

ZŁOŻA KOPALIN MINERALNYCH POBUŻA, ŚRODKOWA UKRAINA

Mineral deposits of Pobuże district, Central Ukraine

Jadwiga PIECZONKA & Adam PIESTRZYŃSKI

*Akademia Górniczo-Hutnicza Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Katedra Geologii Złożowej i Górniczej;
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;
e-mail: piestrz@geol.agh.edu.pl*

Abstract: Pobuże area is a perspective for different mineral commodities. In this area, several genetically different deposits have been identified. In the Kapitanowski Massif chromites and Ni-silicate deposits occur. Tarasowskie Zr-Ti deposit is one of the biggest the alluvial deposit in Ukraina. Maiskoje, Au-deposit is more interesting within 21 targets discovered. Zawalje graphite deposit is a world class.

Key words: mineral deposits Fe, Cr, Ni, Ti-Zr, Au, graphite, Pobuże, Central Ukraine

Słowa kluczowe: złoża Fe, Cr, Ni, Ti-Zr, Au, grafit, Pobuże, Centralna Ukraina

WSTĘP

Ukraina znana jest głównie ze złóż węgla (Donieck), rud manganu (Nikopol) i żelaza (Krzywý Róg), występujących we wschodniej i środkowej części kraju, ze złóż rud złota i soli na Zakarpaciu oraz ze złóż rud tytanu i surowców skalnych na Wołyniu. Najrzadziej, pod kątem obecności złóż, jest opisywana centralna część kraju i dlatego też zdecydowano się na przedstawienie kilku złóż, zlokalizowanych w rejonie środkowego Pobuża. Pobuże jest nazwą zwyczajową części Podola, położonego nad Bugiem Południowym, należącym do zlewni Morza Czarnego. Geologicznie, Pobuże zlokalizowane jest na bloku gołowańskim, który jest częścią megabloku dniestrowsko-bugskiego (Fig. 1). W tej części zlokalizowane są główne złoża rud żelaza, chromu, niklu, tytanu i cyrkonu, grafitu oraz złota. Są to złoża różnych typów genetycznych, o różnym stopniu rozpoznania i o różnym znaczeniu ekonomicznym. Przedstawiona poniżej budowa geologiczna tego obszaru, została opracowana na podstawie informacji prof. Parańki, z Krzyworooskiego Uniwersytetu Technicznego. Pozostałe materiały zostały zebrane podczas praktyk terenowych studentów AGH, które odbywają się corocznie od 2002. Przedstawiona praca jest syntezą istniejących danych i zarazem próbą wyjaśnienia skomplikowanej genezy niektórych złóż, na podstawie rozpoczętych badań.

