

Prakopalnie miedzi obiektami geoturystyczno-archeologicznymi południowego Uralu

Ancient copper mines as geotourist and archeological objects in the southern Ural Mts.

Maciej Pawlikowski¹, Karolina Pieprzyk-Klimaszewska², Tadeusz Mikoś³

¹Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii; Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Akademia Górniczo – Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: mpawlik@agh.edu.pl

²Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki; Wydział Górnictwa i Geoinżynierii; Akademia Górniczo – Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: kapi@agh.edu.pl

³Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki; Wydział Górnictwa i Geoinżynierii; Akademia Górniczo – Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: tmikos@agh.edu.pl



Wprowadzenie

Podróże globtroterskie i wyprawy badawcze do Rosji, głównie w tereny górzyste Uralu, od lat cieszą się zainteresowaniem geologów i amatorskich poszukiwaczy przygód. Teren Uralu kusi turystów przepięknymi widokami, obecnością niewielkich lodowców, licznymi rzekami i jeziorami oraz akceptowalnym klimatem umiarkowanym o cechach kontynentalnych.

Pasma górskie Ural, ciągnące się w kierunku południkowym, od Morza Karskiego na północy do środkowego odcinka rzeki Ural na południu, stanowi umowną granicę geograficzną pomiędzy Europą i Azją, oddzielając Nizinę Wschodnioeuropejską na zachodzie od Niziny Zachodniosyberyjskiej na wschodzie. Długość pasma wynosi ponad 2000 km, szerokość 40-150 km. Najwyższym szczytem jest Narodnaja, o wysokości 1895 m n.p.m. Ural jest fałdowym górotworem hercyńskim. Najwyższe partie gór zbudowane są głównie ze skał metamorficznych i magmowych: gnejsów, kwarcytów i łupków krystalicznych, natomiast niższe części zbudowane są ze skał osadowych (Augustowski, 1965).

Ural podzielony jest na kilka części:

- Ural Polarny, który ciągnie się od Zatoki Bajdarackiej do źródeł rzeki Chułgi,
- Ural Subpolarny, gdzie dominuje lasotundra i tundra, w najwyższych partiach gór rzeźba alpejska i małe lodowce,
- Ural Północny, ciągnący się aż do gór Oslanka,
- Ural Środkowy (Ural Rudny), którego granicą jest rzeka Ufa,
- Ural Południowy, sięgający do rzeki o tej samej nazwie. Ural Południowy to rozległy masyw z licznymi, południkowo ułożonymi łańcuchami górskimi o wysokości do 1640 m n.p.m. (szczyt Jaman-Tau). Graniczy on z wyżyną Obszczyj Syrt na zachodzie i z Płaskowyżem Turgajskim na wschodzie. Południowe przedłużenie Uralu stanowi pasmo niskich gór Mugodżary, a dalej na południe ciągnie się płaskowyż Ustiurt.

Atrakcje geoturystyczne południowego Uralu

Interesująca budowa geologiczna i obecność ciekawej rzeźby terenu zachęca do organizowania wypraw geoturystycznych przez ludzi ciekawych świata.

Treść: Głównym celem niniejszej publikacji jest przedstawienie Czytelnikom kwartalnika „Geoturystyka” terenów południowego Uralu, jego położenia geograficznego i różnorodnych, bogatych złóż surowców mineralnych. Ponadto Autorzy zaprezentowali w sposób szczegółowy, rejon Kargaly, gdzie trwają obecnie intensywne prace archeologiczne na terenie prehistorycznego ośrodka wydobywania i przerobu rud miedzi. Z zalanych wyrobisk prakopalni miedzi wydobyte zostały zmineralizowane kości zwierzęce. Autorzy artykułu przeprowadzili badania mineralogiczne wydobytych fragmentów kostnych, poddawanych przez tysiące lat mineralizacji związkami miedzi. Wspomniany materiał kostny należy do grupy materiałów kruchych, charakteryzujących się zmiennymi parametrami fizyko-mechanicznymi.

Zdaniem Autorów teren południowego Uralu jest miejscem atrakcyjnym pod względem geoturystycznym i edukacyjnym, a także może przyczynić się do promocji nauk geologiczno-górniczno-archeologicznych.

