

Ponadto zdaje się, że system może być zrealizowany także w mniejszych jednostkach, co niewątpliwie w naszych skromnych warunkach musi być wzięte pod rozwagę. Fakt, że posiadamy w Polsce poważną produkcję gazu ziemnego i, jak się zdaje, wielkie możliwości dalszego jej rozwoju, pozwala przypuszczać, że synteza według Fischera mogłaby przy sprzyjających warunkach mieć u nas powodzenie. Nasz gaz ziemny jest idealnie czystym surowcem, którego użycie nie będzie wymagało kosztownych urządzeń oczyszczających i pozwoli na długotrwałe użycie katalizatorów bez obawy ich zatrucia przez zanieczyszczenia siarkowe, od jakich gaz wodny otrzymany z koksu nigdy nie jest wolny.

Powyższe wywody uprawniają do wniosku, że produkcja paliw syntetycznych w Polsce jest

możliwa przy użyciu którejkolwiek ze znanych metod, ponieważ posiadamy zarówno węgiel, jak i gaz ziemny, — podstawowe surowce tego rodzaju fabrykacji. Kiedy do tej fabrykacji będzie można przystąpić, to zależy z jednej strony od rozwoju motoryzacji i zapotrzebowania paliwa płynnego, z drugiej — od stanu produkcji ropy, która na należyty stopniu rozwoju jest ciągle jeszcze najtańszym źródłem paliwa płynnego.

¹⁾ M. Pier: Chem. Fabrik 8, 54 (1935).

²⁾ M. Pier: Chem. Fabrik 8, 46 (1935).

³⁾ F. Fischer: Brennstoff-Chemie 16, 1 (1935).

⁴⁾ Przyp. red. dane z roku 1936. Stan zarejestrowanych pojazdów w dniu 1. I. 1938 — 44 200. Zużycie benzyny w roku 80 265 ton.

Przedruk z Czasopisma »Sprawozdania i Prace P. K. En.« Tom X 1936 Nr 10—19.

LITERATURA.

Pott, Broche: Brennstoffchemie 14, 452 (1933).

M. Pier: World Petr. Congress, London 1933, str. 290.

P. Pier: Chem. Fabrik 8, 45 (1935).

C. Bosch: Chem. Fabrik, 7, 1 (1934).

K. Gordon: World Petr. Congress 1933, str. 318.

F. Fischer, H. Tropsch: Ber. dtsh. chem. Ges. 59, 830, 923 (1936).

F. Fischer, H. Tropsch: Brennstoffchemie 7, 97 (1926).

F. Fischer: Brennstoffchemie 17, 24 (1936).

P. K. Frolich, P. Wiezewich: Ind. Eng. Chem. 27, 1055 (1935).

INŻ. GÓRN. MICHAŁ KONECKI

Problem pokrycia naszego zapotrzebowania na produkcję naftową w czasie wojny

Jest rzeczą ogólnie znaną, jak ważną rolę w nowoczesnej wojnie odgrywa ropa naftowa i jej produkty. Główną cechą o znaczeniu rozstrzygającym wojny nowoczesnej — to szybkość wszelkich jednostek i grup bojowych, co skutecznia się przez zastosowanie szybkobieżnych silników spalinowych (wybuchowych). W takim wypadku zapotrzebowanie środków napędowych dla floty morskiej, powietrznej oraz armii lądowej wzrasta niepomniernie w stosunku do zapotrzebowania w czasie pokoju. Określenie dokładne tego „wojennego“ zapotrzebowania jest rzeczą ogromnie trudną — trzeba się tu posługiwać cyframi dość ogólnymi, przybliżonymi. Takie cyfry podaje dr Friedensburg w pracy pt.: „Czy istnieje w ogóle możliwość pokrycia zapotrzebowania materiałów napędowych dla potrzeb wojny dzisiejszej?“ zamieszczonej w „Przemyśle Naftowym“ Nr 1, 1938 r. Wymieniony autor dochodzi między innymi do następujących wniosków:

1. Zapotrzebowanie ropy i produktów naftowych każdego z wielkich mocarstw osiągnie w razie wojny wysokość 12—20 milionów ton rocznie.

2. Pokrycie tego zapotrzebowania z własnej produkcji jest możliwe tylko w U. S. A. i w Rosji.

3. Dla innych państw pokrycie zapotrzebowania będzie niemożliwe, nawet w razie swobodnego dowozu.

Rozważania cytowanego autora dotyczą głównie tzw. „wielkich mocarstw“, tzn. U. S. A., Rosji, Anglii, Niemiec, Francji i Włoch. Jeśli chodzi o Polskę, to należy stwierdzić, że:

1. Liczebnie jesteśmy słabsi.

2. Stopień zmotoryzowania jest u nas mniejszy.

3. Nasza flota morska jest b. mała w porównaniu z flotami wymienionych państw.

Wobec tego wymienioną (zresztą dość ogólną) cyfrę 12—20 milionów można zmniejszyć do 8—10 milionów ton rocznego zapotrzebowania ropy i produktów naftowych, przyczem liczę się ze zwiększeniem stopnia zmotoryzowania do stanu wymaganego przez założenia wojny nowoczesnej.

Jeśli teraz przyjmujemy, że nasza produkcja ropy surowej w roku 1937 wyniosła okragło 50 000 cystern, otrzymamy potrzebę dwudziestokrotnego co najmniej zwiększenia produkcji dla celów wojny, czyli ogromny techniczny i gospodarczy wysiłek. Należy zanalizować stan i warunki naszej produkcji ropy surowej, następnie rozpatrzyć sposoby i możliwości jej zwiększenia. W tym celu trzeba będzie powtórzyć rzeczy na ogół znane, zwłaszcza dla pracowników przemysłu naftowego.

