

Roman OSIKA, Jurij STARICKI, Ała UDAŁOWA, Zbigniew WERNER

Formacje metalogeniczne w utworach permskich na obszarach platformowych Europy

WSTĘP

W poprzednim artykule (Kwart. geol., t. 19, nr 2, 1975) omówiono formacje metalogeniczne przedpermских utworów na platformie wschodnioeuropejskiej, obecnie zaś przedstawiamy formacje metalogeniczne osadów permских na obszarach platformowych Europy.

W permie występują dwie ważne formacje metalogeniczne — miedzionośna i halogeniczna — które na platformie wschodnioeuropejskiej rozwinięte są w utworach dolno- i górnopermских, na obszarach platformowych zachodniej i środkowej Europy obejmują natomiast tylko osady permu górnego (cechsztynu). Obraz ten ilustrują mapy paleogeograficzno-metalogeniczne (fig. 1, 2), przy których opracowaniu, oprócz autorów, brali udział: J. Pokorski (perm dolny) i J. Wyżkowski (perm górny). Ponadto wykorzystano materiały nadesłane przez E. V. Hoyningena, dotyczące NRD oraz opracowane przez F. W. Dunninga i odnoszące się do W. Brytanii (*vide* D. B. Smith, 1973).

RYŚ PALEOGRAFICZNO-METALOGENICZNY

W okresie permским na obszarze platformowym Europy istniały dwa odrębne baseny sedymentacyjne, tj. basen wschodnioeuropejski oraz basen środkowej i zachodniej Europy.

Osady permskie na platformie wschodnioeuropejskiej rozwijały się w zbiorniku morskim ograniczonym od wschodu łańcuchem waryscyjskim Uralu. Zbiornik ten z początkiem permu łączył się z morzem krymsko-pamirskim przez cieśninę kaukaską, przez cały perm natomiast połączony był od północy z oceanem borealnym (Atlas litologiczno-paleogeograficznych kart ZSRR, 1968).

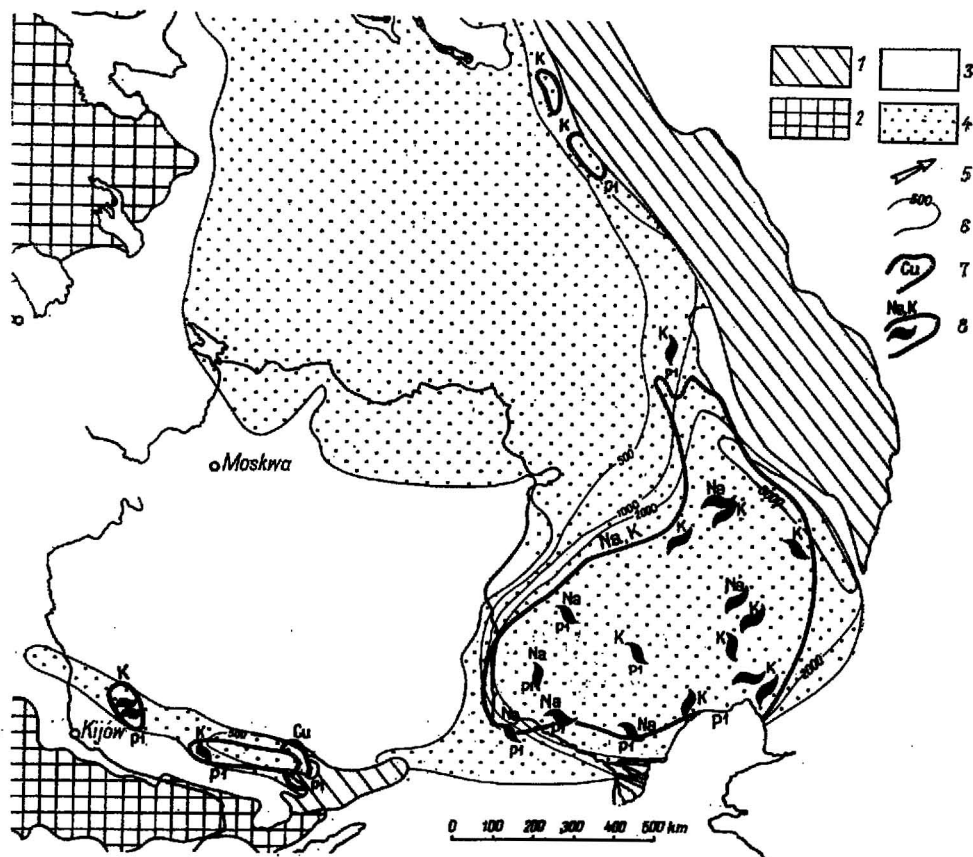


Fig. 1. Mapa paleogeograficzno-metalogeniczna dolnego permu platformy wschodnioeuropejskiej

Palaogeographic-metallogenic map of the Lower Permian of the East European platform

Orogens: 1 — waryscyjski, 2 — prekambryjski (tarcze); obszary platformowe: 3 — obszar kontynentalny permu dolnego, 4 — aktualny zasięg utworów dolnego permu; 5 — kierunki transportu; 6 — izolnie równej miąższości dolnego permu w metrach; 7 — obszar występowania złóż rud miedzi (Cu); 8 — złoża i obszary występowania soli kamiennych (Na) i soli potasowych (K)

Orogens: 1 — Variscan, 2 — Precambrian (shields); platform areas: 3 — Lower Permian continental area, 4 — present Lower Permian extent; 5 — transport directions; 6 — Lower Permian isopachytes in m; 7 — copper ore deposits distribution; 8 — rock salts (Na) and potash salts (K) deposits and occurrences

Osady permskie, ogólnie biorąc, tworzyły się w zamkniętych zbiornikach o anomalnym zasoleniu. Największe miąższości utwory te osiągają w zapadlisku przeduralskim (2000—2500 m) oraz w aulakogenie dniewrowsko-donieckim (2000 m). Charakteryzują się naprzemianległością skał węglanowych i terygeniczných oraz utworów siarczanowych i soli kamiennych. W górnym permie, tj. w piętrze kazańskim i tatarskim, występują osady facji deltowej, które od zachodu (na długości 2000 km) okalają łąd uralski. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wzdłuż tego łądu występuje pasmo raf utworzone w okresie wczesnego permu.

W zachodniej części platformy prekambryjskiej — do linii Teisseyre'a (Polska) — utwory dolnego permu wykształcone są w facji rzecznej, o miąższości dochodzącej do 70 m. Osady permu górnego składają się natomiast z dolomitów, anhydrytów oraz z piaskowców występujących głównie w spągu cechsztynu; ich miąższość osiąga 30 m. Jedynie na obszarze Łeby profil utworów cechsztynu jest zbliżony do utworów basenu cechsztyńskiego z obszaru platformy paleozoicznej.

Na obszarze platformy paleozoicznej, położonej na wschód od linii Teisseyre'a, utwory permskie występują niezgodnie na sfałdowanych utworach paleozoicznych i tworzą odrębne piętro strukturalne, w którym można wydzielić osady permu dolnego (czerwony spągowiec) i górnego (cechsztyln).

Perm dolny składa się z utworów kontynentalnych, fluwialnych i limnicznych, wypełniających obniżenie powstałe po orogenezie waryscyjskiej. W związku z tym nie tworzą one ciągłej pokrywy, lecz występują płatami, przy czym ich miąższość waha się od 0 do 2000 m. Na krawędziach basenu czerwonego spągowca występują nierzadko skały wylewne (melafiry i porfiry) oraz ich tufy, przedzielone utworami piaszczysto-mułowcowymi.

Perm górny zajmuje duże obszary środkowej i zachodniej Europy. Osady te występują na obszarze ZSRR, Polski, NRD, RFN, Danii, Holandii, Belgii, Wielkiej Brytanii oraz na obszarze Morza Bałtyckiego i Morza Północnego. Osady cechsztynu powstały w wyniku regularnej i cyklicznej sedymentacji chemicznej w stale obniżającym się zbiorniku. Pierwotna miąższość osadów wynosi tu około 1500—2000 m, aktualnie natomiast na wysadach solnych utworzonych w wyniku halokinezy — 5000—6000 m. Cały profil cechsztynu w Europie dzieli się na 5 cyklotemów: Werra — Z1, Stassfurt — Z2, Leine — Z3, Aller — Z4 i Ohre — Z5. Zasięg utworów dolno- i górnopermskich oraz złoża związane z tymi utworami przedstawiono na fig. 1 i 2. Na fig. 3 podano schematyczny profil formacji metalogenicznych permu epihercyńskiego Europy.

FORMACJE MIEDZIONOŚNE

Formacja miedzionośna rozwinięta jest na obszarze Związku Radzieckiego (niecka Donbasu, przedgórze Uralu) oraz Polski i NRD. W niecce Donbasu mineralizacja miedziowa występuje w osadach dolnego permu, na przedgórzu Uralu obejmuje perm górny, w Polsce i NRD natomiast tylko dolne partie permu górnego (J. W. Bogdanow, G. G. Koczin, W. P. Feokistow, 1970; S. M. Koreniewski i in., 1968).

DOLNOPERMSKA FORMACJA MIEDZIONOŚNA

NIECKA DONBASU

Mineralizacja miedziowa na obszarze Donbasu związana jest z pstrymi utworami spągowej części dolnego permu (piętro asselskie — seria

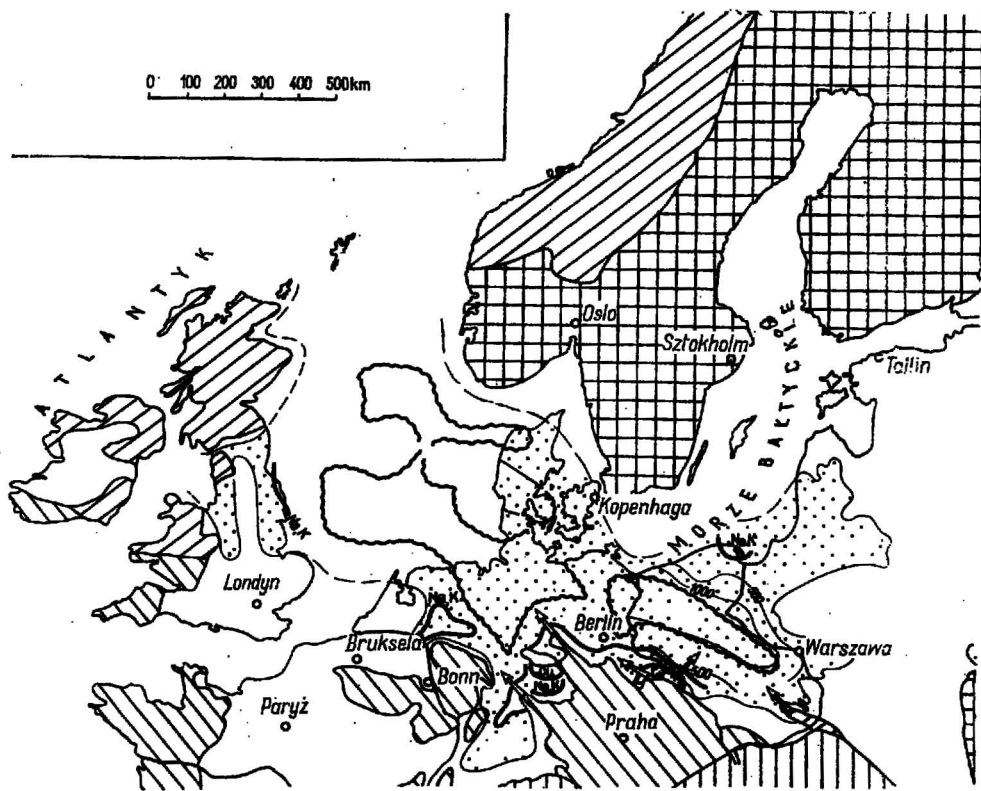


Fig. 2. Mapa paleogeograficzno-metalogeniczna górnego permu obszarów platformowych Europy

