

JANINA ŁYCZEWSKA

INTERGLACJALNE ŁUPKI BITUMICZNE JAKO PRZEJAWY MIGRACJI BITUMINÓW

(1 fig.)

Interglacial Bituminous Shales in Poland as a symptom of Migration of Bitumens

(1 Fig.)

Treść: Zestawiono profile geologiczne interglacjalnych łupków bitumicznych. Zwrócono uwagę na zbieżność strefy występowania łupków bitumicznych ze strukturami podłoża głębszego oraz z niektórymi kierunkami tektonicznymi. Kierunek tektoniczny SW—NE na przestrzeni od Radomska przez Warszawę do Białegostoku i Grodna przedstawia strefę głębokiego rozłamu tektonicznego, którą mogły migrować bituminy. Tworzenie się łupków bitumicznych w czasie czwartorzędowym (w interglacjalach: Masovien I i Masovien II) wyjaśniono resedymencją cząsteczek bituminów drogą „wylapywania” ich przez cząsteczki ilu i osadzania w niektórych zbiornikach sedymentacyjnych interglacjalnych.

WSTĘP

W literaturze geologicznej datuje się od dawna zainteresowanie łupkami bitumicznymi występującymi w osadach interglacjalnych (E. Passendorfer, 1925; S. Z. Różycki, 1947; S. Gadońska, 1960; J. Badał et al., 1959, 1963 a, 1963 b, 1964).

Zawartość bituminów udokumentowana analizami interglacjalnych łupków bitumicznych, a równocześnie przewarstwianie się tych łupków z osadami płonnymi zarówno organogenicznymi, jak i mineralnymi, kieruje uwagę na zagadnienie genezy bituminów w interglacjalnych łupkach bitumicznych.

Łupki bitumiczne tworzą wkładki wśród warstw niebitumicznych, chociaż genetycznie i litologicznie stanowią wraz z nimi jedną serię skalną. Sytuacja taka występuje zarówno w osadach czwartorzędowych, jak i w starszych. Bituminizacja łupków wiąże się z ogólnym zjawiskiem bituminizacji osadów, zjawiskiem dotychczas nie rozwiązany.

I. GEOLOGICZNE WARUNKI INTERGLACJALNYCH ŁUPKÓW BITUMICZNYCH

W obszarach interglacjalnych łupków bitumicznych zaobserwowano występowanie skał starszego podłoża w bliskim sąsiedztwie lub na niewielkiej głębokości. Zbiorniki sedymentacyjne interglacjalnych łupków bitumicznych Barkowic Mokrych, Olszewic, Bedlna, Sławna otoczone były wzniesieniami zbudowanymi z utworów mezozoicznych o tektonice zaburzonej, pociętych dyslokacjami, z wkładkami rudnymi, z konglomeratami sferosyderytów i innymi objawami mineralizacji (E. Passendorfer, 1925, 1930). Podobnie w Horoszkach w okolicy Mielnika nad Bugiem zbior-

nik interglacjalny otoczony był wzniesieniami kredowymi ze strzëpami zachowanego trzeciorzëdu, z warstwami zaburzonymi, z silnym zredukowaniem niektórych piëtér kredy, ze zniszczeniem trzeciorzëdu, z mineralizacjà fosforytowà, ze zjawiskami krasowymi rozwiniętymi na liniach spëkañ, z gëbokimi przełomowymi dolinami rzecznyymi (E. Rühle, S. Zwierz, 1961).

Również interglacjalne łupki bitumiczne okolic Grodna związane są z występowaniem tzw. cokołu grodzieńskiego, kredowego, ograniczonego liniami dyslokacyjnymi (B. Halicki, 1939).

