

Roman OSIKA, Jurij STARICKI, Ałła UDAŁOWA

## Formacje metalogeniczne przedpermskich utworów platformy wschodnioeuropejskiej

### WSTĘP

Obszar platformy europejskiej, zgodnie z dotychczasowymi poglądami, dzieli się na platformę prekambryjską Europy wschodniej oraz na platformę paleozoiczną Europy środkowej i zachodniej. Granica między tymi platformami — o kierunku NW — SE — przebiega przez środkową część Polski, zgodnie z tzw. linią Teisseyre'a. Platforma prekambryjska, położona na wschód od tej linii, zbudowana jest z dwóch zasadniczych pięter strukturalnych: z podłoża krystalicznego i z górnoproterozoiczno-paleozoiczno-mezozoiczno-kenozoicznej pokryw platformowej.

### FORMACJE METALOGENICZNE PODŁOŻA KRYSZALICZNEGO PLATFORMY WSCHODNIOEUROPEJSKIEJ

W ewolucji podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej wydzieliła się dwa etapy: etap przedgeosynklinalny — obejmujący archaik oraz etap wczesnogeosynklinalny i geosynklinalny — reprezentowane przez dolny i środkowy proterozoik. Trzeci etap obejmuje już piętro platformowe, w skład którego wchodzi utwory górnego proterozoiku, paleozoiku, mezozoiku i kenozoiku.

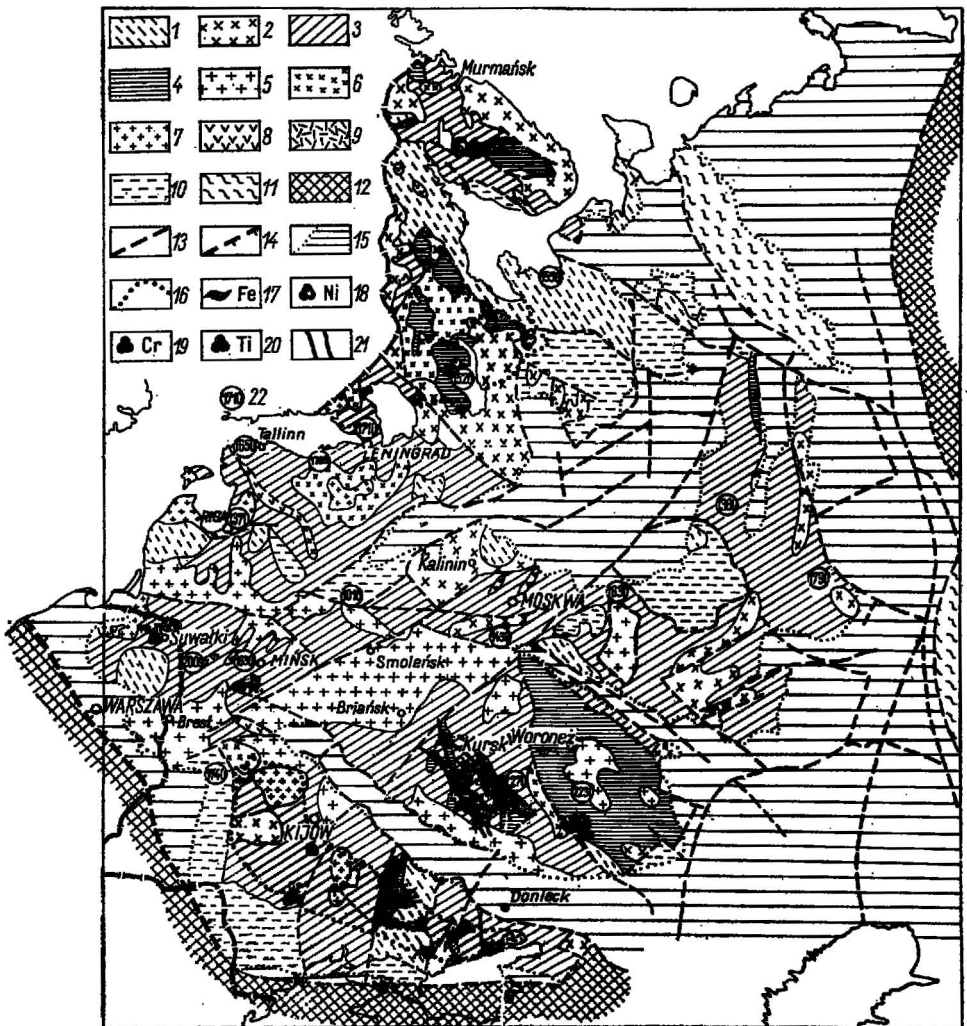
#### ERA ARCHAICZNA (powyżej 2,7 mld lat)

Utwory archaiczne tworzyły się w specyficznych warunkach przedgeosynklinalnych. Według E. M. Łażko (1971) nie istniały wówczas geosynkliny ani też platformy. Na obszarze platformy wschodnioeuropejskiej masywy archaiczne charakteryzują się mozaikowym układem anomalii magnetycznych. Brak jest tu w zasadzie większych rozłamów wgłębnych, a struktury linijne stwierdzone w utworach archaicznych są wynikiem

późniejszej tektogenezy. W przedgeosynkinalnym okresie archaicznym nie doszło do utworzenia poważniejszych koncentracji mineralnych. W niektórych strefach powstały gnejsy żelaziste. Różnią się one od późniejszych kwarcytów proterozoicznych tym, że należą do granulitowej i amfibolitowej facji metamorficznej. W gnejsach archaiku występują koncentracje minerałów o wysokiej zawartości glinu (sylimanit, cyanit i korund).

#### DOLNY I ŚRODKOWY PROTEROZOIK (2,7—1,35 mld lat)

Z początkiem dolnego proterozoiku powstało wiele utworów z typowymi formacjami wulkaniczno-osadowymi. Wulkanizm podmorski nie ma charakteru arealnego jak w archaiku, lecz ograniczony jest do eugeo-



synklin. Tworzą się formacje spilitowo-keratofirowe, z którymi większość geologów wiąże maksymalny rozwój formacji jaspilitowej.

Magmatyzm intruzywny można podzielić na dwie grupy wiekowe. Wczesna grupa skał intruzywnych reprezentowana jest przez skały zasadowe i ultrazasadowe, granitoidy i granity mikroklinowe (2140 — 1900 mln lat), późniejsza natomiast obejmuje skały zasadowe i ultrazasadowe oraz granity powstałe w wyniku orogenezy karelskiej (1950 — 1850 mln lat).

Na podkreślenie zasługują intruzje środkowoproterozoiczne (1850 — 1650 mln lat) reprezentowane przez formację rapakiwi i związane z nimi anortozyty. Utwory te występują w formie wielkich anorogenicznych plutonów na tarczy bałtyckiej i ukraińskiej, stwierdzono je również wierceniami w zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, tj. w krajach nadbałtyckich i w Polsce (fig. 1).

Skały alkaliczne i ultrazasadowo-alkaliczne występują na tarczy ukraińskiej i nad Morzem Azowskim. Są to granity alkaliczne i sjenity nefelinowe. Na Półwyspie Kola magmatyzm platformowy reprezentowany jest przez paleozoiczne kompleksy alkaliczne i ultrazasadowo-alkaliczne.

Obraz tektoniczny podłoża krystalicznego został uformowany w orogenezie karelskiej. Są to wąskie pasy orogeniczne otaczające masywy archaiczne, zregenerowane niekiedy podczas tej orogenezy.