Jeśli spojrzymy na wykres produkcji ropy w Polsce, zauważymy stały jej spadek od roku 1910, kiedy to istniało maksimum produkcji w ilości około 210 000 cystern. W latach powojennych produkcja utrzymywała się przez pewien czas (do r. 1928) na wysokości mniej więcej 70 000 cystern — potem do r. 1932 spadała dość szybko (około 7% rocznego spadku) i od roku 1932 spadek jest łagodniejszy i wynosi mniej więcej 2,5%. W roku 1937 spadek produkcji wy-



niósł okragło 1000 cyst. na ogólną produkcję 51000 cyst. w roku 1936. Równocześnie jednak ilość uwierconych metrów rośnie, tak np. w r. 1937 ilość ta wzrosła prawie o $\frac{1}{4}$ w porównaniu z r. 1936 (Dr T. Mikucki). Ta dysproporcja świadczy o tym, że w r. 1937 nie nawiercono złóż o poważniejszej produkcji. Falszywy byłby jednak wniosek, że u nas nie ma możliwości na odkrycie wydajnych złóż. Bieg rzeczy jest tu naturalny. Odkryte zostały i eksploatowane złoża najpłytsze i wskutek tego najłatwiej się objawiające i dostępne. W miarę wyczerpywania się tych złóż przechodziło się do głębszych — trudniej dostępnych. Jest tedy rzeczą naturalną, że złoża głębsze są trudniejsze do odkrycia i wymagają dużego wysiłku geologicznego i wiertniczego — pracy systematycznej i konsekwentnej. Inną natomiast jest rzeczą, czy wobec wątpliwej dochodowości przemysł naftowy jest zdolny do podjęcia tych wysiłków w wymaganym stopniu.

Jednakże taki stan ze względu na obronność państwa jest wielce niepożądany. W razie potrzeby wojennej, jak wspomniano, — produkcja będzie musiała wybitnie zwiększyć się. Sposobów jej powiększenia jest wiele i o rozmaitych możliwościach. Niektóre z nich nie mogły być aktualne w czasie pokoju ze względu na ich rentowność — inne są możliwe w każdym wypadku. Nawiasem dodam, że nie można liczyć na „swobodny przywóz“ ropy z poza granic kraju, ze względu na możliwość odcięcia tegoż. Trzeba więc we własnym zakresie starać się o zabezpieczenie odpowiednich ilości wymaganych produktów. Należy się spodziewać, że pierwszym sposobem, do jakiego by się zwrócono w razie potrzeby, byłoby zwiększenie ilości i tempa wierceń eksploatacyjnych na terenach znanych, co w konsekwencji prowadzi do zagęszczenia otworów na polu naftowym (złożu ropnym). W ten sposób otrzymamy niewątpliwie zwiększoną produkcję, lecz w stopniu zależnym od postępu wyeksploatowania złóż ropy naftowej i ich ilości. Nie można tu podać żadnych cyfr, lecz pewnym jest, że zwiększenie produkcji nie będzie tak duże, aby ten sposób wystarczał. Dlatego równocześnie (a właściwie jeszcze w czasie pokoju) należy prowadzić intensywne i celowe prace i wiercenia poszukiwawcze celem odkrycia nowych wydajnych złóż. Należy być przygotowanym, że prace poszukiwawcze mogą jednak dać wynik negatywny, lub niewystarczający, dlatego należy uciec się jednocześnie do wszystkich stojących do dyspozycji sposobów celem podniesienia produkcji. Należy tu zaliczyć wielką i bardzo ważną gałąź przemysłu naftowego, jaką jest eksploatacja, a właściwie jej powszechne unowocześnienie.

Wobec bezwzględnej konieczności dostarczenia „wojennej produkcji“ istnieje ogromne i prawdopodobne niebezpieczeństwo usiłowania dostarczenia tej produkcji w sposób nieprzebiegający w środkach. Znamy takie sposoby eksploatacji, które potrafią wydrzeć ze złoża duże ilości dziennej produkcji (tłokowanie, pompy próżniowe), lecz działanie ich jest na krótką metę i o bardzo

ujemnych skutkach dla złoża, które w krótkim czasie ulega odgazowaniu, zawadnieniu i w rezultacie ogólna ilość wydobytej ropy jest mniejsza, niż przy zastosowaniu racjonalnych sposobów eksploatacji. Tu właśnie uwydatnia się wielka rola odpowiedniej „władzy“ o prerogatywach prawie dyktatorskich, która musi się orientować w całokształcie stosunków przemysłu naftowego i posiadać znajomość techniki eksploatacyjnej, a szczególnie geologii naftowej, bez znajomości bowiem geologii nie można tych zadań rozwiązywać. Sprawa eksploatacji ropy naftowej (czyli racjonalna gospodarka złożem), musi być jak najlepiej rozwiązana, chociaż, jak wspomniałem, warunki będą bardzo niekorzystne — wprost przeciwnie, atmosfera gorączkowa będzie skłaniała do stosowania sposobów doraźnych.

Całokształt eksploatacji zawiera w sobie trzy grupy zagadnień:

1. konserwacja ciśnienia złożowego (gazu),
2. ożywanie zamierającej produkcji,
3. zastosowanie sposobów, zwiększających ogólną wydobyć ropy (tzn. odbudowy ciśnienia, odbudowy górniczej i przepłukiwania złóż ropną wodą).

Tej ostatniej grupie przypisują największą wagę, pod warunkiem oczywiście, że jej stosowanie (zwłaszcza o. c.) będzie powszechne. Specjalną uwagę należy zwrócić na wielce korzystne skutki zastosowania odbudowy ciśnienia do złóż jeszcze młodych, tzn. wtłaczania sprężonego medium celem podtrzymania pierwotnego ciśnienia gazowego w złożu, a nie odbudowę ciśnienia, które już spadło. Tak samo zakładanie otworów wiertniczych z myślą o przyszej odbudowie górniczej na danym złożu może dać duże oszczędności w ich ilości (otworów) i zwiększyć wydajność odbudowy górniczej jako metody eksploatacyjnej.

Osobną grupę zagadnień nie dotyczących bezpośrednio zwiększenia produkcji ropy surowej, lecz związanych z zaopatrzeniem armii w produkty naftowe stanowią:

1. stosowanie najnowocześniejszych sposobów otrzymywania benzyny z węglowodorów ciężkich (cracking) i gazowych (polimeryzacja),
2. fabrykacja syntetycznych produktów naftowych z węgla,
3. magazynowanie ropy surowej i benzyny.