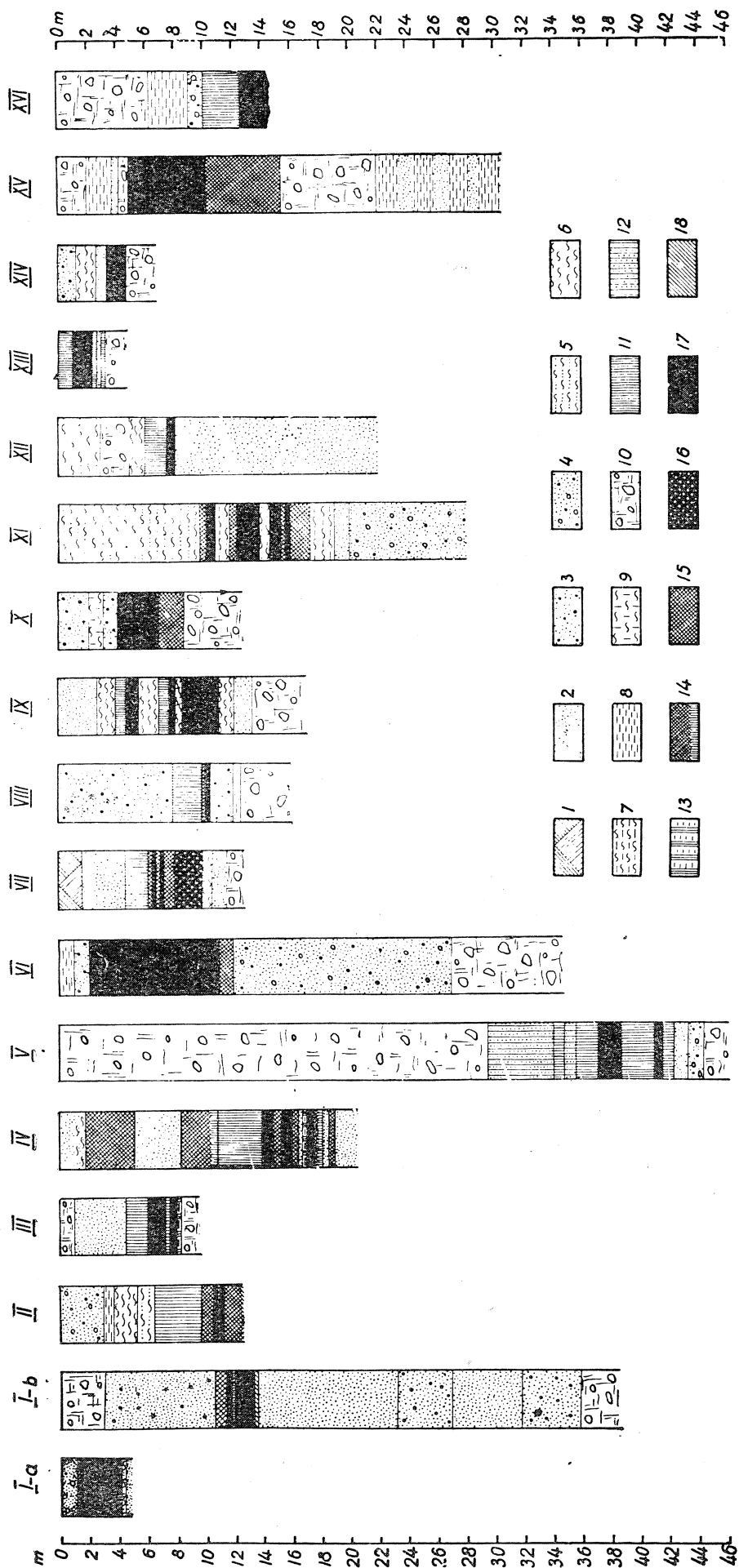
Podobnie w okolicy Białegostoku znane jest występowanie na powierzchni utworów starszego podłoża.

W całej strefie występowania interglacjalnych łupków bitumicznych zaznaczają się na ogół małe miąższości osadów czwartorzędowych, co zostało generalnie uwidocznione na mapie miąższości czwartorzëdu (W. Rühle, 1957). Małe miąższości czwartorzëdu ciągną się m. in. od Radomska przez Tomaszów, Warszawę, Białystok do Grodna. Tutaj w fazach intensywnej erozji dochodziło do odpreparowywania dolin rzecznych, nierzadko do podłoża starszego. Procesy denudacyjne usuwały ze zboczy wzniesień osady lodowcowe, odsłaniając skały starsze. Dowodem intensywnych procesów erozyjnych są występujące w profilach interglacjalnych warstwy przemytych piasków i żwirów. Nierzadko z całej serii osadów czwartorzędowych zachowały się w tej strefie tylko osady przemyte. Zjawisko to występuje wyjątkowo charakterystycznie m. in. w profilu geologicznym w Horoszkach. Na podstawie zachowanych osadów stwierdzono, że istniało tu rozmywanie w czasie całego czwartorzëdu, gdyż warstwy piaszczyste i żwirowe z otoczkami sięgają do stropu podłoża starszego (K. Bitner, 1954; E. Rühle, S. Zwierz, 1961).

Wymienione przykłady intensywnej erozji, przełomów rzek, garbów podłoża starszego i zaburzeń w nich mogą wskazywać na ożywienie niektórych linii tektonicznych.