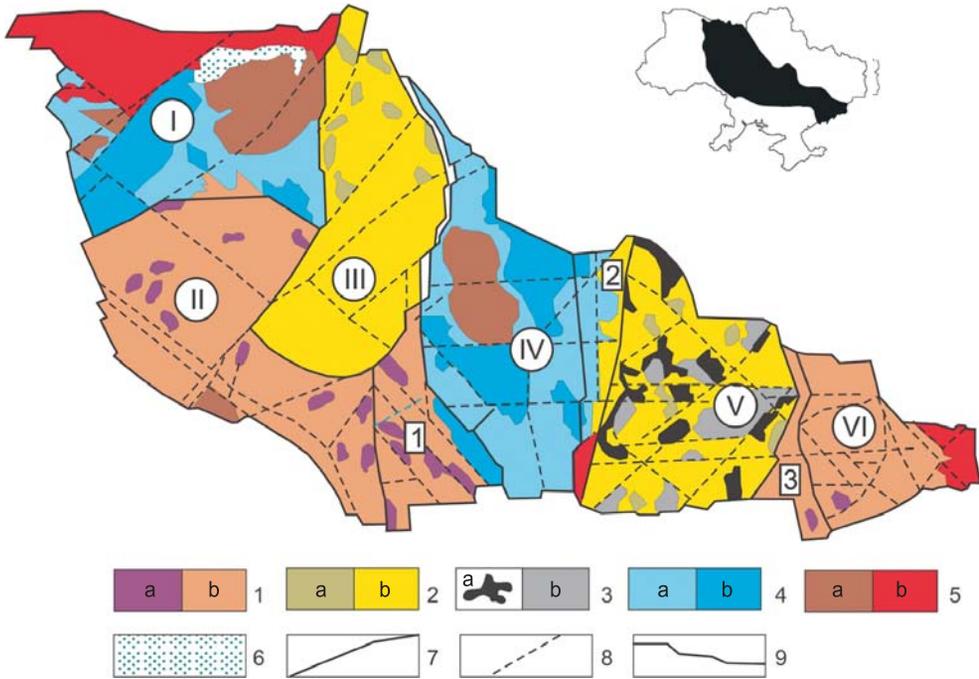


Fig. 1. Schemat podziału tektonicznego tarczy ukraińskiej (na podstawie materiałów prof. Parańki). Megabloki: I – wołyński, II – dnjestrowsko-bugski, III – rosinsko-tikiczski, IV – ingulski, V – sredniepridnieprowski, VI – priazowski. Strefy międzyblokowe: [1] – gołowańska, [2] – inguliecko-krzyworoska, [3] – oriechowo-pawłogradzka. 1 – paleoarchaiczne kompleksy skalne: a – metawulkanogenno-osadowe, b – granitoidowe; 2 – kompleksy mezoarchaiczne: a – metawulkanogenno-osadowe, b – granitoidowe; 3 – kompleksy neoarchaiczne: a – metawulkanogenno-osadowe, b – granitoidowe; 4 – kompleksy paleoproterozoiczne: a – metawulkanogenno-osadowe, b – granitoidowe; 5 – plutoniczne kompleksy skalne mezoproterozoiku: a – dioryty, gabro-dioryty, b – granity rapakiwi, anortozyty, gabro-anortozyty, monzonity; 6 – osadowo-wulkanogeniczne kompleksy neoproterozoiku; 7 – granice megabloków; 8 – uskoki; 9 – granice tarczy ukraińskiej

Fig. 1. Structure of Ukrainian shield (based on archival data by prof. Parańki). Mega-blocks: I – Wołyński, II – Dniestrowsko-Bugski, III – Rosinsko-Tikiczski, IV – Ingulski, V – Sredniepridnieprowski, VI – Priazowski. Intra-block zones: [1] – Gołowańska, [2] – Inguliecko-Krzyworoska, [3] – Oriechowo-Pawłogradzka. 1 – Palaeoarchaean Complex: a – metavolcanogenic-sedimentary, b – granitoides; 2 – Mesoarchaean Complex: a – metavolcanogenic-sedimentary, b – granitoides; 3 – Neoarchaean Complex: a – metavolcanogenic-sedimentary, b – granitoides; 4 – Palaeoproterozoik Complex: a – metavolcanogenic-sedimentary, b – granitoides; 5 – plutonic complexes of Mesoproterozoik: a – diorites, gabro-diorites, b – rapakiwi granites, anortozites, gabro-anortozites, monzonites; 6 – sedimentary-volcanogenic complexes of Neoproterozoik; 7 – mega-block boundaries; 8 – faults; 9 – Ukrainian Shield boundary

BUDOWA GEOLOGICZNA POBUŻA

Około 95% powierzchni Ukrainy znajduje się w granicach obszarów platformowych, do których należą:

- 1) stara, przedryfejska platforma wschodnioeuropejska (kraton) z prekambryjskim podłożem;
- 2) młoda platforma zachodnioeuropejska ze sfałdowanym, bajkalskim i kaledońskim podłożem;
- 3) płyta scytyjska (skifska) z bajkalsko-waryscyjskim podłożem, skonsolidowanym w procesie fazy kimeryjskiej (Parańko inf. ustna).

Platforma wschodnioeuropejska tylko swoją południowo-zachodnią częścią wchodzi na terytorium Ukrainy, ale zajmuje 90% jej powierzchni. Od strony zachodniej jest ona ograniczona uskokami bełzko-bałuczynskim i rogatynskim, a jej południowa granica przebiega po uskoku kagulsko-izmailskim.

Na obszarze Ukrainy głównymi elementami strukturalnymi platformy wschodnioeuropejskiej są: tarcza ukraińska i jej skłon, płyta wołyńsko-podolska, fragmenty płyty mołdawskiej, zapadlisko przeddobrudżańskie, obniżenie przyczarnomorskie, obniżenie dniewrowsko-donieckie i południowo-zachodni skłon krystalicznego masywu woroneżskiego.

Centralne miejsce wśród tych struktur zajmuje tarcza ukraińska, w budowie której bierze udział szereg megabloków i stref międzyblokowych, rozdzielonych głębokimi uskokami (Fig. 1). Struktury te wyróżniają się specyficzną, związaną z wczesnym prekambrem, historią rozwoju geologicznego. Jako stabilny fragment skorupy ziemskiej, podlegający ruchom podnoszącym w ciągu całej historii rozwoju geologicznego, tarcza uformowała się po kratonizacji swojego fundamentu. Charakter zbliżony do współczesnego, uzyskała dopiero w środkowym paleozoiku (dewon), po rozpadzie tarczy sarmackiej i utworzeniu się zapadliska dniewrowsko-donieckiego (Parańko & Jarkov 2006). Podział tarczy na megabloki jest różny, różnie są też nazywane (por. Gurski 2002 i np. Espiczuk *et al.* 2005b). Podział przedstawiony na figurze 1, został opracowany przez prof. Parańkę na podstawie geologicznej mapy Ukrainy (Galecki 2001).

Tarcza krystaliczna jest z trzech stron otoczona strukturami, wypełnionymi młodymi skałami osadowymi paleogenu, neogenu (piaski przybrzeżnomorskie) i czwartorzędu (na NW utwory lodowcowe, na S utwory eoliczne). Starsze skały, jak granity, migmatyty i łupki krystaliczne, mają tu odsłonięcia w dolinach rzecznych i na działach wodnych, obecne są też dajki młodszych skał kwaśnych.