Przeanalizujmy szczegółowiej wymienione wyżej możliwości zwiększenia ilości i tempa wierceń.

Sposób ten doprowadza do zagęszczenia ilości otworów na złożu. Sprawa ta łączy się z pojęciem „najkorzystniejszej odległości otworów“, co zależne jest od wielu bardzo różnych czynników (geologicznych, fizykalnych ropy, ekonomicznych itp.). Zagadnienie odpowiedniej odległości otworów musi być indywidualnie dla każdego złoża, a nawet dla poszczególnych partii tego samego złoża rozwiązywane. Dlatego ogólnie należy stwierdzić, że im gęściej są rozmieszczone otwory, tym:

1. większe jest wydobyć na jednostkę powierzchni,



2. mniejsza produkcja przypadająca na otwór,
3. krótszy czas eksploatacji danego pola naftowego.

Przy tym więc sposobie zasadniczy cel zwiększenia produkcji byłby osiągnięty. Równocześnie jednak zachodzi niebezpieczeństwo zbyt gęstego rozmieszczenia otworów. Zbyt gęsto rozmieszczone otwory powodują szybszy spadek ciśnienia gazowego w złożu, rosną opory przepływu ropy w kapilarach, zbyt szybko znika czynnik energetyczny tegoż przepływu do otworu wiertniczego.

Prace i wiercenia poszukiwawcze. Jest to niezmiernie ważna dziedzina — o znaczeniu rozstrzygającym dla całości przemysłu naftowego. Istniejące kopalnie na złożach znanych są często bardzo stare, produkcja spada, zbyt mała jest ilość wierceń, by ten spadek zatrzymać, nie ma więc poważnej mowy o wierceniach eksploracyjnych. W imię jednak obronności państwa i przyszłości przemysłu naftowego, odpowiednie prace celem odkrycia nowych złóż muszą być z potrzebnym rozmachem i celowością prowadzone. Wymaganiem jest, by czas odkrycia spodziewanych złóż był jak najkrótszy. Warto więc rozważyć możliwości w tym kierunku. Według prof. K. Bohdanowicza (Przemysł Naftowy 1936, Nr 20 i 21) „pas karpacki w granicach rozprzestrzenienia seryj możliwie ropnych zajmuje obszar co najmniej 1 965 000 ha, tereny w eksploatacji sprawdzone i nawpół sprawdzone stanowią tylko 0,5% tej przestrzeni, reszta zaś tj. ponad 99% przestrzeni nie zostało jeszcze przemysłowo zbadane“. Jak widać, terenowo mamy ogromne jeszcze możliwości. Należy zaznaczyć, że na terenach już sprawdzonych i eksploatowanych istnieją duże możliwości odkrywcze głębszych złóż, niż się tam dziś eksploatuje. Do takich obszarów należy np. centralna depresja od Dunajca po Czeremosz z jej złożami kredowymi, mało dotychczas znanymi i eksploatowanymi (np. antyklina Potoka z koniecznością wierceń do głębszych partii kredy, antyklina lipia i fałdów położonych na N i S od niej z koniecznością wierceń do łupków menilitowych i niżej itd.). Prace poszukiwawcze muszą się rozciągać na wszystkie trzy nasze prowincje geologiczne, jakimi są:

1. prowincja karpacka o stwierdzonych i eksploatowanych złożach ropnych,
2. prowincja przedgórz Karpát o prawdopodobnych złożach ropnych,
3. prowincja niżu polskiego o możliwych złożach ropnych.

Nie można powiedzieć, aby poszukiwania nie były u nas prowadzone, dzieje się to jednak w sposób powolny i niewystarczający. Wysiłek poszukiwawczy musi być wielokrotnie zwiększony, a za przykład w tym kierunku służyć mogą nam Niemcy, Włosi i inne narody. Dotychczasowe prace eksploracyjne odnosiły się do dwóch pierwszych prowincji geologicznych; dziś mówi się o podjęciu tych prac i na niżu polskim, gdzie możliwość występowania złóż ropnych wprowadza się na podstawie analogii z podobnymi np. w Niemczech. Konkretnym, lecz jedynym wy-

stąpieniem jest ropa w Wólczy w obrębie odkształceń S-to Krzyskich. Celem odkrycia tam spodziewanych złóż potrzebne są wstępne prace geofizyczne dla określenia głębokości zalegania mas krystalicznych (określenie miąższości pokrywy osadowej), potem wiercenia i dalsze prace geologiczne. Wystąpienia złóż ropy w Wielkopolsce oczekuje się w związku ze słupami (wysadami) solnymi (jak np. w Niemczech). I tu potrzebne są również prace geofizyczne, a później wiercenia.

W związku z poszukiwaniami wymienionych złóż, głębokość wierceń musi być większa, może wypadnie przekroczyć nawet 2000 m w wielu wypadkach. Dlatego musimy nauczyć się pracować w naszych warunkach metodami wierceń obrotowych (rotary), które łatwo wymienione głębokości osiągają i przekraczają. Myślę, że stanie się koniecznym przejście do powszechnego stosowania „rotary“.

Rozpatrzmy jeszcze po krótku wyniki prac poszukiwawczych w dwu pierwszych prowincjach geologicznych, prowadzonych planowo, głównie przez S. A. „Pionier“, instytucję w tym celu powołaną w roku 1929. Założenia programowe wymienionej Spółki wynikają z autoratywnego oświadczenia dr. I. Wygarda, iż wobec małych możliwości odkrycia poważnych rezerw terenowych w Karpatach stwierdzono, że:

1. Odkrycie nowych złóż dotychczasowego typu nie rozwiąże zasadniczego problemu produkcyjnego Polski.

2. Karpaty przedstawiają raczej odpowiednie pole działania dla indywidualnych przedsiębiorstw i to z uwagi na względną łatwość poszukiwań geologicznych i stosunkowo mniejsze środki potrzebne do poszukiwań“. Wobec tego S. A. Pionier postanowiła pracować na obszarach dotychczas zupełnie nie zbadanych o prawdopodobnych złożach ropy, przy czym na podstawie analogii spodziewane są tam złoża bogate i duże. Mowa tu o „przedgórz Karpát polskich i przykarpackich elementach względnych. Jak widać, są to prace „par excellence“ pionierskie. Kilka wierceń wykonano jednak i w Karpatach — zwłaszcza w początkach działalności Spółki. Do tych należą:

1. Otwór „Minister Kwiatkowski“ w południowej części Mrażnicy — założony w roku 1931 celem stwierdzenia zasięgu złoża boryslawskiego na południu. W głębokości 1699 m osiągnięto w spagu nasunięcia horyzont ropny, który daje ok. 0,5 wag. ropy dziennie. W ten sposób stworzono znaczne jeszcze możliwości terenowe na południu Mrażnicy.