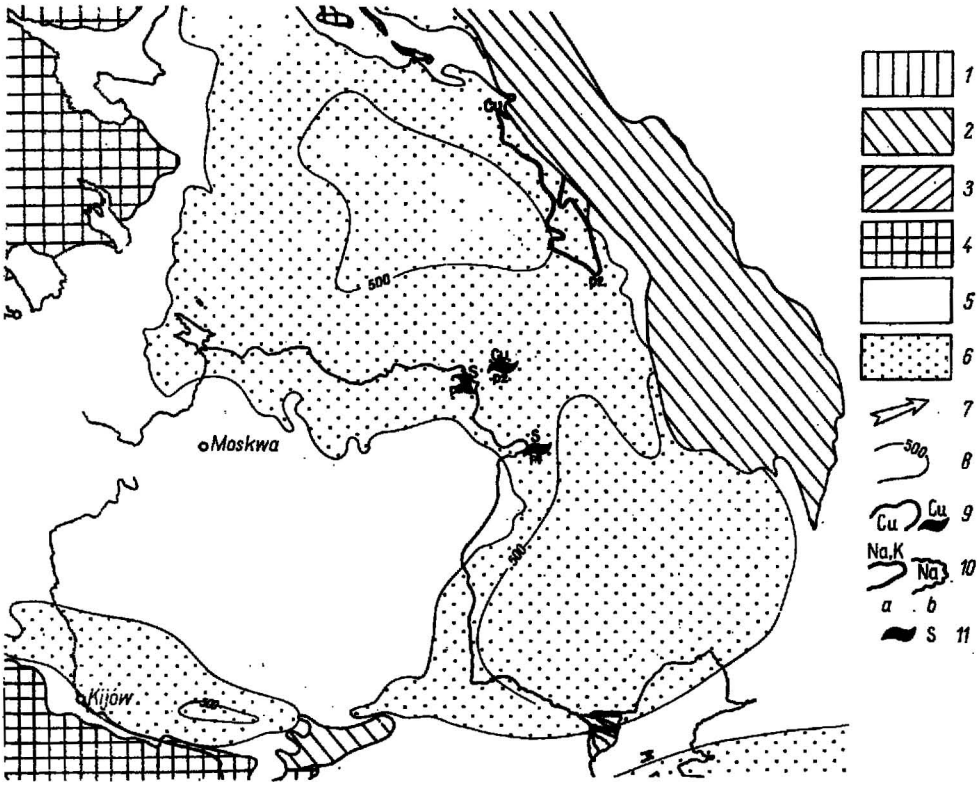
Palaeogeographic-metallogenic map of the Upper Permian of the European platform areas

Orogeny: 1 — alpejski, 2 — waryscyjski, 3 — kaledoński, 4 — prekambryjski (tarcze); obszary platformowe: 5 — obszary kontynentalne permu górnego; 6 — aktualny zasięg utworów permu górnego; 7 — kierunki transportu; 8 — izolinie równej miąższości górnego permu →

kartomyszska) i rozprzestrzenia się w niecce bachmuckiej i kalmius-toreckiej (fig. 3). W całym profilu serii pstrej wydziela się 12 poziomów miedzionośnych o miąższości wahającej się od 1 do 40 m. Rudę stanowią łupki lub piaskowce miedzionośne.

Łupki miedzionośne występują wśród przybrzeżnomorskich ilasto-węglanowych osadów lagunowych. Miąższość warstw rudnych kształtuje się od 0,35 do 1 m, zawartość zaś miedzi w rudzie od 0,72 do 1,07%. Obszar występowania rud ma formę dużych płytów o powierzchni kilkunastu do kilkudziesięciu km² (15 km długości, 5 do 7,5 km szerokości).

Piaskowce miedzionośne związane są z aleurytowo-piaszczystymi osadami płytkich zbiorników deltowych. Ciała rudne mają formę soczewek, których długość dochodzi do 3 km, miąższość zaś waha



w metrach; 9 — złoża i obszary występowania rud miedzi; 10 — złoża soli kamiennych (Na) i soli potasowych (K): a — pokłady, b — wysady solne; 11 — złoża i wystąpienia siarki
 Orogens: 1 — Alpine, 2 — Variscan, 3 — Caledonian, 4 — Precambrian (shields); platform areas: 5 — Upper Permian continental areas, 6 — present Upper Permian extent; 7 — transport directions; 8 — Upper Permian isopachytes in m; 9 — copper ore deposits and occurrences; 10 — rock salts (Na) and potash salts (K) deposits: a — beds, b — domes; 11 — sulphur deposits and occurrences

się od 1 do 3 m. Mineralizacja ma charakter bardzo nieregularnej impregnacji. Mineraliami rudnymi są: chalkopiryt, bornit (nierzadko w asocjacji z pirytem i markasytem, sfalerytem i galenitem), minerałami wtórnymi zaś malachit i azuryt. Zawartość miedzi w rudzie jest bardzo zmienna i w pojedynczych próbkach waha się w granicach 0,7—19%. Podwyższone koncentracje miedzi związane są zwykle z warstwami zawierającymi zwęgloną siewkę roślinną. Rudy te ze względu na małe rozmiary ciał rudnych nie mają znaczenia przemysłowego.

GÓRNOPERMSKA FORMACJA MIEDZIONOŚNA

PRZEDGÓRZE ŚRODKOWEGO I POŁUDNIOWEGO URALU

Na obszarze tym występuje pstra formacja molasowa, w której stwierdzono ponad 1000 wystąpień rud miedzi. Mineralizacja związana jest tu z poziomem czerwonych osadów piaskowcowo-łastych oraz ila-

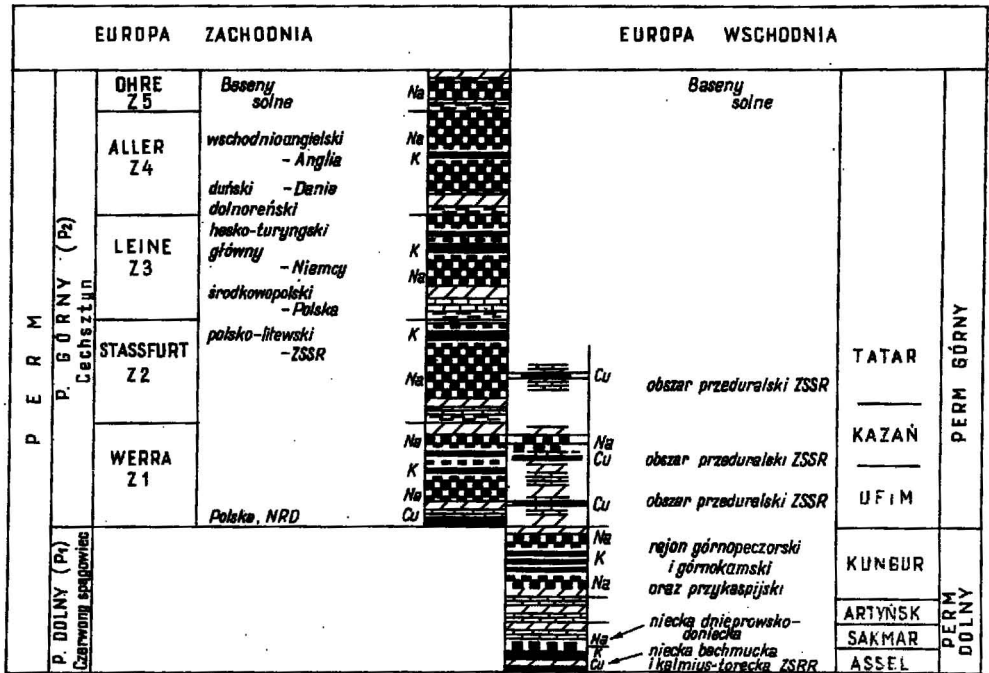


Fig. 3. Korelacyjny diagram metalogeniczny permskiej pokrywy platformowej Europy (według R. Osiki i Z. Wenera)

Generalized correlation diagram of the Permian metallogeny of the European platform cover (after R. Osika and Z. Werner)

sto-węglanowych i zaznacza się we wszystkich 3 piętrach górnego permu, tj. ufimskim, a zwłaszcza w kazańskim i tatarskim (fig. 3). Powstała ona w czasie procesów sedymentacyjnych i diagenetycznych. Ze względu na charakter osadów wyróżnia się dwa typy rud: 1 — rudy związane z osadami węglanowo-ilastymi facji przybrzeżnomorskiej, typu łupków miedzionośnych i 2 — rudy związane z osadami facji rzecznych i deltowych, typu piaskowców miedzionośnych.

Rudy typu łupków miedzionośnych występują w osadach dolnokazańskich. Ciała rudne mają formę wąskich stref przebiegających na długości 12—24 km. Miąższość warstw rudnych waha się od 0,4 do 1 m, zawartość zaś Cu w rudzie nie przekracza 1‰.

Rudy typu piaskowców miedzionośnych występują w czerwonych osadach piętra ufimskiego i tatarskiego oraz w górnej części kazańskiego. Ciała rudne występują nieregularnie. Tworzą one soczewki wyciągnięte wężowo wzdłuż starych koryt rzecznych. Ich długość waha się od 1,5 do 3 km, szerokość 150—400 m, a miąższość 2—7 m. Mineralizacja występuje bądź to w formie impregnacji utworów, bądź też w formie koncentracji i drobnych gniazd. Głównymi minerałami miedzionośnymi jest chalkozyn i chalkopiryt, rzadziej występuje bornit i kowelin. Minerale wtórne dość często stanowią malachit i azuryt.