Zachodnia część platformy podlegała aktywizacji w czasie gotyjskiej epoki tektonicznej (1200 — 1600 mln lat), z czym wiąże się specyficzny magmatyzm typu platformowego oraz metamorfizm, a szczególnie odmłodzenie radiometryczne; procesy te doprowadziły do wyraźnej jednorodności podłoża krystalicznego. Pośród licznych złóż występujących w dolnym i środkowym proterozoiku do największych należą złoża meta-

Fig. 1. Szkic tektoniczny podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej (wg N. W. Niewolina, uzupełniony przez S. Kubickiego i J. G. Starickiego). Tectonic sketch of the crystalline basement of the East European platform (after N. V. Nevolin, complemented by S. Kubicki and Y. G. Staritskii)

1 — kompleks archaiczny — nie rozdzielony; 2 — granitoidy archaiczne; 3 — skały archaiczne przeobrażone w proterozoiku; 4 — sfałdowane obszary proterozoiczne; 5 — obszar archaiczny (dolnoproterozoiczny); 6 — granitoidy proterozoiczne; 7 — granity rapakiwi górnoproterozoiczne; 8 — intruzje zasadowe i ultrazasadowe — przedryfjskie; 9 — intruzje alkaliczne, górnoproterozoiczne i paleozoiczne; 10 — obszary sfałdowane — przedryfjskie, nie rozdzielone; 11 — obszar sfałdowań bajkalskich; 12 — obszar sfałdowań paleozoicznych; 13 — główne dyslokacje; 14 — granica między platformą prekambryjską i paleozoiczną; 15 — obszar występowania podłoża krystalicznego poniżej głębokości 2000 m; 16 — wschodnie podłoża krystalicznego na powierzchni; 17 — złoża i wystąpienia metamorficznych rud żelaza; 18 — wystąpienia magmatycznych rud niklu; 19 — wystąpienia magmatycznych rud chromu; 20 — wystąpienia magmatycznych rud tytanu i żelaza; 21 — strefy metalogeniczne; 22 — dane geochronologiczne K/Ar

1 — Archaean complex, undivided; 2 — Archaean granitoids; 3 — Archaean rocks reworked in the Proterozoic; 4 — folded Proterozoic areas; 5 — Archaean (Lower Proterozoic) area; 6 — Proterozoic granitoids; 7 — Upper Proterozoic rapakivi granites; 8 — Pre-Riphean basic and ultrabasic intrusions; 9 — Upper Proterozoic and Palaeozoic alkaline intrusions; 10 — Pre-Riphean folded areas, undivided; 11 — Baikalian folding area; 12 — Palaeozoic folding area; 13 — main faults; 14 — boundary between the Precambrian and the Palaeozoic platform; 15 — occurrence of the crystalline basement below the depth of 2000 m; 16 — outcrops of the crystalline basement at the surface; 17 — metamorphic iron ores deposits and occurrences; 18 — igneous nickel ores occurrences; 19 — igneous chromium ores occurrences; 20 — igneous titanium and iron ores occurrences; 21 — metallogenic zones; 22 — K/Ar data.

morfogeniczne związane z formacją kwarcytów żelazistych oraz złoża endogeniczne.

#### FORMACJA KWARCYTÓW ŻELAZISTYCH

Formacja ta charakteryzuje się gigantycznymi złożami rud żelaza występującymi na tarczach i starych platformach. Na platformie wschodnioeuropejskiej formacja wstęgowanych rud żelaza najlepiej jest rozwinięta na tarczy ukraińskiej i na obszarze Kurskiej Anomalii Magnetycznej (fig. 1). Rudy tego typu znane są ponadto z tarczy bałtyckiej oraz z Białorusi i z Polski, gdzie występują pod grubą pokrywą osadów platformowych. Źródła ogromnych ilości żelaza upatruje się w procesach ekshalacyjno-wulkanicznych i hydrotermalnych. Związki te były dostarczane do zbiorników sedymentacyjnych, w których osadzały się równocześnie utwory terygeniczne.

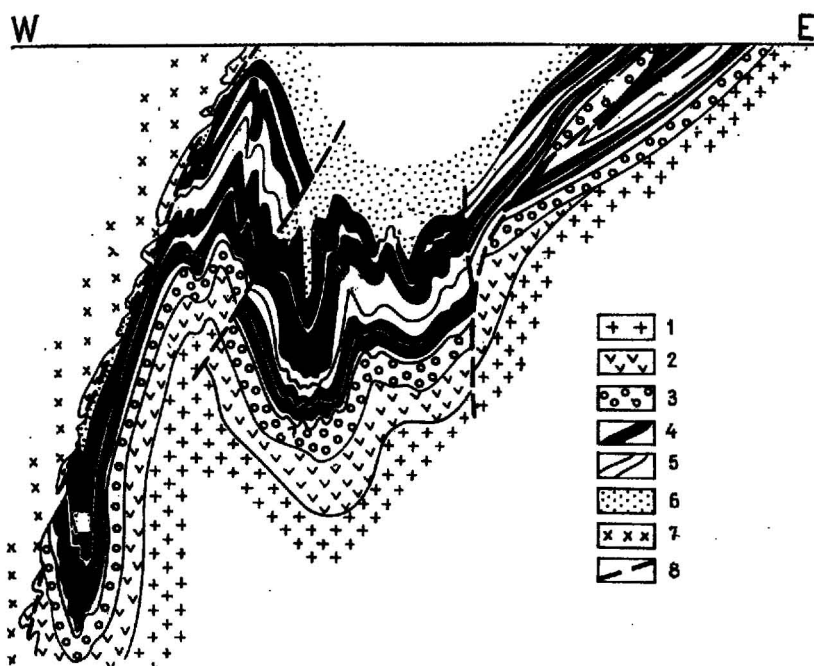


Fig. 2. Schemat tektoniczny zagłębia krzyworooskiego (wg Ia. N. Belevceva, uproszczony)

Tectonic scheme of the Krivovograd basin (after Ya. N. Belevcev, simplified)

1 — plagiogranity saksagańskie; 2 — amfibolity; 3 — seria krzyworooska dolna; 4 — 5 — seria krzyworooska środkowa; 4 — wstęgowane skały żelaziste, 5 — łupki metamorficzne; 6 — seria krzyworooska górna; 7 — kirowogradzkie granity mikroklino-plagioklazowe; 8 — ważniejsze dyslokacje

1 — Saksagan plagiogranites; 2 — amphibolites; 3 — Lower Krivovograd series; 4 — 5 — Middle Krivovograd series; 4 — banded ferriferous rocks, 5 — metamorphic schist; 6 — Upper Krivovograd series; 7 — Krivovograd microcline-plagioclase granites; 8 — main faults

Serie rudonośne zachowały się obecnie wśród skał archaicznych w wąskich strefach synklijalnych, przebiegających w kierunku południkowym i północno-wschodnim. Na obszarze Kurskiej Anomalii Magnetycznej największe znaczenie ma środkowa seria kurska zbudowana z kwarcytów hematytowych, magnetytowo-hematytowych i magnetytowych. Zawartość żelaza w rudach waha się najczęściej 28 — 35%. Przekrój przez złoża krzyworośkie ilustruje fig. 2. Na obszarze KMA i Krzywego Rogu kwarcyty żelaziste w strefach przypowierzchniowych uległy procesom wietrzeniowym, w wyniku czego nastąpiło odprowadzenie krzemionki i wzbogacenie w żelazo (J. G. Staricki, 1954). Głębokość utleniania w złożu Lebedińskoję wynosi około 90 m, a w złożu Michajłowskoję sięga 230 m. Zawartość żelaza waha się tu 55 — 57%, a na niektórych partiach osiąga 70%. Sumaryczne zasoby rud żelaza KMA szacuje się na około 40 mld ton, zasoby kwarcytów żelazistych są natomiast znacznie większe.

#### RUDY ZWIĄZANE ZE SKAŁAMI ZASADOWYMI

W środkowym proterozoiku powstały intruzje anortozytowe (labradorytowe) oraz towarzyszące im gabra i noryty. Największe znaczenie mają anortozyty, z którymi związane są złoża rud ilmenitowo-magnetytowych (S. Kubicki, J. Siemiątkowski, 1973). Poza tarczą bałtycką (złoże Cagińskie) złoża tego typu znane są w podłożu krystalicznym obszaru Polski (Krzemianka), jak również na innych obszarach platformy wschodnioeuropejskiej. W Krzemiance rudy występują w skałach anortozytowych w formie soczew i pseudopokładów. Miąższość ciał rudnych waha się od paru do kilkudziesięciu i więcej metrów; w profilu pionowym (do głęb. 2000 m) stwierdzono kilkanaście takich soczew. Zawartość żelaza w rudzie waha się od 20 do 40%, rudy zawierają ponadto tytan i domieszkę wanadu. Skład mineralny rud jest zbliżony do rud ze złoża Otanmäki w Finlandii.

Z kompleksem skał ultrazasadowych i zasadowych związane są również złoża siarczków niklu występujące na półwyspie Kola i masywie woroneskim oraz złoża chromitów w południowo-zachodnim obrzeżeniu tarczy ukraińskiej. Magmatyzm platformowy reprezentowany jest przez kompleksy alkaliczno-ultrazasadowe i alkaliczne. Ze skałami tymi związane są unikalne złoża karbonatytów, apatytu, rud żelaza i flogopitu na Półwyspie Kola i w rejonie nadazowskim.