Największa ilość skał wieku paleoarchaicznego, zlokalizowana jest w megabloku dniewrowsko-bugskim (Fig. 1). Na skutek ścięcia erozyjnego, utwory tarczy ukraińskiej wychodzą na powierzchnię na Pobużu i w zachodnim Priazowiu, gdzie decydują o budowie megabloków dniewrowsko-bugskiego i priazowskiego. Megabloki zbudowane są z najstarszych, znanych skał tarczy ukraińskiej, których wiek datowany jest nawet na 3.6 mld lat (paleoarchaik). Blok dniewrowsko-bugski zbudowany jest z kompleksu enderbit-granulitowego, składającego się ze zmetamorfizowanych w warunkach facji granulitowej, wulkaniczno-osadowych utworów paleoarchaik. W większej części są to piroksenowe, amfibolowo-piroksenowe gnejsy i łupki krystaliczne, a także marmury, kalcyfiry oraz kwarcyty i kwarcyty żelaziste. W ścisłym związku z tymi skałami, pod względem rozprzestrzenienia i wieku,

są enderbity, plagiogranity i plagiomigmatyty, które formowały się w procesie ultrametamorfizmu. Skałami wyjściowymi były skały metawulkaniczno-osadowe (Parańko, informacja ustna).

ZŁOŻA KOPALIN MINERALNYCH POBUŻA

Na obszarze Pobuża znanych jest kilkadziesiąt złóż. Są to głównie złoża granitów, żwirów, grafitu, skalenia potasowego, kaolinu i kamieni ozdobnych. Występujące w wielu miejscach piaski aluwialne są źródłem frakcji ciężkiej, bogatej w minerały Ti i Zr. Największe znaczenie dla powstawania złóż kaolinów, zaliczanych do największych w Europie, ma strefa wietrzenia granitów. Są to często czyste, białe kaoliny (wiele złóż pierwotnych i wtórnych). Ponadto występują złoża węgla brunatnego, rud niklu, żelaza, chromu, Ti-Zr, złota i wód mineralnych (20 obiektów).

Złoża rud żelaza

Na obszarze środkowego Pobuża, znanych jest 30 wystąpień i złóż rud żelaza. Lokalizują się one w strefach występowania kalcyfirów i kwarcytów serii bugskiej. Szacunkowe zasoby tego obszaru wynoszą 40 mld Mg rudy. Największym złożem jest Mołdowskie, z zasobami szacowanymi na 0.5 mld Mg. Ma ono charakter stromo zapadającej strefy, o szerokości ponad 100 m i długości 700 m. Rozpoznane zostało do głębokości 1200 m. Rudy mają charakter kwarcytów żelazistych, ze znaczną zawartością węglanów (Kulish & Gurski 2005). W chwili obecnej, znaczenie tych złóż jest małe ze względu na wciąż czynne kopalnie okręgu krzyworskiego.

Złoża chromitów

W bloku gołowańskim znajduje się 100 małych masywów, w skład których wchodzi skały ultrazasadowe. Piętnaście z nich ma wymiary większe od 1×2 km. W części centralnej tego bloku, zlokalizowana jest kapitanowsko-lipowieńkowska grupa ultrazasadowych masywów, rozciągających się na przestrzeni około 20 km, o generalnym kierunku NW-SE. W masywie kapitanowskim, zbudowanym głównie z serpentynitów i innych ultrabazytów, zlokalizowanych zostało 40 struktur, w których przez analogię do już rozpoznanych, oczekuje się występowania rud chromitowych. W masywie tym wyróżnia się dwa pola rudne, Kapitanowskie i Lipowieńki, w których znanych jest 9 obiektów zawierających chromity. Szacunkowe zasoby rud chromitowych tego obszaru wynoszą około 170 mln Mg (Kulish & Kalinin 2005). Ich obecność stwierdzono w masywach: poljuhowskim, z 12 żyłami o rozciągłości NNW-SSE i SSW-NNE; swirnewskim, z 8 żyłami o rozciągłości NW-SE; lipniahiwskim, z 8 żyłami o rozciągłości NW-SE; zachodnio-lipniahiwskim, z 4 żyłami o kierunku NW-SE; puszkiewskim, z 12 żyłami o rozciągłości NW-SE. Obszar Lipowieńkowski, który zajmuje centralne miejsce, składa się z kilku mniejszych, ultrazasadowych masywów, są to: lipowieńki wschodnie – z 13 żyłami o rozciągłości NW-SE i NNW-SSE, lipowieńki północne, lipowieńki zachodnie, lipowieńki centralne i lipowieńki południowo-wschodnie – w sumie z kilkoma żyłami chromitów, o rozciągłości NW-SE. Kierunek NW-SE jest głównym kierunkiem większości uskoku i kierunkiem wydłużenia masywów ultrazasadowych (Fig. 2).