Słowa kluczowe: Ural Południowy, prakopalnie miedzi, Kargaly, kości zwierzęce, mineralizacja

Abstract: The main aim of this paper is to present to the Readers the southern part of the Ural Mts. including geography, geology and abundant mineral deposits. Moreover, the authors describe poorly known, ancient copper mining and processing centers in the vicinity of Kargaly, where intensive archaeological excavations are recently carried on. In old, watered copper mines the animal bones mineralized with copper compounds were encountered. Samples were examined in the laboratories of the AGH-University of Science and Technology in Kraków. It was found that bones have been mineralized with copper solutions for thousands of years. Bones belong to fragile materials. A long-lasting mineralization resulted in a noticeable changes in physico-mechanical parameters. The Southern Ural Mts., including the area of Kargaly can be an interesting region for geotourists and for any other persons who would like to gain knowledge on geology, mining engineering and/or archeology.

Key words: The Southern Ural Mts., ancient copper mines, Kargaly, animal bones, mineralization

Podróżować można prywatnym samochodem terenowym, bądź korzystać z lokalnych autobusów i podmiejskich pociągów.

Aby zorganizować wyjazd w góry Ural należy pamiętać o wielu oficjalnych dokumentach, wydawanych przez rosyjskie organy państwowe: milicję, wojsko oraz Federalną Służbę Bezpieczeństwa Federacji Rosyjskiej, uprawniających do poruszania się na obszarze Południowego Uralu, który w przeważającej części jest terenem wojskowym, pełnym zakładów zbrojeniowych i baz wojskowych.

Ural posiada bogate złoża surowców mineralnych. Są tu rudy żelaza, miedzi, chromu, manganu i niklu, boksyty, węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, sól kamienna, sól potasowa, azbest i wiele innych. Do niewątpliwych walorów tego terenu należą bogate złoża kamieni szlachetnych i metali szlachetnych: złota i platyny (Iessen, 1948). Na ścianach licznych kamieniołomów, w pegmatytach znaleźć można turmaliny i beryle, kwarcie dymne, moriony, w pobliżu nieczynnych kopalń występują topazy i szmaragdy.

W omawianym okręgu wydobywczym polimetaliczne złoża rudne występują w skałach permskich (ok. 280–235 mln lat temu). Początkowo wybierano soczewkowe i gniazdowe skupienia węglanów miedzi (malachit i azuryt), a następnie siarczków (bornit, chalkozyn, chalkopiryt). Towarzyszyły im arsenopiryt, boulangeryt i galena (Mikoś, Chmura, 2006).

Kargaly jako teren prac geologiczno-archeologicznych

Na terenach obecnej Rosji, Ukrainy, Uzbekistanu, Kazachstanu, Tadżykistanu, Afganistanu, Pakistanu oraz Iraku istniały, począwszy od połowy trzeciego tysiąclecia przed naszą erą, tysiące kopalń miedzi, zarówno odkrywkowych jak i podziemnych, tworzących wielkie centra industrialne. Niektóre z tych historycznych obiektów górniczych są obecnie stopniowo inwentaryzowane, dokumentowane i kompleksowo badane (Fig. 1) przez zespoły naukowe, skupiające specjalistów z dziedziny archeologii górniczej, geologii, górnictwa, metalurgii i innych (Mikoś, Chmura, 2006).

W przeciwieństwie do starych kopalń Europy Zachodniej i Środkowej, które są dość dobrze udokumentowane i spenetrowane, a najciekawsze z nich zaadaptowano już dla ruchu turystycznego, zabytkowe wyrobiska górnicze na wschodzie Europy pozostają nadal nierozpoznane i niezbadane, ze względu na trudności otrzymania stosownych zezwoleń od lokalnych władz (Mikoś, 2004).

