размерите първичните ореоли 1.5-3.0 пъти са по-големи от рудните тела и, примерно, съответстват на големината на зоната на хидротермално изменените скали. Значими елементи-индикатори на първичното геохимично поле са: мед, молибден, сребро, цинк, олово, волфрам, арсен, бисмут, никел, ванадий, итрий, фосфор, кобалт, литий, хром, калай; разпределението им има зонален характер (фиг 9). Аномалиите на медта, молибдена, сребро, волфрама и цинка ясно се проследяват в хоризонтално направление и в дълбочина, пространствено съвпадайки с рудните тела. Ореолите на олово, бисмут и арсен в плана и в разреза се образуват във вид на отделни тесни зони, прилежащи основно към периферията на рудните тела. Централната част на ореола се характеризира с най-сложен състав и високи концентрации на рудните елементи, в десетки, стотици пъти превъзхождащи средното съдържание на елементите в земната кора.



Фиг. 9. Схема на геоложки строеж на Юго-Източния участък (А) на находище Ерденетийн Овоо и разпределение на аномалните концентрации на главните елементи-индикатори в първичните ореоли: молибден (Б), сребро (В), мед (Г), кобалт (Д). 1- рохкави образувания; 2- дацити и риолитови дацити; 3- диорити, монцодиорити; 4- гранодиорити; 5- гранити; 6- гранодиорит-порфири; 7- разломи; 8- кварц-серицитови метасоматити; 9- проекция на рудните тела върху хоризонталната плоскост; 10- линия на изучения разрез; 11- общи контури на комплексен геохимичен ореол; 12- контури на сулфидната минерализация, установена по метода на предизвиканата поляризуемост; 13-17- нивата на концентрацията на елементите по реда на увеличаването им (в %):

	Co	Mo	Ag	Cu
13	0,00005-0,0005			
14	0,0005-0,001	<0,001	<0,00001	<0,005
15	0,001-0,005	0,001-0,005	0,00001-0,00005	0,005-0,01
16		>0,005	0,00005-0,0001	0,01-0,05
17			>0,0001	>0,05

а) Mo, Cu, Ag - Непосредствено руден интервал

б) Pb, Ag, Mo, Cu, P - Рудни и околорудни зони

в) Cu, Mo, Ag, Zn - Рудни и околорудни зони

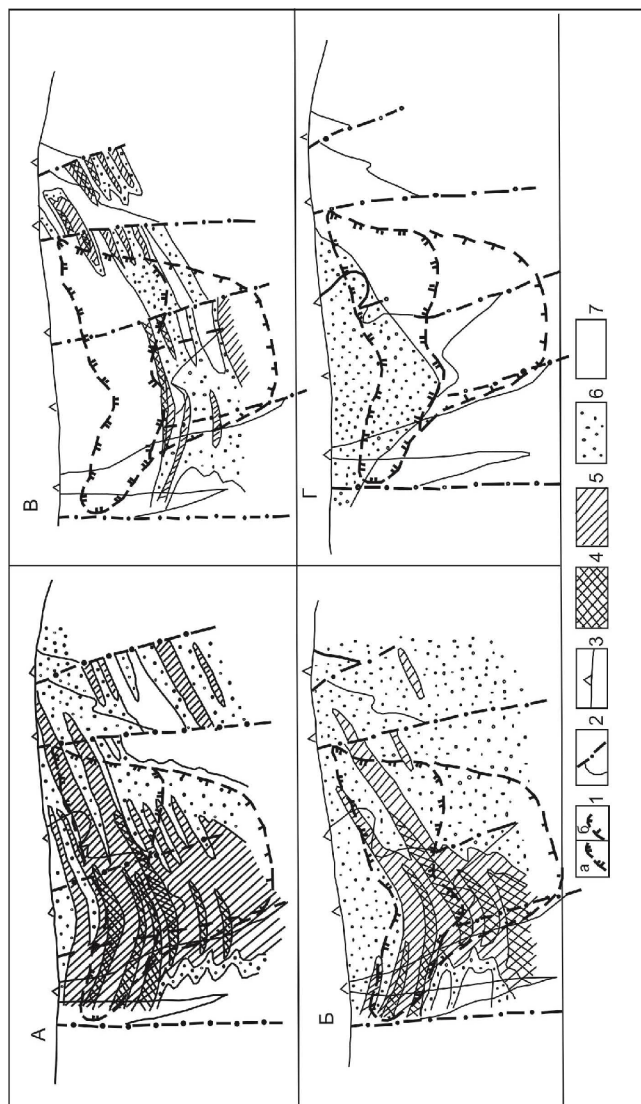
г) Sn, Bi, Sb - Периферна част на зоната на орудяване

Анализът на пространствената смяна на горепосочените асоциации позволява да се набележи следната хоризонтална зоналност от центъра на ореола към периферията: Mo,Cu ⇒ Ag ⇒ Pb,Zn ⇒ Sn,Bi,Sb.

Като цяло, се открояват следните основни закономерности в първичните ореоли:

1. Зоната на развитие на кварц-серицови метасоматити с рудните тела се характеризира с контрастни ореоли на елементите на рудната асоциация (Cu, Mo, частично Ag, W).

2. Зоната на развитие на калиева фелдшпатизация се характеризира със съчетание на относително слабо проявените ореоли на рудната асоциация (Cu, Mo) и доста контрастни ореоли на елементите на полиметалната асоциация (Pb, Ag, Zn).

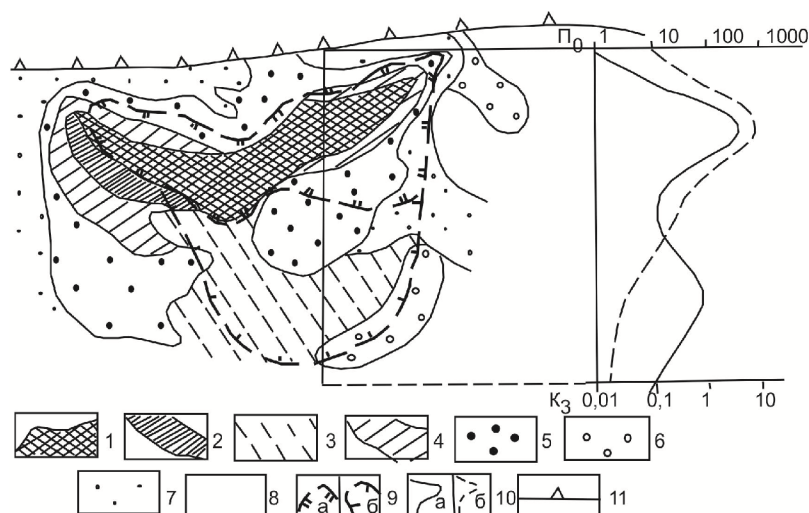


Фиг. 14. Карта на разпределението на аномални концентрации на главните елементи-индикатори в първичните ореоли (в разрез): мед (А), сребро (Б), молибден (В), кобалт (Л). 1- контури на рудните тела (а-богати, б-бедни); 2-разломи; 3-сондажни отвори; 4-7 –нивата на концентрация на елементите (в %):

	Cu	Mo	Ag	Co
4	>0,05	>0,005	>0,0001	
5	0,01-0,05	0,001-0,005	0,00005-0,0001	
6	0,005-0,01	<0,0001	0,00001-0,00005	0,001-0,005
7	<0,005		<0,00001	<0,001

3. Външната зона на пиритизация и слаба хлоритизация (пропилитизация) се характеризира с ореоли на изнесените от рудната зона елементи (Cr, Co, Ni, V) и доста слабоконтрастни ореоли на отделните халкофилни елементи (Zn, Ag, Cu).

По този начин е установена линейно-концентричната минералого-геохимична зоналност на Юго-Източния участък на находището Ердентийн Овоо, изразяващата се с последователната смяна на минералните и геохимичните асоциации отдолу нагоре - във вертикално, и от центъра към периферията - в хоризонтално направление.