#### FORMACJE METALOGENICZNE W PRZEDPERMSKIEJ POKRYWIE OSADOWEJ PLATFORMY WSCHODNIOEUROPEJSKIEJ

##### RYS PALEOGEOGRAFICZNO-METALOGENICZNY

Górnoproterozoiczne i paleozoiczne osady wchodzące w skład pokrywy platformowej rozwinięte są na obszarze ZSRR i w północno-wschodniej Polsce. W ryfeju sedymentacja ograniczona była jedynie do wąskich rowów i aulakogenów; miąższość osadów ryfeju w tych strefach osiąga ponad 5 km. Na obszarze wschodniej Polski (obniżenie nadbużańskie)

utwory ryfeju reprezentowane są przez serię poleską o grubości do 70 m. W osadach ryfeju brak jest koncentracji rudnych.

W okresie w e n d y j s k i m sedymentacja objęła centralną i wschodnią część platformy. W rejonie zachodniego przedgórza Timanu i w zapadlisku paczelmskim miąższość tych osadów wynosi około 1 km, na obszarze przedgórza Uralu natomiast osady te osiągają maksymalną miąższość — ponad 3 km. Na obszarze wschodniej Polski kompleks wendyjski reprezentuje seria sławatycka (utwory wulkanogeniczno-osadowe), siemiatycka i lubelska (piaskowce, mułowce i zlepieńce arkozowe), których miąższość wynosi około 300 m. Na Białorusi w osadach wendyjskich znane są wystąpienia rud miedzi, cynku, ołowiu oraz fluorytu, na Podolu natomiast mineralizacja fluorytowa.

Osady k a m b r u (głównie dolnego) rozwinięte są w zachodniej i północnej części platformy. Największą miąższość — około 2400 m — osiągają one w centralnych częściach syneklizy bałtyckiej i moskiewskiej. W północno-wschodniej Polsce w osadach dolnego kambru (rejon Białowieży) stwierdzono żelazisty mułowiec oolitowy o zawartości 22—30% Fe.

Po długotrwałej przerwie, obejmującej kambr środkowy i górny, na obszarze syneklizy bałtyckiej i moskiewskiej rozwija się sedymentacja d o l n o o r d o w i c k a. Bezpośrednio na utworach górnego kambru leżą piaskowce obolusowe tremadoku z warstwą łupków z *Dictyonema* (B. Szymański, 1966). Łupki te w rejonie Białowieży zmineralizowane są molibdenem i wanadem, natomiast obolusowe piaskowce tremadoku w Estonii i w rejonie Leningradu zawierają przemysłowe koncentracje fosforatów. W środkowym ordowiku morze rozszerza się w kierunku południowym na Podole. Miąższość osadów ordowiku w syneklizie bałtycko-moskiewskiej wynosi około 250 m, na Podolu zaś kilkadziesiąt metrów (G. G. Winogradow, A. J. Drewin, E. J. Żowiński, 1963). W polskiej części platformy prekambryjskiej transgresja ordowicka rozpoczyna się utworami arenigu i trwa do aszgilu, przy czym w całym kompleksie ordowickim zaznaczają się liczne rozmycia. W związku z tym miąższość osadów ordowiku waha się od 25 do 155 m. Na obszarze Białowieży w wapieniach gruzłowatych lanwirnu stwierdzono warstwę oolitów żelazistych — szamozytowych (B. Szymański, 1968).

W sylurze zaznacza się kontynuacja sedymentacji na tych samych obszarach co w ordowiku, przy czym miąższość osadów syluru w centrum syneklizy bałtyckiej waha się od 700 do 800 m. W osadach tych nie stwierdzono dotychczas interesującej mineralizacji.

Z początkiem d e w o n u na platformie wschodnioeuropejskiej następuje regresja morza. Na obszarze dzisiejszego dorzecza Dniestru, na obszarze nadbałtyckim oraz na przedgórzu Uralu tworzą się osady terygeniczne, których miąższość w dorzeczu Dniestru osiąga około 400 m. W żywocie sedymentacja objęła cały obszar syneklizy moskiewskiej i zapadlisko peczorskie oraz inne obszary, z wyjątkiem bloku ukraińskiego i karelskiego, półwyspu pineskiego oraz wyspy woroneskiej i białoruskiej. Na podkreślenie zasługują liczne zbiorniki zamknięte o podwyższonym zasoleniu wód, które na południu — w rejonie dzisiejszego Morza Kaspijskiego — przechodziły w morze otwarte. W eiflu zarysowała się niecka lwowska, w żywocie aulakogen dniewrowsko-doniecki, a we franie zapadlisko nadbałtyckie. Począwszy od połowy dewonu środkowego aż do

końca tego okresu sedimentacja charakteryzuje się naprzemianległością osadów terygeniczných i węglanowych z gipsem i solą kamienną. Istniały sprzyjające warunki powstania wielu złóż surowców mineralnych, a zwłaszcza soli kamiennych i soli potasowych, złóż ropy i gazu, jak również rud żelaza, cynku i ołowiu.

W karbonie większą część platformy wschodnioeuropejskiej pokrywa płytki, wysychający zbiornik. W innych zaś obszarach — zwłaszcza na bloku karelskim i półwyspie pineskim oraz w rejonie Woroneża — pannał łąd. Jedynie w turneju i namurze zbiorniki charakteryzowały się normalnym zasoleniem. Na znacznych obszarach osadziły się w tym czasie skały węglanowe, które na przedgórzu Uralu osiągnęły miąższość około 500 m. W syneklizie moskiewskiej i w aulakogenie dniewrowsko-dnieckim natomiast przez cały karbon tworzyły się utwory w warunkach pogłębiającego się zbiornika. W związku z tym osady osiągnęły w tych obszarach znaczne miąższości; w aulakogenie dniewrowsko-dnieckim sumaryczna ich miąższość wynosi 12—13 km. Na szczególne podkreślenie zasługują osady wizenu, które w obrzeżeniu bloku karelskiego i wyspy woroneskiej rozwijały się w różnych warunkach facjalnych — od morskich do lądowych. W związku z tym istniały tu sprzyjające warunki do powstania węgla brunatnych i kamiennych, boksytów, glin ogniotrwałych i rud żelaza.

Spośród utworów najwyższego prekambriu i paleozoiku ze względu na mineralizację na uwagę zasługują utwory wendu, ordowiku (tremadoku), dewonu i karbonu.

#### WENDYJSKI OKRES METALOGENICZNY

Osady wendu składają się głównie z utworów terygeniczných z tilitami. Występują w nich również szeroko rozprzestrzenione efuzywy zasadowe i ich tufy. Na uwagę zasługują tu piaskowce arkozowe i oligomiktyczne, utworzone w warunkach rzecznych i przybrzeżno-morskich. Na Białorusi w piaskowcach tych zaznacza się mineralizacja fluorytowa i cynkowo-ołowiowa. Mineralizacja fluorytowa związana jest głównie z pradolinami. Zawartość fluorytu w tych utworach wynosi około 10%. Fluorytowi towarzyszy zwykle słabo rozwinięta mineralizacja cynkowo-ołowiowa. Oprócz tego na Białorusi i Podolu z piaskowcami wendu, zawierającymi warstwy tufogeniczne, związana jest mineralizacja miedziana, która nie jest jeszcze w dostatecznym stopniu rozpoznana.

#### TREMADOCKI OKRES METALOGENICZNY

W najniższym ordowiku — w tremadoku — w strefie nadbałtyckiej ZSRR powstały złoża fosforytów, w Polsce (w rejonie Białegostoku) zaznaczyła się natomiast mineralizacja molibdenowo-wanadowa.

#### FORMACJA MOLIBDENOWO-WANADOWA

W rejonie Białegostoku mineralizacja molibdenowo-wanadowa obejmuje łupki z *Dictyonema*, o miąższości 1,5—3 m, występujące na piaskowcach obolusowych tremadoku. Łupki te wykazują szerokie roz-

przestrzenienie. Mineralizacja molibdenowo-wanadowa zaznacza się w całym poziomie łupków, przy czym wyższe koncentracje występują w cienkich laminach, których miąższość waha się od kilku mm do paru cm, zawartość molibdenu i wanadu — od kilkuset do 3 tys. g/tonę. Omawiane łupki pod wieloma względami są podobne do łupków tego samego wieku występujących w Billingen w Szwecji.

