

УДК 549.281

САМОРОДНА МІДЬ БІЛОКАМ'ЯНСЬКОЇ СТРУКТУРИ (СЕРЕДНЄ ПОБУЖЖЯ)

О. Павлюк¹, В. Кислюк², В. Павлюк²

¹*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України
імені М.П. Семененка*

03680 м. Київ-142, просп. акад. Палладіна, 34

E-mail: alya.pavlyuk@gmail.com

²*Правобережна геологічна експедиція ПДГРП Північгеологія
09150 Київська обл., с. Фурси*

Самородну мідь знайдено в корі звітрювання залізисто-кременистих і графітистих порід бузької серії неорхею в межах Білокам'янської структури (Середнє Побужжя). Зерна міді є кристалами розміром до 0,6 мм, псевдотетраедричного, гексоктаедричного, октаедричного, кубічного габітусів і пластинчастими утвореннями. Мінерали-супутники міді представлені піротином, халькопіритом, титаномагнетитом і графітом; елементи-супутники – Cr, Ni, Co. Аномалії міді виявлені в амфіболових, двопіроксенових кристалосланцях. Найвірогідніше, мідь Білокам'янської ділянки утворилася внаслідок відновлення її з сульфідів у гіпергенних умовах під час утворення кори звітрювання кристалічних порід.

Ключові слова: самородна мідь, кора звітрювання, бузька серія, неорхея, Середнє Побужжя.

У 1980 р. на завершальному етапі геологічного знімання масштабу 1:50 000 Ободівської площі (В. Зюльцле, 1980) на Білокам'янській ділянці в корі звітрювання залізисто-кременистих і графітистих порід виявлено самородну мідь з вмістом до 19,7 кг/т.

Білокам'янська ділянка розташована південніше с. Білий Камінь Чечельницького р-ну Вінницької обл. Це кільцева структура діаметром 3–5 км, утворена лінзами і штокоподібними тілами залізисто-кременистих, графітистих, карбонатно-силікатних і метабазитових порід різної потужності, що залягають круто (рис. 1).

Центр структури і частину її південно-східного крила вивчено профілем з 11 картувальних і 2 похилих розшукових свердловин (Т. Вітінтьов, 1978; В. Зюльцле, 1980). Геологічні утворення структури В. Зюльцле зачислив до бузької серії неорхею.

Залізисті породи чітко виділені в магнітному полі аномаліями інтенсивністю до 2,5 тис. нТл. Усього в межах структури, згідно з даними магніторозвідки, прогнозують шість лінз залізо-кременистих порід, з них мінімум три мають штокоподібну форму діаметром 100–250 м.

У центрі структури зафіксовано локальний гравітаційний максимум інтенсивністю до 5,9 мгл і діаметром 1,2 км.

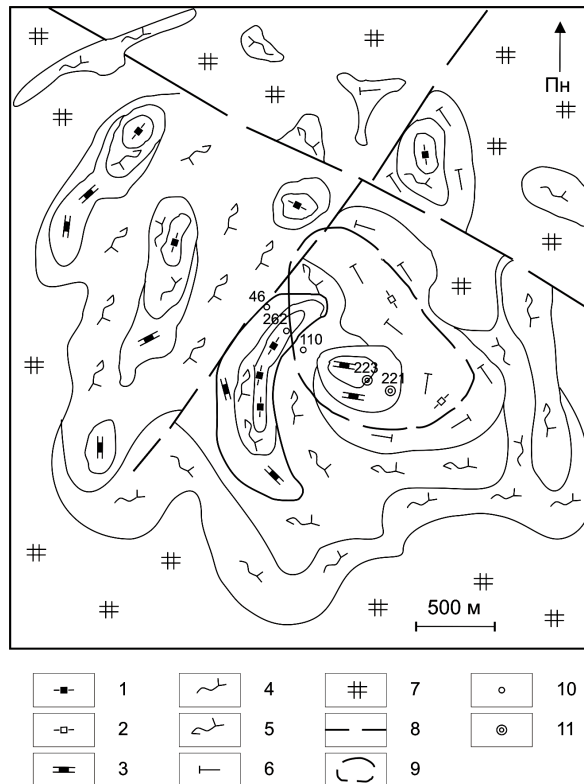


Рис. 1. Геологічна схема Білокам'янської структури:

1 – магнетитові кварцити; 2 – безрудні кварцити; 3 – кальцифіри; 4 – гіперстенові кристалосланці; 5 – двопіроксенові кристалосланці; 6 – графітові гнейси; 7 – чарнокіти; 8 – розломні зони; 9 – гравітаційний максимум; 10 – картувальні свердловини; 11 – розшукові похилі свердловини.