Фиг. 16. Геохимичен модел на първичния ореол на Юго-Източния участък на находището Ерденетийн Овоо (разрез)

1-3 полета с висока интензивност на коефициент Po ; 1- при високи стойности на K_3 , 2- при средни стойности на K_3 , 3- при ниски стойности на K_3 , 4-6 полета със средни стойности интензивността на коефициент Po ; 4- при високи стойности на K_3 , 5- при средни стойности на K_3 , 6- при ниски стойности на K_3 , 7-8 полета с ниска интензивност на коефициент Po ; 7- при средни стойности на K_3 , 8- при ниски стойности на K_3 , 9- контурите на рудното тяло: а- богатото, б- бедното, 10- графика на разпределение на стойностите на: а- коефициент на интензивност на рудоотлагането Po ; б- коефициент на зоналност K_3 , 11- сондажни отвори.

Забележка: $Po = Cu \times Mo \times Ag$ (коефициент на интензивност), $K_3 = Pb \times Ag / W \times W$ (коефициент на зоналност)

Стойностите на коефициентите – фиг. 15.

3.1.3. Вторични ореоли

Вторичните литохимични ореоли в разглежданото находище са развити на голяма широчина, заемайки площ от 2 до 10 пъти надвишаваща площта на проекцията на рудните тела на повърхността и естествените изходи на оруднената зона. Големи моноелементни ореоли образуват медта, молибденът, цинкът. Среброто и оловото се намират в аномални количества (2-10 кларкови числа) само в отделните проби. Ореоли на мед и молибден са открити в концентрации, равни на десетки и стотици кларкови числа. За цинка са

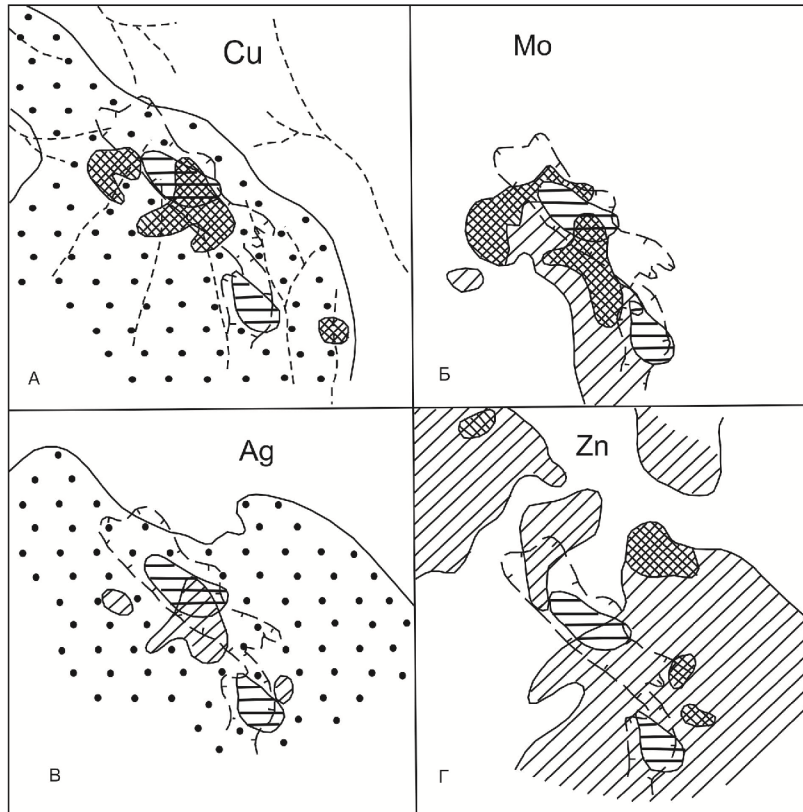
установени концентрации в границите от 2 до 10 кларкови числа. Останалите елементи имат, като правило, понижени или околофоновы концентрации. На основание на отношението на концентрациите и размерите на вторичните ореоли на Юго-Източния участък може да се направи извод, че главните елементи-индикатори са само мед и молибден (фиг. 16 - А,Б,В), а второстепенните - олово, цинк, сребро. В напречното направление към рудната зона от юго-запад на северо-изток се установява следният ред на зоналност: $Mo \Rightarrow Cu \Rightarrow Zn, Pb, Ag$.

3.1.4. Потоци на разсейване

Потоците на разсейване на разглеждания участък по състава са еднотипни с вторичните ореоли (фиг.19). Максималните концентрации (100 кларкови числа) са характерни за мед и молибден. Високата концентрация на тези елементи в потоците се обяснява само от високата им концентрация в най-стария източник в качеството на основни рудообразуващи елементи.

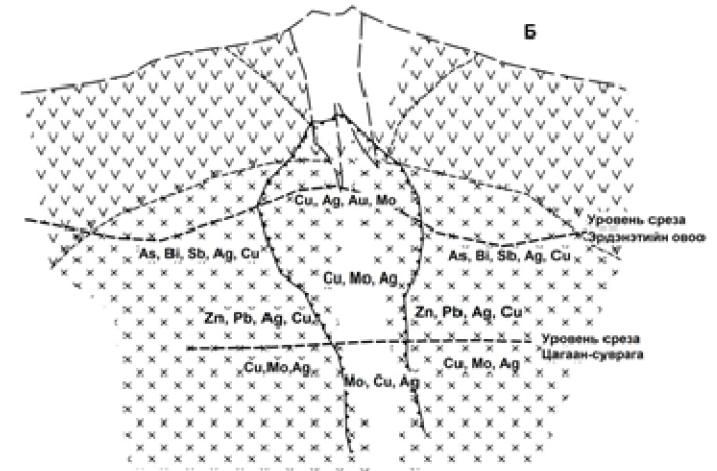
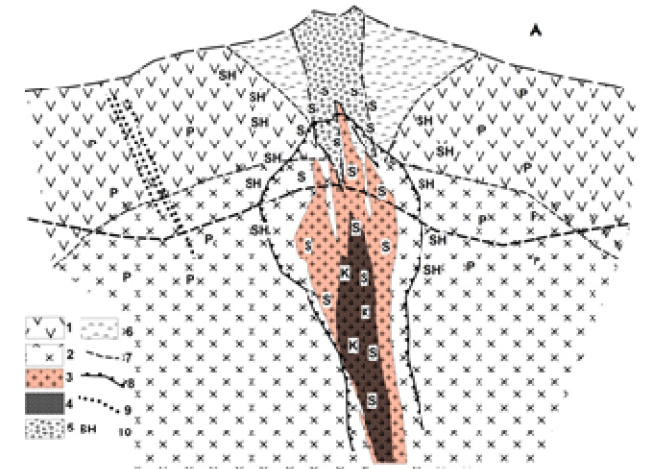
Площите на басейните на денудация, очертавани от аномалните потоци на различните елементи, също варират в доста широки граници (фиг. 20). Максималните площи (8-10 кв. км) са характерни за потоците на среброто и цинка. По-малки от тях са площи на потоците на медта (7кв. км), най-малката площ на басейна на денудацията имат потоците на молибдена (1,5 кв. км). На основание на съотношението на концентрацията на елементите в потоците и площите на техните басейни на денудацията се установява следният формационен ред (по намаляване на нормираната продуктивност): $Cu-Zn-Mo-Ag$. Този ред, като цяло, се състои от елементи, характерни за медно-молибденовите находища, макар разположението на цинка е изместено малко вляво. Аномалните потоци на тези индикаторни елементи в пространството са разположени са близки до вторичните ореоли, което се отразява в смяната на геохимичните асоциации от юго-запад на северо-изток в следния ред: $Cu, Mo, Ag \Rightarrow Cu, Zn, Ag \Rightarrow Zn, Ag$.

Като съществено значение на потоците на разсейване следва да се отбележи фактът, че поради големите си размери те дават възможност да се разкрият рудните находища дори при най-разредените мрежи на опробване. По-долу е показан обобщеният гелого-геохимичен модел на находището Ерденетийн Овоо (фиг.53).