Fig. 1. Wystąpienia interglacjalnych łupków bitumicznych (lokalizacja profili na fig. 2). I-a — Barkowice Mokre koło Sulejowa (S. Z. Różycki, 1947); I-b — Barkowice Mokre koło Sulejowa (E. Rühle, 1952; M. Sobolewska, 1952). Masovien I; II — Bedlno koło Końskich (A. Śröder, M. Gołabowa, 1956). Masovien II; III — Olszewice koło Tomaszowa (E. Rühle, 1956, Sobolewska, 1956). Masovien I; IV — Sławno koło Radomia (E. Rühle; S. Tołpa, 1961). Masovien II; V — Aleksandrów Łódzki (F. Różycki, 1956). Masovien I; VI — Białynin koło Rawy Mazowieckiej (J. Badak, J. Grudzień, 1963b) — ?; VII — Warszawa (S. Z. Różycki, 1929) — ?; VIII — Góra Kalwaria koło Warszawy (Z. Sarnacka, 1961). Masovien II; IX — Gołków koło Warszawy (S. Gadońska, 1960) — ?; X — Wylezin koło Ryka (S. Gadońska, 1960; J. Dyakowska, 1956). Masovien I; XI — Horoski koło Mielnika n. Bugiem (K. Bitner, 1954). Masovien II; XII — Włodawa n. Bugiem (A. Stachurska, 1957). Masovien I; XIII — Otapy koło Brańska (K. Bitner, 1956). Masovien II; XIV — Zacisze koło Sidry (K. Bitner, 1957; S. Gadońska, 1960). Masovien II; XV — Grodno (B. Halicki, 1951). Masovien I; XVI — Rudziewicze koło Wołkowyska (L. Sawicki, 1939) — ?; 1 — nasyp; 2 — piasek drobnoziarnisty; 3 — piasek różnoziarnisty; 4 — piasek ze żwirem; 5 — mułek piaszczysty; 6 — mułek; 7 — mułek ilasty; 8 — ił; 9 — glina ilasta; 10 — glina morenowa; 11 — torf; 12 — torf piaszczysty; 13 — torf ilasty; 14 — gytia w spągu torfiasta; 15 — gytia; 16 — gytia bitumiczna; 17 — łupek bitumiczny; 18 — pył okrzemkowy

Fig. 1. Occurrence of interglacial bituminous shales (for localisation see Fig. 2). I—XVI — localities; 1 — cover; 2 — fine grained sand; 3 — sand, badly sorted; 4 — sand and gravel; 5 — sandy mudstone; 6 — mudstone; 7 — argillaceous mudstone; 8 — clay; 9 — argillaceous clay; 10 — boulder clay; 11 — peat; 12 — sandy peat; 13 — argillaceous peat; 14 — gytia underlain by peat gytia; 15 — gytia; 16 — bituminous gytia; 17 — bituminous shale; 18 — diatom sediments



Należy również zwrócić uwagę na różnorodność warunków sedymentacyjnych w zbiornikach interglacjalnych. Łupki bitumiczne tworzyły się zarówno w rozległych, głębokich jeziorach (jedno z większych jezior interglacjalnych z łupkami bitumicznymi obejmowało obszar pomiędzy Barkowicami Mokrymi a Olszewicami, według E. Passendorfera 1928), jak i w zbiornikach drobniejszych. Jedne z nich były zamknięte (Bedlno: fig. 1-II; Sławno: fig. 1-IV, Góra Kalwaria: fig. 1-VIII; Otapy: fig. 1-XIII; Zacisze: fig. 1-XIV), inne posiadały dopływ wody rzecznej, jeszcze inne były przepływowe aż do warunków sedymentacyjnych w dolinach rzecznych (np. Gołków pod Warszawą; fig. 1-IX).

Łupki bitumiczne znane są zarówno z interglacjału starszego (wielkiego, Masovien I), jak i z interglacjału młodszego (eemskiego, Masovien II). Z punktu widzenia genezy łupków bitumicznych ważne jest powtarzanie się zjawiska bituminizacji w kilku nawrotach w czasie czwartorzędu aż do czasów współczesnych włącznie. Dowodem najmłodszych przejawów bituminizacji jest występowanie bituminów, wosków surowych i żywic w torfach holocenijskich (A. Wielopolski et al., 1958).

Łupki bitumiczne tworzą wkładki różnej miąższości w osadach interglacjalnych. Maksymalna poznana miąższość warstwy łupku bitumicznego występuje w Białyninie koło Rawy Mazowieckiej (fig. 1-VI), wynosi ona 9 m. Często jednak są to warstwy 1—3 m miąższości, a nierzadko są to tylko cienkie smugi przewarstwiające się z osadami organogenicznymi lub mineralnymi.

Badania paleobotaniczne stwierdziły wielokrotnie występowanie w łupkach bitumicznych szczątków roślinnych mikro- i makroskopowych, jak również szczątków organizmów zwierzęcych (mięczaków, ryb).

Obserwowano wielokrotnie stopniowe przejście warstw łupków bitumicznych w osady gytii jeziorowej i torfów, a także przewarstwianie się tych osadów w różnym stopniu, z zachowaniem wszystkich charakterystycznych cech każdego typu osadów oraz nie zmienionych zespołów organizmów. Wskazuje to na brak procesów bituminizacji przy tworzeniu się łupków bitumicznych, gdyż procesy tego rodzaju musiałyby objąć całą serię osadów, a już co najmniej warstwy spągowe, poniżej łupków bitumicznych. Klasycznym przykładem braku procesów bituminizacji jest seria osadów interglacjalnych pod Grodnem (B. Haliński, 1951). Utwór bitumiczny przechodzi ku spągowi profilu w kredę jeziorową, białą, niezmiernie bogatą w szczątki roślinne i zwierzęce (ślimaki, małże, owady, masy gałęzi oraz całe pnie drzew). Miąższość całej serii organogenicznej wynosi około 11 m.