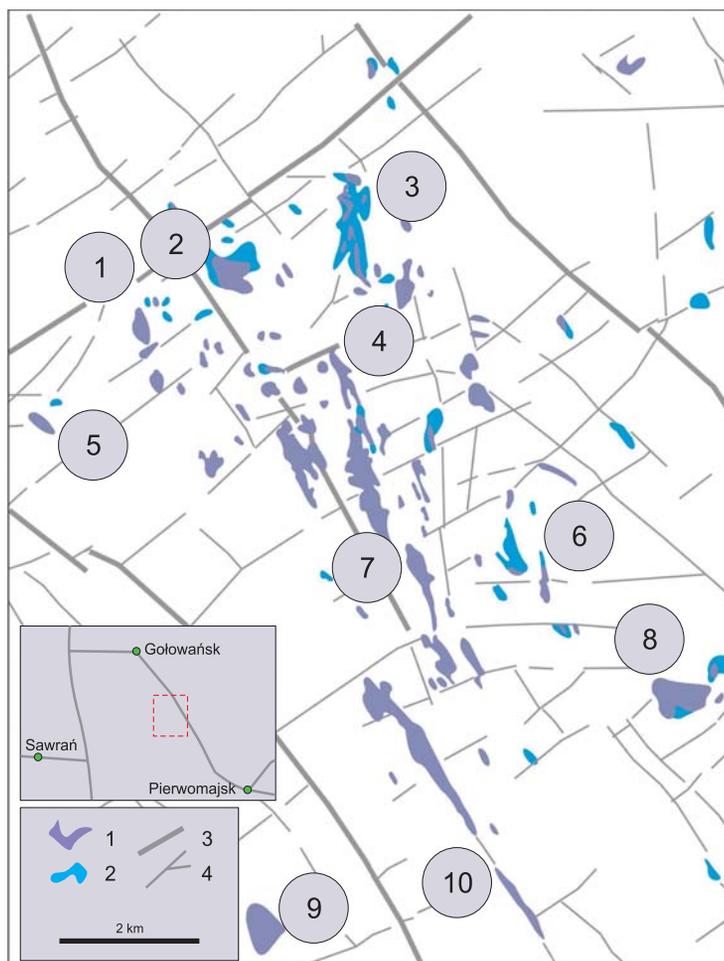


Fig. 2. Rozmieszczenie masywów ultrazasadowych w bloku kapitanowsko-lipowieńkowskim (na podstawie raportów PG w Fursach); 1 – apłodunitu perydotowe, 2 – apłopirosenity, 3 – uskoki I rzędu, 4 – uskoki II rzędu

Fig. 2. Localization of ultramafic massives in the Kapitanovsk-Lipovnicki Block (based on archival data Geological Enterprise in Fursy); 1 – peridotitic dunite, 2 – pyroxenite, 3 – Ist range of faults, 4 – IInd range of faults

Masyw kapitanowski jest obszarem najlepiej rozpoznany pod względem występowania rud Ni i Cr. W polu kapitanowskim ultrabazyty tworzą soczewkę. W jej dolnej części znajduje się ciało rudne, o miąższości do 20 m. Zawartość Cr₂O₃ w rudach masywnych dochodzi do 50%. W plamistych chromitach zawartość Cr₂O₃ wynosi od 6 do 27%. Ciała rudne występują w skałach krystalicznych, poniżej poziomu wietrzeniowych rud niklu, na głębokości około 70 m. Niewielkie ilości chromitów występują również w rudach niklu (Fig. 3). Chromity występują głównie w postaci żył i soczew, które zapadają prawie pionowo, do głębokości 100 m, po rozciągłości osiągają 40÷100 m, a ich maksymalna miąższość wynosi 4 m

(15 m). Były rozpoznawane w latach 60., aczkolwiek informacje o obecności rud Cr pochodzą z roku 1932 (Dubina & Tkaczuk, patrz Shcherbak & Bobrov 2005). Zawartość brzeżna dla rud Cr wynosi 15% Cr_2O_3 , obecnie ze względu na brak złóż, została obniżona na Ukrainie do 6% Cr_2O_3 . W strefach chromitowych stwierdzono występowanie platynowców.



Fig. 3. Odkrywka na złożu Lipowieńki – wychodnie chromitów w spągu złoża rud Ni
Fig. 3. Open pit Lipowieńki – chromites outcrops in foot wall of Ni-deposit

Żyły chromitów w polu Lipowieńki (odkrywka zachodnia), rozpoznano do głębokości 200 m. Chromity zawierają w najbogatszych strefach od 35 do 48% Cr_2O_3 . W plamistych chromitach jest od 6 do 27% Cr_2O_3 . Kontakt pomiędzy rudami bogatymi i rozproszonymi jest ostry. Wiek chromitów oceniono na 3.6 mld lat. Długość żył wynosi od 10 do 50 m, szerokość dochodzi do 26 m, na dolnej powierzchni pokrywy wietrzeniowej, do 6 m.

Geneza tych złóż jest trudna do ustalenia. Obecność serpentynitów oraz pseudosoczewowe formy poszczególnych ciał rudnych, sugerują ich przynależność do złóż typu *podiform*. Brak jest jednak informacji na temat występowania bazaltów ze strukturami typu *pillow lava*, które wskazują na podwodne (płyty oceaniczne) tworzenie się kompleksów ultrazasadowych. W masywach serpentynitowych została stwierdzona obecność hiperbazytów, reprezentowanych przez perydotyty i dunity. Można więc przypuszczać, że proces autometamorfozy kompleksu ultrazasadowego nie przebiegł do końca. Struktury chromitów obserwowane w zwietrzelinie nikłonośnej, przypominają stromo zapadające żyły. Z przekrojów geologicznych

wynika, że mają one przebieg równoległy do siebie (Lepigow *et al.* 2001, patrz Kulish & Kalinin 2005). Analiza (jedna, wykonana w Zakładach Magnezytowych „Ropczyce” S.A.) masywnej rudy chromitowej z odkrywki masywu lipowieńki zachodnie, wykazuje stosunek $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1.73$ oraz niską zawartość $\text{SiO}_2 = 0.27\%$ wag., zaś analizowane metodą EDS chromity z masywu puszkowskiego, charakteryzują się stosunkiem wyższym od dwóch. Pierwsze analizy sugerują magmową genezę tych złóż, typu intruzji rozwarstwionych (*layered intrusion*), zaś drugie wskazują na typ podiform (Duke 1995).