Залізисті кварцити облямовані лінзами безрудних кварцитів з польовим шпатом, гіперстеном і гранатом, гранат-гіперстенових і двопіроксенових кристалосланців, кальцифірів і скарнів. Потужність лінз цих порід коливається від 1,5 до 20,0–30,0 м. Залягають вони субвертикально під кутом 65–75°.

Згідно з даними І. Вітитньова (1978), у св. 46 в інтервалі 149,3–165,2 м розкрито вторинну карбонат-хлорит-кременисту породу, яку дослідник діагностував як гідротермально змінений серпентиніт, а кварц-гіперстен-магнетитові кристалосланці та діопсид-гранатові скарни, що його оточують, є продуктами контактового метасоматозу. Однак те, що у звітрілій породі нема Cr, Ni і Co, а також великі (понад 1 %) вмісти Mn свідчать, що це, найшвидше, звітрілий кальцифір або скарн.

Супракрystalні утворення Білокам'янської структури залягають у полях чарнокітів і мігматит-чарнокітів – порід зеленкувато-сірого кольору, складених з калішпату (55–60 %), кварцу (20), плагіоклазу (5), біотиту (5–7), гіперстену (10) і гранату (2–3 %). Ці породи часто містять останці гнейсів і кристалосланців. Кора звітрювання над кристалічними породами має добре розвинуті жорств'яну, жорств'яно-глинисту і глинисту зони й загальну потужність 25–70 м.

Самородна мідь виявлена похилою св. 223, яку бурили для вивчення природи кільцевої магнітної аномалії інтенсивністю до 2 000 нТл діаметром 350 м. Свердловиною розкрито такий загалом тричленний розріз (зверху донизу):

- кременисто-каоолініт-гідрогетитова смугаста кора звітрювання, часто з графітом, утворена на вірогідно гіперстен-магнетитових кристалосланцях, графіт-гранатових гнейсах і залізистих кварцитах (96,5–174,0 м);

- силікатно-карбонатна пачка, складена кальцифірами і кальцит-діопсидовими скарнами, які містять серпентин, флогопіт і шпінель, з прошарками кварц-гранат-гіперстенових кристалосланців (174–281 м);

- двопіроксенові кристалосланці з прошарками гранат-гіперстенових (281,0–347,5 м).

Кора звітрювання – це сіро-червоні, вишнево-червоні, реліктово-тонкосмугасті породи, які містять змінну кількість прожилків кварцу потужністю 2–20 мм і комірок, заповнених вохрою, зрідка каоолінітом. Вміст сумарного заліза ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) в корі звітрювання коливається від 10–15 % у центральній (графітистій) частині до 30–53 % на початку й наприкінці інтервалу. Центральна частина розрізу кори збагачена графітом у кількості 4,6–6,8 %. Тут спостерігають останці гранат-біотит-графітових гнейсів. Звідси можна зробити висновок, що звітріла частина розкритого св. 223 розрізу – це два пласти магнетитових кристалосланців, розділених пластом графітових гнейсів.

Силікатно-карбонатна пачка порід центральної частини розрізу складена вгорі смугастим флогопітизованим шпінель-серпентиновим офікальцитом, а внизу масивним шпінель-флогопіт-серпентиновим кальцифіром, які не мають суттєвих відмінностей у хімічному складі. За співвідношенням $\text{CaO}:\text{MgO} = 1,7:1,0$ вони близькі до кальцифірів хащувато-завалівської світи бузької серії палеоархею. На контактах з карбонатами виявлено лінзи скарноподібних двопіроксенових, кварц-діопсидових, гранат-двопіроксенових порід, зрідка флогопітизованих і графітизованих.

Серед основних кристалосланців нижньої пачки переважають двопіроксенові кристалосланці, подекуди біотитизовані й амфіболізовані. В них трапляються смуги роговообманково-гіперстенових порід, які містять менше Cr, Ni й Cu.

Самородна мідь виявлена в дев'яти протолочних мінералогічних пробах кори звітрювання св. 223 в інтервалі завдовжки 71,5 м у кількості від одиничних зерен до 19,7 кг/т (див. таблицю). Мідь представлена кристалами розміром 0,1–0,6 мм псевдотетраедричного, гексоктаедричного, октаедричного і кубічного габітусів та їхніми зростками, деколи гексагональними пластинками. З міддю асоціюють піротин, халькопірит (одиничні зерна), титаномагнетит, графіт. У пробах, де зафіксовані великі вмісти міді, виявлено сидерит (до 36,3 кг/т), барит (до 2 г/т), пірит (до 2,4 кг/т), хлорит (до 19,7 кг/т).