II. SKŁAD PETROGRAFICZNY I CHEMICZNY ŁUPKÓW BITUMICZNYCH

Nieliczne dotychczas badania szczegółowe łupków bitumicznych wskazują na zbieżność wyników tych badań dla łupków występujących nawet w oddalonych od siebie obszarach, niezależnie od warunków geologicznych i pozycji stratygraficznej. Tak np. analogiczne wyniki petrograficzne i chemiczne otrzymano z Barkowic Mokrych koło Sulejowa (interglacjał wielki) oraz z Zacisza koło Grodna (interglacjał eemski).

Łupek bitumiczny makroskopowo, w stanie świeżym, przedstawia się jako łupek ciemnoszary, prawie czarny, ze słabym odcieniem brązowym, tłusty (oleisty), dzielący się na warstewki elastycznie gnące się, a łamiące się dopiero po przegięciu pod kątem większym od prostego. Po wysuszeniu łupek bitumiczny jaśnieje, staje się czasem twardy jak róg (wg okre-

ślenia M. Sobolewskiej, 1952), częściej staje się kruchy i pęka na cienkie warstewki o podzielności liściastej. Ciężar właściwy łupku w stanie świeżym wynosi 1,25—1,30 (całość charakterystyki wg S. Z. Różyckiego, 1947).

Obserwacje mikroskopowe łupków bitumicznych (J. Badałk, J. Grudzień, 1959, 1963 a, 1963 b; J. Badałk et al., 1964) wykazały dwa typy tekstury: warstwowaną i bezładną. Łupki bitumiczne o teksturze warstwowanej mają budowę włóknistą, często ze szczelinami, co świadczy o małym stopniu skonsolidowania skały. Głównym składnikiem łupków jest substancja ilasta, zabarwiona na brązowo wodorotlenkami żelaza, a częściowo silnie rozproszoną substancją bitumiczną. Wśród substancji ilastej obserwuje się drobne (0,05 mm) okrągławe lub soczewkowate punktowe skupienia (pirobituminy) lub cienkie warstewki substancji bitumicznej. Łupki bitumiczne o teksturze bezładnej są silnie zapiaszczone, ziarna kwarcu ułożone są bezładnie, stopień skonsolidowania skały jest słaby, substancja bitumiczna występuje w postaci nieregularnych punktowych skupień (pirobituminy) o wielkości poniżej 0,01 mm. W obydwu typach łupków bitumicznych występują miejscami przerosty margliste oraz zapiaszczenie zmienne. Sporadycznie obserwuje się występowanie glaukonitu, pirytu, wodorotlenków żelaza oraz minerałów detrytycznych (kwarcyt, muskowit, cyrkon, turmalin).

Wyniki analiz łupków bitumicznych z różnych poziomów tej samej serii wykazały występowanie dużego zróżnicowania w zawartości substancji bitumicznej. I tak np. w łupkach bitumicznych Barkowic Mokrych zawartość węglowodorów płynnych waha się od 11,33% do 20,02% z wyjątkiem wartości 2,48% występującej w spągu serii bitumicznej. Średnia zawartość węglowodorów z całego pokładu wynosi 13,84%. Rozmieszczenie substancji bitumicznej w poszczególnych warstwach nie jest równomierne. Uzyskane węglowodory zawierały: benzyny 2,51%, nafty 43,48%, (o wysokim ciężarze właściwym), oleju ciężkiego 16,96% (też o wysokim ciężarze właściwym i z niską temperaturą krzepnięcia), asfaltu 27,41% (J. Badałk et al., 1964). Równie charakterystyczne są wyniki analiz interglacialnych łupków bitumicznych z Białynina (J. Badałk, J. Grudzień, 1963 b). Analiza wykazała średnią zawartość węglowodorów płynnych 16,83%, w ich skład wchodziły m. in.: benzyna 2,17%, nafta 13,72%, olej 14,72%, parafina 13,78%, żywice 24,05%. Podobnie analizy łupku bitumicznego z Zacisza (J. Badałk, J. Grudzień, 1959) wykazały wysoką wydajność węglowodorów płynnych — 13,36%, w których skład wchodziły m. in.: benzyna 4,68%, nafta 7,60%, olej 16,00%, parafina 9,52%, żywice 30,12%, asfalt 26,86%.

Zacytowane analizy chemiczne i technologiczne łupków bitumicznych wskazują zarówno na wysoką zawartość węglowodorów, jak również wysoką ich jakość.