Złóża krzemianowych rud niklu

Złóża krzemianowych rud niklu zlokalizowane są na wychodniach masywów ultrazasadowych, składających się głównie z serpentynitów. Najważniejszą strefą dla tego typu złóż jest wielobok położony pomiędzy miejscowościami Gołowańsk na N, Sawrań na W, Kriwe Ozero na SW i Pierwomajsk na SE. Złóża krzemianowych rud niklu są rozmieszczone na stosunkowo niewielkim obszarze 500 km².

W obszarze tym zlokalizowanych jest kilka małych złóż, każde o zasobach rzędu 100 tys. Mg niklu. Największe, rozpoznane dotychczas pola rudne to Lipowieńki, Kapitanowskie, Derieniuchskie, Ternowatskie, Puszkowskie i Gruszkowskie (Esipczuk *et al.* 2005a), składające się zwykle z kilku oddzielnych ciał. Perspektywiczny jest również obszar Pierwomajska, występujący w strefie masywu kapitanowskiego. W tym rejonie, jako skały macierzyste interesujące są ciała intruzywnych skał zasadowych i alkalicznych, zlokalizowane w kompleksie skał wulkanicznych (Kapitanowka Wieremiucha). Ich wiek oceniono na 2.5 mld lat. Są to głównie zserpentynizowane ultrabazyty, harzburgity, gabro i sjenity. Złoże znajduje się w strefie zserpentynizowanych ultrabazytów. Ciała rudne są związane z kapitanowską strefą rozłamu, w której zlokalizowane są małe masywy ultrazasadowe (Fig. 2).

Szerokość strefy złożowej wynosi 1÷3 km, miąższość nadkładu dochodzi do 35 m. W jego skład wchodzi przeławicające się gliny i piaski neogenu. Poniżej znajduje się strefa wietrzenia o miąższości do 40 m (Fig. 4). Strefa wietrzenia, wzbogacona w nikiel, ma strukturę rozmytych na powierzchni pokryw, o długości 500÷600 m, szerokości do 120÷150 m i miąższości od kilku do 9 m, w których zawartość Ni zmienia się w granicach 0.5÷4.0%, średnio jest to 1% (Esipczuk *et al.* 2005). Spąg strefy złożowej ma formę pionowych kieszeni, rozwijających się w zwietrzałych ultrabazytach. Pod zwietrzeliną niklonośną występuje strefa zwietrzałych skał ultrazasadowych, niżej masywne skały krystaliczne. Koncentracje Ni w skałach krystalicznych są małe (0.2÷0.3%), bez znaczenia przemysłowego. Zawartość brzeźna dla krzemianowych rud niklu, została określona na 0.5% Ni.

Zasoby niklu ocenia się na 150 tys. Mg. Obecnie złoże jest eksploatowane okresowo, w zależności od pracy kombinatu metalurgicznego zlokalizowanego na skraju miejscowości Pobużskie.

Profil odkrywki Lipowieńki Zachodnie, idąc od powierzchni, przedstawia się następująco:

- gliny czwartorzędowe (dawniej używane do produkcji cegły);
- żółte gliny „bałckie”, trzeciorzęd;
- skały ilaste, złoże o zawartości 0.5÷0.7% Ni;
- rudy Ni, nontronitowe, zielone;
- serpentynity jasne, bez Ni;

- chloryty, zielone strefy zawierające do 4% Ni, minimalnie około 1% Ni. Soczewkowate ciała rudne są rozdzielone wzdłuż szczelin żyłami chromitów.

W rudzie niklowej, w strefie występowania chromitów, średnie zawartości Cr_2O_3 są wysokie i wynoszą 12.2% (Kulish & Kalinin 2005). W skład typowej rudy wchodzi montmorillonit, kaolinit, wodorotlenki Fe, nontronit, chloryt oraz produkty utlenienia chromitów.