Силікатні аналізи з цих інтервалів засвідчують незвичайно високий вміст загального SO_3 – до 15,58 %, у тім числі розчинного – до 3,12 %, сірки – до 4,98 %. Це є ознакою значної кількості первинних сульфідів і високовідновного середовища, яке сприяло утворенню самородної міді з сульфідів. Спектральним аналізом мідь зафіксована лише у вигляді аномалій невисокої контрастності (0,01–0,02 %). З міддю асоціюють хром, нікель, кобальт. Це свідчить про зв'язок міді з базитовим середовищем.

Вміст міді й супутніх елементів у корі звітрювання (св. 223)

Інтервал, м	Потужність, м	Вміст самородної міді	Вміст супутніх елементів, × 10 ⁻³ %				Порода
			Cu	Ni	Co	Cr	
99,5–103,0	3,5	Знаки	0,7 і 1,5	0,5	0,3	3	Кора гідрогетит-каолінітова з тонкими лінзами кварцу
103–106	3	Те ж	2,0 і 0,5	0,3	0,5	3	
106–107	1	0,5 г/т	0,3 і 7,0	0,5	0,3	3	Кора вохристо-кремениста з графітом (лінзи потужністю 1–3 см)
107–111	4	–	2,0 і 0,5	0,2	0,3	5	
111–118	7	Знаки	3 і 7	0,7	0,5	7	Кора каолінітова графітиста
118–121	3	–	2,0 і 0,5	0,1	0,2	5	
121–125	4	0,5 г/т	1 і 1	0,1	0,3	3	Кора гідрогетит-кварц-каолінітова графітиста з реліктовою гнейсовою смугастістю
125–129	4	Те ж	1 і 1	3,0	2,0	100	
129–133	4	–	2 і 2	0,2	–	1	
133–137	4	0,1 г/т	2 і 3	3,0	0,5	10	
137–141	4	Те ж	15 і 5	3,0	1,0	5	
141,0–143,5	2,5	2,0 г/т	10,0 і 1,5	5,0	2,0	20	Гнейс графіт-гранат-біотитовий звітрілий
143,5–147,0	3,5	Знаки	3,0 і 1,5	1,0	0,5	7	Гнейс графіт-біотитовий з гідрохлоритом і графітом, каолінізований
147–150	3	Те ж	3 і 2	1,0	0,2	2	
150–155	5	–	3 і 1	1,0	0,5	7	
155–159	4	–	20 і 7	1,0	0,5	10	
159,0–162,5	3,5	–	15 і 10	2,0	0,5	7	Кора каолініт-гідрослюди-сто-монморилонітова
162,5–167,0	4,5	19,7 кг/т	3,0 і 0,2	5,0	1,0	5	
167–171	4,0	10,4 кг/т	20 і 7	7,0	2,0	10	Кора карбонатно-гідрослюди-ста з лінзами кварцу
171,0–171,8	0,8		1 і 5	0,1	–	1	Кварцит з гранатом
171,8–174,6	2,8		3 і 5	0,1	–	10	Кварц-гранат-гіперстенова порода

Примітка: Знаки – вміст самородної міді до 1 г/т.

Результати повторного випробування спектральним аналізом виявили різницю у вмістах міді у півтора–три рази. Це, а також невідповідність спектрального аналізу мінералогічному, свідчить про вірогідні втрати міді, особливо самородної, під час оброблення (дотирання) спектральних проб.

Дані спектральних аналізів з 13 картувальних і 2 розшукових похилих свердловин, пробурених у межах Білокам'янської структури, підтверджують поширення аномалій міді в амфіболізованих двопіроксенових кристалосланцях. Мідь у кількості 0,01–0,03 % чітко корелює з хромом (0,02–0,05 %) і нікелем (0,01–0,02 %). Найвірогідніше, метабазили формують ядерну частину Білокам'янської структури, розкриті свердловинами 110 і 223 (див. рис. 1, 2). У цих свердловинах міддю збагачені абсолютно всі випробувані спектральним аналізом амфібол-двопіроксенові кристалосланці: у св. 223 в інтервалі 155–171 м – 16 м, 260–347 м – 87 м (разом 107,5 м); у св. 110 в інтервалі 137,0–143,5 м – 6,5 м.