III. PRZYPUSZCZALNA GENEZA INTERGLACJALNYCH ŁUPKÓW BITUMICZNYCH

Procesy bituminizacji według dotychczasowych poglądów wymagają przede wszystkim warunków redukcyjnych. Natomiast płytkie występowanie łupków bitumicznych interglacialnych, osady piasków, torfów, gytii, przewarstwiające je i towarzyszące im w spągu i stropie, wykluczają możliwość warunków anaerobnych, redukcyjnych w interglacialnych zbiornikach sedimentacyjnych.

Według K. Bohdanowicza (1931) znane jest w geologii naftowej zjawisko tzw. wylapywania bituminów przez ił. Mianowicie ropa naftowa wynoszona na powierzchnię ginie częściowo przez wyparowanie, częściowo zaś jest odprowadzana do zbiorników sedymentacyjnych, gdzie w odpowiednich warunkach może nastąpić przyczepianie się cząsteczek ropy do cząsteczek łu i opadanie tego sedymentu na dno zbiornika. Płynna ropa może być w ten sposób sedymentowana na większej przestrzeni w postaci przewarstwiania się ropnych łów i piasków.

Nasuwa się przypuszczenie, że cząsteczki bituminów w łupkach bitumicznych interglacialnych mogły być w taki właśnie sposób resedymetowane. Takie przypuszczenie potwierdzają obserwacje mikroskopowe, w których stwierdzono występowanie odizolowanych cząsteczek oleju łupkowego w postaci pirobituminów, przyczepionych w różnym zagęszczeniu do cząsteczek łu i tworzących razem słabo skonsolidowaną skałę ilastą (J. Badał et al., 1959, 1963 a, 1963 b, 1964).

Tego rodzaju synsedymentacyjna geneza interglacialnych łupków bitumicznych wyjaśniałaby zagadnienie zarówno od strony litologicznej, jak i od strony chemicznej (wysoka jakość węglowodorów). Równocześnie rozszerzałaby zjawisko występowania interglacialnych łupków bitumicznych na zagadnienie procesów tektonicznych, które spowodowały migrację bituminów i ich przejawy powierzchniowe w czasie czwartorzędu. Nawiązanie zatem do budowy podłoża głębszego rzuca pewne światło na to zagadnienie.

Strefa występowania interglacialnych łupków bitumicznych obejmuje obszar, na którym znane są zjawiska zaburzeń tektonicznych zarówno powierzchniowych, jak i wgłębnych. Jeśli idzie o struktury wgłębne, to deformacje sięgają do skał krystalicznych, co zostało zasygnalizowane badaniami geofizycznymi. Niektóre tendencje tektoniczne przetrwały od prekambriu poprzez paleozoik, mezozoik, kenozoik do czasów współczesnych włącznie.

Obok kierunków tektonicznych NW—SE, przyjmowanych ogólnie jako kierunki główne dla niżu Polski, zaznacza się wyraźnie kierunek poprzeczny SW—NE. Występuje on w strefie ciągnącej się od Radomska przez Warszawę, Białystok do Grodna. Kierunek SW—NE zaznacza się szczególnie ostro w części NE, w okolicy Białegostoku. Kierunek ten zaznacza się również w utworach paleozoicznych, mezozoicznych i kenozoicznych zarówno w związku z ich miąższościami, litofacją, jak i rozmieszczeniem przestrzennym.

Wymienione obserwacje wskazują, że strefa poprzeczna na linii Radomsko-Warszawa-Białystok stanowiła obszar wyróżniający się w historii geologicznej Polski. Była to prawdopodobnie strefa rozłamu tektonicznego, odżywającego w różnych etapach dziejów geologicznych. Z nią też mogła być związana migracja bituminów, z wytwarzającymi się zaś niektórymi strukturami paleozoicznymi i mezozoicznymi w tej strefie — magazynowanie bituminów.

W okresie czwartorzędowym odżyły prawdopodobnie niektóre linie tektoniczne w omawianej strefie, co lokalnie mogło doprowadzić do samowypływu bituminów ze zbiorników głębszych. W miejscach, w których istniały korzystne warunki sedymentacyjne do „wylapywania” cząsteczek bituminów, następowało nasycanie nimi sedymentu ilastego i osadzanie na dnie zbiorników. W zależności od stopnia nasilenia tego procesu tworzyły się różnej miąższości warstwy łu bitumicznego, przewarstwianie skałami

płonnymi tworzącymi się w przypadku braku dopływów cząsteczek bituminów.

Miejsca występowania łupków bitumicznych niekoniecznie są związane z bliską lokalizacją źródła wypływu bituminów. Na przykładzie znanego samowypływu ropy naftowej w Wójczy w dolinie Wisły (J. Czarnocki, 1939) wiemy, że odnalezienie miejsca zmagazynowania ropy nie jest łatwe. Szczeliny doprowadzające ropę do powierzchni mogą być znacznej długości.