Fig. 4. Odkrywka na złożu Lipowieńki – odsłonięcie z krzemianową rudą Ni

Fig. 4. Open pit Lipowieńki – outcrops of Ni-silica ores

Złóża rud Ti-Zr

Obszar Ukrainy słynie ze złóż okruchowych tytanu (ilmenitu). Znanych jest 40 złóż, wśród których wyróżnia się jedno jako unikalne, 13 dużych i 10 średnich (Kulisz *et al.* 2005). Największe, obecnie eksploatowane, zlokalizowane są w obszarze rzeki Irszy (Wołyń). Złóża piasków Ti-Zr występują w osadach klastycznych, przybrzeżnomorskich i deltowych, wzdłuż dawnej linii brzegowej morza. Osady te są głównie piaskami morza neogeńskiego, przykrywającymi skały krystaliczne. Powstały z rozmywania strefy wietrzenia granitów, w NE części tarczy ukraińskiej i tworzą duże złoża okruchowe, w tym również złoża Ti-Zr. 30 złóż tego typu występuje w pasie o długości 280 km. Największym z nich jest złożo Tarasowskie, o powierzchni około 20 km², zlokalizowane w odległości 30 km na południe od Białej Cerkwi. Występują w nim drobnoziarniste piaski o zawartości do 5% minerałów rudnych. W ich skład

obok kwarcu wchodzi: ilmenit, leukoksen i rutyl. W tej samej strefie występuje również cyrkon oraz w mniejszych ilościach sillimanit, dysten i staurolit. Zasoby rudy ocenia się na powyżej 1 mln Mg. Średnia miąższość złoża wynosi 10 m, a grubość nadkładu około 20 m. W obniżeniach terenu stwierdzone zostały wychodnie tych złóż (Fig. 5). Złóża rozpoznawane są szurfami, rowami (co 100 m) i otworami wiertniczymi. Podobnym obiektem jest złóżo Samotkańskie.



Fig. 5. Profil fragmentu aluwialnego złoża Zr-Ti, Tarasowka

Fig. 5. Outcrop of alluvial Zr-Ti deposit, Tarasowka

Złóża grafitu

Złóżo grafitu Zawalje zlokalizowane jest w środkowej części megabloku dniestrowsko-bugskiego (Fig. 1), na południe od miasta Umań, a na zachód od masywu kapitanowsko-lipowieńkowskiego. Obszar ten zbudowany jest głównie ze skał zmetamorfizowanych, archaicznych, granitognejsów. Wiek pierwotnych granitów określono na około 3 mld lat. Obok nich występują gnejsy grafitowe, budujące złóżo. Na obrzeżeniu gnejsów obecne są archaiczne skały węglanowe, wapień i dolomity. Skały te, zmienione przez procesy metamorfizmu, tworzyły się w strefach ryftowych, ich wiek ocenia się na 3.2 mld lat. W strefy ryftowe wdzierały się intruzywne skały zasadowe, widoczne w złóżach niklu. Złóżo Zawalje jest zlokalizowane w strefie synklinalnej II rzędu. W jej jądrze są widoczne zmetamorfizowane wapień

(kalcyfiry), w skrzydłach ruda grafitowa. Jest to jedno z największych w świecie złóż krystalicznego grafitu, eksploatowane odkrywkowo i głębinowo od 1930 roku (Fig. 6). Odkryto 30 miejsc, w których występują utwory grafitonośne. Zajmują one powierzchnię 1000 km², na której wydzielono 5 pól ekonomicznych. Każde z tych pól to średniej wielkości złóż.



Fig. 6. Czynna odkrywka w kopalni grafitu Zawalje

Fig. 6. Operating open pit in graphite mine, Zawalje

Odkrywka eksploatowana od 1960 roku ma długość 1800 m, szerokość 800 m, głębokość 166 m. Strefa rudonośna jest związana ze skałami metamorficznymi, o rozciągłości wzdłuż dłuższego boku odkrywki. Na skałach archaicznych i proterozoicznych znajduje się 30-metrowy nadkład, w skład którego wchodzi gliny czwartorzędowe, gliny neogenowe i zwietrzałe skały metamorficzne. Wzdłuż stref tektonicznych (między innymi ograniczających strefę N), jest rozwinięta strefa wietrzenia, o wydłużonym kształcie. Sięga ona do głębokości 250 m.

Północna część odkrywki (skrzydło północne), zbudowana jest ze skał wchodzących w skład podolskiego kompleksu czarnokitowego (3.9 mld lat). W części S (skrzydło południowe) wyróżnia się węglany krystaliczne (kalcyfiry), wypełniające jądro struktury synklinalnej, reprezentujące grupy zawalijską i sinicowską.

Strefa złóżowa zbudowana jest z gnejsów kompleksu hoszcziewato-zawalijskiego. W jej skład wchodzi gnejsy grafitowo-biotytowe, przecięte gnejsami granatowymi i mikowymi. Ponadto obecne są kwarcyty i soczewki węglanów krystalicznych (kalcyfiry z oliwinami).

Długość ciał rudnych dochodzi do 500 m, miąższość wynosi średnio 50, a maksymalnie 75 m. W odkrywce znajduje się 14 soczewkowatych ciał. Ich zapadanie jest prawie pionowe (79° na N). Eksploatuje się 6-9 ciał rudnych o kształtach zbliżonych do soczewek i pokładów, zaobserwowano też żyły. Strefa wietrzenia nie wpływa na jakość grafitu. Zawartość grafitu w rudach zmienia się od 2 do 10%, średnio wynosi 6.2%. Rozmiary jego skupień osiągają kilka mm. W zależności od stopnia przeobrażenia wyróżnia się trzy typy rud: kaolinowe, kaolinowe z hydromikami (w strefie przeobrażenia) oraz gnejsy biotytowo-grafitowe. W rudach występują niewielkie ilości siarczków, takich jak piryt i pirotyn. W skład skał goszczących, czyli gnejsów, wchodzi kwarc, skałki K, biotyt, grafit, granaty (głównie almandyn) i 1-2% siarczków. Jasna barwa niektórych poziomów eksploatacyjnych pochodzi od wietrzejących siarczków (Fig. 6).