Фиг. 20. Разпределение на ореолите на елементи-индикатори (А-мед, Б-молибден, В-сребро, Г-цинк) в потоците на разсейване на Юго-Източния участък от находището Ерденетийн Овоо. 1-рудни тела, 2-контури на сулфидна минерализация, 3-опробване на потоците, 4-7-нивата на концентрацията на елементите (в $10^{-3}\%$):

	Zn	Mo	Ag	Cu
4	10-50	1-5	-	-
5	5-10	0.5-1	0.05-0.1	-
6	-	-	0.01-0.05	10-50
7	<5	<0.5	<0.01	<10



Фиг. 5. Геолого-геохимичен модел на находището Ерденетийн Овоо (А-Геоложки, Б-Геохимичен)

1- Вулканогенни скали със среден и кисел състав, 2- Предруден грано-диоритов масив, 3- Руден порфир, 4-Зони на силна молибденова минерализация, 5- Експлозивни брекчии, 6- Зони на аргилизация, 7- Геоложка граница, 8- Контури на медно-рудната зона, 9- Кварцово-жслни зони с полисулфидна минерализация, 10- Хидротермални изменения: SH-кварц-серицит-хлоритови, S-кварц-серицитови, P-пропилитови, K-калий фелдспатови

3.2. Находище Баян Уул

Геоложният строеж, магматизмът и минерало-геохимичните особености на находището Баян Уул са разгледани в трудовете на П.В. Ковал, Г.А. Долгов и др. (1984), С.Ариунбилег и др. (1985, 1988), В.И. Сотников и др. (1985, 1986) и другите. Значителен обем на геохимични изследвания на находището е извършен от автора на настоящия труд (1984, 1988, 1989).

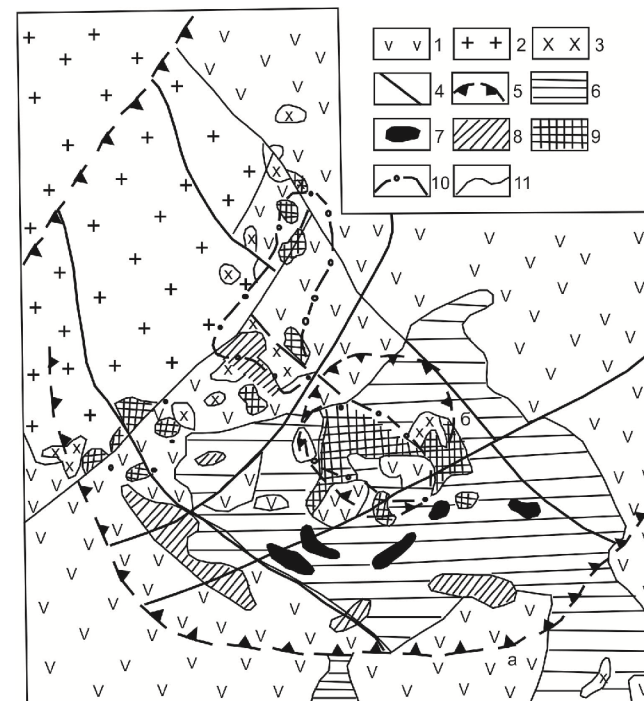
3.2.1. Геолого-структурни особености на строежа на находището

В структурно отношение рудното поле се отнася към зоната на съединяване на Хангайския свод и Западно-Хентейския синклинорий в Ерденет-Цагаансуваргинска разломна зона. През ранен мезозой тук се формира Их-Хайрханската вулканогенна депресия, в северната част на която се е развивала Баянуулската вулкано-плутонична структура.

Находище Баян Уул е разположено в северната част на Их-Хайрханската деформация, която е съставната част на Централно-Монголския вулканогенен пояс, отнесен към пресечниците на два разлома от северо-източното (Улаанделско) и северо-западното (Баянуулско) направления. По данните на геоложките и геофизичните изследвания (П.В. Ковал и др., 1985, 1988), тук се откроява пръстеновидна структура, контролиращата развитие на вулкано-Порфирните скали, според П.В. Ковал и др. (1984), се явяват едни от участниците на вариционния ред на трахиандезитовата асоциация, образувайки с последната хомодромна серия.

Централната част на купола е построена предимно от диоритови порфирити и гранодиорит-порфири, външните зони – от пръстеновидни дайки и вулканити с разнообразен състав, в основите на които се установяват пясъчно-шистови отлагания с докембрийско-ранномезозойска и карбонова възраст, а също така гранитоиди от къснопалеозойската Делхерханска интрузия (фиг. 23).

Магматизмът на Баян-уулската структура в главните черти е сходен с магматичните асоциации от известни райони на медно-молибденово орудяване. В границите на структурата се открояват три типа асоциации: предшествващи гранитоиди, представени от големи масиви на къснопалеозойската гранодиорит-гранитна формация от нормалния и субалкалния ред; ранномезозойските трахибазалт-трахиандезитови вулканити от калий-натриев, високо алуминоокисен, субалкален ред; ранно-мезозойските гранитоиди от порфирната формация, образувачи с предшествващите вулканити единна комагматична серия. Орудяването е свързано с порфирната асоциация,



Фиг. 23. Карта на геолого-структурния строеж на находището Баян Уул (по материалите от съвместните трудове на автора с Г.А. Долгов и др., П.В. Ковал и др) 1- трахиандезитови, андезитови порфирити и техни туфи (Т), 2 -гранити, гранодиорити (С3-Р1), 3- порфирови интрузии с гранодиорит, гранит, граносиениен състав, 4-разломи, 5-контурите на пръстеновидни структури, свързани: а- с калдерата на слягане, б- с брекчиева тръба, 6-9- метасоматични изменения: 6- кварц-серичитови метасоматити, 7- монокварцити, 8- пропицити, 9- кварц-турмалинови метасоматити, 10- полета на развитие на медна минерализация, 11- геоложка граница, 12- линия на изучения разрез, 13- контури на положителната магнитна аномалия. плутоничен комплекс и свързаното с него орудяване.

обедняваща дребни порфирни интрузии, съставът на които се променя от кварцови диоритови порфирити до гранодиорит-порфири, и левкокатовите гранит-порфири. Минералогичните изследвания, извършени от С.И.Гаврилова, И.Е.Максимюк и други, са дали възможност да се определят три типа на рудната минерализация: 1) шокверков пиритов; 2) шокверков пирит-халкопирит-молибденитов с подтипове: пирит-халкопиритов (външна подзона) и пирит-халкопирит-молибденитов (вътрешна подзона); 3) жилин сулфиден.

Щокверковият пиритов тип на рудната минерализация е развит в границите на централната зона на глинестите и хидрослюдестите аргилзити. Разпределението на орудяването в границите на Баян-уулската структура доста отчетливо намира отражение в геохимичните полета на разсейване на елементите- индикатори. Степента на ерозионност на Баян-уулската рудно-магматична система е доста ниска, което еднозначно се потвърждава от запазените кратери с магматични брекчии и пирокластични отлагания, а също така от развитието на хидротермално-метасоматичните изменения с нискотемпературни парагенези (карбонати, каолин, кварц, алунит) и нискотемпературна рудна асоциация (галенит, сфалерит, енаргит).

3.2.2. Първични ореоли

Изучаването на първичните ореоли с помощта на извършваното площно геохимично заснемане и опробване на ядрата от сондажните отвори от разрези са дали възможност да се открият основните закономерности в разпределението на елементите-индикатори в границите на Баян-уулското находище. Данните от аналитичните определения са се обработвали в съответствие с по-горе описаната методика (глава 2). В разглежданото находище аномални концентрации имат: Pb, Mo, Sb, As, Co, Mn, Sn, Bi, Zn, Ag, Cu, W, Au, Ni, Cr, V, P. Тези елементи образуват аномалии с различна големина и контрастност (табл. 4).