#### FORMACJA FOSFORYTOWA.

Złoża fosforytów występujące w Estonii i w rejonie Leningradu związane są z poziomem transgresywnych piaskowców obolusowych tremadoku (fig. 3). W Estonii i w rejonie Leningradu, wzdłuż wybrzeży Morza Bałtyckiego, seria fosforytonośna odsłonięta jest na powierzchni, gdzie jest eksploatowana, jak również została stwierdzona wierceniami daleko na południe i wschód od tych wychodni. Seria ta składa się z piaskowców przybrzeżnomorskich, w których występują liczne muszle brachiopodów koncentrujące fosfor, jak *Obolus apollinis* Eichw., *Schmidtites celatus* (V olbr.) i in. Fosforyty występują tu w formie soczew o powierzchni

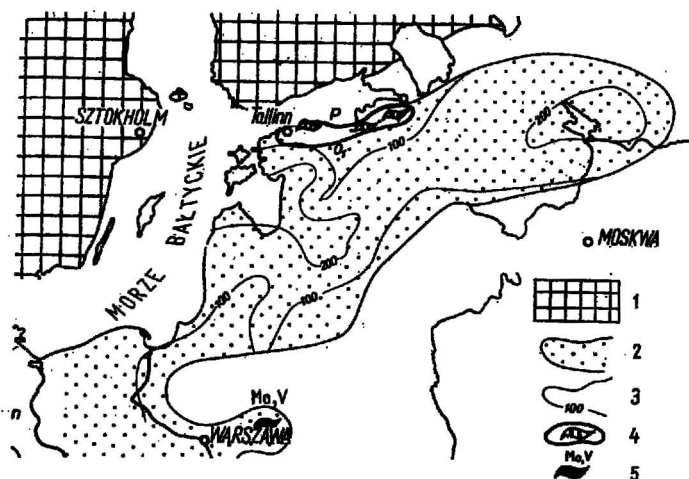


Fig. 3. Szkic paleogeograficzno-metalogeniczny ordowiku (tremadoku) północno-zachodniej części platformy prekambryjskiej

Palaeogeographic-metallogenic sketch of the Ordovician (Tremadocian) in the northwestern part of the Precambrian platform

1 — tarcza skandynawska; 2 — obecny zasięg występowania osadów ordowickich; 3 — izolinie miąższości; 4 — obszar występowania fosforytów tremadockich; 5 — mineralizacja molibdenowo-wanadowa

1 — Scandinavian shield; 2 — present extent of Ordovician sediments; 3 — isopachytes; 4 — occurrence of Tremadocian phosphorites; 5 — molybdenum-vanadium mineralization



kilku km<sup>2</sup>; w profilu pionowym znajduje się jedna do trzech soczew przedzielona piaskowcami płonnyymi. Miąższość warstw fosforytowych w poszczególnych soczewach waha się od kilku cm do 2 m. Średnia zawartość P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w złożu wynosi 14,35%, w skorupkach brachiopodów natomiast zawartość ta waha się od 33,8 do 36,9%.

Do największych złóż fosforytów w Estonii należy złożo Azeri, w rejonie zaś Leningradu złożo Kingisepskoje; to ostatnie ma formę pokładu, którego miąższość waha się od 0,5 do 5 m. Pokład występuje na głębokości 0,3—21,2 m. Zawartość P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w złożu waha się od 4,7 do 8%, przy czym jego średnia zawartość wynosi 6,45%. Ze względu na łatwe wzbogacanie złożo to jest intensywnie eksploatowane.

Zasoby fosforytów na wymienionych obszarach szacuje się na około 400 mln ton, zasoby zaś perspektywiczne na około 200 mln ton.

#### DEWOŃSKI OKRĘS METALOGENICZNY

Z dewońskim okresem metalogenicznym, oprócz mineralizacji żelazowej, miedziowej i cynkowo-olowiowej, związane są największe złoża soli kamiennych i potasowych (fig. 4).

#### FORMACJE ŻELAZONOŚNE

W osadach dewońskich rud żelaza występują w żywecie, franie i famenie.

W osadach żywetu rudy żelaza występują na obszarze anteklizy woroneskiej oraz we wschodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, tj. w Baszkirskiej a Tatarskiej ASRR, jak również w południowym Timanie. Na obszarze anteklizy woroneskiej i Kurskiej Anomalii Magnetycznej występują rudy hematytowo-oolitowe o miąższości 2 m, znane są tu również złoża klastogenicznych rud żelaza. W Republice Baszkirskiej i Tatarskiej w osadach żywetu stwierdzono dwa poziomy rud. Poziom dolny związany jest z osadami terygenicznymi dolnego żywetu (0,5 do 2 m), górny natomiast — z serią węglanową żywetu górnego. W południowym Timanie wśród piaskowców, ilów, argilitów, margli i wapieni dolomitycznych żywetu występują 3 pokłady rud żelaza, które stanowią oolity szamozytowe, getyt i syderyt.

W osadach franu rudy żelaza stwierdzono w rejonie choperskim, położonym na północno-wschodnim skłonie anteklizy woroneskiej. Pokład rud żelaza o miąższości 2,5—7 m występuje wśród ilów wapnistych i glaukonitowych. Rudą są oolity hydrogetytowe stanowiące 20 do 80% masy skalnej. Zawartość żelaza w rudzie waha się od 20 do 43%, średnio wynosi 30%.

W osadach famenu rudy żelaza znajdują się w obwodzie orłowskim. Warstwy rudne stanowi tu żelaziak brunatny z oolitami, którego miąższość waha się od 0,1 do 0,5 m.

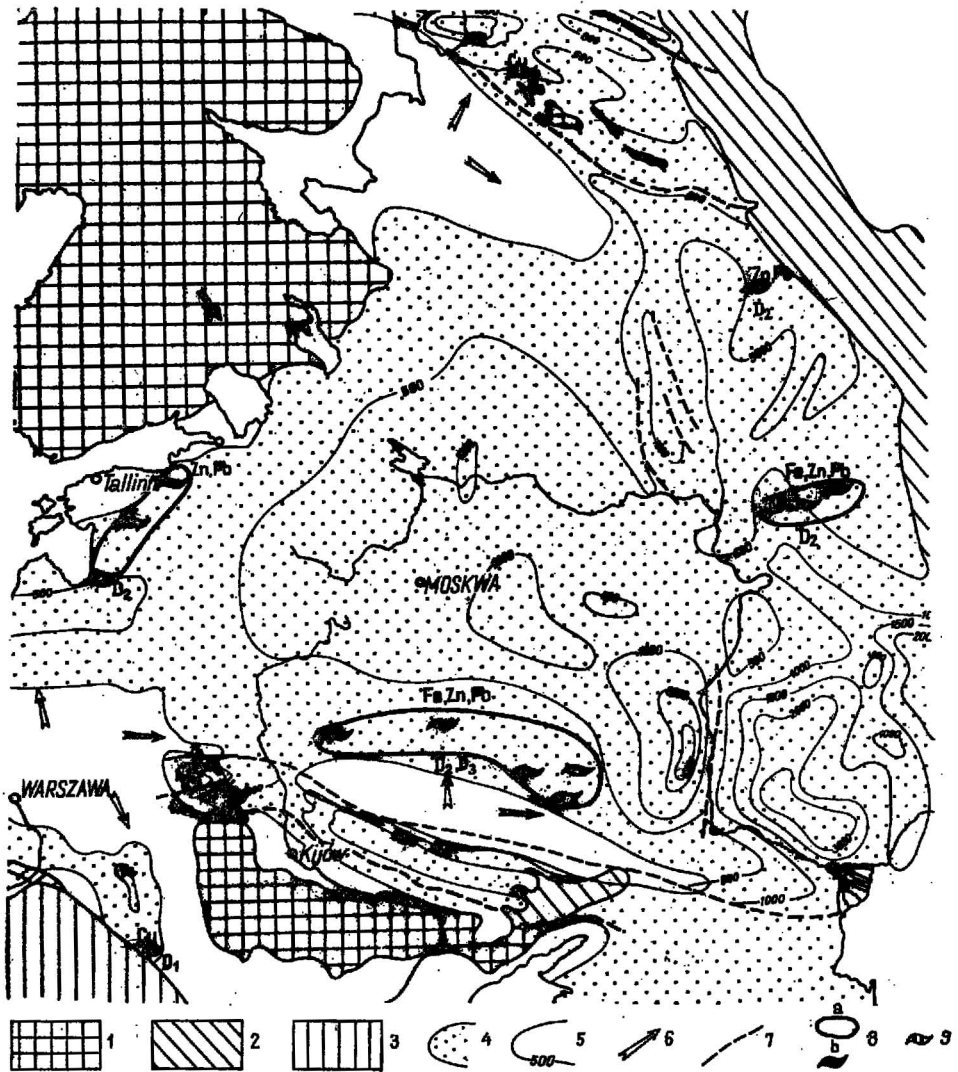


Fig. 4. Szkic paleogeograficzno-metalogeniczny dewonu w obrębie platformy prekambryjskiej (według autorów i M. Pajchlowej)

