

KLASYFIKACJA PRZEMYSŁOWA RUD DARNIOWYCH ORAZ ICH GENEZA

OD DAWNA znane i eksploatowane rudy darniowe żelaza nie mają ustalonej klasyfikacji, aczkolwiek ich użyteczność przemysłowa nie budzi wątpliwości. Określenie stopnia użyteczności przemysłowej tych rud wiąże się z ich klasyfikacją, co z kolei wpływa na sposób ich eksploatacji, dlatego konieczne jest poznanie zasadniczego podziału rud darniowych.

Rudy darniowe występują w niewielkich złożach na całym obszarze Niżu Polskiego.

W północnych regionach Polski znajdujemy je często w towarzystwie pokładów torfu. Ponadto występują one w gruntach piaszczystych i leśnych, w mokradłach i bagnach, tworząc większe bryły (karnie), pokłady ciągłe bądź też odosobnione buły. Czasami serie 2—3 pokładów mają miąższość od 2 do 100 cm i więcej z przerostem torfu do 50 cm. Głębokość występowania rud darniowych w utworach czwartorzędowych wynosi od kilku do kilkudziesięciu

cm, choć zdarzają się przypadki, że ruda leży na głębokości 2—2,5 m.

Skład chemiczny rud darniowych jest dość zmienny i waha się od 24% do 62% Fe, 0,7% do 24% SiO₂, 0,2% do 6% Mn, 0,5% do 15% P₂O₅, ze stałą domieszką substancji organicznych. Ciężar właściwy rudy darniowej o budowie włóknistej lub zbitej wynosi 3,5 do 3,96, natomiast ciężar nasypowy rud darniowych wynosi: sypkich 0,7 do 0,8 a kawałkowych 1,0 do 1,1.

Złoże uważane jest jako przemysłowe, jeżeli jego miąższość przekracza 5 cm i posiada powierzchnię nie mniejszą niż 20 m², a całkowity obszar występowania rud wynosi 5 do 10 ha i leży w rejonie korzystnym do eksploatacji. Dalszym warunkiem złoża przemysłowego jest minimalna zawartość Fe 24% i maksimum 24% SiO₂. Spotykanych częstokroć gniazd rudy, leżących poza rejonem eksploatacyjnym, nie zaliczamy do złóż przemysłowych.

Rudy darniowe stanowią cenny surowiec, odkąd hutnictwo zastosowało proces tomasowski do otrzymywania stali. Ogólne zasoby rud darniowych w Polsce sięgają liczby około 2,5 miliona tonn + 20% rezerwy na straty eksploatacyjne. Rudy darniowe są surowcem wartościowym nie tylko dla przemysłu hutniczego, lecz również dla przemysłu chemicznego. Dlatego zagadnienie genezy rud darniowych powstających zarówno na drodze nieorganicznej, jak również na drodze biochemicznej, jest zagadnieniem ważnym. Prof. M. Strzemiński przypuszcza np., iż bardzo poważną rolę w powstawaniu rud darniowych mogą spełniać występujące w różnych okolicach piaski sandrowe. Zagadnienie to jest jednak nie zbadane. Nie wiemy również, jaką rolę w procesach tworzenia się rudy spełniają drobnoustroje i jaki jest ilościowy stosunek procesów organicznych do nieorganicznych.

Wiemy, że gleba jest swoistym środowiskiem geochemicznym, pośredniczącym w wędrówce różnych pierwiastków chemicznych (np. Mg, Ca, Fe i wielu innych) między litosferą a biosferą. Świat organiczny przeprowadza selekcję pierwiastków chemicznych, skupiając je i nadając im szczególnie bieg w geochemicznej wędrówce. „Szczególnie doniosłą rolę odgrywają przy tym pewne organizmy niższe z grupy bakterii. Opanowują one w sprzyjających warunkach tak dalece obieg niektórych pierwiastków, że stają się dla ich geochemii czynnikiem zasadniczym, np. bakterie azotowe, produkujące azotany i związki amonowe — bakterie żelaziste, gromadzące wodorotlenki żelaza — bakterie siarczane, wywiązujące siarkowodór i osadzające siarkę rodzimą“. Można wobec tego przypuszczać, iż pokłady rud darniowych tworzą się przy pomocy drobnoustrojów, które wytrącają wodorotlenki żelaza. „Przy takim procesie wytrącania wodorotlenku żelaza bardzo ważną rolę grają bakterie żelaziste i pewne glony, dokonując