Полето на ореоли на Баян-уулското рудопроявление, имащо многокомпонентен състав, като цяло, представлява повърхностна аномалия с изометрична форма, в границите на която са развити или удължените единични аномални площи, или редуващите се ивици с различна широчина с аномални концентрации на елементите, изтеглени съгласно простиранието на структурите в северо-западното направление. Спецификата на някои от ореолите е отразена на картитете на ореолите (фиг. 24). В зависимост от признаците на пространствената съвместимост, ореоло-формиращите елементи образуват следните групи:

1. As-Bi-Pb-Ag-Zn; 2. Sb-As-Bi; 3. Ag-Pb-Zn; 4. Cu-Mo;
5. Cu-W; 6. Co-Mn; 7. Sn-W.

Значения на аномалните концентрации на елементите и тяхната контрастност

Таблица 4

Елементи	Интервал на аномалините съдържания (nх10 ⁻³)	Контрастност	
		по геофони	по кларкови числа
Мед	10-100	2-20	2,5-25
Молибден	0,5-5	2,5-25	4,5-45
Арсен	1-50	2-100	5-250
Сребро	0,03-5	1,5-250	4,3-715
Олово	5-10	2,5-5	4,2-8,3
Бисмут	0,5-50	2,5-250	625-62500
Антимон	1-10	2-20	50-500
Цинк	5-10	5-10	0,7-1,3
Калай	0,5-10	5-100	3,1-62,5
Волфрам	0,3-0,5	3-5	2,5-4,2
Кобалт	1-10	2-20	1,1-11,1

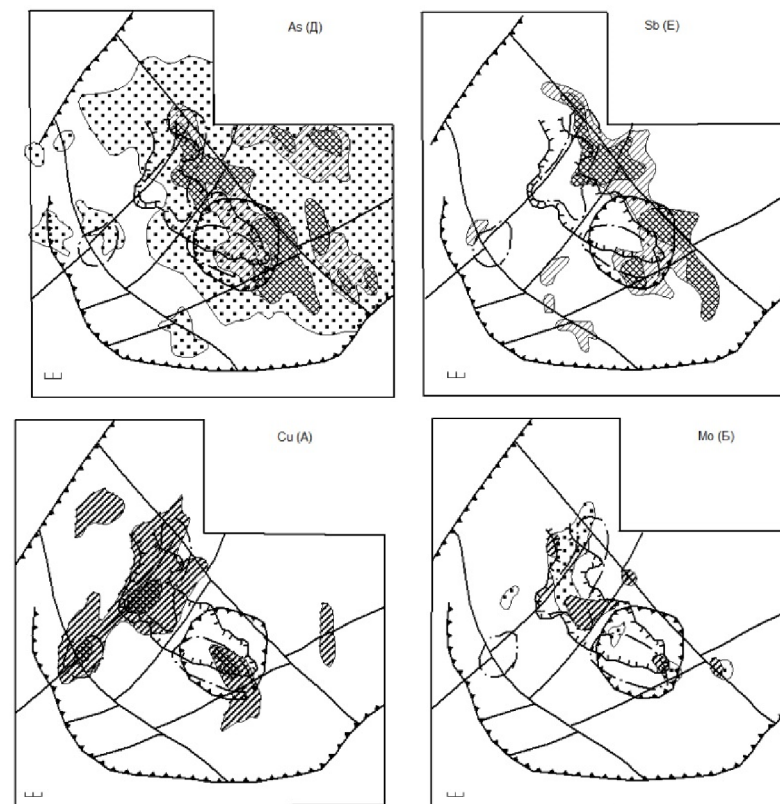
Елементите, отнасящите се към първата група, образуват най-обширни аномалии, външните контури на които в съвкупност включват цялата площ на развитието на метасоматичните изменения. В границите на общото аномално поле на елементи от първата група се открояват две удължени зони с доста увеличени концентрации в асоциация с антимон (фиг.24 (В,Г,Д,Е,Ж)). Тези зони се простират покрай разкъсните нарушения от северо-западното направление, преминаващи през централната пръстеновидна структура. Северо-източното крило на тази зона се характеризира с големи контрастни

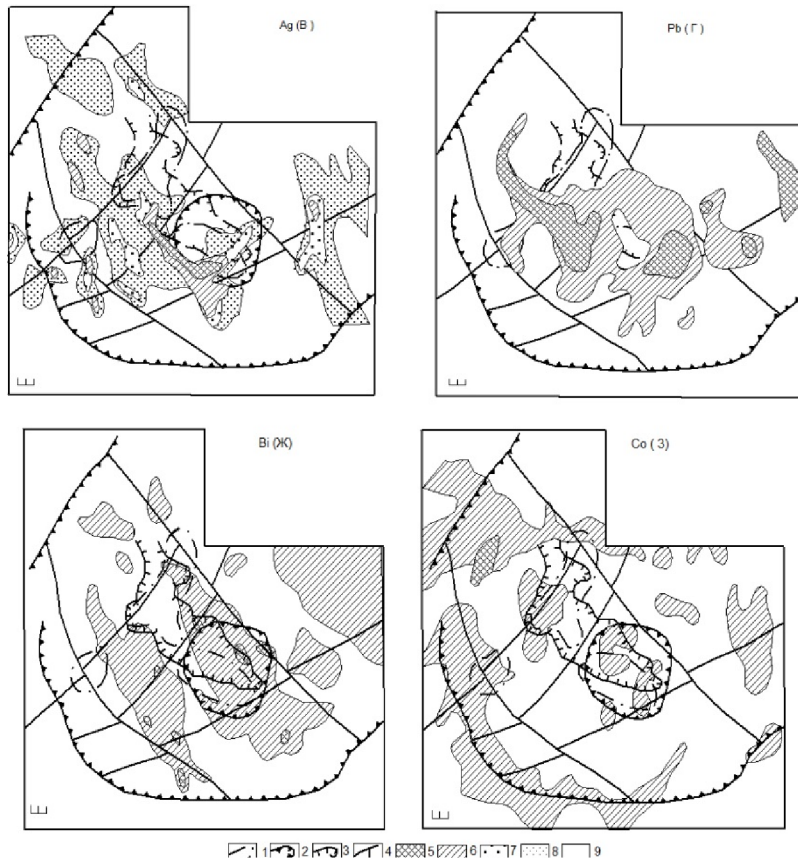
ореоли и по-ясно проявени аномалии на антимона, арсена, бисмута (елементи от втора група), а юго-западното крило с по-контрастни ореоли на сребро, олово, цинк (елементи от трета група). Тъй като тези зони се намират в пълно съгласие с тектоничните елементи от северо-западното простирание, по които бил внедрен рудоносен порфирен интрузив, то те генетично са свързани с наследената повишена напуканост на вместващите скали. Ореолите на мед и молибден (елементи от 4-та група) принадлежат към централната част на полето на развитието на рудната минерализация, т.е. към осевата част на апикалната повърхност на предполагаемата рудоносна интрузия, определена по данните на аеромагнитното заснемане. По дължината на разкъсните нарушения на северо-източното простирание, ограничаващи полета на развитие на къснопалеозойските гранитоиди, са развити ореоли на мед и волфрам (елементи от 5-та група). В процеса на развитие на хидротермалните изменения лито-сидерофилните елементи са се изнасяли в периферните зони; едните от тях са се натрупвали близо до рудните полета, другите - на голяма отдалеченост от тях. Пример за това е разпределение на кобалта и мангана (фиг.24 (3)). Тези елементи са изнесени от зоните на развитие на кварц-серицитови метасоматити и аргиллизация. При това, кобалтът образува ореоли от вторичното натрупване в периферийните части на рудното поле, а манганът на още по-голяма отдалеченост. Това се отнася и за титана, ванадия и никела. Калаят, борът (елементи от 7-ма група) са характерни елементи за кварц-турмалинови метасоматити.

От съотношението на относителните (нормирани към геофони или кларкови числа) концентрации на елементите и размерите на техните ореоли може да се състави следният формационен ред за цялото рудно поле (с намаляване на относителното значение на елементите в комплексния ореол на повърхността): $Sb, As, Bi > Pb, (Sn?) > Ag > Zn > Mo, Cu, W$. Посоченият ред съществено се различава от обобщения формационен ред за медно-молибденовите находища, показан от С.В.Григорян (1974). В границите на локалната рудна зона на находището разглежданият ред има следния вид: $Ag > Cu > Pb, Zn, Mo > Sb, As, Bi$. В този вариант той изцяло е идентичен с общата напречна зоналност (формационен ред) на медно-молибденовите находища по С.В.Григорян (Инструкция...1983).