Palaeogeographic-metallogenic sketch of the Devonian in the Precambrian platform (after author's and M. Pajchel)

1 — orogen prekambryjski (tarcze); 2 — orogen waryscyjski; 3 — orogen alpejski; 4 — obecny zasięg występowania osadów dewońskich; 5 — izolinie miąższości; 6 — kierunki transportu; 7 — ważniejsze dyslokacje; 8 — obszary występowania (a) i złoża (b) rud żelaza (Fe), rud miedzi (Cu), cynku i ołowiu (Zn, Pb); 9 — złoża soli kamiennych i potasowych

1 — Precambrian orogen (shields); 2 — Variscan orogen; 3 — Alpine orogen; 4 — present extent of the Devonian sediments; 5 — isopachytes; 6 — transport directions; 7 — major faults; 8 — iron ore (Fe), cooper (Cu) and Zinc and lead (Pb, Zn) ores occurrences (a) and deposits (b); 9 — rock salt and potash deposits

## FORMACJA MIEDZIONOSNA

Mineralizacja miedziowa związana jest z osadami dolnego i górnego dewonu.

Dolnodewońska mineralizacja miedziowa, występująca w rejonie naddniestrzańskim, obejmuje pstre piaskowce piętra żedyńskiego i koblenckiego. Koncentracje rud miedzi zaznaczają się tu w sześciu poziomach szarych piaskowców, leżących wśród czerwonych utworów mułowcowo-piaszczystych typu jezioro-rzeczno. Na obszarze około 600 km<sup>2</sup> — położonym w dorzeczu Dniestru na SE od Lwowa — stwierdzono 14 miejsc wystąpień rud miedzi. Poszczególne ciała rudne o powierzchni 0,5—2 km<sup>2</sup> mają miąższość około 2,5 m, często jednak cieniują lub wyklinowują się. Mineralami rudnymi są: malachit, azuryt, rzadziej chalkozyn, chalkopiryt i bornit. Maksymalna zawartość miedzi w rudzie wynosi 1,5%, średnia zawartość jest jednak znacznie mniejsza i wynosi 0,1—0,2%. Rudy te ze względu na nieregularne występowanie i niską zawartość nie mają, jak na razie, znaczenia przemysłowego.

Górnodewońska mineralizacja miedziowa znana jest z obszaru środkowego Timanu i z anteklizy woroneskiej.

Na obszarze środkowego Timanu mineralizację stwierdzono wzdłuż środkowego biegu rzeki Cymy, na długości 100—120 km. Obejmuje ona pstre osady przybrzeżnomorskie i lagunowe franu, reprezentowane przez utwory ilasto-mułowcowo-piaskowcowe o miąższości sięgającej 160 m. Wśród utworów tych leżą warstwy rudonośne, złożone z szarzielonych ilów o miąższości 0,1—0,8 m i piaskowców o miąższości 2—4 m. W warstwach tych występują impregnacje, smugi, gniazda względnie naskorupienia rud miedzi, reprezentowane przez chalkozyn i malachit. Podwyższone koncentracje miedzi w piaskowcach związane są z warstwami, które zawierają zwęgloną siewkę roślinną.

W południowo-wschodniej części anteklizy woroneskiej rudy miedzi występują w utworach piaskowcowo-kaolinowych dewonu górnego. Utwory te, o miąższości 20—40 m, leżą na wulkanitach górnodewońskich lub też bezpośrednio na podłożu krystalicznym. Mineralizacja zaznacza się tu w piaskowcach w formie impregnacji i drobnych żyłek, jak również cienkich lamin. Mineralami rudnymi jest bravoit, piryt, chalkopiryt i arsenopiryt. Zawartość siarczzków w rudzie wynosi kilka procent, często jednak osiąga 30—35%.

## FORMACJA CYNKOWO-OŁOWIOWA

Wystąpienia rud cynku i ołowiu związane są z utworami dolnego, środkowego i górnego dewonu. Dolnodewońska mineralizacja cynkowo-ołowiowa znana jest z obszaru naddniestrzańskiego. Przejawy rud cynku i ołowiu w tym rejonie współwystępują w piaskowcach wraz z rudami miedzi. Mineralizacja środkowodewońska znana jest z Estonii i Łotwy oraz z obwodu briańskiego, górnodewońska natomiast z obwodu orłowskiego. Obie mineralizacje związane są z poziomami węglanowymi. Mineralami rudnymi są galena i sfaleryt, które tworzą drobne żyłki lub występują w formie rozproszonej. Ze względu na niską zawartość Zn i Pb rudy te nie mają znaczenia przemysłowego.

## FORMACJA HALOGENICZNA GÓRNEGO DEWONU

Gruba seria soli kamiennych i potasowych, związana z osadami franu i famenu, występuje w zapadlisku dniewrowsko-donieckim i prypeckim (fig. 5 i 6). Powstanie osadów siarczanowych rozpoczęło się tu już w zywecie, a główne masy solne utworzyły się pod koniec franu i w famenie. Zbiornik dniewrowsko-doniecki i prypecki oddzielał w tym czasie od otwartego morza syneklizy moskiewskiej masyw krystaliczny (białoruski i woroneski).

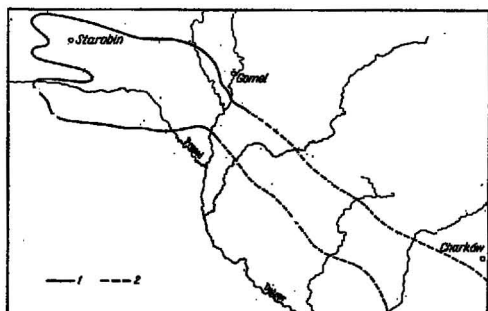


Fig. 5. Schematyczna mapa zasięgu basenów solnych obniżenia prypeckiego i dniewrowsko-donieckiego  
Generalized map of the extent of salt basins of the Pripet and Dnieper-Donets depression

1 — basen solny obniżenia prypeckiego; 2 — basen solny obniżenia dniewrowsko-donieckiego

1 — salt basin of the Pripet depression; 2 — salt basin of the Dnieper-Donets depression

miąższości zaznaczają się w południowych i północnych częściach zapadliska (fig. 7). Seria ta dzieli się na trzy warstwy, tj. dolne warstwy solonośne, warstwy międzysolne i górne warstwy solonośne.

Miąższość dolnych warstw solonośnych waha się od 60 do 1158 m, przy czym 65 do 80% w profilu zajmują czyste sole.

Warstwy międzysolne zbudowane są z ilów i skał węglanowych z niewielką ilością wkładek solnych, skał terygeniczných i tufitów. Miąższość tej serii waha się od 30 m w północno-zachodniej części do 800 m na północy.

Górne warstwy solonośne tworzą naprzemianległe pokłady soli kamiennej i potasowej z wkładkami anhydrytów, ilów, skał węglanowych, piaskowców i skał wulkanogeniczno-osadowych. Miąższość górnych warstw solonośnych waha się od kilku do 3260 m. Warstwy te dzielą się na dwie części. Dolna część reprezentowana jest przez sole kamienne, górna zaś składa się z pakietów soli kamiennych z solami potasowymi oraz wkładek ilów, margli i dolomitów. Solonośność warstw górnych w profilu pionowym waha się od 80 do 96%, w dolnej zaś części od 50 do 70%.

Sole występujące w górnych warstwach solonośnych tworzą złożę Starobinskoje, ich sumaryczna miąższość ma około 650 m, zwiększając się

W zapadlisku dniewrowsko-donieckim pod koniec franu osadza się kilkasetmetrowy kompleks soli kamiennej, przewarstwiony skałami węglanowymi i terygenicznymi (podpiętro sargajewskie), zawierający sylwin. Po wieku sargajewskim zbiornik został połączony z morzem otwartym. Powtórne powstawanie soli fameńskich nastąpiło w tzw. wieku liweńskim. Miąższość tego kompleksu solnego waha się od 450 do 500 m.