oksydacji, hydrolizy i rozkładu organicznych związków żelaza“ (K. Smulikowski — Geochemia. Warszawa 1952).

Całkowite wyjaśnienie roli mikroorganizmów w tworzeniu się rud darniowych w środowiskach bagiennych i przyjeziornych może potwierdzić tezę, że „ruda narasta“ w miejscach wybranych przed laty.

Pomijając jednak zagadnienie genezy rud darniowych, w dotychczasowym stanie eksploatacji rozróżniamy kilka rodzajów rud darniowych.

1. **R u d a s y p k a**, czyli miążka, wyglądem swym do złudzenia przypomina zwykłą kawę mieloną, o barwie brunatnej, żółtawobrunatnej, czarniawobrunatnej. Leży ona w pokładach o znacznej niekiedy rozciągłości i o różnej miąższości.

Ruda sypka jest najmłodszą rudą darniową. Może ona powstawać z roku na rok, w warunkach sprzyjających nagromadzeniu się związków żelaza. Związki te, wytrącając się wraz z domieszkami koloidalnej krzemionki, substancji ilastych i fosforanów, spajają okruchy mineralne i szczątki organizmów. W procesach biochemicznych rolę dominującą odgrywają mikroorganizmy, z których najważniejsze są bakterie żelaziste i pewne glony działające utleniająco, dokonujące hydrolizy i rozkładu organicznych związków żelaza, manganu — oraz gromadzące na swej powierzchni i w komórkach wodorotlenki tych metali. Procesy życiowe owych organizmów, przyspieszające procesy wytrącania wodorotlenku żelaza, nie są dotychczas znane. Osad początkowo ma właściwości masy lepkiej i podobny jest do iltu.

2. **R u d a k a r n i k o w a** lub łysakowa wyglądem zbliżona jest do porowatego żwiru (gruzelki, groszek), przy czym średnica ziaren (granulacja) waha się mniej więcej od 3 do 10 mm. Leży ona luźno w osobnych gniazdach albo razem z rudą sypką. Występuje na mokrych terenach przyrzecznych i w starych łóżykach rzek.

3. **R u d a z b i t a**, czyli kawałkowa nazwę swą zawdzięcza charakterowi występowania. Występuje w postaci brył lub płyt o powierzchni kilku lub kilkunastu metrów kwadratowych. Bryły rudy zbitej przy eksploatacji są rozbijane, wskutek czego powstają kawałki o różnych wymiarach. Stąd pochodzi nazwa rudy zbitej, zwanej jednocześnie kawałkową. Leży ona na terenach suchych i tworzy pokłady nie ciągłe, przerywane, tzw. gniazda. Znajdują się one niejednokrotnie głęboko pod warstwą piasku. Miąższość ich dochodzi do 1 m. Występowanie tego rodzaju rudy jak również rudy karnikowej niekiedy w terenie pagórkowatym, suchym albo nawet wśród lotnych piasków oraz z dala od potoków wymaga wyjaśnienia. Ruda darniowa, jako produkt procesów wietrzenia i sedymentacji, powstała ogólnie biorąc w terenie mokrym. Z czasem jednak

teren, na którym zachodził proces osadzania się rudy, uległ przekształceniu, uniemożliwiającemu dalsze tworzenie się rudy, lecz z zachowaniem złóż już istniejących. Przeważnie ruda ta leży głęboko, w niektórych przypadkach jest jednak na powierzchni. Występuje ona również w obszarach pól uprawnych na dość dużej głębokości, np. na terenie PGR Modła, powiat Bolesławiec.