Zasoby złoża oceniane są na około 100 mln Mg rudy. Najbogatsza część złoża znajduje się w strefie rzeki Bug Południowy oraz pod urodzajnymi ziemiemi. Ze względu na bliskość rzeki, konieczne jest pozostawienie filaru ochronnego dla odkrywki, której dolne poziomy są poniżej zwierciadła wód rzeki. W złożu udokumentowano zasoby dla trzech surowców: rudy grafitowej, granatów i surowców skalnych.

Złóża złota

Poszukiwania złóż złota na obszarze Ukrainy rozpoczęto w latach 70. W ich rezultacie rozpoznane zostały dwa złoża na Zakarpaciu. Złoże Bieriegowo–Mużijewo – polimetaliczne (Pb-Zn-Cu-Ag) ze złotem, epitermalne, żyłowe, eksploatowane z przerwami oraz złoże Saulak w Rachowskim polu rudnym, hydrotermalne, związane z pasami zieleńcowymi (Nechaev *et al.* 2005). Współcześnie udokumentowanych jest 21 złóż i wystąpień złota (Nechaev *et al.* 2005).

W bloku gołowańskim znanych jest kilka wystąpień złota, jedno złoże Maiskoje koło Sawrania oraz wystąpienia Au w masywie kapitanowskim koło Pierwomajska. Są one związane z masywami ultrazasadowymi. W złożu Maiskoje strefy rudne są okwarcowane. Ciała rudne są kontrolowane przez metasomatyty o składzie biotyt–kwarc–oligoklaz. Metasomatyty rozwinęły się na bazie amfibolitów, metaltramafitów i gnejsów amfibolowo-biotytowych (Gurski 2002). Złoże podzielone jest poprzecznym uskokiem na strefę północną i południową. Strefa rudonośna ma około 1.8 km długości, jej szerokość waha się od 100 do 250 m. Struktura skał goszczących przypomina fałd przewrócony wzdłuż swojej osi, w kierunku NE, z fiksurą w strefie poprzecznego uskoku. Ciała rudne zapadają stromo, ich szerokość waha się od 1 do 18 m. Zawartość złota zmienia się od 1 do 70 g/Mg. W skład rudy wchodzi: magnetyt, arsenopiryt, piryt, markasyt, pentlandyt, pirotyn, kubanit, nikielin, glaukodot, gersdorffit, bravoit, milleryt, violaryt, smythyt, Au-rodzime, Bi-rodzime, bismutynit, electrum, Ag-rodzime, Cu-rodzime, joseit B, hessyt, kalaweryt, tellurobismutynit, tellur rodzime, maldonit, ratyt oraz dwa nowe tellurki o składzie Au-Tl-Te (Nechaev & Bondarenko 1997). Jeden z nich odpowiada formule $(Au_{1.03}Tl_{0.35}Te_{0.61})$, która odpowiada fazie Au_3TlTe_2 opisaną przez Nechaeva & Cooka (2000). Złoże zostało rozpoznane do głębokości 350 m. Okruszowanie powstało w 6 etapach (Gurski 2002).

W bloku gołowańskim znanych jest jeszcze kilka miejsc z wystąpieniami złota, z których najważniejszym jest Czemiropol, położony na północ od złoża Maiskoje. Jest to obszar o średnicy około 1 km. Złoto jest związane z węglanami i utworami żelazistymi, stwierdzono

je w arsenopirycie i pirycie. Obliczone zasoby złota w strefie wietrzenia wynoszą kilka Mg. Zawartość Au oceniono na około 1g/Mg. Obecnie są prowadzone wiercenia poszukiwawcze do głębokości 300 m.

W odległości 30÷40 km w kierunku wschodnim znajduje się Kapitanowskie pole rudne. Jest to ten sam obszar, na którym stwierdzono obecność ultrazasadowych masywów z rudami chromu. Anomalie geochemiczne Au (0.01 ppm) znane są ze strefy wietrzenia laterytowego. W masywie kapitanowskim znane są dwa pola rudne, północne i południowe oraz dalej na północ pole gołowańskie. Strefa rudna w tym masywie występuje w osi struktury o rozciągłości NW-SE. Kontakty pomiędzy poszczególnymi pakietami skalnymi są przeważnie tektoniczne, a strefę utlenienia w formie gniazd, stwierdzono do głębokości 350 m. Pakiet krystalicznych skał ultrazasadowych (gabro-amfibolity, piroksenity, serpentynity), kalcyfirów i ich odpowiedników zmienionych metasomatycznie (skarny, hornblendyty, łupki biotytowo-flogopitowe) w strefach tektonicznych, otoczony jest przed młodsze granitoidy (Nechaev *et al.* 2005). Strefa ta jest intensywnie rozwiercana, również ze względu na obecność rud chromitowych. Strefa rudna ma miąższość do 50 m, aczkolwiek miąższość ekonomicznych stref nie przekracza 1 m. Złoto jest wysokiej próby, z wysoką zawartością miedzi, do 5.7% (Nechaev *et al.* 2005). W strefie rudnej obecne są również siarczki i arsenki, takie same jak opisane w polu sawrańskim. Próby, w których stwierdzono występowanie pentlandytu i gersdorffitu, zawierają również platynę.