EUROPA ŚRODKOWA

Na obszarze środkowej Europy (Polska i NRD) warstwami miedzionośnymi są dolne partie cechsztynu, reprezentowane przez cyklotem Werra — Z1 (fig. 4). Utwory te, powstałe w morskim basenie płytkowodnym, składają się z łupków ilasto-węglanowych, które nierzadko wykazują zmiany facjalne i przechodzą w piaskowce lub w wapienie względnie dolomity (fig. 5). Występują one bezpośrednio na utworach

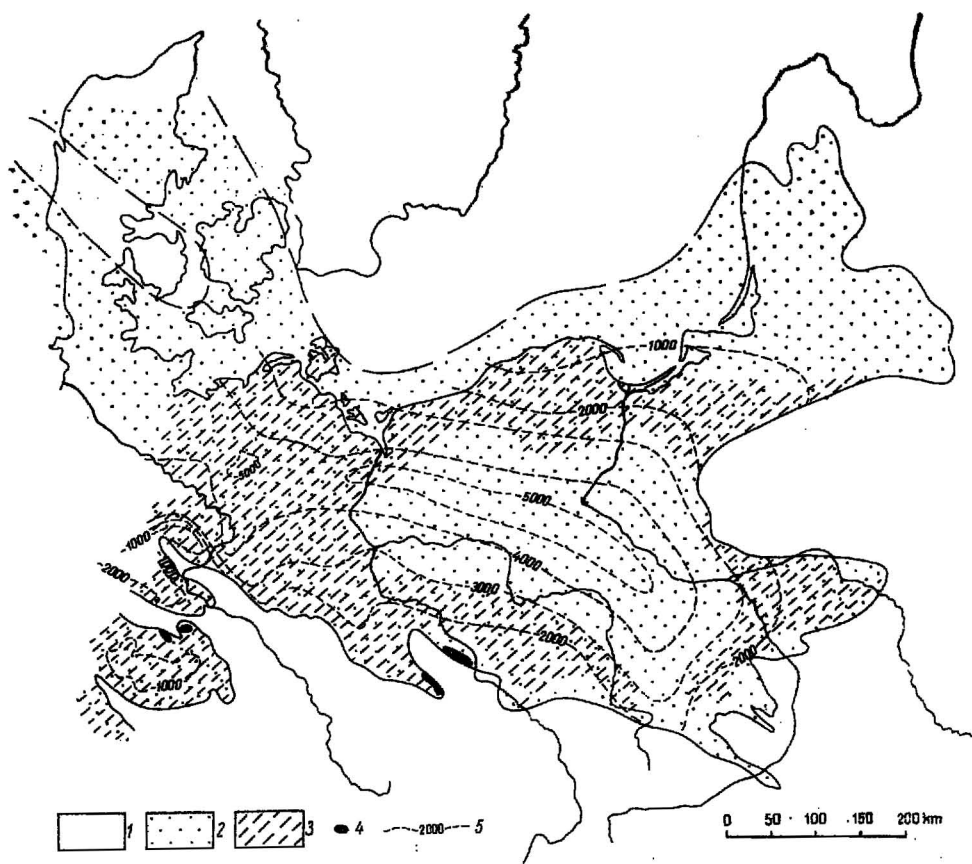


Fig. 4. Szkic występowania łupków budujących dolną część cechsztynu (cyklotemu Werra Z1), przechodzących miejscami w łupki miedzionośne (według J. Wyżykowskiego)

Sketch of occurrence of shales forming the lower part of the Zechstein (Werra cyclothem Z1) locally grading into copper-bearing shales (after J. Wyżykowski)

1 — obszary lądowe permu górnego; 2 — obszar aktualnego zasięgu utworów permu górnego; 3 — obszar występowania łupków stanowiących odpowiedniki stratygraficzne łupków miedzionośnych; 4 — złoża i obszary miedzionośne; 5 — głębokość spągu utworów cechsztynu w metrach

1 — Upper Permian continental areas; 2 — present Upper Permian extent; 3 — occurrences of shales stratigraphically equivalent to copper-bearing shales; 4 — copper deposits and occurrences; 5 — depth of the Zechstein bottom in m

dolnego permu, reprezentowanych przez piaskowce, zlepieńce i skały wylewne (melafiry, porfiry i dacyty). Niekiedy osady cyklotemu Werra leżą na utworach starszych od dolnego permu, tj. na utworach karbońskich i dewońskich. Na podkreślenie zasługuje fakt, że mineralizacja miedziowa obejmuje głównie łupki ilasto-margliste, nie zaznacza się natomiast ani w piaskowcach, ani w skałach węglanowych.

Miażdżość łupków miedzionośnych waha się od kilku cm do 2 m, przeważnie od 20 do 50 cm. Biorąc pod uwagę zawartość iżu i węglanów można wydzielić różne odmiany łupków miedzionośnych, tj. ilowce margliste, margle silnie ilaste, margle silnie wapniste, wapienie ilaste, wapienie i dolomity. Skały te charakteryzują się zmienną ilością substancji węglisto-bitumicznej, która występuje głównie w spągu łupków. Łupki miedzionośne mimo dużego rozprzestrzenienia w środkowej i zachodniej Europie (na obszarze około 530 tys. km²) zostały poznane dokładniej jedynie na obszarze Polski i NRD. W strefach obniżonych głębokość występowania tych utworów przekracza 6000 m. Płytze ich położenie stwierdzono w Polsce — na monoklinie przedsudeckiej i w niecce

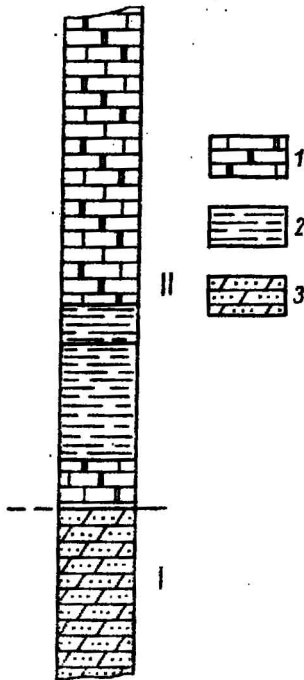


Fig. 5. Profil litologiczny łupków miedzionośnych na monoklinie przedsudeckiej

Lithological column of the copper-bearing shales in the Fore-Sudetic monocline

I — czerwony spagowiec; II — cechsztyń — cyklotem Werra Zł; 1 — wapień dolomityczny miejscami zmineralizowany siarczkami miedzi; 2 — łupek miedzionośny ilasto-dolomityczny z siarczkami miedzi; 3 — piaskowiec

I — Rotliegendes; II — Zechstein — Zł Werra cyclothem; 1 — dolomitic limestones locally with copper sulphides mineralization; 2 — clay-dolomitic copper-bearing shale with copper sulphides; 3 — sandstones

północnosudeckiej — oraz w NRD — w niecce turyngskiej. Na obszarach tych pewne różnice zaznaczają się jedynie w budowie geologicznej złóż.

Monoklina przedsudecka. Spośród wymienionych obszarów miedzionośnych największe złoża znajdują się na monoklinie przedsudeckiej. Osady cyklotemu Werra występują tu na głębokości 600—2000 m. Nadkład stanowią utwory solonośne cechsztynu oraz utwory

mezozoiczne i kenozoiczne. Osady tego cyklotemu zostały zbadane po rozciągnięciu na długości kilkudziesięciu km. Najwyższa koncentracja miedzi zaznacza się w rejonie Lubina, gdzie zawartość miedzi w rudzie waha się od 0,5 do kilku procent. Czynne są tu 3 duże kopalnie rud miedzi, które eksploatują pokład rudy o grubości 1—3 m, zapadający łagodnie w kierunku NE.

Niecka północnosudecka. Osady cyklotemu Werra występują na całym obszarze niecki północnosudeckiej, której oś biegnie w kierunku NW-SE. Mineralizacja miedziowa została stwierdzona do tychczas w północno-wschodnim skrzydle tej niecki. Rudę stanowią łupki z dolnej części cyklotemu Werra. W nadkładzie złoża, oprócz wyższych ogniw cechu cyny, występują osady kredowe i trzeciorzędowe. Grubość pokładu rudy waha się od kilkunastu cm do 0,5 m, zawartość zaś miedzi w rudzie nie przekracza 1%. Złoże to jest od dawna eksploatowane.

W niecce turyngskiej złoża rud miedzi rozwinięte są na styku dwóch stref wartyjskich, stanowiących podłoże osadów cech-sztyńskich, tj. strefy saksońsko-turyngskiej i strefy reńsko-hercyńskiej. Na obszarze tym występuje kilka niecek wypełnionych osadami cech-sztyńskimi, przy czym największe złoża znajdują się w niecce mansfeldzkiej. Miąższość rudy waha się od kilkunastu cm do 0,5 m, a tylko w niektórych strefach jest większa. Zawartość Cu w rudzie wynosi średnio 0,5%.

Charakter mineralizacji na wymienionych obszarach jest podobny. Łupki impregnowane są siarczkami miedzi, przy czym średnica ziarn waha się od kilku mikronów do kilku mm. Niekiedy zaznacza się wyraźna laminacja siarczkowa wzdłuż warstwowania, o grubości 1 do paru mm. W niektórych strefach stwierdzono ścisły związek podwyższonej mineralizacji z czerwonymi utworami sapropelowymi. Utwory czerwone stanowią fację osadów utworzonych w środowisku oksydacyjnym płytkiego zbiornika. Związki miedzi nagromadzone w łupku sapropelowym migrowały podczas procesów diagenetycznych w osady występujące w stropie i w spągu tych utworów. W związku z tym podwyższona mineralizacja zaznacza się w bezpośrednim sąsiedztwie utworów czerwonych i obejmuje zarówno osady klastyczne, występujące w spągu, jak i skały węglanowe leżące nad łupkami czerwonymi. Głównymi minerałami miedzionośnymi są: chalkozyn, bornit, chalkopiryt, w drobnych ilościach występuje kowelin, idait, tetraedryt, tenoryt, teantyt, stromeyerit oraz malachit, azuryt, kupryt i miedź rodzima. Pośród innych minerałów, występujących w nieznacznych ilościach, należy wymienić: galenit, sfaleryt, smitsonit, lelignit, arsenopiryt, kobaltyn, nikielin, srebro rodzime, piryt, pirotyn, melnikowit i ceruzyt. W osadach, gdzie panowały warunki o podwyższonej wartości Eh i Ph, spotyka się również hematyt i magnetyt oraz w małych ilościach linneit, milleryt i enargit. Powstanie złóż miedzi związane jest z wulkanizmem permskim. W osadach permu występują różne skały wulkaniczne oraz ich tufy.

FORMACJE HALOGENICZNE

Osady permskie w całej niemal Europie charakteryzują się występowaniem potężnych serii solnych. Na obszarze wschodniej Europy (ZSRR) serie te związane są głównie z osadami dolnego permu, w środkowej i zachodniej Europie (Polska, NRD, RFN) serie solne obejmują natomiast cały kompleks cechsztynu.

DOLNOPERMSKIE SERIE SOLNE

Z początkiem permu na obszarze platformy wschodnioeuropejskiej rozwinęła się regresywna formacja halogeniczna. W okresie tym powstały ogromne złoża soli kamiennych i potasowych w rejonie Donbasu, w niecce dniewrowsko-donieckiej oraz we wschodniej części platformy wschodnioeuropejskiej (J. J. Lupinowicz i in., 1969; M. A. Żarkow, 1974).

OBSZAR DONBAŚU I NIECKA DNIEPROWSKO-DONIECKA

W północno-zachodniej części Donbasu i w południowo-wschodniej części niecki dniewrowsko-donieckiej pokłady solne związane są z serią nikitowską i sławiańską (piętro asselskie).

Donbaska seria solonośna rozprzestrzenia się w niecce bachmuckiej, obejmując, jak wspomniano wyżej, serię sławiańską oraz kramatorską. W profilu serii sławiańskiej znajdują się trzy główne pokłady soli kamiennych o miąższości od 30 do 40 m oraz ponad 20 cieńszych pokładów (3—30 m). Sole należące do tej serii eksploatowane są na złożu Artimowskoje. Zawartość NaCl waha się od 92,5—98,2%. Wyżej leżą osady serii kramatorskiej 475—520 m miąższości, zawierające liczne pokłady soli kamiennych oraz dwa poziomy soli potasowych:

1. Dolny poziom — sylwinitowy — o miąższości 70—100 m składa się z dwóch pokładów sylwinitu. Górny reprezentowany jest przez sylwinit pstry o miąższości 3,35 m. Sole z tego pokładu zawierają 17,3% KCl. Dolny pokład — o miąższości 5,5 m — tworzą sole sylwinitowe zawierające 30,5% KCl.