2. Szyb „Pionier-Orów 1“ w Orowie doszedł do głębokości 2274 m. Założony celem stwierdzenia przebiegu boryslawskiego elementu wgłębnego daleko na S pod nasuniętymi brzeżnymi masami karpackimi (skiba orowska) przebił te masy w gł. 1399 m potem wszedł i wiercił do ostatniej głębokości w niwach polanickich, napotkawszy w głębokości 1941—2065 m solanki wgłębne. Na podstawie pomiarów sejsmicznych refleksyjnych i ekstrapolacji profilu spodziewa-



no się osiągnąć strop łupków menilitowych w głębokości ok. 2400—2600 m. Na tym obszarze spodziewane złoża elementu borysławskiego znajdują się bardzo głęboko.

3. Otwór „Pionier” w Potoku Czarnym na elemencie Słobody Rungurskiej — nie dał zdecydowanych wyników, przewiercając eocen i kredę do głębokości 1084 m. Z powodu braku odpowiedzi tym wierceniem na zasadniczą kwestię istnienia lub braku złóż bitumicznych — problem poszukiwawczy na tym elemencie nie jest skończony.

4. Do ciekawych problemów należy tzw. element truskawiecki — położony bezpośrednio przed czołem elementu wgl. borysławskiego. Wiercił tam kiedyś Szczepanowski („Wanda”) — a założony tam otwór w roku 1934 „Pionier 1” (co prawda już nie w Karpatach) do głębokości 1365 m przewiercał serię ilów gipso- i solonośnych, oraz piaskowców żupnych z wtarceniami zlepieńców egzotycznych, o bardzo zaburzonym charakterze tektonicznym, napotykając często objawy ropy i gazów mokrych, w formie wybuchów. Z powodów technicznych otwór nie osiągnął seryj starszych, fliszowych, dlatego problem powyższy nie jest skończony i wymaga dalszych wierceń.

5. Do wierceń poszukiwawczych w obrębie centralnej depresji należą wiercenia głębokie i płytkie rdzeniowe „Pioniera” i „Galicji” w Janówcach w obrębie warstw Krośnieńskich, tam silnie rozwiniętych. Dokładne badania petrograficzne i chemiczne otrzymanych rdzeni stwierdziły, iż wskutek silnego rozwinięcia piaszczystej serii w warstwach krośnieńskich (ok. 93% piaskowców) bituminy są w piaskowcach silnie rozproszone, czym tłumaczy się brak ciągłych horyzontów ropnych w warstwach krośnieńskich tej części centralnej depresji — a występowanie horyzontów produktywnych w Lipni, Zagórzu lub Polanie można tłumaczyć sprzyjającymi warunkami tektonicznymi i wody okalającej nagromadzenie węglowodorów — a może mamy tu do czynienia z charakterem szczelinowym? W każdym razie przydałyby się tu głębokie wiercenia do starszych seryj (menilitowej lub nawet eocen) — liczące się z wielką miąższością warstw krośnieńskich wskutek warunków genetycznych osadu i tektonicznych (silne sfałdowanie i strome upady).

6. W obrębie elementów karpackich wymienić należy wiercenia „Pioniera” w Jasienicy Solnej, które doszło do piaskowca jamneńskiego — elementu brzeźnego, piaskowiec jednak okazał się zawodniony.

7. Do dalszych wierceń poszukiwawczych na elementach karpackich, wykonanych przez prywatne przedsiębiorstwa wspólnie z „Pionierem” — należą następujące: a) Wiercenie „Marja” w Izdebkach (pow. Brzozów) — wynik negatywny; b) „Bitumen” w Pniowie — wynik pogłębiania negatywny; c) Wiercenia w Turaszówce na antyklinie Potoka Nr 1, 2, 3, 12, 24 — mające na celu wyjaśnienie stosunków tektonicznych na tej części antykliny — wykazały brak horyzontów

ropnych i w I-szym i w II-gim piaskowcu ciężkowickim; d) Wiercenie „Maria” w Kryczce na wysadzie łupków menilitowych — otrzymało z tejże serii w głębokości 260, 270, 454 m małe produkcje ropy; e) Wiercenie „Pilon” w Schodnicy — otrzymało z eocenu produkcję w głębokości 460—563,40 m; f) Wiercenia w Wołosiance Małej (pow. Turka) na wypiętrzeniu oligoceńskim — otrzymały liczne ślady z łupków menilitowych. Na Przedgórzu lub w obrębie odkształceń przykarpackich wykonano też kilka głębokich wierceń, które chociaż nie dały bezpośrednio wyników w postaci produkcji ropy — to jednak wyjaśniły budowę geologiczną i stratygrafię na tych obszarach — wyjaśniając i konkretyzując pewne problemy. Do tych wierceń należą np.: „Pionier” — Rachin 1“, Königsau — Równe, Gaje 1, wiercenia w Uhersku i Wowni, Zdziarach, Baliczach i Przecławiu koło Dębicy itp. Są to wiercenia nie tylko „Pioniera”, lecz i innych firm — jak „Polmin”, „Małopolska”, „Gazolina”. Do prac „Pioniera” należy dodać skartowanie znacznej przestrzeni Karpat i Przedgórza, przy czym posługiwano się licznymi wierceniami rdzeniowymi i szurfami. Wreszcie ważne są prace geofizyczne osobnego działu geofizycznego „Pioniera”. Powyższe dane zebrane z szeregu komunikatów „Pioniera” w „Przemysle Naftowym” — świadczą o wysiłku i celowości pracy tej instytucji, lecz wobec stojących przed nami problemów są one nie wystarczające — zachodzi konieczność zwiększenia tempa i liczby tych prac.