4. R u d a w i w i a n i t o w a, o konsystencji sypkiej lub zbrylonej, charakteryzuje się barwą niebieskawą, pochodzącą od wiwianitu. Wiwianit, o wzorze chemicznym: $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, w stanie pierwotnym bywa bezbarwny lub jasnozielony, w zetknięciu się z powietrzem jednak skutkiem częściowego utlenienia staje się niebieski. Jego skład chemiczny jest następujący: 43,0% FeO; 28,3% P_2O_5 ; 28,7% H_2O . Wiwianity barwy niebieskiej zawierają fosforan żelaza trójwartościowego wskutek wtórnego utleniania. Wiwianit znajdujemy w popiołach starych palenisk węgla kamiennego, w rudach bagiennych i w torfowiskach, niekiedy w postaci warstewek o miąższości od 2 do kilkunastu cm. O tworzeniu się wiwianitu pisze prof. Smulikowski w „Geochemii“: „W warunkach niedostatku lub braku jonów wapniowych przy organogenicznej koncentracji fosforu powstać muszą inne materiały fosforowe. Zdarza się to np. w warunkach bagiennych, w torfowiskach, gdzie głównym kationem staje się żelazo i gdzie dochodzi wskutek tego do tworzenia się wiwianitu $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Tworzy on może albo własne złoża w postaci drobnych wkładek, albo jako minerał dodatkowy towarzyszy rudzie darniowej“.

W niektórych pokładach gliny występuje wiwianit ziemisty zanieczyszczony albo zbity o przekrobie ziarnisto-perłkowatym. W zetknięciu z powietrzem bardzo szybko niebieszczeje, a następnie błękitnieje. Podczas dłuższego działania powietrza wiwianit przybiera barwę ciemnoniebieską, a następnie wietrzejąc przechodzi w fosforan barwy brunatnej, zbliżony do beranitu, o wzorze chemicznym $Fe^{II}, Fe^{III}(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3H_2O$.

5. R u d a b i a ł a. W środowiskach bagiennych żelazo znajduje się w roztworze w postaci dwuwęglanu żelazawego lub soli organicznych powstałych w wyniku rozkładu substancji organicznej. Wskutek utraty CO_2 z dwuwęglanu wytrąca się węglan żelaza. Jeżeli środowisko powstawania węglanu żelaza jest odcięte od utleniającego działania atmosfery, wówczas węglan żelaza zachowuje się jako ruda biała. W środowiskach silnie redukcyjnych, jakimi są torfowiska, nie dochodzi bowiem do wytrącania wodorotlenku żelaza. Wytrącający się węglan żelaza tworzy pokład serowatego brudnobiałego syderytu bagiennego. Tego rodzaju utwory powstają nie tylko w torfowiskach czwartorzędowych, tworzyły się one również w dawniejszych okresach geologicznych, np. w

karbonie, gdzie zdarzają się nawet pokłady syderytowe o znaczeniu gospodarczym. Znane są one również wśród utworów słodkowodnych przybrzeżnych i lagunowych. Na naszych terenach rudę białą spotykamy jako rudę niezapiaszczoną, koloru brudnobiałego. W warunkach utleniających przekształca się ona w utwór gąbczasty, jasnobrunatny, w limonit.

Oprócz wymienionych rodzajów należałoby jeszcze wyróżnić rudę przyjeziorną, osadzającą się w terenie grząskim, w warunkach odmiennych od tych, w których powstała ruda jeziorna, osadzająca się w basenach wodnych za sprawą czynników głównie nieorganicznych. W przeciwieństwie do rudy przyjeziornej ruda jeziorna osadza się na głębokości od 1 do 5 metrów na dnie jezior. Znane u nas występowania rudy jeziornej i przyjeziornej nie przedstawiają wartości przemysłowej, jednak celowe jest prowadzenie w tym kierunku poszukiwań. W poszukiwaniach tych powinni wziąć udział również biogeochemicy, którzy powinni określić stopień żywotności rudy przyjeziornej.