2. Górny poziom — sylwinitowo-karnalitowy — ma 60 m miąższości. W dolnej jego partii występują sole kamienne z drobnymi wkładkami sylwinitu i karnalitu, w górnej natomiast dwa główne pokłady, tj. sylwinitowo-karnalitowy, o miąższości 4,8 m i karnalitowy, o miąższości 2,7 m oraz 6 pokładów soli sylwinitowej i karnalitowej o miąższości 0,35 do 1,65 m. Pierwszy główny pokład zawiera średnio 21,3% KCl i 1% $MgCl_2$, drugi natomiast — 13,85% KCl i 17,5% $MgCl_2$. Ze względu na dużą głębokość występowania (ponad 900 m) sole te nie są eksploatowane.

WSCHODNIA CZĘŚĆ PLATFORMY WSCHODNIOEUROPEJSKIEJ

Dolnopermska formacja solonośna rozwinęta jest na obszarze zapadliska przeduralskiego i w syneklizie przykaspjskiej (fig. 6). Formacja ta powstała w wyniku regresywnego rozwoju śródlądowego zbiornika morskiego. Basen solonośny ciągnie się na długości 2600 km, przy sze-

rokości 350—400 km, która na północy wzrasta do 1200 km. Zbiornik ten łączył się na północy z morzem otwartym przez całe piętro kungurskie. Warunki klimatyczne i konsedymencyjne przegłębienie obszaru sprzyjały do tworzenia się serii solonośnych o znacznej grubości. Pośród licznych obszarów solnych na uwagę zasługują zbiorniki soli potasowych rejonu górnopeczorskiego, górnokamskiego, południowo-przeduralskiego i przykaspjskiego.

W basenie górnopeczorskim i górnokamskim serie solonośne związane są z kungurską formacją halogeniczną dolnego permu. W dolnej części tej formacji występują sole kamienne o miąższości 125—400 m. Wyżej leżą dwa poziomy skał — filipowski i ireński — z solami potasowymi. Poziom filipowski, miąższości 100 m, tworzą skały węglanowo-siarczanowe, poziom ireński natomiast składa się w dolnej części (150—300 m) z dolomitów, anhydrytów i margli, w górnej zaś z soli kamiennych i potasowych. Nad kungurską serią solonośną występują osady piętra ufimskiego (górnny perm).

Basen górnopeczorski znajduje się w obrębie depresji kurińskiej i przebiega południkowo na długości 125 km i 50 km szerokości. Sumaryczna miąższość serii solonośnych wynosi około 300 m, miąższość soli potasowych waha się natomiast od 9 do 55 m. Głównym minerałem solnym jest tu karnalit, w którym występuje 2 do 5 przewarstwień sylwinitu. Miąższość poszczególnych warstw soli potasowych wynosi 0,5—7 m, zawartość KCl w sylwinie — 10 do 52%. Zasoby soli potasowych występujących w basenie górnopeczorskim na głębokości 186—800 m ocenia się na około 6 mld ton. Dotychczas nie są one eksploatowane.

W basenie górnokamskim, położonym w niecce solikamskiej, miąższość soli potasowych waha się od 80 do 90 m. W dolnej części (20—22 m miąższości) znajduje się 6 pokładów sylwinitu przewarstwionych solami kamiennymi, w części górnej natomiast (o miąższości 60—65 m) występuje 9 pokładów soli sylwinitowo-karnalitowych 1—15 m miąższości, przedzielonych warstwami soli kamiennych. Ogólne zasoby soli potasowych w tym basenie, w przeliczeniu na KCl, ocenia się na 48 mld ton.

Basen południowo-przeduralski i przykaspjski ma około 1200 km długości, jego szerokość zaś waha się od 180 do 1000 km. Do basenu tego należy obszar przedgórza Uralu Południowego (Baszkiria, Aktiubińsk i Orenburg) oraz północna część syneklizy przykaspjskiej.

Seria solna związana jest tu z piętrzem kungurskim, o miąższości do 2000 m i reprezentowana jest przez sole kamienne (500—600 m), w których występują pakiety i przewarstwienia anhydrytów i soli potasowych (fig. 7).

W rejonie Aktiubińska (złoże Żyljanskoje) sole potasowe występują w środkowej części piętra kungurskiego, obejmując odcinek profilu o grubości 160 do 220 m. W dolnej części znajduje się poziom polihibitowy (150—200 m miąższości), w górnej zaś poziom soli sylwinitowo-karnalitowych o miąższości 10—24 m. W poziomie polihibitowym sole polihibalitu tworzą soczewy o grubości 23—37 m. Zasoby soli polihibitowych o średniej zawartości 10,5% K_2O ocenia się na 450 mln ton, zasoby soli sylwinitowych, zawierających 30—35% sylwinu, na 85 mln ton.

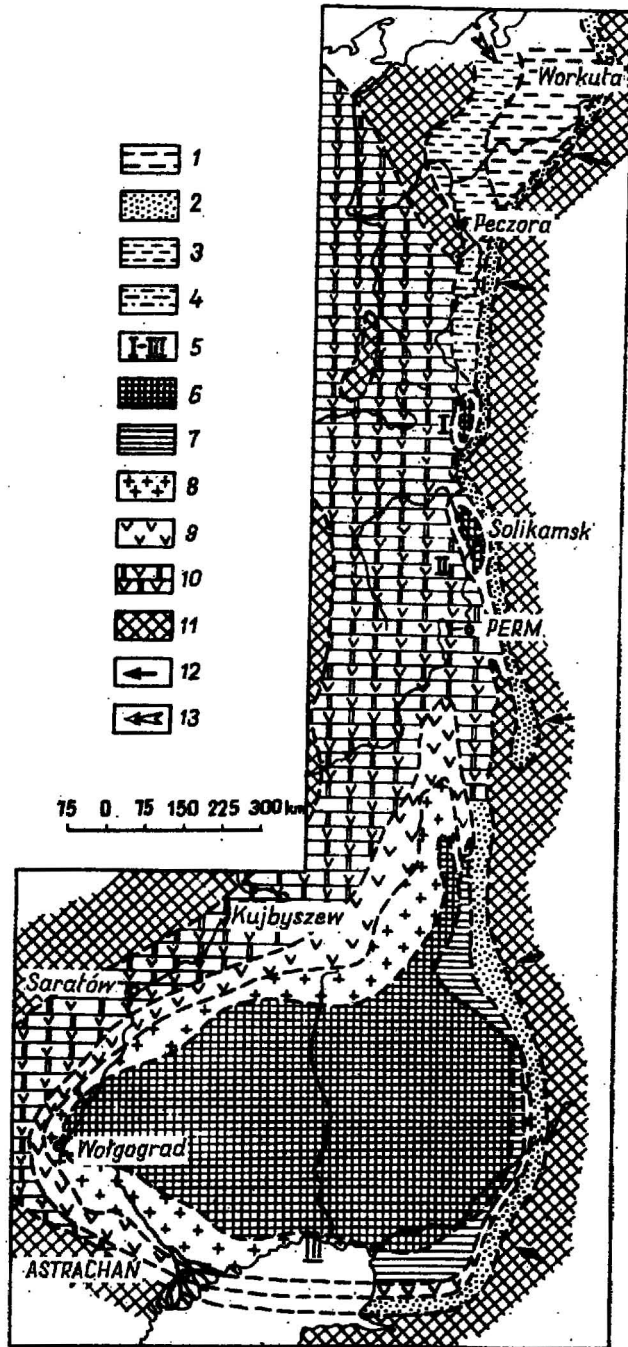


Fig. 6

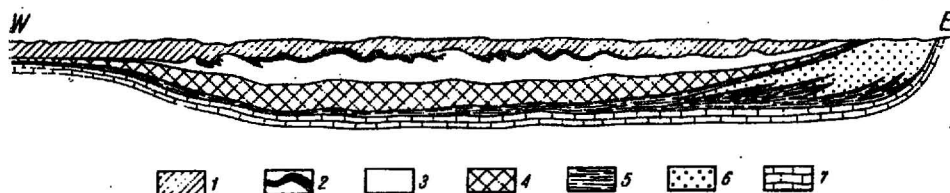


Fig. 7. Schematyczny przekrój przez solonośny basen przeduralski (według A. A. Iwanowa, 1965)

Generalized section across the Urals salt-bearing basin (after A. A. Ivanov, 1965)
 Poziom kungurski: 1 — utwory nadkładu (ity gipsonośne, margle, wapienie, piaskowce), 2 — pokład soli potasowo-magnezowych, 3 — sól kamienna spągowa, 4 — seria gipsowo-anhydrytowa, 5 — seria ilasto-wapienno-dolomitowa; poziom artynski: 6 — seria piaskowcowo-marglista ze zlepieńcami, 7 — wapienie

Kungur horizon: 1 — overburden (gypsum-bearing clays, marls, limestones, sandstones), 2 — potash (K — Mg) salts bed, 3 — bottom rock salt, 4 — gypsum-anhydrite series, 5 — clay-ilty-dolomite series; Artinsk horizon: 6 — sandstone-marl series with conglomerates, 7 — limestones

W syneklizie przykaspjskiej występują złoża soli magnezowo-potasowych. Do największych należy złożo Czelkarskie w północnej części syneklizy. Złożo to związane jest z największym czelkarskim wysadem solnym, rozciągającym się na długości 35 km i szerokości 25 km. Pokłady solne leżą pod kątem 47 do 75°. Strefę potasonośną (o grubości 900 m) podścielają sole kamienne (1000 m). W strefie potasonośnej wydzielono 5 odcinków soli. W dole występuje sól karnalitowo-sylwinitowa o miąższości 50 m, wyżej pakiet soli kamiennych, następnie leżą sole karnalitowo-halitowe, anhydrytowo-karnalitowo-halitowe, a w górnej części sole sylwinitowe. W solach tych znajdują się warstwy soli biszofitowych, biszofitowo-karnalitowych i kizerytowych. Sole biszofitowe zawierają 95—98% biszofitu, przy czym zawartość MgO wynosi 11,5%. Zawartość K₂O w solach sylwinitowych waha się od 15 do 46% i średnio wynosi 35% K₂O.