Do najciekawszych i dobrze poznanych, historycznych kopalń miedzi zalicza się obecnie południowouralski rejon Kargaly (Czernych, 2002), traktowany jako obiekt geoturystyczno-archeologiczny. Przez obiekt geoturystyczno-archeologiczny rozumiemy każde stanowisko archeologiczne wpisane w dany krajobraz geologiczny mający związek ze znaleziskiem. W oparciu o taką definicję, dział turystyki poznawczej nastawionej na przeżycia bazujące na poznawaniu obiektów i procesów geologicznych oraz doznawaniu w kontakcie z nimi wrażeń estetycznych, wzbogacony jest możliwością styczności z obiektami archeologicznymi. Atrakcje geoturystyczno-archeologiczne występują nie tylko w naturalnym środowisku przyrodniczym, ale również w środowisku prze-



Fig. 1. Odkrywanie artefaktów neolitycznej osady górniczej, fot. J. Chmura • Discovery of Neolithic artefacts in miners settlement, phot. J. Chmura

kształconym antropogenicznie, w różnorodnych wytworach kultury materialnej oraz muzeach.

Obiektem działań archeologicznych jest prehistoryczny ośrodek wydobywania i przerobu rud miedzi. Ponad 5 tys. lat temu znajdowały się tu ogromne, unikalne kompleksy wydobywczo-przerobcze, założone przez plemiona żyjące w okresie brązu. W porównaniu ze starymi ośrodkami górniczymi Eurazji północnej złoża Kargaly, posiada szereg wyróżniających cech:

- duży obszar występowania rud miedzi o sumarycznej powierzchni ok. 500 km²,
- zaleganie ciał rudnych (soczewek lub żył) na powierzchni lub na stosunkowo niedużych głębokościach. Początek szeroko zakrojonych prac wydobywczych datowany jest na koniec IV lub na przełom IV i III tysiąclecia p.n.e., co odpowiada wczesnej epoce brązu. Maksimum wydobywania przypadało natomiast na późną epokę brązu (II tysiąclecie p.n.e.),
- znacząca skala prowadzonych niegdyś prac górniczych: całkowita liczba jedynie powierzchniowych śladów eksploatacji (szyby, zapadliska) wynosi ok. 30 tys., natomiast całkowita masa wyeksploatowanych rud przekroczyła kilka milionów ton (Czernych, 2002),
- znaczna głębokość kopalń, która już w epoce brązu osiągała 40–42 m, a pod koniec czasów nowożytnych (XVIII–XIX wiek) przekraczała 80–90 m, przy całkowitej długości wyrobisk podziemnych liczonej na setki kilometrów,
- powstawanie w sąsiedztwie rejonów wydobywania ośrodków przeróbki rud i hutnictwa miedzi oraz budowa osad dla prehistorycznych górników i hutników (Mikoś, 2008),
- bardzo duża ilość miedzi wytopionej z kargalskich rud. Z szacunkowych obliczeń wynika, że jej całkowita masa wynosiła kilkaset tysięcy ton. Miedź ta w epoce brązu dystrybuowana była na ogromnych obszarach stepów Europy Wschodniej, przekraczających 1 mln km².

Na terenie Kargaly znaleziono pozostałości po osadzie pragórników, pochodzącej z epoki brązu, ze śladami kamiennych domostw.

Wśród odkrytych w chodnikach i komorach przedmiotów znajdowały się impregnowane związkami miedzi narzędzia



Fig. 2. Kości zwierzęce znalezione na terenie prakopalni miedzi w rejonie Kargały, fot. E.N. Czewrnykh • Animal's bones found on territory of old copper mine in Kargala, phot. E.N. Czewrnykh



Fig. 3. Żebra zmineralizowane minerałami miedzi, fot. M. Pawlikowski • Ribs mineralized with copper minerals, phot. M. Pawlikowski

kościane, wykonane z żeber, łopatek, szczęk i innych części zwierząt (Tatarinov, 2003) (Fig. 2).

Makroskopowe obserwacje kości (Fig. 3) wykonane przez dr hab. Piotra Wojtala z Polskiej Akademii Nauk w Krakowie dowodzą, że są to głównie żebra oraz kości długie wielkich ssaków: krów bądź turów. Zidentyfikowane zostały również fragmenty kości mniejszych ssaków.