Допълнително, на основание на изчислението на пространственото разположение на центровете на тежестта на ореолите, се определя следният обобщен ред на концентричната зоналност на ореоли на повърхността на рудното поле на находището, от централната зона към периферията: $W, Mo, Cu \Rightarrow Zn, Pb, Ag \Rightarrow Bi \Rightarrow$

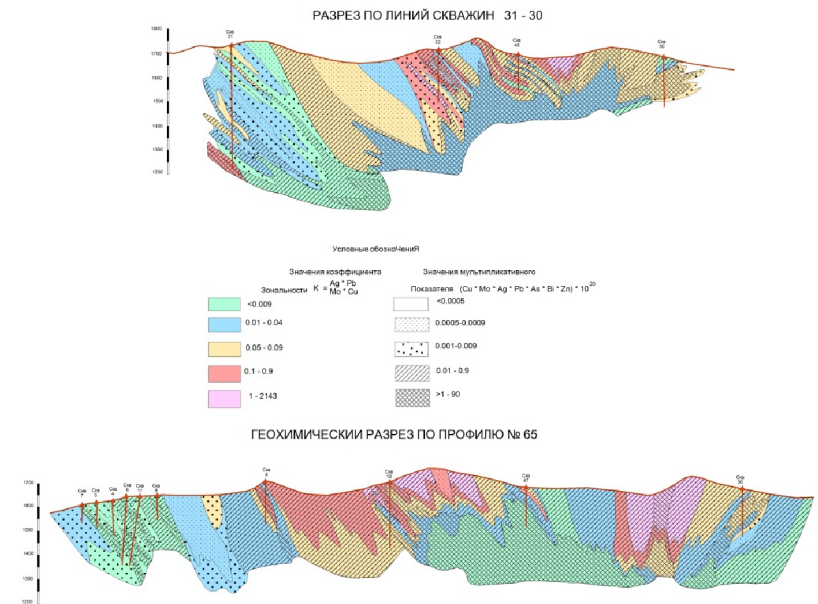
Sb, As Общата хоризонтална зоналност на даденото находище има концентричен характер. Наред с гореописаното, резултатите от геохимични изследвания са били подложени на анализ с помощта на ЕИМ по метода на Главните компоненти (Л.А. Верховска, Е.П. Сорокина, 1981), на основание на който в границите на рудното поле са били обособени следните геохимични асоциации на елементите и са очертани участъците на развитието им: 1) W; 2) Ag; 3) Ag-Pb-Sb; 4) Bi-As-Sb; 5) Sb-As-Pb; 6) Bi-Ag; 7) Bi-As-Sb-Mo; 8) Ag-Pb-Cu.





Фиг. 24. Карта на разпределението на аномалните концентрации на главните елементи-индикатори в първичните ореоли: мед (А), молибден (Б), сребро (В), олово (Г), арсен (Д), антимон (Е), бисмут (Ж), кобалт (З). 1- полета на развитие на медно-рудна минерализация, 2- контури на положителната магнитна аномалия, свързана със слаба порфирна интрузия, 3- контури на пръстеновидните структури, свързани, 4- рудоконтролиращи разломи, 5- 9- нивата на концентрацията на елементите:

Mo	Cu	Co	Pb	Ag	As	Bi	Sb
-	50-100	-	10-500	0.5-5	>10	5-50	5-10
1-5	10-50	5-10	5-10	0.1-0.5	5-10	0.5-5	1-5
0.5-1	-	-	-	0.05-0.1	1-5	-	-
-	-	-	-	0.01-0.05	-	-	-
<0.5	<5	<5	<5	<0.01	<1	<0.5	<1



Фиг. 27. Разпределение на показатели на зоналността и интензивността на орудяване на находището Байн-уул по дължината на разрезите

Корелацията между степента на ерозионност на отделните части на рудното поле и особеностите на геохимичната зоналност позволява да се състави следният ред на вертикалната зоналност:

W, Mo, Cu(Zn, Sn1), (Ag, Pb, Bi1), (Sn2, B), Sn, As, Bi2)

3.2.3. Вторични ореоли

Във вторичните ореоли аномални концентрации имат следните елементи: As, Bi, Sb, Pb, Ag, Zn, Cu, Mo. В зависимост от нивото на ерозионния срез на различните блокове на рудната зона, ореолите на тези елементи на земната повърхност се проявят по различен начин. Най-контрастните по съдържание и големи по размери ореоли образуват арсенът, антимонът, бисмутът, оловото (фиг.29). Размерите на ореолите от сребро, цинк са значително по-малки от ореолите на изброените елементи. Ореолите на медта, молибдена се характеризират с умерена контрастност и по-малки размери. Другите елементи само в отделни проби имат аномални концентрации и не образуват аномални полета. С отчитане на значението на коефициента на минерализация, пресметнат в кларкови числа, концентрациите на елементите и размерите на вторичните аномални полета, определеният формационен ред на ореолите има следния вид:

As, Bi, Sb > Pb > Ag > Zn, Cu, Mo

Този ред е почти идентичен с реда на първичния ореол, но за разлика от първичните ореоли, в които лито- и сидерофилните елементи се изнасят от зоните на интензивната рудна минерализация и повторно се отлагат в периферийните зони, във вторичен ореол тази закономерност практически отсъства и лито-сидерофилните елементи в почвите се съдържат в доста умерени количества. Вторичният ореол на находището се характеризира със същата хоризонтална зоналност, както и първичните ореоли. Във вторичните ореоли се отбелязва същата концентрична зоналност от вътрешната пръстеновидна структура, свързана с брекчиевата тръба в радиалните направления, със следното последователно разположение на максимумите на концентрации на елементите от центъра към периферията:

Mo, Cu → Zn, Ag, Pb → Bi, Sb, As

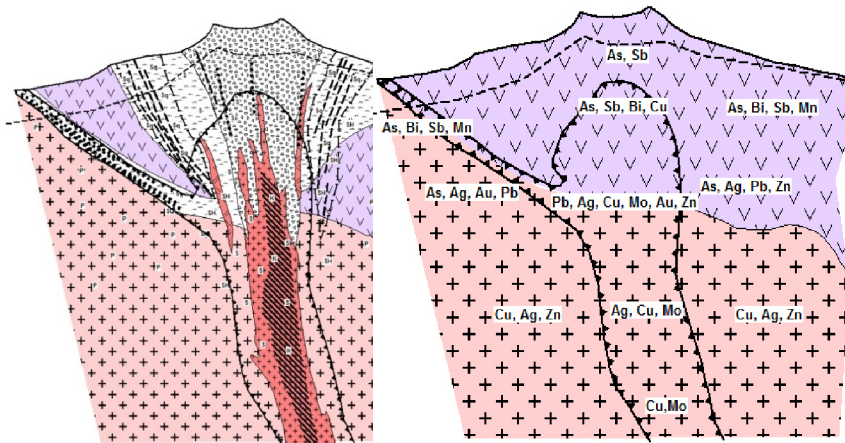
3.2.4. Потоци на разсейване

Находището Баян Уул има доста разчленен релеф с добре развита мрежа от сухи корита на временните водни потоци. Потоците на разсейване са изучени във всичките добре проявени в релефа потоци, които непосредствено пресичат полето на развитие на хидротермално изменените скали. Вземани са проби от тинесто-глинест подпочвен хоризонт. Чрез опробване на дънните отлагания на сухите корита са определени потоци на разсейване на мед, бисмут, арсен, антимон, олово, сребро, цинк. Най-контрастни и дълги (площта на денудация се колебае в интервала от 24 до 100 кв. км) потоци образуват оловото, среброто, арсенът и антимонът. Потоците на разсейване на медта, цинка и бисмута по контрастност и по размери на площта на денудация (4,5-7 кв. км) са по-малки от тези на горезброените елементи.