Interglacialne łupki bitumiczne stanowią tylko końcowy etap lokalnej migracji bituminów. Nie przedstawiają one prawdopodobnie znaczenia surowcowego, ale strefowe występowanie takich przejawów bituminizacji zasługuje na uwagę. Zlokalizowanie szeregu punktów łupków bitumicznych wskazuje na strefę struktur starszego podłoża, w których mogą być zbiorniki bituminów. Na przykład zagęszczenie punktów z interglacialnymi łupkami bitumicznymi wokół północnego cypla masywu Świętokrzyskiego (Barkowice Mokre, Bedlno, Olszewice, Sławno) sugeruje, że w strukturach tego masywu od strony północnej mogą znajdować się zmagazynowane bituminy.

Drugi obszar stosunkowo licznych objawów bituminizacji osadów czwartorzędowych znajduje się na wschodzie omawianej strefy tektonicznej, w okolicy Białegostoku i Grodna (Otapy, Zacisze, Grodno, Rudziewicze).

Odizolowane punkty występowania łupków bitumicznych poznane w strefie poprzecznej SW-NE występują w interesującym powiązaniu ze strukturami podłoża mezozoicznego (Aleksandrów Łódzki, Białynin koło Rawy Mazowieckiej, Warszawa, Gołków, Góra Kalwaria, Wylezin). Struktury te zyskują w ten sposób wskaźnik na możliwość bituminizacji.

Sytuacja łupków bitumicznych w Horoszkach i Włodawie nad Bugiem jest niemniej interesująca.

ZAKOŃCZENIE

Artykuł niniejszy został oparty na nielicznym i niejednolicie opracowanym materiale interglacialnych łupków bitumicznych. Tworzenie się łupków bitumicznych związane z powierzchniowymi przejawami migracji bituminów w okresie czwartorzędowym. Takie ujęcie zagadnienia jest na razie hipotetyczne i wymaga potwierdzenia dalszymi, szczegółowymi badaniami. Niezbędne są w pierwszym rzędzie badania sedymentologiczne serii osadów interglacialnych, zawierających wkładki łupków bitumicznych. Najbardziej korzystne byłoby przebadanie zbiorników sedymentacyjnych zamkniętych (np. Sławno koło Radomia), gdyż można by na ich przykładzie stosunkowo łatwo odtworzyć źródła dopływu cząsteczek mineralnych i bitumicznych. Natomiast w zbiornikach przepływowych zjawisko to może być trudniejsze do prześledzenia, możliwe są bowiem znaczne odległości źródeł zasilania.

Z opracowanych dotychczas materiałów interglacialnych łupków bitumicznych zarysowuje się powiązanie tego zjawiska z tektoniką podłoża głębszego. W ten sposób staje się aktualne i w tej dziedzinie zagadnienie zależności geomorfologii od budowy podłoża głębszego. Jest to temat, na

który istniały w literaturze geologicznej Nizu Polskiego liczne i ważne wypowiedzi, datujące się od początku formowania się myśli geologicznej, a zaniechane w ostatnich dziesięcioleciach. Eliminacja ta jest tym dziwniejsza, że zagadnienia paleogeomorfologii zostały uznane za obowiązujące przy rozwiązywaniu prawie wszystkich problemów geologicznych. Są one jednak prowadzone bez koordynacji ze zjawiskami aktualnymi, które jako ostatni etap przemian budowy geologicznej, powinny stanowić punkt wyjścia przy odtwarzaniu zjawisk (aktualizm!).

W ostatnich publikacjach geologicznych zwraca uwagę praca E. M. McKee (1963), w której autor podkreśla zarówno konieczność dokładnego badania form powierzchni dla rozpoznania struktur pogrzebanych, jak i charakterystycznych cech geomorfologicznych, wytworzonych w wyniku procesów tektonicznych. Prace tego rodzaju są wykorzystywane dla celów poszukiwań naftowych.