Makroskopowe i mikroskopowe obserwacje lokalnie występującego piaskowca i kości zwierzęcych znalezionych w



Fig. 4. Kość gąbczasta zmineralizowana turkusem, powiększenie 4x, fot. M. Pawlikowski • Spongy bone mineralized with turquoise (magnification 4x), phot. M. Pawlikowski

prakopalniach miedzi pokazują zaawansowany stopień mineralizacji próbek związkami tego metalu (Fig. 4). Mineralizacja miedziowa jest w różnym stopniu zaawansowana, co przejawia się zarówno zmienną intensywnością barwy badanego materiału kostnego, jak i różnymi odcieniami koloru zielonego i niebieskiego.

Mineralizacja próbek kostnych, a co za tym idzie zmiana składu chemicznego badanego materiału decyduje o zmianie sprężystości bądź kruchości materiałów kostnych.

Szczegółowe badania sprężystości pobranych próbek są w toku, nie można więc podać konkretnych wartości. Zaobserwowano natomiast, że z upływem lat, na skutek wnikania roztworów mineralnych do wnętrza materiału badanego, traci on swoją pierwotną sprężystość i przybiera cechy charakterystyczne dla materiałów impregnowanych.

Podsumowanie

Niedostępne obszary górzystego Uralu kuszą turystów dzięki przyrodą, obfitością flory i fauny oraz bogactwem złóż surowców mineralnych. Niestety, teren ten, mimo swojego piękna, nie jest obszarem zagospodarowanym pod kątem geoturystycznym. Problemem jest brak informacji turystycznej i nikła promocja regionalna, a także obecność licznych obiektów wojskowych. Jednakże istnieje możliwość zaplanowania wyprawy geoturystycznej w ten rejon Europy Wschodniej. Organizację wyjazdu powinno się rozpocząć od uzyskania wszelkich potrzebnych pozwoleń, uprawniających do poruszania się na terenie Południowego Uralu. Pomimo braku lokalnej turystyki istnieje możliwość nawiązania współpracy z mieszkańcami, w celu opłacenia ich jako przewodników terenowych. Należy jednak pamiętać o trudnościach wynikających z różnic kulturowych, w związku z czym harmonogram wycieczek powinien zakładać parodniowy margines. Przebieg podróży powinien zależeć od indywidualnych potrzeb i zainteresowań turystów. Jednakże, bogactwo lokalnej flory i fauny, odmienny od naszego klimat, możliwość poznania warunków życia pragórników na odkrywanych stanowiskach archeologicznych wpasowanych w lokalne warunki geologiczne, styczność z miejscami dawnego wydobywania rud metodami prymitywnymi oraz jedyna w swoim rodzaju sposobność wzbogacenia własnych kolekcji minerałów umieszcawia tereny południowego Uralu wśród najciekawszych zakątków świata, gwarantujących niezapomniane przeżycia. □

Summary**Ancient copper mines as geotourist and archeological objects in the southern Ural Mts.****Maciej Pawlikowski, Karolina Pieprzyk - Klimaszewska, Tadeusz Mikoś****Introduction**

Trips and scientific expeditions to Russia, mostly into the Ural Mts. are interesting for both the geologists and the amateur adventurers. The Ural Mts. are unique due to beautiful scenic views, small glaciers, rivers, lakes and acceptable, moderate climate. The Ural Mts. extend about 2,000 km north-south, starting from the Kara Sea coast in the north up to the Ural River in the south. The width of the mountain range varies from 40 to 150 km. The Ural Mts. are an unofficial geographical border between Europe and Asia. The highest peak is the Narodnaya (1,895 metres a.s.l.). Summits are built of metamorphic and igneous rocks: gneisses, quartzites and schists whereas in the lower slopes sedimentary rocks prevail. The Ural Mts. include several parts: the Polar Ural, the Subpolar Ural, the Northern Ural, the Central Ural and the Southern Ural.

Geotourist attraction of the Southern Ural Mts.

An interesting geological structure of the Ural Mts. encourages to plan geotouristic expeditions. Travelling is possible by using private cross-country vehicles, local buses or trains. The planning of a geotourist trail requires detailed arrangements including a number of permits from local police and military authorities. These permits are inevitable because of numerous armament factories and military objects scattered in the region.