За разлика от първичните ореоли, молибденът, волфрамът, калаят не образуват потоци на разсейване, а в аномалните съдържания се намират само в отделни места. Анализът на потоците на разсейване показва, че те се развиват в строго съответствие с пространственото разположение на вторичните и първичните ореоли, и съставът им практически напълно отразява състава на дренираните от потоците ореоли. По големината на площната продуктивност потоците на разсейване се характеризират със следния елементен ред: As, Sb > Pb, Ag > Bi, Zn, Cu > Mo, W, който като цяло съответства на реда на формационната принадлежност, определен във вторичните ореоли. В пространственото разположение на аномалните потоци на разсейване на горепосочените елементи се отразява хоризонталната зоналност, почти идентична със зоналността, разкрита във вторичните ореоли. Тази зоналност се описва от следния ред (от тиловите зони към фронталните, т.е. от мястото на внедряване на порфирните интрузии към периферийните участъци):

W, Cu, Mo → Zn → Pb, Ag → Sb, Bi → As

Изследването на потоците на разсейване по метода на главните компоненти даде възможност да се определят 4 геохимични асоциации. Съставът на асоциациите, дори и да отразява основните черти на минерализацията на рудопроявление, значително се различава от състава на асоциацията на първичните ореоли. По-долу е показан обобщен геолого-геохимичен модел на находището Баян Уул (фиг.54).



Фиг. 54. Геолого-геохимичен модел на находището Баян Уул (А-Геоложки, Б-Геохимичен) 1-вулканогенни скали със среден и кисел състав, 2-предруден грано-диоритов масив, 3-руден порфир, 4-зони на силна молибденова минерализация, 5-експлозивни брекчии, 6-зони на аргилизация, 7-геоложка граница, 8-контури на медно-рудната зона, 9-кварцово-жълтите зони с полисулфидна минерализация, 10-хидротермални изменения: SH-кварц-серицит-хлоритови, S-кварц-серицитови, P-пропилитови, K-калий фелдшпатови

3.3. Находище Цагаан Суварга

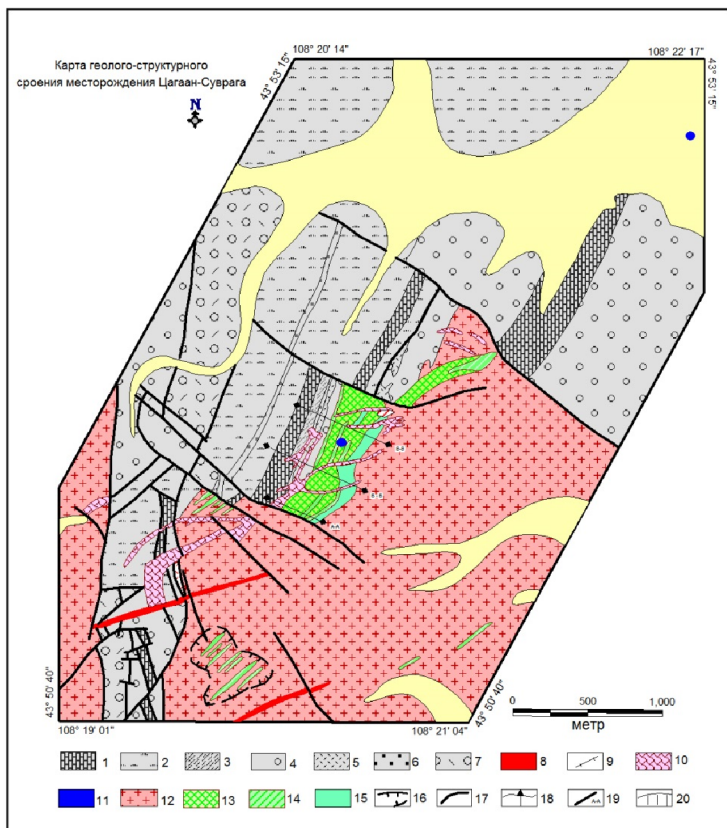
3.3.1. Особенности на геолого-структурния строеж

Цагаансуваргинското находище е разположено в границите на Улан-Уулската зона на Южно-Гобийската нагъната система (Геология МНР т.3, 1973), определена като Южно-Гобийска металогенна зона (Яковлев и др., 1979). В структурно отношение находището е отнесено към изтеглен в северо-западното направление блок на палеозойските образувания, ограничен от разломите на диагоналната система, т.е. северо-западното и северо-източното простирание. Рудовместващите

образувания са скалите на Цагаансуваргинския магматичен комплекс, образуващ едноименен масив. Значителна част от площта заема Цагаансуваргинският интрузивен масив от грано-диорити, габродиорити и грано-сиенити, затъващ в северо-западното направление под вулcano-утаечни отлагания от карбона (фиг.36). В строежа на масива се открояват две интрузивни фази (Берзина и др., 1984; Сотников и др.,1985). Първата е представена предимно от габродиорити, образуващи крайните части на масива. Основната част е образувана от гранитоиди от втората фаза, представени от кварцови сиенит-диорити и грано-сиенити, свързани с плавни преходи.

Сред гранитоидите на Цагаансуваргинския масив се открояват по-късните шоко- и дайковидните тела на порфировидните грано-сиенити, субалкалните гранит-порфири и аплити, отнасящите се към рудоносния порфирен комплекс. Размерите на телата са неголеми, сумарната площ на изходите е около 0,1 кв.км. Съгласно данните на В.И. Сотников и др.(1978), порфирният комплекс има възрастово откъсване от гранитоидите на Цагаансуваргинския комплекс от 20-30 млн. години. Рудоносният комплекс е представен от шоко- и дайковидни тела на порфировидните гранитоиди и порфири със субалкален състав, в значителна степен преобразувани под влияние на експлозивното брекчиране и постмагматичните процеси, преди всичко калиева фелдшпатизацията и образуване на кварцит (А.П.Берзина и др., 1984). Скалите на рудоносния комплекс образуват полегатопадащо тяло, залягащо между Цагаансуваргинските гранитоиди и включващо реликтови образувания на същите (фиг.36, 37). Освен това, в границите на находището се откроява също така и поструден комплекс във вид на дайки от албитофири и сиенит-порфири, възрастта на който е 228(±5) млн. години, което е значително по-малко от рудоконтролиращите кварц-калий- фелдшпатови метасоматити, възрастта на които се определя на 275 (±15) млн. години (Сотников и др. 1978).

От хидротермално-метасоматичните образувания широко развитие имат кварц-калий- фелдшпатовите, развиващи се върху гранитоидите на Цагаансуваргинския и порфирния комплекси, особено върху експлозивните брекчии, състоящи от отломъци от гранитоиди, кератофири и сиенит-диорити, свързани от туфогенен материал. Биминералните зони с кварц-калий-фелдшпатов състав (±серицит), отнесени към зоните на субширотните и северо-източни разломи, контролират линейните шокверкови рудни зони. В по-малка степен са изразени процесите на заместване на плагиоклаза от албит-серицитовия агрегат и на амфибола (хорнблендата) - от хлорит и пирит в гранитоиди.



Фиг. 36. Карта на геолого-структурния строеж на находището Цагаан Суварга (по материалите на Ц.Ценд-Аюуш, Л.Мягмар и Н.Вологдин).

Условните обозначения за фигури 36 и 37: 1-7 вулканогенно-утаечни скали от долен карбон: 1-варовити пясъчници, 2-алевропясъчници, 3-туфопясъчници, туфити, 4-туфи на андезитови порфирити, 5-дацити, 6-пясъчници, 7-конгломерати;

8-дайки на албитофири и кератофири а/в разреза, 9- дайки на диоритови порфирити, 10-щокове на аплитовидните гранити, 11-кварцови щокове, 12-сиенит-диорити, грано-сиенити, грано-диорити, 13-руди със съдържание на мед по-високо от 5%, 14-руди със съдържание на мед 0,3-0,5%, 15-руди със съдържание на мед 0,1-0,3%, 16-контури на рудния щокверк, 17-разломи, сондажни отвори за проби, 19-линии на изучените разреза, 20-калиева фелдшпатизация

Линейно изтегленият вид на рудния щокверк е обусловен от направлението на тектонично отслабената зона, явяващата се като водеща рудоконтролираща структура на находището. Във връзка с това, за разлика от други находища (Ерденегиин Овоо, Баян-Уул), на находището Цагаан Суварга не се открива ясна морфологична взаимовръзка между рудоносиян порфирен щок и рудния щокверк, макар такава връзка може да се предполага, ако се вземе под внимание значителен ерозионен срез на находището.