Instytut Geologiczny
Warszawa, 3 maja 1965

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Badak J., Grudzień J. (1959), Występowanie łupków bitumicznych w Zaciszu koło Sidry (Occurrence of bituminous shales in Zacisze near Sidra — North — Eastern Poland). *Prz. geol.* nr 9, Warszawa.
- Badak J., Grudzień J. (1963a), Czwartorzędowe łupki bitumiczne z Gołkowa koło Warszawy. *Z. N. AGH* nr 6, Kraków.
- Badak J., Grudzień J. (1963b), Charakterystyka czwartorzędowych łupków bitumicznych z Białynina koło Rawy Mazowieckiej (Characteristics of the Quaternary Bituminous Shales from Białynin near Rawa Mazowiecka). *Kwart. geol.* 8 nr 3, Warszawa.
- Badak J., Grudzień J., Zabiegaj E. (1964), O jakości interglacjalnych łupków bitumicznych z Barkowic Mokrych koło Sulejowa (On Quality of the Interglacial Oil Shales from Barkowice Mokre near Sulejów). *Kwart. geol.* 8 nr 2, Warszawa.
- Bitner K. (1954), Charakterystyka paleobotaniczna utworów interglacjalnych w Horoszkach koło Mielnika na Podlasiu (The paleobotanic characteristics of the interglacial deposits at Horoszki near Mielnik in Podlasie), *Biul. Inst. Geol.* 69, Warszawa.
- Bitner K. (1956), Flora interglacjalna w Otapach (Interglacial Flora in Otapy — District Białystok). *Biul. Inst. Geol.* 100, Warszawa.
- Bitner K. (1957), Trzy stanowiska flory interglacjalnej w okolicach Sidry (Three localities of Interglacial flora in the vicinity of Sidra). *Biul. Inst. Geol.* 118, Warszawa.
- Bohdanowicz K. (1931), Geologia naftowa. Cz. I. Krajowe Tow. Naft., Lwów.
- Czarnocki J. (1939), Problem ropy Wólczy i poszukiwania ropy w miocenie. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 18, Warszawa.
- Dąbrowski A., Karaczun K. (1956), Mapa magnetyczna Polski (Магнитная карта Польши). *Atlas Geol. Polski, Inst. Geol.*, tabl. 9, Warszawa.

- Dyakowska J. (1956), Plejstocenijski profil z Wylezina (Pleistocene profile from Wylezin — Central Poland). *Biul. Inst. Geol.* 100, Warszawa.
- Gadomska S. (1960), Czwartorzędowe łupki bitumiczne (Quaternary bituminous shales). *Prz. geol.* nr 7, Warszawa.
- Halicki B. (1939), Materiały do znajomości budowy podłoża Polski północno-wschodniej. Cz. III. Kreda (Matériaux pour la connaissance de la structure géologique de la partie NE de la Pologne). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 25, Kraków.
- Halicki B. (1951), Podstawowe profile czwartorzędu w dorzeczu Niemna (Principal sections of the Pleistocene in the Niemen basin). *Acta geol. pol.*, 2, Warszawa.
- Kee Mc E.M. (1963), Paleogeomorphology a practical exploration technique. *Oil Gas I*, Tulsa, Oklahoma, 61, nr 42.
- Olczak T. (1953), Siła ciężkości. Atlas Polski 1 : 2 000 000, z. 1. Centr. Urząd Geod. i Kart., Warszawa.
- Passendorfer E. (1925), Sprawozdanie z badań geologicznych w granicach arkuszy Przedbórz i Opoczno oraz w Tatrach (Compte-Rendu des recherches géologiques exécutées en 1924 sur les feuilles Przedbórz et Opoczno et dans la Tatra). *Posiedz. nauk. Państw. Inst. Geol.*, 10, Warszawa.
- Passendorfer E. (1928), Sprawozdanie z badań wykonanych w r. 1927 na arkuszu Opoczno (Compte Rendu des recherches exécutées en 1927 pour la feuille Opoczno). *Posiedz. nauk. Państw. Inst. Geol.*, 19/20, Warszawa.
- Passendorfer E. (1930), O utworach interglacialnych w Olszewicach pod Tomaszowem Mazowieckim (The interglacial formations in Olszewice near Tomaszów in Central Poland). *Spraw. Komis. Fizjogr. PAU*, 64.
- Różycki S.Z. (1947), Interglacialne łupki bitumiczne w Barkowicach Mokrych koło Sulejowa (Interglacial bituminous shales in Barkowice Mokre near Sulejów — Central Poland). *Biul. Państw. Inst. Geol.* 29, Warszawa.
- Różycki F. (1956), Interglacja na terenie Aleksandrowa Łódzkiego. *Prz. geol.* nr 3, Warszawa.
- Różycki S.Z. (1929), Interglacja żoliborska (Das Interglazial von Żoliborz bei Warschau). *Spraw. z Posiedz. Wydz. III Nauk Mat.-Fiz. TNW* 22, Warszawa.
- Rühle E. (1952), Profil geologiczny czwartorzędu w Barkowicach Mokrych pod Sulejowem (Geological profile of the Quaternary in Barkowice Mokre near Sulejów). *Biul. Inst. Geol.* 66, Warszawa.
- Rühle E. (1956), Profil geologiczny osadów interglacialnych w Olszewicach koło Tomaszowa Mazowieckiego i w Łańcuchowie nad Wieprzem (Geological profiles of the interglacial sediments in Olszewice near Tomaszów Mazowiecki and in Łańcuchów on the Wieprz river). *Biul. Inst. Geol.* 100, Warszawa.
- Rühle E. (1957), Mapa miąższości utworów czwartorzędowych Polski (Карта мощности четвертичных отложений Польши). *Inst. Geol. Atlas Geol. Polski*, tabl. 8, Warszawa.
- Rühle E. (1961), Przekrój geologiczny osadów czwartorzędowych w Sławnie koło Radomia (Geological Section of Quaternary Sediments at Sławno near Radom — Central Poland). *Biul. Inst. Geol.* 169, Warszawa.
- Rühle E., Zwieryz S. (1961), Przekrój geologiczny doliny Bugu na Podlasiu w okolicy Mielnika (Geological Section of the Bug river valley in the Area of Podlasie in the vicinity of Mielnik). *Biul. Inst. Geol.*, 169, Warszawa.
- Sarnacka Z. (1961), Sytuacja geologiczna osadów interglacialu eemskiego z Góry Kalwarii (Geological situation of the Eemian Interglacial Sediments from Góra Kalwaria — Central Poland). *Biul. Inst. Geol.* 169, Warszawa.
- Sawicki L. (1939), Utwory interglacialne w Rudziewiczach, woj. Białostockie (Interglaciales Bildungen in Rudziewicze, Woiwodschaft Białystok). *Biul. Inst. Geol.* 9, Warszawa.