Wszystkie opisane powyżej obiekty wykazują obecność zmian hydrotermalnych, które potwierdzone są asocjacjami minerałów wskaźnikowych, głównie kwarcu oraz różnych siarczków i tellurków. Datowania wieku bezwzględnego skał z pola sawrańskiego, wykonane różnymi metodami, przeprowadzone na cyrkonach z granitów wskazują na 2.379 mld lat. Wiek plagiognejsów określono na 2.7 mld lat (ultrabazyty są jeszcze starsze), zaś wiek hornblendy z amfibolitów i łupków pobranych ze strefy okwarcowania, został oszacowany odpowiednio na 1.86 mld i 1.61 mld lat (Bobrov *et al.* 2005). Asocjacja ze złotem przecina te wszystkie rodzaje skał, jest zatem młodsza. Złoża te można zaklasyfikować do typu związanego z formacjami zieleńcowymi.

Autorzy są wdzięczni geologom z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Fursach za dyskusje naukowe i pomoc w obserwacjach terenowych. Praca została wykonana w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.140.562.

Praca była prezentowana na Sesji Naukowej organizowanej przez Katedrę Mineralogii, Petrografii i Geochemii pt. „90 lat Katedry Mineralogii, Petrografii i Geochemii w AGH”.

LITERATURA

- Bobrov O.B., Siworonow A.O. & Stepaniuk L.M., 1999. Geologiczna pozycja ta wik granitów Majskowo zołotorudnowo rodowiszczca, Centralne Pobuże. *Mineralogiczny żurnal*, 21/4, 83–86 (po ukraińsku).
- Duke J.M., 1995. *Mafic/ultramafic hosted chromite*. W: Ekstrand O.R. *et al.* (eds), *Geology of Canadian mineral deposits*, Wydawnictwo GSC, 615–624.
- Esipczuk K.E., Gurski D.S. & Tretjakow J.I., 2005a. Cwietnyje metally – nikiel. W: Szczerbak N.P. & Bobrov A.B. (eds), *Metaliczeskije poleznyje iskopajemyje*, Izdatielstwo Centr Jewropy, Kiew, 1, 218–231 (po rosyjsku).

- Esipczuk K.E., Gurski D.S., Neczajew S.W., Szumljanskij W.A., 2005b. Geologičeskij oczerk. W: Szczerbak N.P. & Bobrow A.B. (eds), *Metaličeskije poleznyje iskopajemyje*, Izdatielstwo Centr Jewropy, Kiew, 1, 19–59 (po rosyjsku).
- Galecki L.S., 2001. *Atlas – geologija i korisni kopaliny Ukrainy*. Izdatielstwo DP, 168 (po ukraińsku).
- Gurski D.S. (Ed.), 2002. Main type of rock complexes and mineral deposits in the Ukrainian Shield. *Geological excursion guidebook*, 166.
- Kulisz E.A. & Gurski D.S., 2005. Czernyje metały – żelazo. W: Szczerbak N.P. & Bobrow A.B. (eds), *Metaličeskije poleznyje iskopajemyje*, Izdatielstwo Centr Jewropy, Kiew, 1, 59–110 (po rosyjsku).
- Kulisz E.A. & Kalinin W.I., 2005. Czernyje metały – chrom. W: Szczerbak N.P. & Bobrow A.B. (eds), *Metaličeskije poleznyje iskopajemyje*, Izdatielstwo Centr Jewropy, Kiew, 1, 146–154 (po rosyjsku).
- Kulisz E.A., Esipczuk K.E., Lebid N.I. & Tremjakow J.I., 2005. Czernyje metały – tytan. W: Szczerbak N.P. & Bobrow A.B. (eds), *Metaličeskije poleznyje iskopajemyje*, Izdatielstwo Centr Jewropy, Kiew, 1, 155–181 (po rosyjsku).
- Nechaew S.V. & Bondarenko S.N., 1997. Ore mineral assemblage of the Maiskoje Au-deposit. *Geochem. International*, 35, 516–562.
- Neczajew S.V. & Cook N.J., 2000. A natural occurrence of Au₃TlTe₂ from the Maiskoje Au-deposit. *N. Jarbuch Montshefte*, 12, 557–562.
- Nechaew S.W., Esipczuk K.E., Szumljanski W.A., Lebid N.I. & Tremiakow J.I., 2005. Błagorodnyje metały – zołoto. W: Szczerbak N.P. & Bobrow A.B. (eds), *Metaličeskije poleznyje iskopajemyje*, Izdatielstwo Centr Jewropy, Kiew, 1, 483–573 (po rosyjsku).
- Parańko I.S., Jarkow S.W., 2006. *Geologo-geograficzna istorija Ukrainy*, Kriwyj Rih, Wydawniczyj dim, 108 (po ukraińsku).