Fig. 6. Schemat litologiczno-facjalny osadów kungurskich w zapadlisku przeduralskim, przykaspjskim i we wschodniej części platformy wschodnioeuropejskiej (według A. A. Iwanowa, 1965; S. M. Koreniewskiego i M. L. Woronowej, 1966)

Lithological-facies scheme of the Kungur sediments in the Urals foredeep, the Caspian depression and in the eastern part of the East European platform (after A. A. Ivanov, 1965; S. M. Korenevskij and M. L. Voronova, 1966)

1 — osady węglonośne zagłębia peczorskiego; 2 — osady ilasto-mułowcowo-piaszczyste brzeżnych części zapadliska przeduralskiego; 3 — osady piaszczysto-łłaste, brackiczne; 4 — osady piaszczysto-mułowcowe, łożcowe i margliste z przewarstwieniami wapieni, zlepieńców, gipsu i anhydrytu; 5 — baseny solonośne: I — górnopeczorski, II — górnokamski, III — nadkaspjski; 6—7 — obszary występowania soli potasowych: 6 — chlorkowych, 7 — siarczanowych; obszary występowania: 8 — soli kamiennej; 9 — gipsów i anhydrytów, 10 — anhydrytów i dolomitów; 11 — ląd; 12 — kierunek transportu materiału klastycznego; 13 — kierunek dopływu wód z otwartego basenu morskiego

1 — coal-bearing sediments of the Pechora basin; 2 — clay-silty-sandy sediments of the marginal parts of the Urals foredeep; 3 — brackish sandy-clay sediments; 4 — sandy-silty, clay and marly sediments with interbeddings of limestones, conglomerates, gypsum, and anhydrite; 5 — salt-bearing basins: I — Upper Pechora, II — Upper Kama, III — Caspian; 6—7 — distribution of potash salts: 6 — chlorides, 7 — sulphates; 8 — distribution of rock salt; 9 — distribution of gypsum and anhydrite; 10 — distribution of anhydrites and dolomites; 11 — land; 12 — transport direction of clastic material; 13 — direction of water flow from the open marine basin

GÓRNOPERMSKIE SERIE SOLNE

Osady basenu cechsztyńskiego na terenie Europy środkowej i we wschodniej części Europy zachodniej charakteryzują się występowaniem bogatych złóż soli kamiennych i potasowych. Zbiornik cechsztyński był w tym czasie ograniczony od wschodu przez wyniesienie mazurskie i lubelskie, a od zachodu przez masywy waryscyjskie Gór Łupkowych, od strony północnej natomiast przez obszar dzisiejszego Morza Północnego, łącząc się okresowo z morzem otwartym. W warunkach klimatu suchego i gorącego następowało intensywne parowanie wody morskiej, stałe zaś obniżanie się dna zbiornika i dopływ wód oceanicznych doprowadziły do utworzenia się ewaporatów o dużej miąższości.

W całym profilu utworów cechsztyńskich zaznacza się wyraźna cykliczność. Na podstawie wzorcowych profili cechsztynu na obszarze NRD i RFN wydzielono 5 pięter soli, tj. najstarsze — Werra (Z1), starsze — Stassfurt (Z2), młodsze — Leine (Z3), najmłodsze — Aller (Z4) i Ohre (Z5) — fig. 8. Każdy cyklotem rozpoczyna się osadami peli-

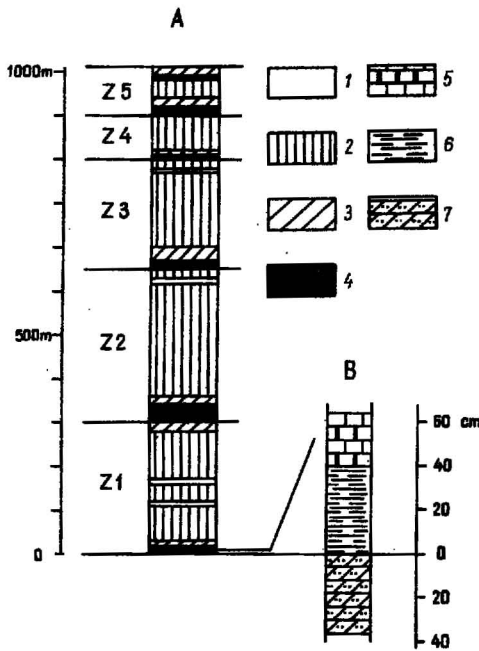


Fig. 8. Cyklotemy cechsztynu solonośnego

Salt-bearing Zechstein cyclothem

Profil A: 1 — facja chlorkowa z solami K—Mg (sole potasowo-magnezowe), 2 — facja chlorkowa bez soli potasowych K—Mg (sole kamienne), 3 — facja siarczanowa (anhydryty), 4 — facja węglanowo-litoralna (dolomit, wapień, ilolupki); profil B: 5 — wapień dolomityczny, 6 — łupek miedzionośny ilasto-dolomityczny, 7 — piaskowiec

Column A: 1 — chloride facies with K—Mg salts (potash salts), 2 — chloride facies without K—Mg salts (rock salts), 3 — sulphate facies (anhydrites), 4 — carbonate facies — littoral (dolomite, limestones, shales); Column B: 5 — dolomitic limestone, 6 — clay-dolomitic copper-bearing shale, 7 — sandstone

tycznymi, które obecnie reprezentowane są przez łupki miedzionośne (Z1), łupki cuchnące (Z2), szary ił solny (Z3) i czerwony ił solny (Z4). Następnie w każdym piętrze na warstwach pelitycznych leżą skały węglanowe reprezentowane przez wapień cechsztyński (Z1), dolomit główny (Z2) i dolomit płytowy (Z3). Wyżej leżą osady siarczanowe reprezentowane przez anhydryt. Nad nimi występują z kolei sole kamienne i potasowo-magnezowe zamykające poszczególne cyklotemy. Sole chlorkowe cyklotemu Z1 i Z2 mają kolor biały lub szary, a cyklotemu Z3, Z4 i Z5 są

różnobarwne. Ta dwudzielność serii solnej wynika z różnych warunków sedimentacji ewaporatów. Sole białe i szare powstały w warunkach morskiej sedimentacji, w odosobnionych zbiornikach zasilanych wodami oceanicznymi. Solom tym towarzyszą grube warstwy anhydrytów występujące w spagu pokładów solnych. Sole kolorowe i zabrowe powstawały w śródlądowych zbiornikach wód słonych, do których z ładu znoszony był materiał okruszowy. Sole kamienne występują pośród ilów czerwonych, zabarwionych tlenkami żelaza. Anhydryty podścielające sole w poszczególnych cyklotemach mają małe miąższości. Na podkreślenie zasługuje również to, że brak jest w zasadzie węglanów.

Oprócz prawidłowości pionowej, charakteryzującej się cyklicznością, istnieje pewna prawidłowość pozioma, wyrażona strefowością osadów w zbiorniku (fig. 9). Na peryferiach zbiornika występują ewaporaty trudno rozpuszczalne, jak wapienie, dolomity i anhydryty, które ku środkowi zbiornika przechodzą stopniowo w ewaporaty łatwo rozpuszczalne, reprezentowane przez sole kamienne i potasowo-magnezowe. W związku z tym zaznacza się również pewna prawidłowość dotycząca miąższości i głębokości występowania osadów solnych. W centralnych obszarach

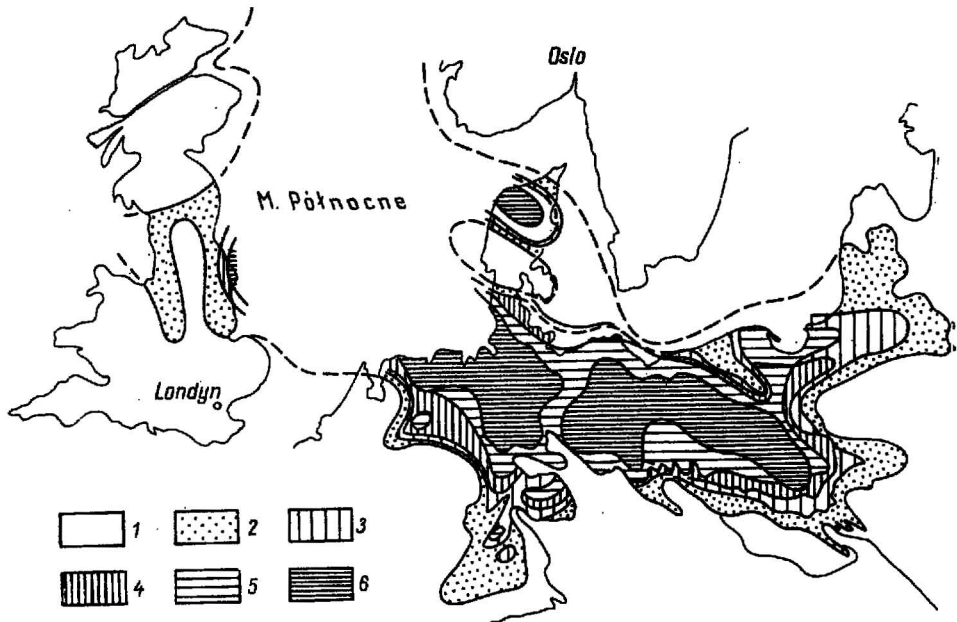


Fig. 9. Szkic facjalny permu górnego środkowej i zachodniej Europy (według Z. Wernera)

Upper Permian facies sketch of Middle and Western Europe (after Z. Werner)

1 — obszary lądowe permu górnego; 2 — facja siarczanowo-węglanowa Z1 (litoralna); 3 — facja chlorkowa bez soli K — Mg w cyklotemie Z1 i Z2; 4 — facja chlorkowa bez soli K — Mg w cyklotemie Z3 i Z4; 5 — facja chlorkowa z solami K — Mg w cyklotemie Z1 i Z2; 6 — facja chlorkowa z solami K — Mg w cyklotemie Z3 i Z4

1 — Upper Permian continental areas; 2 — sulphate-carbonate facies Z1 (littoral); 3 — chloride facies without potash salts in Z1 and Z2 cyclothems; 4 — chloride facies without potash salts in Z3 and Z4 cyclothems; 5 — chloride facies with potash salts in Z1 and Z2 cyclothems; 6 — chloride facies with potash salts in Z3 and Z4 cyclothems

basenu sole występują na głębokości 3 — 7 km, osiagając 1000 m miąższości, ku peryferiom natomiast głębokość ta zmniejsza się do 500 m, a miąższość serii solnej maleje do 300 m i poniżej. Centralne partie basenów solnych podlegały procesom halokinetycznym. Według teorii halokinezy ruch mas solnych obejmuje masy solne o miąższości ponad 300 m.

W basenie cechsztyńskim wysady solne występują na Niziu Niemieckim i na Niziu Polskim. Na Niziu Niemieckim wyróżnia się trzy formy wysadów, tj. kołowe — typu Stassfurt, owalne — typu Asse i podłużne — typu Hanower. Na Niziu Polskim wysady solne znajdują się na Kujawach; ich formy występowania zbliżone są do typu hano-werskiego.

WAŻNIEJSZE BASENY SOLI KAMIENNYCH I POTASOWO-MAGNEZOWYCH ŚRODKOWEJ I ZACHODNIEJ EUROPY

Poczynając od wschodu wyróżnia się następujące baseny solonośne: polsko-litewski, środkowopolski, basen główny Niemiec, hesko-turyngski, dolnoreański, duński oraz wschodnioangielski. Położenie wymienionych basenów solonośnych ilustruje fig. 10.