Степента на ерозионност на находището, изхождайки от особеностите на морфологията на магматичните и рудните тела (линейно изтегления вид и стесняване на орудяването в посока на падане), метасоматичните асоциации (преобладаване на калиева фелдшпатизация), рудните минерални парагенези (липса на зона на циментация, развитие на парагенезите на магнетита, хематита, молибденита, халкопирита, пирита), е доста дълбока. Предполага се, че рудното тяло първоначално обличало подложената на ерозия апикалната част на кухия залягащ щок на порфирните скали по посока на издигане на преминаващия към неголям кварцев щок, остатъци от долните части на които се откриват на даденото находище.

3.3.2. Първични ореоли

Първичните ореоли на Цагаансуваргагинското находище са изучени по ядрата на сондажните отвори, прокарани по трите профила, отварящи в различна степен ерозиралите рудни тела (фиг. 37, 38). Степента на ерозия на рудни тела се увеличава от северо-изток към юго-запад. Най-интензивни ореоли образуват медта (0,1-1%), молибденът (0,005-0,1%), среброто (0,0001-0,001%), по интензивността на ореоли отстъпват цинкът (0,005-0,1%), оловото (0,001-0,05%), бисмутът (0,0001-0,0005%), хромът (0,005-0,05%), ванадият (0,01-0,04%), кобалтът (0,001-0,05%) и др. Ясното изнасяне на елементи от рудната зона не се наблюдава, въпреки тенденцията за намаляване на съдържание на хром, ванадий, кобалт в рудните тела до фоновото в случаите, когато положителните аномални концентрации на тези елементи се приближават до вертикалните или хоризонталните страни на рудните тела. Манганът, барият и никелът образуват обширни, слабо контрастни и недиференцирани ореоли.

Ореоли на мед, молибден, сребро, калай и волфрам по вертикала са проследени на 600 м и практически нямат контури нито отгоре, нито отдолу. Ореолите на олово, цинк, бисмут, хром, ванадий и кобалт имат контури само в областта, определяща централната зона на развитие на орудяване, тъй като ореолите на тези елементи са отнесени

към периферийните части на рудните тела. В зависимост от дълбочината на ерозионния срез съставът на ореоли в отделните разрези се променя. В частност, разрез AA не съдържа ореоли на бисмут, хром, но има най- контрастни ореоли на волфрам. При това, максимална мощност във всички разрези имат ореолите на мед , молибден, сребро (300-500 м и повече). Мощността на ореолите на калай, цинк е примерно 200-300 м, ореолите от олово, волфрам, бисмут - 100-200 м, а ореолите от хром, ванадий и кобалт са тесни, разпръснати зони с мощност по-малка от 150 м.

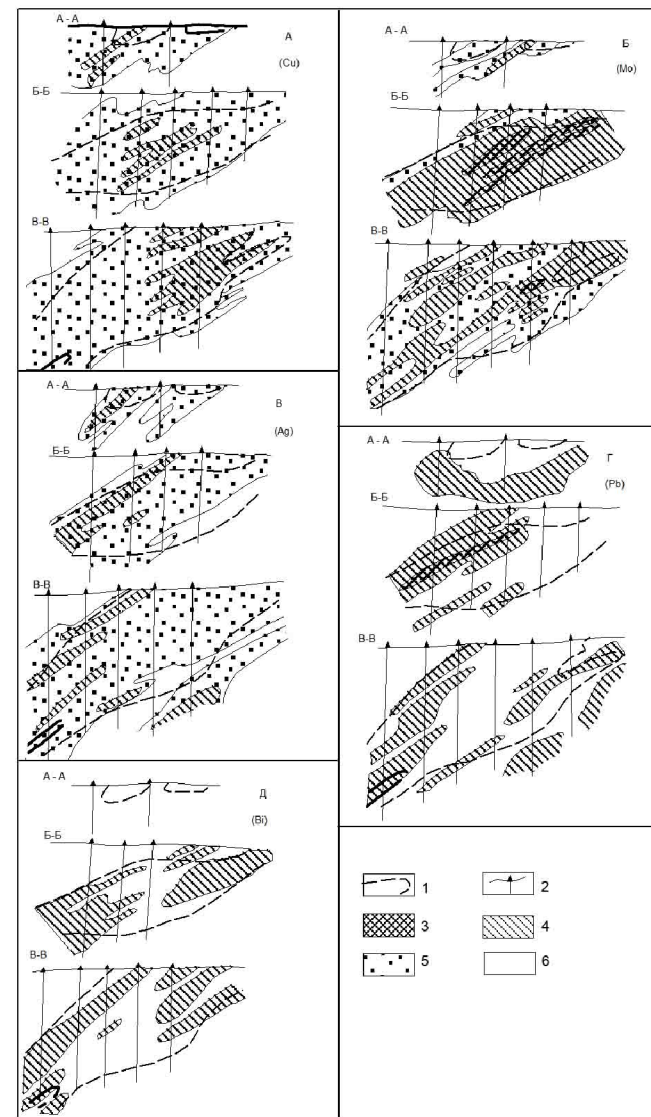
Разрез AA Cu>Ag>Co,V,W,Mo>Zn,Sn,Pb

Разрез BB Cu>Ag,Bi>Mo>Co>Cr,V,W>Pb,Zn,Sn

Разрез BB Cu>Ag,Bi>Mo,Co,V>Zn,Cr,W>Pb>Sn

В обобщен вид тези разрези могат да бъдат представени от реда: Cu,Ag> Mo,Co,Bi > V,W> Zn,Cr,W > Pb > Sn, който, като цяло, съответства на известния ред на напречната зоналност на ореолите на медно-порфирните находища (Григорян и др.,1976). Поради широкото развитие на пострудните дайки и тектоничното разделение на находището на нееднакво ерозирани блокове, зоналността на находището е изявена неясно, но независимо от това, е видно (фиг. 38), че Ag,Pb,Zn,Bi образуват ореоли основно по вертикалната страна на рудните тела, а Mo,Co,Cu,Sn - по хоризонталната им страна. По относителното положение на центрове на “тежест” на ореоли на отделните елементи може да се състави следният ред на зоналност (от хоризонталната страна към вертикалната):

Mo,Sn,Co⇒ Cu ⇒ Zn,Bi,Pb,Ag

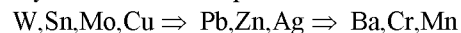


Фиг. 38. Карта на разпределението на аномалните концентрации на главните елементи-индикатори в първичните ореоли (в разрези) на находището Пагаан-Суварга: мед (А), молибден (Б), сребро (В), олово (Г), бисмут (Д): 1. контури на рудни тела, 2. сондажни отвори, 3-6. нива на концентрация на елементите (в 10-3 %):

	<i>Mo</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Pb</i>	<i>Bi</i>
3	50-100	-	-	5-50	-
4	10-50	>1000	5-10	1-5	0.5-5
5	5-10	100-1000	1-5	-	-
6	<5	<100	<1	<1	<0.15-50