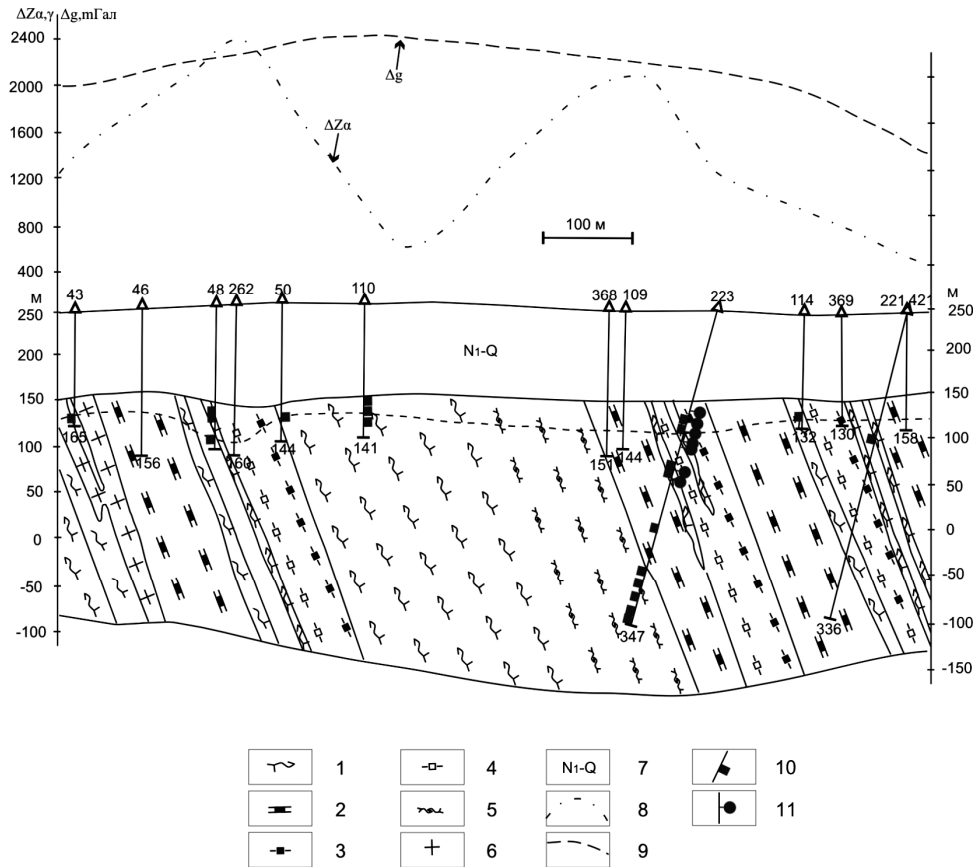


Рис. 2. Геологічний розріз Блокам'янського прояву самородної міді:

1 – метабазитові пачки (двопіроксенові амфіболізовані кристалосланці); 2 – карбонатні пачки (доломіт-кальцитові кальцифіри, гранат-олівін-серпентинові скарни); 3–5 – залізо-кременисті пачки: 3 – магнетитові кварцити, 4 – безрудні кварцити, 5 – гранат-біотит-гіперстенові з магнетитом кристалосланці; 6 – жильні біотитові граніти; 7 – осадова товща, складена глинами, пісками міоцену та четвертинними суглинками; 8 – графік спостереженого магнітного поля; 9 – аномалії міді; 10 – знахідки самородної міді.

У піроксен-амфіболових кристалосланцях з серпентин-азбестом св. 110 І. Вітін'юв (1978) зафіксував вкраплення дрібних (до 1 мм) зерен халькопіриту – зеленкувато-жовтих, пластинчастих, з доброю спайністю. З халькопіритом тісно асоціює піротин.

Дещо підвищений, не характерний для габроїдів, вміст Ni (до 0,025 %) свідчить про вірогідну наявність сульфідів нікелю типу пентландиту (зазвичай, у габроїдах вмісти хрому переважають над нікелем, тут – навпаки).

Важливо, що в св. 223 вміст міді дещо зростає вниз по інтервалу, тобто є вірогідність на більших глибинах (понад 350 м) виявити поклади з промислово-значимими вмістами міді та нікелю. У св. 221 (інтервал 210–230 м) у скарнах (гранат-гіперстенових, часто з флогопітом), що оточують тіло мафітів, вміст міді коли-

вається від 50–70 до 200 г/т; у св. 223 (інтервал 237–244 м) з'являється нікель у кількості 200–700 г/т, що є ознакою наявності сульфідів нікелю.