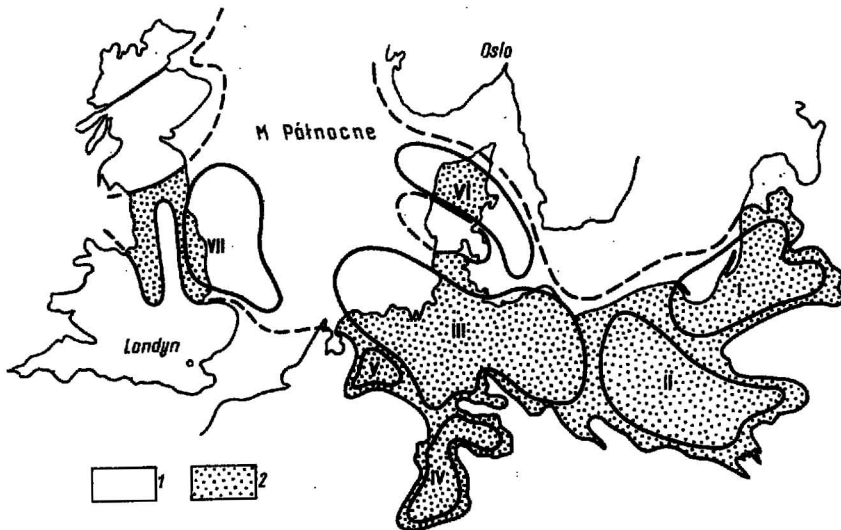


Fig. 10. Schemat rozmieszczenia górnopermskich basenów solonośnych zachodniej Europy (według M. A. Zarkowa i Z. Wernera)

Distribution scheme of Upper Permian salt-bearing basins in Western Europe (after M. A. Zharkov and Z. Werner)

I — basen polsko-litewski; II — basen środkowopolski; III — basen główny; IV — basen hesko-turyngski; V — basen dolnoreański; VI — basen duński; VII — basen wschodnioangielski; 1 — obszary lądowe permu górnego; 2 — obszary występowania osadów permu górnego

I — Polish — Lithuanian basin, II — Middle Polish basin; III — Main basin; IV — Hessen — Thuringia basin; V — Lower Rhine basin; VI — Danish basin, VII — East English basin; 1 — Upper Permian continental areas; 2 — distribution of Upper Permian sediments

BASEN POLSKO-LITEWSKI

W basenie tym złoża soli kamiennej i polihalitu występują na wyniesieniu Łeby w rejonie Pucka (Polska) oraz złoża soli kamiennej na Litwie (ZSRR).

Utwory cechsztyńskie w rejonie Pucka leżą na utworach sylurskich wchodzących w skład osadów paleozoicznych pokrywy platformy wschodnioeuropejskiej. Dają się one korelować z profilem stratygraficznym soli cechsztyńskich obszaru Niemiec, jak również z obszarem syneklizy bałtyckiej ZSRR. Złoża obejmują tu cyklotem soli najstarszych (Z1), starszych (Z2) i młodszych (Z3). Cyklotem Z1 rozpoczynają łupki szare i czarne o miąższości 80 cm, które stanowią odpowiednik łupków miedzionośnych. Na obszarze ZSRR natomiast warstwa tych łupków może być korelowana z łupkami bitumicznymi występującymi w dolnym kazaniu. Powyżej łupków leżą wapienie i dolomity o miąższości 10 m, które odpowiadają serii nowoakmiańskiej (kazań dolny). Następne ogniwo stanowią anhydryty szare, z którymi związane są złoża polihalitu. Nad poziomem siarczanowym leży sól kamienna o miąższości 0 — 225 m. Seria solna przykryta jest anhydrytem około 20 m miąższości. Cały kompleks anhydrytowo-solny koreluje się z serią pregolską górnego kazania.

Cyklotemy Z2 i Z3 stanowią warstwy wapieni, dolomitów, anhydrytów i gipsów bez soli kamiennej. Utwory te korelują się z serią ajstmarską górnego kazania i serią żalgirską należącą do tataru.

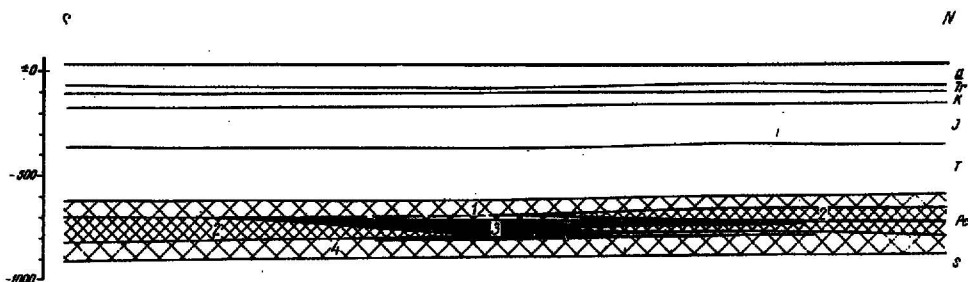


Fig. 11. Przekrój geologiczny przez pokładowe złożo polihalitu w rejonie Zatoki Puckiej (według Z. Wenera).

Geological section across the stratified polyhalite deposit in the Puck Bay area (after Z. Werner)

Q — czwartorzęd; Tr — trzeciorzęd; K — kreda; J — jura; T — trias; Pc — perm, cechsztyń; S — sylur; 1 — utwory nadsolne, 2 — sól kamienna, 3 — pokład polihalitu, 4 — utwory podsolne

Q — Quaternary; Tr — Tertiary; K — Cretaceous; J — Jurassic; T — Triassic; Pc — Permian, Zechstein; S — Silurian; 1 — supersaline sediments; 2 — rock salt; 3 — polyhalite bed; 4 — subsaline sediments

Złoża w rejonie Zatoki Puckiej stanowią sole potasowo-magnezowe (polihalit) i sole kamienne. Sole polihalitowe mają formę dużych soczew i tworzą poziomo ułożony pokład na kontakcie soli kamiennych i poziomu anhydrytowego cyklotemu Z1 (fig. 11). Miąższość pokładu polihalitowego waha się od paru do kilkunastu m. Zawartość zaś K_2O od 7 do 12%. Stwierdzone zasoby polihalitu wynoszą kilkaset mln ton, zasoby

zaś soli kamiennej tego rejonu ocenia się na kilka mld ton. Sole polihalitytowe powstały w wyniku działania ługów znajdujących się w basenie, tuż po osadzeniu się anhydrytów. Na skutek metasomatycznego działania ługów wzbogaconych w sole magnezowo-potasowe anhydryty zostały zmienione w polihality. Procesy te zachodziły w stropowych częściach anhydrytów.

BASEN ŚRODKOWOPOLSKI

Spśród wielu struktur solnych stwierdzonych geofizycznie na Niziu Polskim, dokładniej rozpoznano 10 wysadów solnych na obszarze Kujaw, mianowicie: Wapno, Mogiła, Damasławek, Inowrocław, Góra, Izbica Kujawska, Kłodawa, Rogoźno, Lubień i Łanięta. Obszar tych wysadów przebiega pasem na długości 175 km o kierunku NW-SE i szerokości 35 km. Wymienione wysady solne zawierają sole kamienne eksploatowane w Inowrocławiu, Górze, Wapnie i Kłodawie. Tylko na wysadzie kłódawskim oprócz soli kamiennych stwierdzono sole potasowe.

Wysad kłódawski przebiega w kierunku NW-SE na długości 25 km, jego zaś szerokość wynosi około 2 km. Do wysadu solnego przylegają od zachodu utwory malmu i doggeru, od wschodu zaś utwory kajpru. Na zwierciadle solnym występuje czapa ilasto-gipsowa i anhydrytowa.

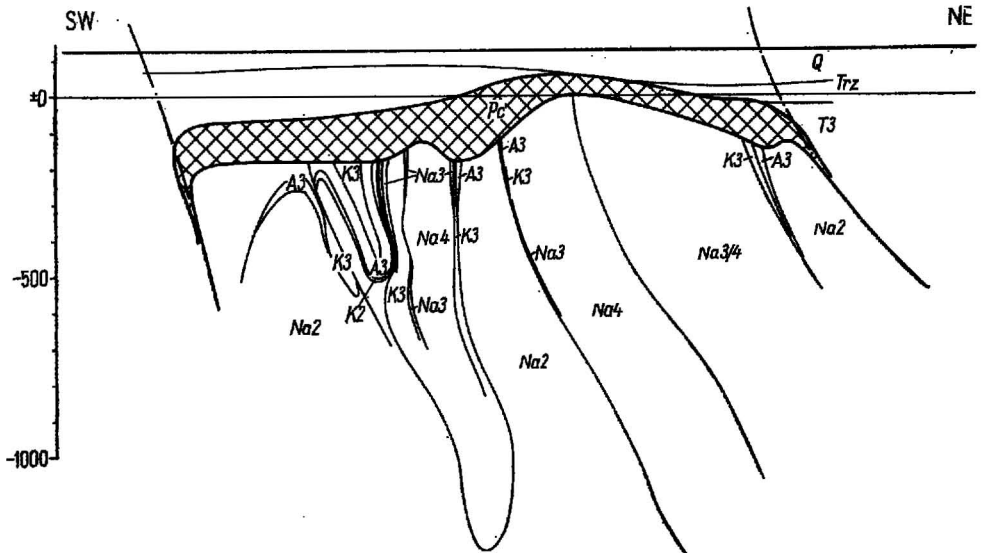


Fig. 12. Przekrój geologiczny przez kłódawski wysad solny (według J. Poborskiego)
Geological section across the Kłodawa salt dome (after J. Poborski)

Q — czwartorzęd; Trz — trzeciorzęd; T3 — trias, kajper; Pc — czapa ilasto-gipsowa; cyklotem Aller Z4: Na4 — sole najmłodsze oddziału górnego; cyklotem Leine Z3: Na3 — sole młodsze oddziału górnego, K3 — sole młodsze oddziału środkowego z serią potasonośną, A3 — anhydryt główny; cyklotem Stassfurt Z2: K2 — starsze sole potasowe, Na2 — starsze sole kamienne

Q — Quaternary; Trz — Tertiary; T — Triassic, Keuper; Pc — gypsum-clay cap rock; Z4 Alter cyclothem: Na4 — youngest salts of the upper division; Z3 Leine cyclothem: Na3 — younger salts of the upper division, K3 — younger salts of the middle division with a potash-bearing series, A3 — main anhydrite; Z2 Stassfurt cyclothem: K2 — older potash salts, Na2 — older rock salts

W przekroju poprzecznym obserwuje się system głębokich fałdów kulisowych. Profil litologiczno-stratygraficzny serii solnej obejmuje 4 cyklotemy soli od Z1 do Z4 (fig. 12). Złoże stanowią sole kamienne Z2, pokład soli karnalitowych lub karnalitowo-kizerytowych poziomu Z3 oraz sól różowa w dolnym poziomie soli Z4.

GŁÓWNY BASEN NIEMIEC

Basen ten rozciąga się od Wezery na zachodzie po obszar Polski na wschodzie. Charakteryzuje go pokład głównego anhydrytu i pokład soli potasowych Stassfurt. W basenie głównym Niemiec wyróżnia się 4 okręgi górnictwa solnego: Magdeburg — Stassfurt, Saale — Unstrut, Niziu północnoniemieckiego, okręg południowego Harcu. Oprócz tego w każdym okręgu wydziela się rejony solonośne (W. Gimm, 1968).

Okręg Magdeburg — Stassfurt przedstawia litostratygraficzny profil cechsztyńskiej serii solnej w wykształceniu tzw. normalnym, z którym porównuje się profile innych obszarów.

Seria cyklotemu Stassfurt dzieli się na trzy podstawowe człony:

— anhydrytowy, 300 m miąższości, gdzie sól kamienna przewarstwiona jest tzw. anhydrytowymi pierścieniami rocznymi;

— polihalitowy, 30 m miąższości, gdzie sól kamienna przewarstwiona jest polihalitem;

— kizerytowy, 20 m miąższości, gdzie sól kamienna przewarstwiona jest kizerytem; ku górze zawartość kizerytu wzrasta z 4,5% do około 30%. Pod serią kizerytową leży główny pokład soli potasowych Stassfurt K2 wykształcony głównie w postaci soli karnalitowej.

W rejonie Magdeburg — Halberstadt w miejscu karnalitu występuje często sól twarda (sylwinit z anhydrytem lub kizerytem) o mniejszej miąższości niż pokład karnalitu. W rejonie Unstrut pokład Stassfurt K2 przerośnięty jest licznymi wykładkami soli kamiennej, tworząc charakterystyczne przewodnie ławice, tzw. *Unstrutbänke*.