W zapadlisku prypeckim osady solonośne występują na obszarze około 26 000 km<sup>2</sup> (J. J. Łupinowicz i in., 1969). Na utworach terygeniczných i siarczanowo-węglanowych żywełu spoczywa górnodewońska formacja halogeniczna o miąższości od 1000 do ponad 3500 m, przy czym maksymalne

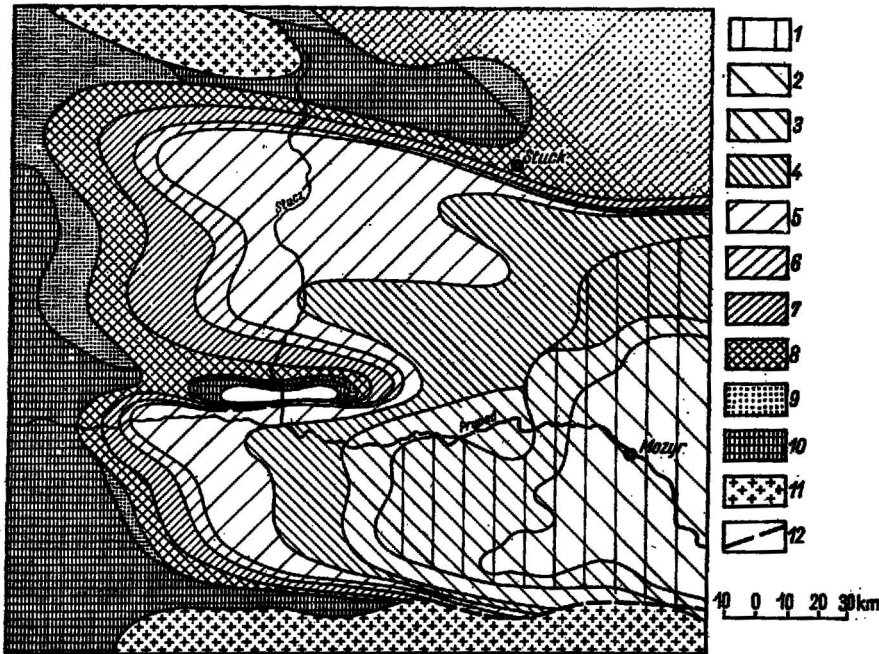


Fig. 6. Mapa geologiczna powierzchni podmezozoicznej obniżenia prypeckiego (wg E. P. Bruns i W. P. Kirikowa)

Geological map of the Sub-Mesozoic surface of the Pripet depression (after E. P. Bruns and V. P. Kirikov)

1 — perm; 2 — karbon środkowy; 3 — karbon dolny, 4 — karbon (turnej) + dewon (famen); dewon górny: 5 — famen (górną warstwę solną i warstwę międzysolną); 6 — famen (dolną warstwę międzysolną); 7 — fran (dolną warstwę solną i podsolną); 8 — dewon środkowy — żywet; 9 — kambryj dolny; 10 — prekambryj; 11 — podłoże krystaliczne; 12 — dyslokacje

1 — Permian; 2 — Middle Carboniferous; 3 — Lower Carboniferous; 4 — Carboniferous (Tournaisian) + Devonian (Famennian); Upper Devonian: 5 — Famennian (upper salt bed and inter-salt bed); 6 — Famennian (lower inter-salt bed); 7 — Frasnian (lower salt and sub-salt bed); 8 — Middle Devonian — Givetian; 9 — Lower Cambrian; 10 — Precambrian; 11 — crystalline basement; 12 — faults

do 1500 m w kierunku wschodnim. W złożu tym wydzielono 40 poziomów składających się z soli kamiennych (6—50 m) oraz utworów terygenicznych (2—36 m). Średnia soloność całego kompleksu wynosi 60‰, przy czym ku wschodowi nasycenie solą zwiększa się i waha się 65—80‰. Na podkreślenie zasługują cztery poziomy z solami potasowymi. W trzech poziomach występuje sylwinit, w jednym sylwinit i karnalit. Miąższość tych pokładów (2,5—21 m) wzrasta ku wschodowi. Dwa z wymienionych poziomów, tj. poziom II i III zostały rozpoznane, przy czym ustalone zasoby soli potasowych wynoszą tu 4,6 mld ton. Zawartość KCl w solach potasowych tych poziomów waha się od 22,6 do 27,7‰, MgCl<sub>2</sub> — 0,13 do 0,44‰, części nierozpuszczalnych wynosi około 7‰. Całkowite zasoby soli potasowych w zapadlisku prypeckim szacuje się na około 42 mld ton, w tym 21 mld ton soli potasowych zawiera ponad 22‰ KCl. Zasoby soli kamiennej, praktycznie biorąc, są niewyczerpalne.

Geneza złóż soli kamiennych i potasowych wiąże się z warunkami

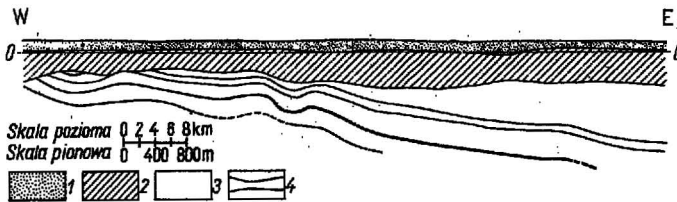


Fig. 7. Schematyczny przekrój formacji solonośnej w północno-zachodniej części basenu prypeckiego (wg I. I. Zelencowa, 1966).

Generalized section across the salt-bearing formation in the northwestern part of the Pripet basin (after I. I. Zelencov, 1966)

1 — utwory mezozoiczne i kenozoiczne; 2 — dewońskie utwory ilasto-margliste; 3 — dewońska seria solna; 4 — pokłady soli potasowych

1 — Mesozoic and Cainozoic rocks; 2 — Devonian clayey-marly rocks; 3 — Devonian salt series; 4 — potassium salts layers

tektoniczno-paleogeograficznymi. W okresie górnodewońskim zbiornik dniewrowsko-doniecki i prypecki został odcięty od otwartego morza w wyniku ruchów tektonicznych. Sprzyjające warunki paleoklimatyczne doprowadziły do wytrącenia się soli, przy czym powstanie i rozmieszczenie soli potasowych związane jest z lokalnymi strukturami konsedymantacyjnymi.

#### WIZEŃSKA EPOKA BOKSYTONOŚNA

W licznych obszarach platformy prekambryjskiej powstały w wizenie złoża boksytów, glin ogniotrwałych i rud żelaza. Są to złoża redeponowane, utworzone w warunkach kontynentalnych ze zwiertzelin podłoża dewońskiego, kambryjskiego i zasadowych skał proterozoicznych. Największe znaczenie mają złoża boksytów z rejonu północnooneskiego, tychwińskiego, południowotimańskiego, podmoskiewskiego, bielgorodzkiego i prypeckiego. Rejonizację wymienionych obszarów przedstawiono na fig. 8.

Północnooneski obszar boksytonosny, o powierzchni około 1500 km<sup>2</sup>, reprezentowany jest przez serię iksańską wypełniającą zagłębienia w podłożu. Seria złożowa składa się z warstw kaolinowo-boksytowych i żelazistych i wykazuje zróżnicowaną miąższość. Najgrubsze pokłady kaolinowo-boksytowe występują w rejonie pleckim (600 km<sup>2</sup>), gdzie osiągają miąższość 20 m; pokład boksytu o znaczeniu przemysłowym ma stałą miąższość 2,5 m. W innych obszarach miąższość boksytów waha się w granicach 0,2 — 16 m. W skład warstw kaolinowo-boksytowych wchodzi ility kaolinowe, siality, ality i boksyty. Udział głównych minerałów jest tu następujący: kaolinit (19—75%), gipsyt (4,7—45%), bemit (5—30,9%), getyt (4,4—61,5%).

Zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w boksytach waha się od 35 do 70%, SiO<sub>2</sub> — 4,9 — 24%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 2,8—31,9% przy czym boksyty zawierające 51—60% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> stanowią 63% zasobów złoża. Moduł glinowy boksytów waha się od 2,9 do 3,7.