Tak więc problem poszukiwawczy daje się ująć w dwa punkty:

1. Rozszerzenie wszczep i wgląd terenów znanych i eksploatowanych.

2. Poszukiwania nowych złóż na terenach prawdopodobnych i możliwych. Domagać się należy przy tym, aby pracami poszukiwawczymi objęty był w najbliższym czasie i Niż polski — jako teren możliwie ropny. Projekt nowej ustawy naftowej, który będzie niezadługo rozpatrywany w Sejmie, ułatwi wybitnie poszukiwania złóż nafty, przez umożliwienie prospekcji geologicznej bez potrzeby zawierania uprzednich umów naftowych z właścicielami gruntu, przez możliwość uzyskania wyłącznego prawa poszukiwania w drodze orzeczenia O. U. G. bez względu na sprzeciw właściciela gruntu, przy czym wyłączone poszukiwawcze obejmują odpowiednio duże obszary w Karpatach i poza Karpatami itp. Jakkolwiek wprowadzone w życie przepisy projektowanej ustawy mogą wybitnie pozytywnie wpłynąć na prace poszukiwawcze, to jednak najważniejsza pozostaje sprawa finansowa — fundusz wiertniczy — musi być wybitnie zwiększony.

Powszechna racjonalizacja eksploatacji. Pod tą nazwą rozumiem stosowanie zespołu czynności i urządzeń, mających na celu wydobyć maksymalnej ogólnej ilości ropy ze złoża, przy jak najtroskliwszej konserwacji ciśnienia złożowego, przyczem złożo musi być traktowane jako całość, bez względu na przynależność jego części do różnych właścicieli.

W warunkach produkowania kapilarnych, najważniejszą rzeczą jest konserwacja gazu, jako siły przepychającej ropę do otworu. Uskutecznia się to przez utrzymywanie tzw. wykładnika gazowego (gas-oil-ratio), rozumiejąc przez to stosunek gazu do ropy przy jednoczesnym ich wydobywaniu ze złoża. U nas postanowiono mierzyć wielkość wykładnika w m³ gazu/1 t ropy. Dążyć należy, by stosunek ten był najmniejszy. Wykładnik gazowy reguluje się przez 1. stosowanie przeciwcisnienia na złoże w otworach produkujących, 2. odpowiednie rozmieszczenie otworów na złożu (na skrzydłach, a nie w partii szczytowej, zawierającej zwykle gaz).

Sposób rozbudowy pola naftowego ma w konserwacji ciśnienia złożowego i jego wykorzystania dla produkcji ropy decydujące znaczenie. Pojęcia „pole naftowe” i „złoże ropne” muszą być jednoznaczne. Jeśli złoże należy do kilku właścicieli — ci muszą dojść do porozumienia (mitization), by jego odbudowę można było racjonalnie uskutecznić. Każde nowe złoże wymaga odpowiedniej ilości wierceń, celem poznania jego budowy geologicznej, określenia granicy wody okalającej itp. Najidealniejszym sposobem rozbudowy złoża (traktowanego jako całości) byłoby (po możliwie dokładnym poznaniu jego powierzchni i budowy) odwiercenie na nim równocześnie znacznej ilości otworów do wspólnego horyzontu ropnego, rozmieszczonych blisko granicy wody okalającej (celem wykorzystania tej wody dla produkowania ropy) oraz kontrola jej (wody okalającej) regularnego postępu przez stosowanie odpowiednich przeciwcisnień. W miarę zawodnienia niższej położonych szybów, postępujemy wyżej, odwiercając znów równocześnie odpowiednią ilość otworów. Gdyby ciśnienie gazu zaczynało spadać należałoby w otwory odwiercone w partii szczytowej wtłaczać sprężone medium celem podtrzymania na pierwotnej wysokości ciśnienia złożowego (gazu). Sposób ten ma dość poważne niedogodności ekonomiczne, powodując uwięzienie znacznego kapitału naraz, oraz mogąc spowodować nadprodukcję stając się przyczyną słabych cen rynkowych.

To też istnieją inne jeszcze sposoby rozbudowy pola naftowego jak: rozmieszczenie otworów na całym polu w dużych od siebie odległościach w pierwszym stadium, a w drugim okresie zakładanie otworów pośrednich lub też odwiercanie otworów w szeregu wzdłuż całego obszaru ropnego.

W każdym z tych sposobów ważnym jest ustalenie momentu rozpoczęcia wtłaczania w złoże sprężonego medium, celem podtrzymania w pierwotnej wysokości ciśnienia złożowego. Wczesne stosowanie wtłaczania gazu powoduje zahamowanie wzrostu oporów przy przepływie ropy przez złoże (lepkość ropy, zjawisko Jamina itp.) co prowadzi do większego ogólnego wydobywania ropy.

Wymienionej wyżej konieczności traktowania złoża jako całości i związanej z tym sprawy unifikacji (współpracy różnych właścicieli danej go złoża), warunki wojenne będą mocno sprzy-

jały, zwłaszcza wobec istnienia odpowiedniego kierownictwa (władzy) wojskowego całości przemysłu naftowego.

Ożywianie zamierającej produkcji w otworach dłuższy czas produkujących może dać poważne zwiększenie produkcji, a w każdym razie zwolnić lub zatrzymać jej spadek. Ożywianie produkcji wymagają otwory, w których spadek produkcji nastąpił nie spowodu wyczerpania złoża, lecz z przyczyn chwilowych, jak zatkanie por piaszczawca okruszami skały, zamulenia ich parafiną i mulem skalnym itp. Znamy wszystkie stosowane sposoby ożywiania produkcji, z których torpedowanie i zwalczanie osadów parafiny wydają się najskuteczniejsze. Torpedowanie oprócz powiększenia powierzchni dopływu ropy do złoża powoduje rozluźnienie skały, powstanie szczelin, oraz tworzenie się zarodków baniek gazowych, które to banki odrywając się od swoich zarodków wypływają na powierzchnię cieczy i powodują zwiększony przepływ ropy.