W rejonie Stassfurtu (fig. 13) szczególnie charakterystyczne jest występowanie czapy kainitowej na wychodniach pokładu Stassfurt K2. Ponad głównym pokładem soli potasowych Stassfurt K2 leży sól kamienna (0,2 — 2 m miąższości), kryjąca, a na niej przewodni pokład szarego ilitu solnego (*grauer Salztou*). Pokład ten w całym basenie środkowoniemieckim dzieli się na trzy człony: spagowy 2 m miąższości — anhydrytowy, środkowy — ilasty i stropowy do 10 m miąższości — dolomityczny.

Cyklotem soli młodszych Leine Z3 rozpoczyna się przewodnim pokładem anhydrytu głównego A3 o miąższości 50 — 60 m (90 m). Spagowa część soli młodszych cyklotemu Leine Z3 o wysokiej czystości przedstawia główne źródło soli kamiennej jadalnej i przemysłowej, w szczególności jej część środkowa, tzw. sól liniowana.

Cyklotem soli najmłodszych Aller Z4 stanowi seria warstw soli anhydrytowych, ilastych i ilitu solnego 100 m miąższości. Za przewodnią warstwę tej serii w całym basenie głównym uważa się czerwony ilit solny (T4) i anhydryt pegmatytowy (A4). Wyróżnia się tutaj również pokład tzw. soli śnieżnej o wysokiej czystości, będący przedmiotem eksploatacji. W omawianym okręgu w spągu cyklotemu soli najstarszych, tj. Werra Z1 leży znany pokład łupków miedzionośnych (T1).

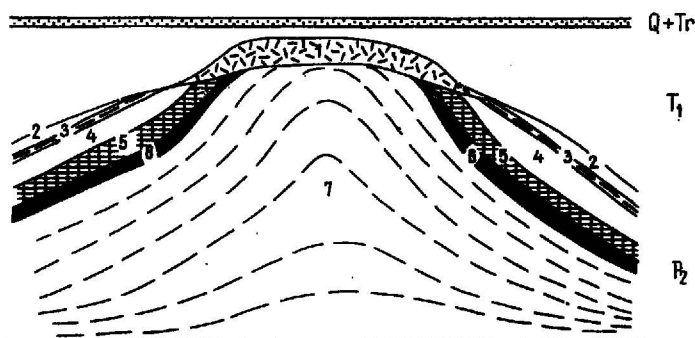


Fig. 13. Przekrój przez południową część siodła Stassfurt (według E. Fuldy)

Section across the southern part of the Stassfurt saddle (after E. Fulda)

Q + Tr — czwartorzęd i trzeciorzęd; T₁ — trias, pstry piaskowiec; P₂ — perm, cechsztyń; 1 — czapa gipsowa; 2,4,7 — sól kamienna; 2 — Aller Z₄, 4 — Leine Z₃, 7 — Stassfurt Z₂; 3 — czerwony il solny, Aller Z₄; 5 — anhydryt główny, szary il solny, Leine Z₃; 6 — sole potasowe, pokład Stassfurt Z₂

Q + Tr — Quaternary and Tertiary; T₁ — Triassic, Bunter; P₂ — Permian, Zechstein; 1 — gypsum cap rock; 2,4,7 — rock salt; 2 — Aller, 4 — Z₃ Leine, 7 — Z₂ Stassfurt; 3 — red salt clay, Z₄ Aller; 5 — main anhydrite, grey salt clay, Z₃ Leine; 6 — potash salts, Z₂ Stassfurt bed

Okręg Saale — Unstrut. Na wschód i południe od Harcu panują podobne warunki stratygraficzne jak w rejonie Stassfurtu. Stromo zalegające siodło Stassfurtu przechodzi w kierunku SE w płaskowzgórze Bernburga, w którym możliwe jest wydzielenie szeregu sfałdowań o kierunku hercyńskim.

Okręg Niżu północnoniemieckiego charakteryzuje się silnym sfałdowaniem cechsztyńskiej serii solnej, aż do utworzenia licznych wysadowych struktur solnych.

Główny pokład potasonośny wykształcony jest częściowo jako karnalit, częściowo jako sól twarda. Sól twarda występuje przede wszystkim w rejonie Hanoweru, Hildesheim i Celle. Jest ona tu uboższa niż w innych rejonach (poniżej 12% K₂O). Na północ od linii Wezera — Aller napotkano dotychczas jedynie karnalit.

Warstwy soli młodszych Leine Z₃ — występujące w dolnej Saksonii — wykształcone są podobnie jak na obszarze Stassfurtu. Oba pokłady potasonośne cyklotemu Leine Z₃, tj. Ronnenberg (KR_o) i Riedel (KR_i), reprezentowane są przez wysokoprocenowy sylwinit. Odnosi się to szczególnie do pokładu Ronnenberg, który zawiera często 20% miejscami 30% K₂O. Pokłady te są podstawą dla produkcji potasowych nawozów przez hanowerskie zakłady przetwórcze.

Okręg południowego Harcu. Cały obszar pomiędzy Harcem na północy, Lasem Turyńskim na południu i Halle na wschodzie przedstawia wielką kotlinę. W jej południowej części brak jest poziomów potasonośnych.

Pod nazwą Südharzgebiet rozumie się obszar na zachód od linii N-S

przebiegającej tuż po wschodniej stronie Sondershausen. Obszar ten charakteryzuje się szczególnym profilem litostratygraficznym. W głównym pokładzie potasonośnym występują naprzemian bogate soczewy karnalitu i jego zubożenia. Na podstawie licznych badań stwierdzono zależność występowania twardych soli potasowych od przebiegu określonych linii tektonicznych zaburzeń.

Drugą osobliwością rejonu południowego Harcu jest fakt, że kizeryt w soli twardej zastąpiony jest przez anhydryt, co ma dodatni wpływ na przeróbkę surowca potasowego. Bogate sole twarde rejonu południowego zawierają około 28% sylwinu. Ogólny upad na SW wynosi 1 — 2°. Widoczne jest również niewielkie sfałdowanie.

W północnej części basenu — w Lesie Turyńskim — seria solna tworzy wychodnie. W południowej części stwierdzono liczne wylewy bazaltowe, przecinające serię solną, którymi towarzyszą wypływy CO₂ pod dużym ciśnieniem.

W rejonie Werry charakterystyczne są złączone strefy serii solnej w formie erozyjnych obniżen, niebezpieczne dla górnictwa solnego z uwagi na możliwość zagrożenia wodnego. Poniżej dolnego pokładu soli potasowych (Thüringen) sól kamienna ma miąższość 80 m, a ponad górnym pokładem — Hessen — 60 m.

Złoża soli potasowych w rejonie Fulda (na zachód od Werry) są podobnie wykształcone. Pokłady soli potasowych występujące pomiędzy tymi rejonami zapadają do głębokości niedostępnych dla górnictwa. W rejonie Fulda eksploatowany jest głównie pokład Hessen, który jest tu bardziej zaburzony tektonicznie niż w rejonie Werry.

BASEN HESKO-TURYŃSKI

Basen hesko-turyński zwany jest również górniczym rejonem Werra. Posiada całkiem odmienne wykształcenie litostratygraficzne od pozostałych obszarów potasonośnych.

Sole cyklotemu Werra Z1 należą do głębszego poziomu geologicznego. Dolomit płytowy (Ca3) uważa się za odpowiednik wiekowy anhydrytu głównego (A3). Pośród soli kamiennej (Na1) występują tu dwa pokłady soli potasowych Hessen (KH) i Thüringen (KTh). Górny pokład Hessen jest cieńszy, lecz o wyższej średniej zawartości K₂O, zawiera głównie sole twarde. Dolny pokład charakteryzuje się obecnością karnalitu, który miejscami pozbawiony jest kizerytu. Ogólnie zaleganie serii solnej w tym basenie jest bardziej regularne niż na obszarze południowego Harcu.

BASEN DOLNOREŃSKI

Litostratygraficzne wykształcenie serii solnej w tym basenie różni się od pozostałych rejonów. Wodonośne utwory trzeciorzędu i pstręgo piaskowca stanowią tu duże zagrożenie dla górnictwa solnego.

Seria solna leży płasko, z niewielkim upadem ku północy. W południowej części basenu zaznaczają się tektoniczne dyslokacje i strefy usko-

kowe przebiegające równoległe do Renu, powodując podział obszaru na rowy i zręby w stosunku do siebie przesunięte. Basen rozciąga się dalej ku północy na obszar Holandii, gdzie cechsztyńska seria solna występuje na głębokościach rzędu 1000 m.

BASEN DUŃSKI

Rejon wysadów solnych Nizy północnoniemieckiego rozciąga się poprzez Holsztyn do Danii, gdzie stwierdzono słone źródła na północ od Kopenhagi, a także odkryto parę lat temu występowanie utworów cechsztyńskich. Korelacja pokładów solnych wykazała odpowiedniki poziomów Stassfurt (Z2) i Leine (Z3).

W szeregu otworów wiertniczych, wykonanych w latach 1959 — 1961, stwierdzono obecność dwóch głównych poziomów potasonośnych — w wysadzie solnym Suldrup i Hvornum w północnej Jutlandii. Cztery wiercenia, zgłębione do 974 m i 1140 m, napotkały dwa pokłady soli: jeden pokład ma około 3 m miąższości i 8‰ zawartości K_2O , drugi natomiast 7,7 m miąższości i 7,2‰ K_2O . Pokłady te zbudowane są z karnalitu, sylwinu i halitu; kizeryt występuje lokalnie.

BASEN WSCHODNIOANGIELSKI

Pokłady soli potasowych w rejonie North Riding w Zagłębiu Yorkshire zostały odkryte w otworze Aislaby Eskadale tuż przed drugą wojną światową (fig. 14, 15). Pokłady te zalegają w permskiej serii solnej na głębokości 1050 — 1300 m. Miąższość utworów permskich w rejonie Aislaby wynosi ponad 550 m; z której około 140 m przypada na sól kamienną i sole potasowe. Zachodnia granica utworów cechsztyńskich przebiega na zachód od obecnego wybrzeża Yorkshire. Występują tu trzy cykle ewaporacyjne, każdy o miąższości kilkudziesięciu metrów.

W kolejności stratygraficznej seria solna przedstawia następujący zespół warstw: dolny wapień magnezyticzny (140 m), dalej dolna grupa ewaporatów (70 — 325 m), górny wapień magnezyticzny (30 — 55 m), środkowa grupa ewaporatów (65 — 115 m), margle karnalitowe (10 — 20 m), górna grupa ewaporatów (20 — 55 m), il solny (2 — 25 m), sól kamienna, anhydryt (1 — 5 m) oraz margle solonośne (70 — 190 m).

W dolnej grupie ewaporatów występują sole potasowe jako polihalit wtórny po anhydrycie. Środkowa grupa ewaporatów bogata jest w sole sylwinitowe w stropowej części. Górna grupa ewaporatów, która osiąga maksimum miąższości w rejonie Zatoki Robin Hooda, zawiera również sole sylwinitowe.