- Sobolewska M. (1952), Interglacjał w Barkowicach Mokrych pod Sulejowem (Interglacial at Barkowice Mokre near Sulejów). *Biul. Inst. Geol.*, 66, Warszawa.
- Sobolewska M. (1956), Wyniki analizy pyłkowej osadów interglacialnych z Olszewic (Pollen analysis of the interglacial deposits of Olszewice on the Wieprz river). *Biul. Inst. Geol.* 100, Warszawa.
- Stachurska A. (1957), Roślinność interglacialna z Włodawy nad Bugiem (Interglacial flora from Włodawa on the Bug river — Lublin Upland). *Biul. Inst. Geol.* 118, Warszawa.
- Srodoń A., Gołabowa M. (1956), Plejstocenska flora z Bedlna (Pleistocene flora of Bedlno Central Poland). *Biul. Inst. Geol.* 100, Warszawa.
- Tolpa S. (1961), Flora interglacialna ze Sławna koło Radomia (Interglacial Flora from Sławno near Radom — Central Poland). *Biul. Inst. Geol.* 169, Warszawa.
- Wielopolski A., Hryhorowicz M., Mizgier-Jeziorek L., Reinstein M. (1958), Bituminy, woski surowe i żywice z kilku wysokich torfów polskich (Bitumins, crude waxes and resins from several high Polish peats). *Prz. Bad. Torf. w Polsce. Zesz. probl. Post. Nauk. roln. z.* 17, Warszawa.

SUMMARY

Chemical and technological investigation revealed a rather high amount of bitumens (usually 13%, locally up to 20%) in the interglacial bituminous shales of Poland. These are some high quality hydrocarbons (petroleum, benzene, heavy oils, resins, asphalt) (Badak et alii 1959 a; 1963 a, b; 1964).

It has been hitherto thought that the bituminisation of deposits is connected with anaerobic conditions. This could hardly apply to the interglacial shales, which were formed in small fresh water basins influenced by rivers where anaerobic conditions were impossible. Layers of bituminous shales frequently occur near the surface or are overlain by sands, gravels, or non-bituminous organodetritical deposits. They are frequently underlain by thick complexes of sands and gravels.

According to Bohdanowicz (1939) bitumens may accumulate on particles of argillaceous substances subsequently deposited in the basin. The bitumens may derive from petroleum outflowing on the surface. It seems that the interglacial bituminous shales were formed in this way.

Petrographical analysis of the bituminous shales revealed isolated particles of bitumens chaotically distributed in the argillaceous deposit whose diagenesis is generally not advanced. There also occur in the bituminous shales non-bituminized organic remains. The bituminous shales may be intercalated by organodetritical or chemical deposits devoid of bitumens. All these phenomena agree with the syndepositional origin of petroleum in the interglacial basins.

Quaternary outflows petroleum may be connected with the structure of the substratum and the tectonical processes responsible for the migration. The prevailing directions are NW-SE, but the directions transversal to them are distinct, and appear to be connected with gravitational anomalies. These two directions cross themselves in the environs of Warsaw. The direction SW-NE is particularly distinct in the NE part of the transversal zone, where it is emphasized by the occurrence of crystalline rocks as shown by magnetic anomalies (Dąbrowski et

alii, 1956). This direction may be traced throughout the geological history of the area beginning in the Palaeozoic, Mesozoic and Kenozoic expressed by the distribution of lithofacies and of the thickness of deposits.

It seems that the transversal zone is connected with faults which may have made possible the migration of bitumens. These faults became active in the Quarternary for at least two times, i. e. during the interglacial periods Masovien I and II, and the outflowing petroleum was responsible for the formation of bituminous shales.

Geological Survey, Warsaw

translated by S. Gąsiorowski