Osady parafiny tworzą się na ścianach otworów w następujących wypadkach:

1. przy ropach parafinowych,
2. w otworach stosunkowo niegłębokich, gdzie temperatura nie jest odpowiednio wysoka,
3. w wypadku istnienia dużej różnicy między ciśnieniem złożowym i ciśnieniem na spodzie otworu (wypadek braku odpowiedniego przeciwcisnienia) w otworach nawet głębokich,
4. w wypadku odsłaniania powierzchni ścian otworu przez zupełne ściągnięcie płynu lub eksploatację dwu lub więcej horyzontów ropnych, kiedy górne są odsłonięte.

Stąd już wylaniają się sposoby niedopuszczenia do powstawania osadów parafiny, a to przez utrzymywanie odpowiedniego przeciwcisnienia i nieodsłaniania złoża w otworach tak płytkich jak i głębokich. Natomiast w otworach płytkich, gdzie panuje niska temperatura zwalczą się parafinę mechanicznie (rozszieranie, strzelanie), chemicznie (rozpuszczanie w odpowiednich odczynnikach), fizykalnie (przeważnie wygrzewanie olejami, parą, ropą itp.). Zauważyć trzeba, że przy dużych ilościach złóż ropy parafinowej u nas za mało poświęca się pracy zwalczaniu osadów parafiny w otworach. Osady parafiny powstają również w rurkach produkcyjnych i pompach zmniejszając często znacznie ich sprawność. Pomyślano tu liczne grzejniki parowe i elektryczne na rurkach itp.

Wspomnieć należy jeszcze o jednym sposobie ożywiania produkcji, jakim jest stosowanie pomp próżniowych. Jest to sposób wielce szkodliwy ze względu na bardzo energiczne odgazowanie złoża i szybki postęp (i nieopanowany) wody okalającej.

Najważniejsze zadanie dla zwiększenia produkcji ropy z wszystkich metod eksploatacji przypada niewątpliwie sposobom zwiększającym ogólne wydobywanie, a to:

1. odbudowie ciśnienia,
 2. odbudowie górniczej złóż ropnych,
 3. zatapianie złóż ropy (tzw. flooding),
- przy czym z tych trzech sposobów technicznie



i ekonomicznie najdogodniejszy jest sposób pierwszy. Jego decydujący wpływ na zwiększenie produkcji ropy w Polsce stanie się widoczny pod warunkiem zastosowania odbudowy ciśnienia na wszystkich złóżach, które się do tego nadają (a więc na złóżach o kapilarnych warunkach produkowania). Podkreślić trzeba, że im wcześniej zastosujemy wtłaczanie gazu w złoża, tym większą ilość ropy wydobydziemy ze złóż w ogóle (a to wskutek zachowania procesu wzrostu lepkości i napięcia powierzchniowego ropy, powstawania różańców Jamina itp.).

Z tego też względu wtłaczanie gazu w złoża stosuje się dwojako: 1. celem zachowania ciśnienia, 2. celem odbudowy ciśnienia.

Sposób pierwszy mimo potrzeby stosowania wyższych ciśnień i związanych z tym wyższych kosztów inwestycji i ruchu, jest wydajniejszy z wyżej wspomnianych względów. Sposób drugi dla złóż starszych, na których już spadło ciśnienie gazu, a wskutek tego i produkcja ropna, odnawia (odbudowuje) to ciśnienie, starając się odtworzyć pierwotne warunki produkowania. Warunkami pomyślnego stosowania odbudowy ciśnienia jest:

1. spokojna budowa złoża (brak silnych sfałdowań, uskoków itp.),

2. możliwie równomierna we wszystkich kierunkach przepuszczalność skały zbiornika ropnego,

3. znaczna porowatość złoża,

4. skupienie na złożu znacznej ilości otworów do wspólnego horyzontu, przy czym pożądanym jest by złoża należało do jednego właściciela.

Wyniki osiągnięte nie tylko za granicą, lecz przede wszystkim w Polsce (Schodnica, Lipinki, Potok, Harkłowa) dowodzą celowości i skuteczności stosowania tej metody eksploatacji. Dążyć należy, by i pozostałe nasze złoża stały się „młodsze” i dłużej żyjące — właśnie przez powszechne stosowanie wymienionej metody.

Miarą skuteczności odbudowy ciśnienia jest tak dzienny wzrost produkcji, który często w praktyce wynosi do 300%, jak i ogólne zwiększenie wydobycia, które jest o 100% większe niż przy stosowaniu metod normalnych. Troskliwą opieką winniśmy otoczyć nasze złoża młodsze, zwłaszcza w kierunku ich równomiernej rozbudowy, by możliwie znaczną ilością jednocześnie prawie odwierconych i odpowiednio założonych otworów eksploatować złoża racjonalnie od samego początku, wtłaczając gaz. Dziś widzimy odwrotny fakt, odwiercania na złóżach dobrze znanych i młodych po jednym, rzadko więcej otworze do różnych horyzontów ropnych. Trudno wtedy mówić o racjonalnym wykorzystaniu zasobów złoża.

Flooding czyli przeplukiwanie złóż ropy naftowej wodą. Bliższe dane znajdują się w artykule profesora Bielskiego (Przemysł Naftowy Nr 22, 1936 r.). Metoda ta znana jako „ze wszech miar” szkodliwa, jest od roku 1931 z powodzeniem stosowana w U. S. A. Jasną jest rzeczą, że bezkrytyczne stosowanie byłoby bardzo niebezpiecznym i często nierzeczowym, np.

do złóż w pewnych częściach tylko wyczerpanych, lub do złóż produkujących pod ciśnieniem wody okalających. Wyniki osiągnięte w U. S. A. a przytoczone za „Oil Weekly” przez prof. Bielskiego są bardzo przekonujące. Ważnym dla nas jest stwierdzenie amerykańskiej praktyki, że przy zastosowaniu tej metody w złóżach o małej przepuszczalności pozostaje około 18% ropy nie dającej się już wydobyć, natomiast przy dużej przepuszczalności cyfra ta może spaść do 15%. Niewątpliwie wydajność tej metody zależy od fizycznych własności ropy i petrograficznych skały zbiornika. W bardzo pomyślnych warunkach wydajność tej metody może dojść do 100%.