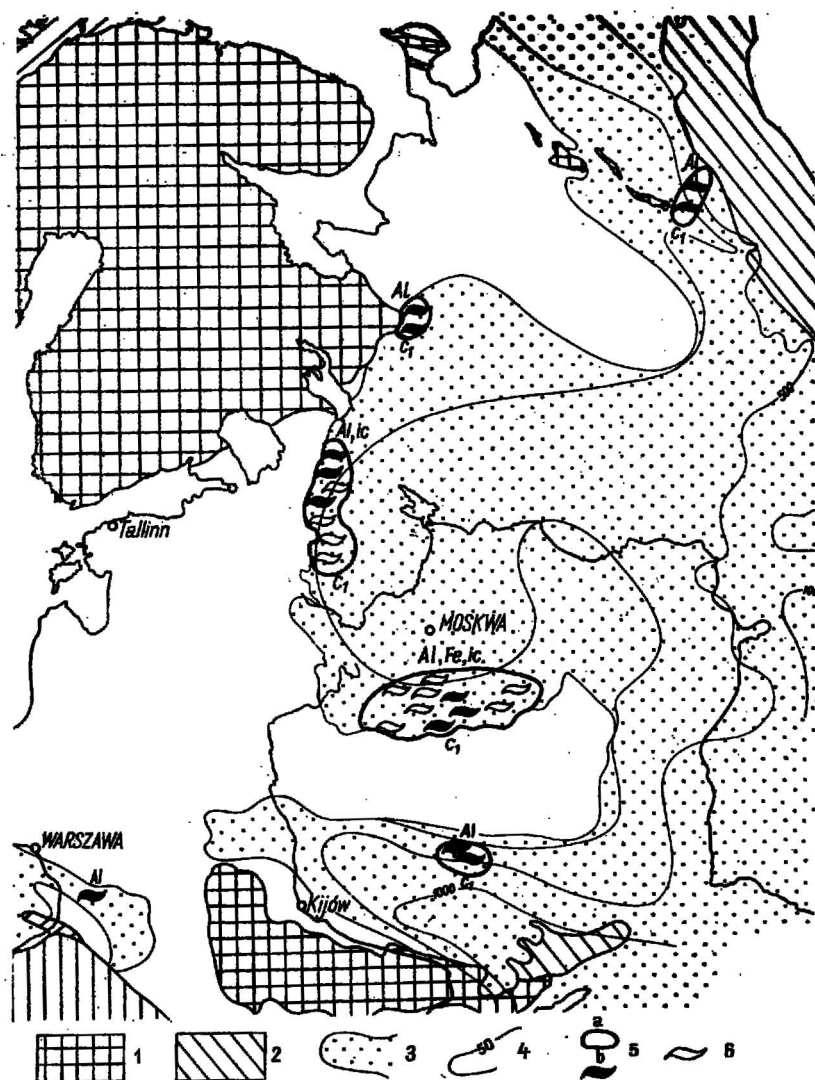


Fig. 8. Szkic paleogeograficzno-metalogeniczny utworów wizenu platformy prekambryjskiej (według autorów i M. Pajchlowej)

Palaeogeographic-metallogenic sketch of the Viséan in the Precambrian platform (after author's and M. Pajchel)

1 — orogen prekambryjski (tarcze); 2 — orogen warwscyjski; 3 — obecny zasięg występowania osadów wizęńskich; 4 — izolinie miąższości; 5 — obszar występowania (a) i złoża (b) boksytów (Al) i rud żelaza (Fe); 6 — złoża łód ceramicznych (lc) z boksytami

1 — Precambrian orogen (shields); 2 — Variscan orogen; 3 — present extent of the Viséan sediments; 4 — isopachytes; 5 — bauxites (Al) and iron ores (Fe) occurrences (a) and deposits (b); 6 — ceramic clays (lc) and bauxites deposits

Tychwiński obszar boksytonośny rozprzestrzenia się na powierzchni około 5000 km<sup>2</sup>. Boksyty występują tu wzdłuż starej krawędzi karbońskiej. W strefie tej złoża związane są z erozyjnymi dolinami wciętych w podłoże zbudowane ze skał górnodewońskich. W serii tychwińskiej wyróżnia się 3 kompleksy skalne: piaskowcowo-ilasty, sucharytowo-boksytowy i węglisto-piaszczysto-ilasty. Kompleks sucharytowo-boksytowy zawiera gliny ogniotrwałe, siality, ality i boksyty. Miąższość tego kompleksu waha się od 0,2 do 3 m, przy czym w dolinach osiąga 20 m. Ciała boksytowe mają formy soczew wydłużonych zgodnie z kierunkiem dolin. Długość ich waha się 0,5 — 2,2 km, szerokość zaś od 50 do 300 m, a miąższość od 0,2 do 9,7 m. Średni skład mineralny boksytów jest następujący: bemit — 31<sup>0</sup>/o, gipsyt — 18<sup>0</sup>/o, kaolinit — 23<sup>0</sup>/o, tlenki żelaza — 17<sup>0</sup>/o, kalcyt — 8,3<sup>0</sup>/o, tlenki tytanu — 2,7<sup>0</sup>/o. Moduł glinowy boksytów waha się od 2,1 do 27,4.

Południowotimański rejon boksytonośny związany jest z timszerską strukturą antyklinalną. Wokół tej struktury występują osady terygeniczne wizeny, wypełniające zagłębienia erozyjne w wapieniach dolnego famenu. Pakiet boksytonośny składa się z ilów i argilitów kaolinitowych, które ku górze przechodzą w siality, ality i boksyty. W złożu Timszerskoje miąższość ciał boksytowych waha się od 0,8 do 6 m, głębokość zaś występowania od 30 do 100 m. W rudzie występują następujące minerały: bemit (37,5<sup>0</sup>/o), kaolinit (43<sup>0</sup>/o), rutyl (5<sup>0</sup>/o), piryt (3,1<sup>0</sup>/o) wodoro-tlenki żelaza (3,6<sup>0</sup>/o) i kalcyt (3,3<sup>0</sup>/o). Zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w rudzie waha się od 27,9 do 70,5<sup>0</sup>/o, SiO<sub>2</sub> — 3—31<sup>0</sup>/o, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO — 1,7—25,5<sup>0</sup>/o, TiO<sub>2</sub> — 1,6 — 4,4<sup>0</sup>/o.

Podmoskiewski obszar boksytonośny, o powierzchni 30 000 km<sup>2</sup>, obejmuje południowe skrzydło syneklizy moskiewskiej. Seria boksytonośna (poziom bobrikowski) składa się z piaskowców, ilów pstrych i skał alofanowo-boksytowych. Utwory te wypełniają leje krasowe i płytkie obniżenia podłoża, które stanowią wapienie turneju i famenu. W serii boksytonośnej występują hydrohematytowo-limonitowe rudy żelaza, a w stropie seria węglonośna. Miąższość serii boksytonośnej waha się od 10 do 12 m, przy czym skały alofanowo-boksytowe wykazują zmienną miąższość. W skałach tych wyróżnia się boksyty właściwe — występujące rzadko — oraz skały żelazisto-boksytowe. Właściwe boksyty zawierają 63<sup>0</sup>/o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 1 do 3<sup>0</sup>/o SiO<sub>2</sub>, skały żelazisto-boksytowe natomiast 30—40<sup>0</sup>/o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 10 do 18<sup>0</sup>/o SiO<sub>2</sub>. Rudy tego rejonu ze względu na nieregularne formy ciał rudnych i niekorzystny skład boksytów należą do złóż nieprzemysłowych.

Biełgorodzki rejon boksytonośny (o powierzchni 4800 km<sup>2</sup>) rozciąga się na południowym stoku anteklizy woroneskiej. Występują tu dwa typy boksytów, tj. boksyty typu eluwalnego, które związane są z przedwieńską zwietrzeliną podłoża krystalicznego oraz boksyty występujące w poziomie tulskim (wizen).

Głębokość występowania boksytów waha się od 400 do 600 m, przy czym na podkreślenie zasługuje dobra ich jakość, zwłaszcza boksytów eluwalnych. Miąższość boksytów w złożu Olchratowskim wynosi 18,6 m, w złożu Wisłowskoje 17,8 m, a w złożu Gośliszczewskim — 7,7 m. Boksyty złoża Wisłowskoje zawierają przeciętnie 48<sup>0</sup>/o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7,9<sup>0</sup>/o SiO<sub>2</sub>, 24<sup>0</sup>/o —



$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ . Podobnego typu są złoża boksytów występujące w rejonie nowoskolskim.

Prypecki obszar boksytowości związany jest z tektonicznym zapadliskiem prypeckim. Obszar występowania boksytów wynosi tu około 20 000 km<sup>2</sup>. Boksyty (poziom bobrikowski i dolne partie poziomu tulskiego) występują na głębokości 180 — 1200 m. Zawartość  $\text{Al}_2\text{O}_3$  w boksytach waha się od 25 do 50,6%,  $\text{SiO}_2$  6—45,5%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1—27,4%. Moduł glinowy waha się od 0,86 do 6,2. Ze względu na głębokie zaleganie i złą jakość boksytów obszar ten należy do nieperspektywicznych.