The Ural Mts. are rich in mineral deposits of iron, chromium, manganese, nickel, bauxite, hard coal, lignite, crude oil, rock salt, potassium salt and asbestos as well as precious stones and precious metals: gold and platinum. Moreover, there is a possibility to find tourmalines and beryls in pegmatites, smoky quartz and morions near quarries as well as emeralds and topases in the vicinity of closed mines.

Kargaly as an area of geological and archeological studies

Tens of thousands of copper mines have existed in vast territories of what are now Russia, Ukraine, Uzbekistan, Kazakhstan, Tadzhikistan, Afghanistan, Pakistan and Iraq, begin-

ning from the half of the third millennium BC. Some of these old mines are recently documented and thoroughly examined by numerous scientific working groups of geologists, mining and metallurgical engineers, and archaeologists.

The best-known district of ancient copper ore mining and processing is Kargala in Russia. In this article the authors provide interesting information on these old mines and report on the results of laboratory studies of samples collected in the Kargala area and analyzed at the Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry of the AGH-University of Science and Technology in Kraków. Moreover, the authors aim to encourage the Readers of "Geotourism" to visit these historical areas.

This part of Russia has been the area of research and archeological excavations since the half of the XXth century. Recently, the area of Kargala is one of the largest and most significant regions of mining archeology in the world. The giant industrial center was built by tribes living here in the Bronze Era, some 5,000 years ago. At that time malachite and azurite were mined as copper ore. Apart from the mines, the remains of stone households (Fig. 1) from the Bronze Era were found. The ancient miners used bone tools for ore extraction. These bones (Fig. 2, 3) have been mineralized with copper solutions for thousands of years. Bones belong to the group of fragile materials. A long-lasting mineralization resulted in a noticeable change in physico-mechanical parameters. Bones under examination are mainly ribs and long bones of big mammals. The degree of mineralization varies, which is manifested by changes in the intensity of colour. Some bones were mineralized with turquoise (Fig. 4).

Summary

We can conclude that it is worth travelling to the regions which attracts tourists with wild nature, beautiful flora and fauna and enormous mineral resources. Unfortunately, the area of Kargaly is a wasteland for geotourism. The main problem is lack of tourist information, insufficient regional promotion and presence of military zones. However, there is still a possibility to arrange geotourist expeditions to the Ural Mts. The planning of expedition should start from receiving all necessary permits. It is reasonable to hire local people as field guides. The course of the trip should be tailored to individual needs and personal interests. The combination of the wild beauty of flora and fauna, variable and different climate, the possibility to explore life conditions of ancient miners, the possibility to see the old mining methods and to collect minerals will guarantee unforgettable experiences.

Literatura (References)

- Augustowski, B., 1965. Regiony naturalne Europy. W: Wrzosek, A. (red.), *Geografia powszechna - tom III. Europa (bez ZSRR)*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Czernykh, E.N., 2002. *Geological and geographical characteristics. History of discoveries, exploitation and investigations*. Kargaly. Volume 1 and 2. Archeological sites. Wydawnictwo Languages of Slavonic culture, Moskwa, vol. I: 192, vol. II: 238.
- Iessen, A.A., 1948. *O drevnei dobycie zolota na Urale. W: 200 let zoloto i promyshlennosti Urala*. Izdatelstvo Uralskoy Filii Akademii Nauk SSSR, Sverdlovsk, 5-34.
- Mikoś, T., 2004. *Współpraca górnictwa z archeologią górnictwem podczas badań prakopalni i starych kopalń*. Materiały XXVII Zimowej Szkoły Mechaniki Górniczej, Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki, AGH, Kraków, tom I: 457-468.
- Mikoś, T., Chmura, J., 2006. Problemy archeologii górniczej w międzynarodowej współpracy naukowej. *Kwartalnik Zeszyty Naukowe AGH, Górnictwo i Geoinżynieria*, 4: 59-67.
- Mikoś, T., 2008. *Górnictwo skarby przeszłości. Od kruszcza do wyrobu i użytkowej kopalni*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 333pp.
- Tatarinov, S.I., 2003. *Drievnij metall Wostocznij Ukrainy: Oczerki rekonstrukcji gornogo diela, metalurgii i mietallobrabotki w epoku bronzy*. Artiemiowsk, Ukraina, 153pp.