Stwierdzone miąższości, zawartości potasu i głębokości zalegania pokładu potasowego w środkowej i górnej grupie ewaporatów przedstawiają się następująco:

Grupa ewaporatów	Miąższość w m	Głębokość w m	Zawartość K_2O w ‰
środkowa	3,3—9,9	1040—1298	4,6—45
górną	4,2—8,4	1108—1244	10,0—26

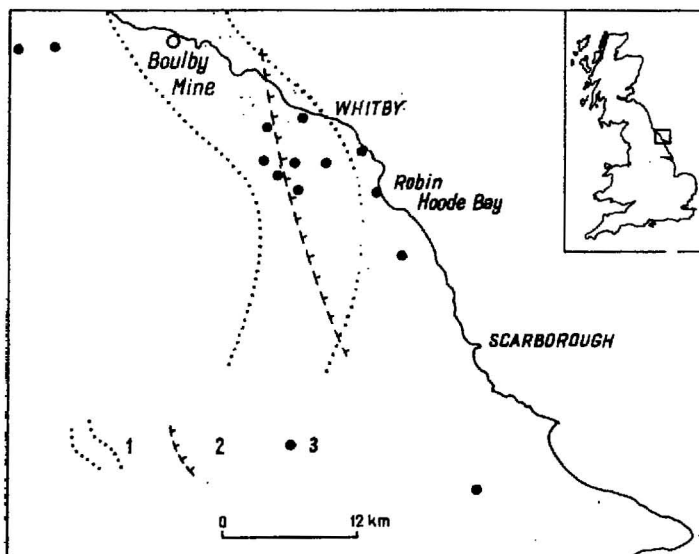


Fig. 14. Występowanie złóż soli potasowych w rejonie Whitby, Yorkshire (według D. B. Smitha)

Potash salts distribution in the Whitby area, Yorkshire (after D. B. Smith)

1 — przypuszczalny obszar występowania soli potasowych w środkowej grupie ewaporatów; 2 — przypuszczalna zachodnia granica występowania soli potasowych w górnej grupie ewaporatów; 3 — otwory wiertnicze

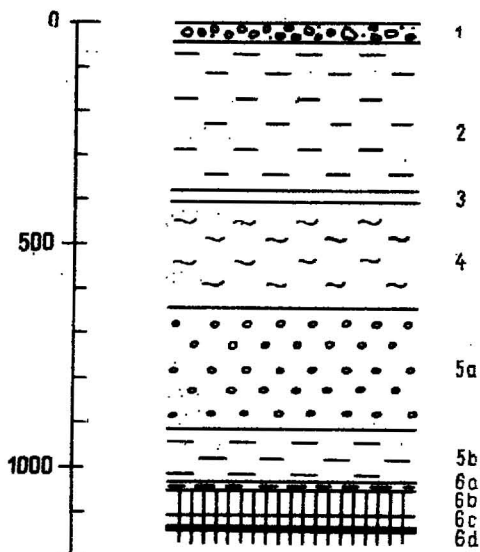
1 — possible distribution of potash salts in the Middle Evaporite Group; 2 — possible distribution of potash salts in the Upper Evaporite Group; 3 — boreholes

Fig. 15. Schematyczny profil geologiczny soli potasowych Boulby Mine — Yorkshire (według British Sulphur Corporation)

Generalized column of the potash salts in Boulby Mine, Yorkshire (after British Sulphur Corporation)

1 — czwartorzęd (głina zwałowa); 2 — Lias (ślupki); 3 — Retyk; 4 — Keuper (margle); 5a—b — pistry piaskowiec: 5a — piaskowiec, 5b — ilowce; 6a—d — perm: 6a — ilowce, 6b — górna grupa ewaporatów (sól kamienna, anhydryt, dolomit), 6c — margiel karnalitowy, 6d — pokład soli potasowych środkowej grupy ewaporatów

1 — Quaternary (boulder clay); 2 — Lias (shales); 3 — Rhaetic; 4 — Keuper (marls); 5a—b — Bunter: 5a — sandstone, 5b — mudstone; 6a—d — Permian: 6a — mudstone, 6b — Upper Evaporite Group (rock salt, anhydrite, dolomite), 6c — carnallite marl, 6d — potash bed of the Middle Evaporite Group



Dolny pokład sylwinitu jest bardziej rozległy, rozciąga się na obszarze ponad 60 km² — od Sandsend do Zatoki Robin Hooda i od Egton do brzegu morskiego. Zasoby ocenia się na około 214 mln ton KCl o średniej zawartości KCl 17—32⁰/_a, odpowiednio dla obu pokładów.

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

Nadesłano dnia 7 czerwca 1975 r.

PIŚMIENNICTWO

- GIMM W. (1968) — Kali- und Steinsalz Bergbau. Leipzig.
- POBORSKI J. (1960) — Cechsztyńskie zagłębienie solne Europy środkowej na ziemiach Polski. Pr. Inst. Geol., 30, cz. 2, p. 355—366. Warszawa.
- POBORSKI J. (1964) — Stosunki facjalne w zagłębieniu cechsztyńskim w Polsce. Kwart. geol., 8, p. 111—117, nr 1. Warszawa.
- SMITH D. B. (1973) — The origin of the Permian Middle and Upper Potash deposits of Yorkshire: an alternative hypothesis. Proc. Yorks. Geol. Soc., 39, p. 327—347. Yorkshire.
- WERNER Z. (1958) — Die Zechstein-Salzlagerstätten Mittelpolen (Kujawien). Freiburger Forschungsh [A], 88. Berlin.
- WERNER Z. (1970) — Sole kamienne i potasowo-magnezowe. Geologia i surowce mineralne Polski. Biul. Inst. Geol., 251, p. 371—378. Warszawa.
- WYZYKOWSKI J. (1970) — Rudy miedzi. Geologia i surowce mineralne Polski. Biul. Inst. Geol., 251, p. 357—371. Warszawa.
- АТЛАС ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ СССР (1968) — Всесоюз. Аэрогеол. трест Мин. Геол. СССР. Москва.
- БОГДАНОВ Ю. В., КОЧИН Г. Г., ФЕОКТИСТОВ В. П. (1972) — Перспективы осадочного чехла Русской платформы на стратифицированные месторождения медных и свинцово-цинковых руд. В: Проблемы региональной геологии СССР. ВСЕГЕИ. Ленинград.
- КОРЕНЕВСКИЙ С. М., ВОРОНОВА М. Л. (1966) — Геология и условия формирования калийных месторождений Прикаспийской синеклизы и Южнопредуральского прогиба. Изд. Недр. Москва.
- КОРЕНЕВСКИЙ С. М. И ДР. (1968) — Галогенные формация северо-западного Донбасса Днепровско-Донецкой впадины. Изд. Недр. Москва.
- ИВАНОВ А. А. (1965) — Пермские соленосные бассейны Печеро-Камского Предуралья. Новосибирск.
- ЛУПИНОВИЧ Ю. И., КИЕЛИК В. З., ЗЕЛЕНЦОВ И. И. (1969) — Геологическое строение и условия формирования галогенной формации Припятской впадины. В: Геология и петрография калийных солей Белоруссии. Изд. Наука и техника. Минск.
- ЖАРКОВ М. А. (1974) — Палеозойские соленосные формации мира. АН СССР, Сибирское отделение — Институт Геологии и Геофизики. Москва.

Роман ОСИКА, Юрий СТАРИЦКИЙ, Алла УДАЛОВА, Збигнев ВЕРНЕР

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ В ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ПЛАТФОРМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЕВРОПЫ

Резюме

В пермских отложениях платформенного покрова Европы залегают две важные металлогенические формации — меденосная и галогенная. На Восточно-Европейской платформе эти формации развиты в отложениях нижней и верхней перми, а на платформе Центральной и Западной Европы, только в отложениях верхней перми (фиг. 1, 2).

Меденосные формации. Нижнепермская меденосная формация залегают на территории Донбасса. Медная минерализация здесь связана с пестрыми прибрежноморскими отложениями, составляющими подошвенную часть нижней перми (ярус Ассель). Верхнепермская меденосная формация залегают в предгорьях Центрального и Южного Урала (СССР), а также на территории центральной Европы (Польша, ГДР). В предгорьях Урала минерализация связана с горизонтом красных песчано-карбонатных отложений (уфимский, казанский, татарский ярус — фиг. 3). В Центральной Европе меденосные формации содержатся в нижней части пехштейна, представленной циклотемом Верра (Z1). Они залегают на Предсудетской, моноклинали, Северо-Судетской впадине и в Тюрингской впадине.

Галогенные формации. Нижнепермские соленосные серии залегают в северо-западной части Донбасса (ярус Ассель). Кроме каменных солей там залегают два горизонта калийных солей, т. е. нижний сильвинитовый горизонт и верхний сильвинитово-карналлитовый горизонт. В восточной части Восточно-Европейской платформы нижнепермская соленосная серия развита на территории Предуральского прогиба и в Прибалтийской синеклизе (фиг. 1 и 6). Кроме больших залежей каменной соли очень большое значение имеют бассейны с залежами каменных солей верхнепечорского, верхнекамского, и прикаспийского районов.

Верхнепермская галогенная формация широко распространена в Западной и Центральной Европе. Соли здесь залегают в четырех горизонтах: Верра (Z1), Стассфурт (Z2), Лейне (Z3) и Аллер (Z4). Начиная с востока, выделяются следующие соленосные бассейны: Польско-Литовский, Центрально-Польский, Главный Немецкий бассейн, Гесско-Тюрингский, Нижнерейнский, Датский и Восточно-Английский (фиг. 10).

Roman OSIKA, Yuri STARITSKII, Alla UDALOVA, Zbigniew WERNER

METALLOGENIC FORMATIONS IN THE PERMIAN OF THE EUROPEAN PLATFORM AREAS

Summary

Two significant metallogenic formations occur in the Permian of the European platform cover, the first being the copper-bearing the other the saliferous formation. In the East European platform they occur in the Lower and Upper Permian.

while in the West and Middle European platform they are confined to the Upper Permian sediments (Figs. 1 and 2).

The copper-bearing formations. The Lower Permian copper-bearing formation is in the Donbas area. The copper mineralization is associated with variegated littoral sediments that form the basal part of the Lower Permian (the Assel stage). The Upper Permian copper-bearing formation is found in the foreland of the Middle and South Urals (USSR) and in Middle Europe (Poland, German Democratic Republic). In the Urals foreland the mineralization is related to the red sandstone-carbonate horizon (the Ufimian, Kazanian, and Tatarian stages) — (Fig. 3).

In Middle Europe the copper-bearing beds are in the Lower Zechstein (Z1 Werra cyclothem) of the Fore-Sudetic monocline, in the North Sudetic trough, and in the Thuringian trough.

The saliferous formations. The Lower Permian saline series occur in the north-western part of the Donbas (the Assel stage). In addition to rock salt two potash horizons have been encountered. The lower one is a sylvinite horizon, the upper one is sylvinite-carnallite. In the eastern part of the East European platform the Lower Permian salt-bearing series occur in the Uralian foredeep and in the Peri-Caspian syncline (Figs. 1 and 6). Besides the big rock salt basins with potash beds of the Upper Pechora, Upper Kama, and Caspian areas are of major significance.

The Upper Permian saliferous formation is wide-spread in West and Middle Europe where salts occur in four cyclothem: (Z1) Werra, (Z2) Stassfurt, (Z3) Leine, and (Z4) Aller. The following salt-bearing basins can be distinguished from the east westwards: the Polish-Lithuanian, Middle Polish, Main German, Hessen Thuringia, Lower Rhine, Danish, and the East English basin (Fig. 10).