Wydobywanie i przerabianie rud darniowych sięga czasów zamierzchłych. Z okresów tych nie mamy jednak o nich dokładnych wiadomości, a obserwacje dotychczasowe przedstawiają materiał bardzo szczupły i nie wystarczający. Opierając się na głosach ludzi, którzy w niedawnej przeszłości, to jest czasu pierwszej wojny światowej, wydobywali rudę darniową, można by sądzić, iż ruda „narasta“, gdyż tam, gdzie ją już raz wydobywano, dzisiaj znowu można ją eksploatować. Rabunkowe wybieranie złóż w ciągu ostatniej wojny polegające na wydobywaniu najlepszych miąższościowo i jakościowo złóż rud, nie spowodowało zniszczenia otaczającego środowiska i pozwoliło na ponowne rozpoczęcie procesu biogeochemicznego tworzenia się rudy. Dotychczas jednak te zagadnienia nie zostały poznane.

„Narastaniu“ rudy sprzyja charakter stagnacyjny terenu. Rudy osadzają się w zasięgu wód gruntowych łąk, mokradeł i bagien, w strefie wegetacyjnej roślin przy powierzchni, gdzie wytrącanie się wodorotlenku żelaza zachodzi również na korzeniach i łodygach roślin. Osad po skoagulowaniu i stwardnieniu tworzy pokład limonitu o budowie porowatej, z resztkami roślin. Zwany jest on rudą darniową, łąkową lub bagienną. W warunkach sprzyjających, przy udziale mikroorganizmów, w obecności kwasów humusowych proces „narastania“ może doprowadzić do utworzenia się poważnych ilości rudy już w ciągu kilku lub kilkunastu lat. W warunkach mniej sprzyjających może rozciągać się na dziesiątki i setki lat. W przebiegu procesu żelazo strąca się jako wodorotlenek żelaza wraz z dużą ilością krzemionki koloidalnej, P_2O_5 , i drobnych ilości Mn, Ca, Mg. Tworzy się osad

ilasty, miękkie jak ciasto, wiązające i spajające składniki organiczne oraz mineralne. Po wysuszeniu osad staje się porowaty i twardy podobny do żuźla fryszerskiego lub gąbki.

Miejscom występowania rud darniowych na obszarze Polski są doliny polodowcowe i bagniste obszary dorzecza Wisły, Sanu, Bugu, Warty, Prosnicy i innych rzek. Rudy leżą na łąkach i w glebie, pod nakładem darni, a częstokroć w spągu pokładów torfowych. W przeciwieństwie do rud jeziornych, które po wybraniu nie tworzą się ponownie, rudy łąkowe mogą dalej powstawać. Jeżeli skały otaczające złoża nie będą podczas eksploatacji poważnie uszkodzone lub całkowicie wybrane, proces „narastania” nowego złoża rudy w tym samym miejscu może dokonać się w ciągu lat kilkunastu, a nawet kilku, zależnie od intensywności działania czynników biogeochemicznych. Stąd wniosek bardzo istotny, że eksploatacja odkrywkowa rud darniowych może trwać tak długo, jak długo nie zostaną wybrane lub uszkodzone skały otaczające ich złoża, konieczne potrzebne do wytworzenia ponownie warunków biogenetycznych w dalszych procesach organicznego osadzania się rudy.

Jeżeli chodzi o sposób występowania rud darniowych, obecna znajomość zagadnienia pozwala wyróżnić istnienie następujących typów złóż:

Typ I — Pokłady o znacznej rozciągłości, charakteryzujące się niewielką stosunkowo, lecz prawie jednakową miąższością na całym obszarze występowania, od 13 do 25 cm i więcej. Zanik pokładu rudy darniowej następuje stopniowo przez wyklinalowanie się. Niejednokrotnie pokład rudy darniowej wychodzi na powierzchnię.