3.3.3. Вторични ореоли

Рудното поле на находището напълно бе обхванато от опробването на рохкави отлагания. Във вторичния ореол на находището най-широко са разпространени медта, молибденът и среброто. Размерите на ореолите на тези елементи са съответно 5,0 кв.км, 6,0 кв.км, 5,5 кв.км. Ореолите на тези елементи по контрастност са най-интензивни, кларковите числа на концентрацията съответно са: Си-30-300, Мо-6-230, Аг-75-1875, а коефициентите на концентрацията им относно местния геофон са: Си-6-608, Мо-4-150, Аг-60-1500. Барият се характеризира със значителна площ (5,0 кв.км.) на аномалните полета, образувалите се в периферийните зони на рудното поле, обаче контрастността на ореолите е относително ниска (кларково число на концентрация е по-малко от 3,5). Ореолите на другите елементи, ако не се отчитат единичните проби с високо съдържание на волфрам (30 кларкови числа), калай (15 кларкови числа), имат незначителни размери (по-малко от 0,5 кв.км) и контрастност (по-малко от 2-4 кларкови числа). По съотношение на кларкови числа на концентрацията и размерите на аномалните полета се установява следният формационен ред на вторичния ореол на Цагаансуваргинското находище: Си,Мо >Аг>Ва, W, Sn >Pb, Zn, Mn, който достатъчно добре се съгласува с този за първичния ореол. Като цяло, по състав първичните и вторичните ореоли са близки. Разликата е в отсъствието във вторичните ореоли на бисмут и литофилни елементи (Со, Ni, V). Ако се отчете това, че контрастността на всички елементи във вторичния ореол е на 1-2 порядъка по-ниска в сравнение с първичния ореол, то отсъствието на гореизброените елементи в аномалните съдържания във вторичния ореол е напълно закономерно, тъй като първичните ореоли на тези елементи се характеризират със съдържанията само на 2-3 порядъка по-високи от кларково число или местните фонове. Във вторичните ореоли такава контрастна геохимична зоналност, както в първичните ореоли, не се установява, макар че се наблюдава тяхната външна концентрична зоналност относително рудните тела със следното последователно разположение на максимумите на концентрации на елементите:



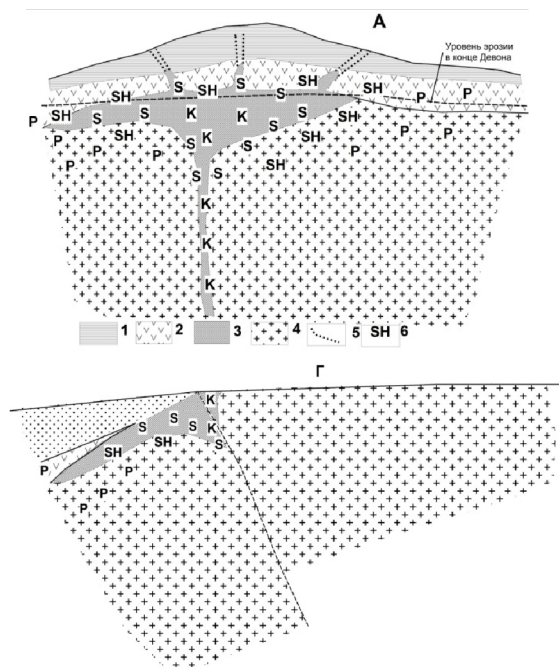
3.3.4. Потоци на разсейване

Разпределението на химичните елементи в потоците на разсейване е изучено в четири сухи корита, отчетливо проявени в релефа и непосредствено пресичащи рудните зони. По нивата на концентрация на отделните елементи са открити ясни аномални потоци на разсейване на мед (0,01-0,1%), молибден (0,0005-0,005%), сребро (0,1-0,5г/т). Цинк, цирконий, манган в аномалните съдържания се срещат само в няколко единични проби.

В коритата, дрениращи фланговите части на рудните тела и екзоконтактните зони (т.е. зони на възможното повторно отлагане на изнесените елементи), слабоконтрастни аномални потоци на разсейване се образуват от кобалта и хрома. По размерите на басейните на денудация потоците на разсейване на медта, молибдена и среброто са сходни (фиг. 46). Най-голяма контрастност имат потоците на разсейване на медта и молибдена (на 1-2 порядъка повече от геофона), а среброто- по-малка (до 5 геофона). Наблюдава се много слабо изразена хоризонтална зоналност, подчертаваща особеностите на рудното поле: Си, Мо, Аг се ориентират към центровете на всичките потоци, а Со, Cr, Mn, Zr, Zn се намират предимно в участъците на потоците на разсейване, дрениращи зоната на повторно отложените елементи.

Сравнението на вторичните ореоли и потоците на разсейване на находището показва, че потоците на разсейване в условията на крайно аридната пустинна биоклиматична зона и слабо разчленения релеф са по-малко ефективни, в сравнение с вторичните ореоли, макар че основните рудни елементи образуват доста ясни потоци.

Обосноваването на този извод се потвърждава от обстоятелството, че районът на Цагаансуваргинското находище е едно от най-благоприятните места за образуване на потоци на разсейване в дадения регион. Но и при такава благоприятна обстановка потоците на разсейване по контрастност са на порядък по-ниски от вторичните ореоли, и при тях почти всички закономерности за зоналния строеж на ореолите са размити. По-долу е показан обобщен гелого-геохимичен модел на находището Цагаан Суварга (фиг.55).



Фиг. 55. Геолого-геохимичен модел на развитие на находището Цагаан Суварга във времето (А- през Девон, Б-през Карбон, В- след късно-карбоновата колизия, Г- в настоящето време). 1-вулканогенно-утаечни образувания, 2-вулканити с основен и среден състав, 3-рудни тела, 4-предруден грано-диорит, грано-сиенитов масив, 5-рудноосни жилни зони, 6-хидротермални изменения: SH-кварц-серицит-хлоритови, S-кварц-серицитови, P-пропилитови, K-калий- фелдшпатови

Глава 4. Геолого-геохимичен модел на медно-порфирните находища на Монголия показва модела на тези находища, създаден на основание на гореизложените резултати от изследванията. При това, от различните методи на моделиране е избран методът на определение на факторните признаци на изучените находища. В дадения труд под геолого-геохимично моделиране на находище се разбира обобщената характеристика на основните геолого-геохимични процеси, участващи във формирането на находищата. Те включват следните 15 фактора:

1. Геодинамична обстановка, 2. Рудовместващи скали, 3. Предрудни (предшествващи) интрузии, 4. Порфирен магматизъм, 5. Видове

хидротермални изменения, 6. Вулканични скали, 7. Връзка между порфирните интрузии и орудяването, 8. Дълбочина на формиране на орудяването, 9. Дълбочина на ерозията, 10. Простиране на рудното поле, 11. Възраст на орудяването, 12. Състав на първичните геохимични орели, 13. Геохимична зоналност, 14. Състав на вторичните орели, 15. Състав на потоците на разсейване

На основание на тези данни е разработен обобщаващ геолого-геохимичен модел на медно-порфирните находища на Монголия във вид на пространствено-зоналното разпределение на основните елементи-индикатори спрямо промишленото орудяване.

Глава 5. Практическо използване на резултатите от изследването и стратегия за търсене на медно-порфирни находища на територията на Монголия. Главата е посветена на описането на резултатите от използване на методиката, разработена на основание на настоящето изследване, при търсене на медно-порфирни находища в Монголия и, в частност, при откриване на находищата Их салаа и Оюут толгой, извършено от автора на настоящия труд.

Публикации по темата на дисертационния труд:

1. Koval P.V., Gotovsuren A., Ariunbileg and Libatorov Yu.L. On prospecting for porphyry copper mineralization in intercontinental mobile zones (Moygol-Okhotsk belt, Mongolian People's Republic). *Journal of Geochemical Exploration* 32 (1989) 369-380. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam-Printed in The Netherlands
2. Коваль П.В., Ариунбилэг С., Готовсурэн А. К модели рудно-магматической системы молибден-медно-порфирового оруденения Монголо-Охотской внутриконтинетальной подвижной зоны. Рудообразование и генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск, Наука, 1988, стр. 240-248.
3. Richard H. Sillitoe, Ochir Gerel, Gunchingiin Dejida, Ayurzanz Gotovsuren, Dambiin Sanjaadorj, Shirbazariin Baasandorj, Dashiin Bat-Erdene Mongolia's gold potential. In *Journal MINING MAGAZINE* July 1996 London, England
4. А. Готовсурэн, А.М. Спиридонов, С.И. Дриль К возрастным проблемам магматизма и оруденения Их Хайрханского прогиба. В кн.: Проблемы геодинамики и металлогении Монголии (Труды научных исследований Института Геологии и Минеральных ресурсов Монголии при Научной Академии Монголии №19), г. Уланбаатор, 2009, стр. 101-106.