Jakież są warunki stosowania przeplukiwania? Dokładna znajomość budowy geologicznej złoża i właściwości petrograficzne skały zbiornika ropnego. W tym celu są potrzebne dobrze przechowane i określone próbki z otworów w tym złożu wierconych, oraz możliwie rdzenie skały zbiornika w maksimum miejscach celem określenia partii więcej, mniej lub wcale nieprzepuszczalnych. Idealem byłoby złożo stanowiące pewną niezależną całość (np. jakąś jednostkę tektoniczną zamkniętą ze wszystkich stron) o dobrym stanie technicznym znajdujących się na nim otworów, oraz równomiernej przepuszczalności skały zbiornika ropnego. Pożądana jest również mała wiskozja ropy, co jest żądaniem na ogół sprzecznym z naturalnym zwiększeniem tejże wiskozji wskutek odgazowania przy poprzedniej eksploatacji. Metoda ta zbliża się wybitnie do ideału jakim jest wyeksploatowanie złoża w całości i jako taka musi być brana pod uwagę celem zwiększenia produkcji.

Odbudowa górnicza zdaje się być najwięcej powołaną do zupełnego wyeksploatowania złoża. W dzisiejszych warunkach pokojowych uchodzi ona za „nierentowną” ze względu na wysokie koszty inwestycyjne, jak głębinie szybów, urządzenia wyciągowe i przewozowe itp. Potwierdzeniem tego poglądu jest fakt stosowania odbudowy górniczej w kilku tylko wypadkach (Pechelbronn, Wietze, Sarata Mouteorn).

Odbudowa górnicza przechodziła wiele faz rozwojowych, od zwykłego pędzenia chodników w złożu do pędzenia chodników w spągu lub stropie złoża i stosowania odbudowy ciśnienia lub „flooding” pod ziemią. Metoda ta przy zastosowaniu zwykłej odbudowy pozwala na prawie 100%-owe wydobycie zasobów złoża. Według inż. Karola Grossa (odeczyt w Hannover, 1928 r.) na podstawie spostrzeżeń nad odbudową górniczą w Pechelbronn i Wietze wydobyto:

1. wierceniami 15,6% ogólnych zasobów ropy,

2. odbudową górniczą przez spływanie ropy do chodników i szybików 53,12% ogólnych zasobów ropy,

3. zupełne wybranie skały i następnie wymycie jej na powierzchni wodą o temp. 80°C z dodatkiem 2,5% dwuwęglanu sodu (Na_2CO_3) 31,26% — razem 100%.

Odbudowa górnicza nie da się zastosować na każdym złożu, wymaga ona odgazowania złoża

i braku silnych wód, małej stosunkowo głębokości, odpowiednich warunków tektonicznych (małe upady, brak uskoku) i litologicznych skał złożeń i bocznych. W każdym razie powodując tak wysokie wydobywanie, staje się ważną dla celów wydawnego zwiększenia wydobywania. Warunki wojenne mogą usunąć na plan dalszy jej „rentowność” i znów może się powtórzyć historia z Pechelbronn. W sprawie rentowności należy zauważyć, że gdyby dane pole (złożenie) zaczęto rozbudowywać z myślą o późniejszej odbudowie górniczej, sprawa rentowności dałaby się pomyślnie rozwiązać. Wtedy bowiem należałoby wykonać tylko taką ilość wierceń, jaka jest konieczna do poznania z odpowiednią dokładnością budowy złoża, oraz jego odgazowania, która byłaby mniejsza niż ilość wierceń bez myśli o późniejszej odbudowie górniczej. Spowodowałoby w konsekwencji mniejsze wyczerpanie złoża, a wskutek tego większą wydajność odbudowy górniczej. Za inż. R. Platzem (Petroleum) można przyjąć pewne liczby w tym kierunku (oczywiście bardzo ogólne, zależne od warunków lokalnych).

Przy eksploatacji złóż za pomocą wierceń przyjmuje się dla złóż o normalnej wydajności (przy czym nie jest określona ta normalna wydajność) 1 otwór na 2 ha powierzchni, tak że na 1 km² wypada 50 otworów. Lecz gdy wiercenia zakładamy z myślą o odbudowie górniczej, wtedy ilość spada 3-krotnie. Odnośnie „rentowności” odbudowy górniczej posłużmy się cyframi (amerykańskie stosunki) S. Rice’a w Nr. 351 „Bureau of Mines”. Wymienia on jako rentującą

się, wydobytą robotami górniczymi produkcję 5 500 bar (akr tzn. 73,33 wagonów) 4 047 m³ przy cenie 2,25 Dol. za 1 baryłkę loco kopalnia. Odnośnie wszystkich metod, odbudowy górniczej, odbudowy ciśnienia i przepłukiwania, trzeba rozróżnić dwa wypadki stosowania tych samych metod:

1. do złóż wyczerpanych,
2. do złóż na ogół młodych.

Wymienione metody zastosowane wcześniej, w początkach rozbudowy złóż (pól) dadzą zawsze lepsze wyniki tak co do doraźnej (dziennej) jak i ogólnej ilości wydobytej ropy. Powinniśmy się z tym liczyć przy odbudowie i rozbudowie wielu młodych, jeszcze naszych pól. Trzeba się zgodzić na twierdzenie, że bardzo ważny głos musi tu mieć geolog i geologicznie wykształcony inżynier. Bez znajomości geologii nie można rozwiązywać tych zagadnień pomyślnie.

To co powiedziałem nie jest nowe — wszyscy to znają. Nowym może tu będzie podkreślenie, że warunkiem wydawnego zwiększenia naszej produkcji jest p o w s z e c h n o ś ć stosowania opisanych sposobów. Niestety w obecnych warunkach tej powszechności stoi wiele rzeczy na przeszkodzie, o których wiele mówiono i pisano.

Warunki wojenne zmieniają ten stan, tworząc jedyną władzę, której zarządzenia będą miały odpowiednią władzy wojskowej moc i wagę. Jest rzeczą ważną, by władza ta dobrze się orientowała w całokształcie stosunków przemysłu naftowego i znała się na geologii naftowej.

(C. d. n.).