Typ II — Pokłady o nieznacznej rozciągłości i o dość zmiennej miąższości od kilku do kilkunastu cm. Gdy np. pokład typu I leży na obszarze kilkudziesięciu ha, pokład typu II, mający od 3 do 12 cm miąższości, leży na przestrzeni jednego hektara, a nawet mniej.

Typ III — Pokłady typu gniazdowego składają się z rudy karnikowej lub zbitiej. Twardość rudy i jej zwięzłość są większe od twardości skały pływnej otaczającej. Charakterystyczną cechą jest łatwość oddzielania się rudy od skały pływnej podczas wietrzenia. Gniazda leżą mniej więcej na jednakowej głębokości, a rozmieszczenie ich w przestrzeni jest nierównomierne.

W wymienionych typach złóż rud darniowych spotykamy bardzo często przerosty torfu, wapienia, dochodzące niejednokrotnie od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. W takich przypadkach pokłady rudy leżą jeden nad drugim

w formie ciągłej albo przerywanej, tworząc tak zwaną serię rudniową (zwykle z 2—3 pokładów).

Owe serie rudniowe świadczą o genezie biogeochemicznej. Charakterystyczną ponadto cechą złóż rud darniowych jest to, że w jednym obszarze nie występują wszystkie rodzaje tych rud. Miejscom tworzenia się pokładów rudy darniowej wskutek procesów biogeochemicznych są podmokłe łąki, moczary i bagna. Przedstawiają one właściwe wiwaria i spełniają rolę wytwórni rudy żelaza pod warunkiem, że należycie będą zaopatrzone w sunowiec, który mikroorganizmy przerobią we właściwy sobie sposób.

GENEZA RUD DARNIOWYCH powinna być jak najprędzej stać się obiektem badań naukowych. Poznanie mikroorganizmów, ich procesów życiowych, poznanie ich zmienności w czasie i wreszcie ustalenie ich znaczenia — to zagadnienia wymagające dłuższego czasu badań biogeochemicznych, prowadzonych w warunkach szczególnie dobranych oraz w wyodrębnionych do tych celów wiwariach terenowych łąkowych, bagiennych, moczarowych i przyjeziornych.

Praca badawcza nad mikroorganizmami wód gruntowych i bagiennych dostarczy właściwej podstawy do rozważań na temat genezy rud darniowych, co w konsekwencji może doprowadzić w przyszłości do kierowania procesami tworzenia się tych rud przez stwarzanie odpowiednich warunków rozwojowych.

Badania tego zjawiska powinny obejmować:

- 1) dobór takich terenów rudonośnych, które zapewniłyby właściwy przebieg badań biogeochemicznych w wiwariach terenowych;
- 2) wstępne analizy wód w wiwariach, które powinny wykazać, czy ilość żelaza w tych wodach jest dostateczna;
- 3) ustalenie, czy badany teren jest środowiskiem statycznym, czy też dynamicznym;
- 4) ustalenie, czy w badanym terenie proces powstawania rud jest ciągły, czy okresowy;
- 5) jak najściślejsza współpraca z Instytutem Gleboznawstwa;
- 6) prace mikrobiologów powinny wykazać, czy możliwe jest stworzenie takiego środowiska, które odtworzyłoby właściwości życia wiwarium;
- 7) badania mikrobiologów powinny doprowadzić do takiego stadium ażeby móc stworzyć sztuczne środowisko, zastępujące wiwarium naturalne.

Tak przeprowadzone badania pozwolą ostatecznie ustalić, czy możliwe jest doprowadzenie z biegiem czasu do założenia bazy, w której można by na podstawach naukowych kultywować hodowlę wysokowartościowej darniowej rudy żelaza.