На підставі сучасних геологічних уявлень Білокам'янську ділянку треба трактувати як метавулканогенно-осадову кільцеву структуру – кальдеру палеоархейського вулкана з двома потоками вірогідно толеїт-коматіт-базальтової магми, збагаченої Cu й Ni, розділеними графіт-карбонат-залізистою вулканогенно-осадовою товщею.

Відсутність добре виявленої диференціації (мінімум у вертикальному інтервалі приблизно 100–350 м) і крутоспадні залягання порід дещо знижують прогнозну оцінку на сульфідне мідно-нікелеве зруденіння. Водночас високий (до 20 кг/т) вміст самородної міді, яку легко збагачувати, і вірогідні перспективи на платиноїди й сульфідний нікель, а також значні (до 5 км) розміри структури дають змогу обгрунтувати в її межах необхідність проведення розшукових робіт.

Отже, самородна мідь Білокам'янської кільцевої структури представлена різноманітними морфологічними формами (псевдотетраедрами, октаедрами, гексоктаедрами, кубами і пластинчастими утвореннями), що характерно для зон гіпергенезу. За даними спектрального аналізу, самородна мідь та її аномалії тяжіють до прошарків двопіроксенових кристалосланців – метабазитів, збагачених нікелем, хромом і карбонатом. Горизонти цих порід потужністю до 200 м і більше можуть стати промислово-значимими гірничорудними об'єктами на мідь і, можливо, благородні метали. Самородна мідь, найвірогідніше, утворилась у процесі формування кори звітрявання з метабазитів і насичених сіркою, графітом, оксидами заліза водонепроникних глинистих порід під час відновлення халькопїриту.

NATIVE COPPER OF THE BILOKAMYANSKA STRUCTURE (MIDDLE BUH REGION)

O. Pavlyuk¹, V. Kyslyuk², V. Pavlyuk²

¹*Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU
Akad. Palladin Av. 34, UA – 03680 Kyiv-142, Ukraine,
E-mail: alya.pavlyuk@gmail.com*

²*Pravoberezhna Geological Expedition of NSRGO Pivnichgeologiya
Fursy village, UA – 19150 Kyiv region, Ukraine*

Native copper has been discovered in the crust of weathering of ferrous-siliceous and graphitic rocks of Neoproterozoic Buz'ka series in Bilokamyanska structure (Middle Buh Region). Grains of copper are presented by the crystals (to 0,6 mm) of pseudo-tetrahedral, octahedral, cubic habit and by foliated grains. Minerals-satellites of copper are presented by pyrrhotine, chalcopyrite, titanomagnetite and graphite; elements-satellites – by Cr, Ni, Co. Anomalies of Cu have been discovered in the amphibole and two-pyroxene crystalline schists. It is quite possible that the copper of Bilokamyanska area had been formed as a result of its restoration from sulphides in hypergene conditions during formation of crystalline rocks crust of weathering.

Key words: native copper, crust of weathering, Buz'ka series, Neoproterozoic, Middle Buh Region.

**САМОРОДНАЯ МЕДЬ БЕЛОКАМЕНСКОЙ СТРУКТУРЫ
(СРЕДНЕЕ ПОБУЖЬЕ)****А. Павлюк¹, В. Кислюк², В. Павлюк²**

¹*Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины
имени Н.П. Семененко*

03680 г. Киев-142, просп. акад. Палладина, 34

E-mail: alya.pavlyuk@gmail.com

²*Правобережная геологическая экспедиция ПДГРП Пивничгеология
09150 Киевская обл., с. Фурсы*

Самородную медь обнаружили в коре выветривания железисто-кремнистых и графитистых пород бугской серии неоархея в пределах Белокаменской структуры (Среднее Побужье). Зерна меди – это кристаллы размером до 0,6 мм псевдотетраэдрического, гексоктаэдрического, октаэдрического, кубического габитусов, а также пластинчатые образования. Минералы-спутники меди представлены пирротином, халькопиритом, титаномагнетитом и графитом, элементы-спутники – хромом, никелем, кобальтом. Аномалии меди выявлены в амфиболовых и двупироксеновых кристаллосланцах. Наиболее вероятно, что медь Белокаменского участка образовалась в результате восстановления ее из сульфидов в гипергенных условиях в процессе образования коры выветривания кристаллических пород.

Ключевые слова: самородная медь, кора выветривания, бугская серия, неоархей, Среднее Побужье.

Стаття надійшла до редколегії 24.06.2009

Прийнята до друку 15.09.2009