Na obszarze lubelskim wystąpienia boksytów stwierdzono w spągu utworów wizeńskich. W kilku otworach nawiercono pakiety skał boksytowych o miąższości 1,2 — 2,5 m. Zawartość  $\text{Al}_2\text{O}_3$  w boksytach waha się 35 do 54%, przy czym moduł glinowo-krzemionkowy wynosi od 1,9 do 4,6.

Jak wynika ze wstępnych badań J. Porzyckiego i S. Cebulaka (S. Cebulak, 1974) boksyty związane są z serią skał tufogenicznych (spągowa część wizenu) występujących na utworach sylurskich. Skały tufogeniczne wykształcone są w formie zwietrzałych skał typu diabazowego oraz tufitów.

Institut Geologiczny  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Wszechzwiązkowy Naukowo-Badawczy  
Instytut Geologiczny (WSEGEI)  
Leningrad

Nadsłano dnia 31 grudnia 1974 r.

## PIŚMIENNICTWO

- CEBULAK S. (1974) — Skały platformy prekambryjskiej — Karbon w Polsce. Pr. Inst. Geol., 74, cz. 2, p. 98—107. Warszawa.
- KUBICKI S., SIEMIĄTKOWSKI J. (1973) — Skały platformy prekambryjskiej w Polsce — Uwagi o okruszczeniu. Pr. Inst. Geol., 68, cz. 1, p. 120—123. Warszawa.
- SZYMAŃSKI B. (1966) — Łupki dictyonemowe warstw krzyżańskich w rej. Białowieży. Kwart. geol., 10, p. 44—55, nr 1. Warszawa.
- SZYMAŃSKI B. (1968) — Wapienie z oolitami żelazistymi środkowego ordowiku Białowieży i Mielnika. Kwart. geol., 12, p. 1—13, nr 1, Warszawa.
- ВИНОГРАДОВ Г. Г., ДРЕВИН А. Я. ЖОВИНСКИЙ Е. Я. (1963) — Нові дані про тектоніку і металогенічні особливості Поділля. Геол. Журнал АН УССР, 23, вып. 3. Киев.
- ЛАЗЬКО Е. М. (1971) — Основы региональной геологии СССР, 3. Изд. НЕДРА. Москва.
- ЛУПИНОВИЧ Ю. И. и др. (1969) — Геологическая характеристика соленосной толщи и основных калийных горизонтов в северо-западной части Припятской впадины. В: Геология и петрография калийных солей Белоруссии. Минск.
- СТАРИЦКИЙ Ю. Г. (1954) — Генезис руд Саксаганского района Криворожского железорудного бассейна. Геол. Журнал АН УССР, 14, вып. 3. Киев.

Роман ОСИКА, Юрий СТАРИЦКИЙ, Алла УДАЛОВА

## МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ ДОПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

### Резюме

К востоку от линии Тейссера (Польша) вплоть до Урала (СССР) простирается Восточно-Европейская платформа. Она состоит из двух основных ярусов — кристаллического фундамента и верхнепротерозойско-палеозойско-мезозойского платформенного покрова.

В породах архейского возраста нет больших месторождений, а период нижнего протерозоя характеризуется наличием огромных месторождений железных руд на щитах и древних платформах, таких как Украинский щит и территория Курской магнитной аномалии (фиг. 1, 2). В среднем протерозое образовались интрузии основных пород, причем с анортитами связаны месторождения ильменитово-магнетитовых руд (Цагинское месторождение в пределах Балтийского щита и месторождение Кжемянка на северо-востоке Польши).

В допермском осадочном покрове выделяется несколько металлогенических периодов и формаций. В вендском металлогеническом периоде в Белоруссии имеет место флюоритовая и цинково-свинцовая минерализация. В эпохе тремадока образовались месторождения фосфоритов в Прибалтике (СССР), в районе Бялыстока (Польша) имеет место молибденовая минерализация (фиг. 3). В девонском металлогеническом периоде можно выделить несколько формаций. Важнейшие территории показаны на фиг. 4:

а — железоносная формация связана с отложениями живета (Воронежская антеклиз, Башкирская и Татарская АССР), франа (на склоне Воронежской антеклизы), и с отложениями фамена (Орловская область);

б — меденосная формация отмечается в отложениях нижнего девона в песчанниках озерно-речного типа (район Днестра) и в верхнедевонских отложениях, представленных прибрежно-морскими и лагунными отложениями франа (среднее течение реки Цимы);

в — цинково-свинцовая формация развита в отложениях нижнего девона на приднепровской территории и в среднедевонских отложениях в пределах Эстонии, Латвии и в Брянской области, а также в отложениях верхнего девона в Орловской области;

г — галогенная формация развита в отложениях верхнего девона в Днепроовско-Донецком и Припятском прогибах (фиг. 5, 6, 7).

Образование сульфатных отложений началось в живете, а основные массы соли образовались в конце франа и в фамене. Мощность соленосных толщ в Припятском прогибе колеблется в границах 1000—3500 м. Верхние соленосные пласты состоят из переслаивающихся пластов каменной и калийной соли.

В отложениях карбона заслуживает внимания визейский бокситоносный период. Во многих частях докембрийской платформы образовались месторождения бокситов, огнеупорных глин и руд железа (фиг. 8). Это переотложенные месторождения, образовавшиеся в континентальных условиях из продуктов выветривания основания, состоящего из девонских, кембрийских и основных протерозойских пород. Самыми важными являются месторождения бокситов, залегающие в североонезском, тихвинском, южнотиманском, подмосковном, белгородском и припятском районах.

Roman OSIKA, Yurii STARITSKII, Alla UDALOVA

## METALLOGENY OF THE PRE-PERMIAN FORMATIONS OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

### Summary

The East European platform extends east of the Teisseyre line (Poland) as far as to the Ural mountains (USSR). It is built of two principal stages — the crystal-line basement and the Proterozoic — Palaeozoic — Mesozoic platform cover.

The Archaean rocks are devoid of significant economic deposits, while gigantic iron ore deposits of Early Proterozoic age occur in shields and old platforms such as the Ukrainian shield and the Kursk Magnetic Anomaly (Figs. 1 and 2). Basic intrusions were formed in the Middle Proterozoic and ilmenite-magnetite ore deposits are related to those of anorthosite composition (the Caga deposit in the Baltic shield and the Krzemianka deposit in NE Poland).

The Pre-Permian sedimentary cover contains several metallogenic formations. The fluorite and zinc-lead mineralization in Byelorussia originated during the Vendian metallogenic period, while the phosphorite deposits in the Peribaltic zone (USSR) and the molybdenum-vanadium mineralization (Fig. 3) in the Bialystok area (Poland) are of Tremadocian age. The Devonian metallogeny produced several formations; the main ore districts are shown in Fig. 4:

a — the ferriferous formation is of Givetian (Voronezh antecline, Bashkir and Tatar Autonomous Socialistic Soviet Republics) of Frasnian (on the slope of the Voronezh antecline) and of Famennian age (Orel area);

b — the copper-bearing formation occurs in Lower Devonian fluvial-lacustrine sands (Dniester area) and in Upper Devonian (Frasnian) littoral and lagoonal deposits (the middle Cyma river);

c — the zinc-lead formation is of Lower Devonian age in the Peri-Dniester area, Middle Devonian in Estonia, Latvia and the Briansk district, and Upper Devonian in the Orel district;

d — the saliferous formation occurs in the Upper Devonian sediments of the Dnieper-Donets and Pripet depression (Figs. 5, 6, 7). The deposition of sulphates commenced in the Givetian, but the principal salt masses were formed at the close of the Frasnian and in the Famennian. In the Pripet depression the thickness of the salt beds ranges from 1 000 to 3 500 m. The upper salt-bearing beds are built of alternating rock salt and potassium salts layers.

The Viséan bauxite-bearing sediments are worth mentioning. Numerous bauxites, refractory clays and iron ore deposits (Fig. 8) were formed in the Precambrian platform. They are redeposited weathering products of the Devonian and Cambrian basement and of basic Proterozoic rocks. The most important bauxite deposits are those of the North Onega, Tikhvin, South Timan, Moscow, Byelgorod, and Pripet areas.