DR INŻ. ADAM DRATH

Rozwój petrograficznych metod badania węgla

Wstęp

Spożycie węgla na wielką skalę jest dorobkiem ostatnich stuleci, chociaż o istnieniu węgla i o tym, że węgiel jest dobrym materiałem opałowym wiedziano już w czasach zamierzchłych.

Węgiel był używany przez Chińczyków jeszcze przed narodzeniem się Chrystusa, są też dowody na to, że węgiel używali Rzymianie w czasie okupacji Wielkiej Brytanii; w Niemczech zaczęto eksploatować węgiel w X wieku w Saksonii; w Belgii eksploatację węgla rozpoczęli Cystersi w XIII wieku.

Pierwsze wzmianki o węglu kamiennym w Polsce znajdujemy w „Opisie Polski” Celarego z r. 1659, w którym wspomina, że pod Tęczynem znajdują się węgle kopalne. Pierwsze opisy kopalń węgla kamiennego w Polsce (w okolicy Tęczynka) zamieszcza Gabriel Rzęczyński w swym dziele „Historia naturalis curiosa Regni Poloniae” wydanym w r. 1737.

Rozwój kopalnictwa węglowego na Górnym Śląsku datuje się od połowy XVIII wieku, jedną z najwcześniej założonych kopalń była ko-

palnia „Błogosławieństwo Emanuela” obok Kostruchny (1754 r.).

Eksploatacja węgla kamiennego w wiekach średnich odbywała się tylko na małą skalę i miała raczej lokalne znaczenie. Początkowo nie używano węgla do opału mieszkań z powodu przykrego dymu, w XIV wieku wydano nawet w Londynie rozporządzenie wzbraniające pod surowymi karami stosowania węgla do opału mieszkań.

Z biegiem czasu jednak, gdy zaczynało brakować drzewa na opał, siłą faktu musiano stosować do celów opałowych i przemysłowych węgiel kamienny i to nie tylko w Anglii, lecz także i w innych krajach na kontynencie. Spożycie węgla kamiennego rośnie bardzo szybko od chwili wynalezienia maszyny parowej i w miarę rozwoju przemysłu w ogóle, a specjalnie przemysłu hutniczego, dochodząc do maksymalnego rocznego światowego spożycia węgla, wyrażającego się liczbą 1 250 000 000 ton. Tak więc węgiel staje się czynnikiem decydującym w rozwoju gospodarczym — przemysłowym, a co za tym idzie i politycznym narodów. Z chwilą gdy zaczęto używać węgla kamiennego do celów prze-



mysłowych, zwłaszcza w hutnictwie żelaza, przekonano się, że węgiel zawiera stosunkowo dużo siarki, która szkodliwie wpływa na jakość surowki. Celem więc „odsierzenia” węgla zaczęto go wyprażać, w ten sposób zapoczątkowując wytwarzanie koksu, odgrywającego dziś w hutnictwie przemysłowe tak ogromną rolę. To odsierzenie węgla znane było w Anglii i w Niemczech już w XVI wieku. Stosunkowo dosyć późno, bo dopiero z końcem XVIII wieku, zaczynają się pierwsze próby stosowania węgla do wyrobu gazu świetlnego. W r. 1792 w Anglii William Murdoch oświetla swój dom w Redruth gazem świetlnym z węgla, a w r. 1810 powstaje w Londynie pierwsza gazownia miejska.

Dorobkiem ostatnich dziesięcioleci lat jest przeróbka ubocznych produktów powstających przy destylacji węgla kamiennego; jej zawdzięczamy ten kolosalny rozwój przemysłu chemicznego. Od czasu wojny zaczynają się pierwsze próby uwodorniania węgla, dla zamiany ich na produkty zbliżone do ropy naftowej, upłynnianie węgla i stosowanie pyłu węglowego do opału kotłów parowych, a nawet do bezpośredniego napędu motorów.

W związku z tym, że węgiel odgrywa tak ważną rolę w życiu społecznym oczywiście wzmożło się zainteresowanie samym węglem, jego genezą, właściwościami i możliwościami racjonalniejszego użycia.

I. Dawne poglądy na genezę węgla.

Stwierdzenie faktu, że węgiel powstał z substancji roślinnych jest nabytkiem naukowym stosunkowo niedawnym. Opinie co do genezy węgla były w czasach dawniejszych bardzo różnorodne. Zdaniem Agricoli (wiek XVI) węgiel miał być olejem skalnym przyniesionym przez wody do zatok, gdzie się osadzał i stopniowo zestalał. Wedle opinii przyrodników w XVI i XVII w. węgiel był utworem podziemnych embrionów roślinnych. Zdaniem nieznanego autora w wieku XVII węgiel kamienny jest produktem wybuchów wulkanicznych. Mineralog angielski Kirwan z końcem XVIII wieku sądził, że węgiel kamienny powstaje przez wietrzenie skał pierwotnych; a Nep. von Fuchs jeszcze w r. 1840 tłumaczył powstanie węgla kamiennych na drodze nieorganicznej, bez jakiegokolwiek współudziału organizmów.

Istniały jednak od dawna racjonalne poglądy na budowę węgla; już w r. 1592 Baltazar Klein przyjmował, że węgle kamienne i brunatne pochodzą z roślin drzewiastych; pogładowi temu hołdowali tacy badacze jak Scheuchzer (1709), Beroldingen (1778), Le Luc (1778).

II. Badania mikroskopowe oparte głównie na szlifach cienkich, maceracji i skrawkach mikrotomowych (1831—1918).

Po raz pierwszy szczątki roślinne w węglu stwierdził Anglik Henryk Witham, który w r. 1831 wydał pracę pod tytułem: „O ogólnych re-

zultatach badań botanicznych odnoszących się do charakteru dawnej flory, która dostarczyła materiału pokładom węgla”. W pracy, opartej na badaniu mikroskopowym cienkich szlifów i węgla, Witham doszedł do wniosku, że materiał pierwotny, z którego powstał węgiel składa się głównie z tkanek roślin naczyniowych.

Okolo r. 1837 J. B. Read wprowadza nową metodę do badań mikroskopowych węgla, polegającą na częściowym lub całkowitym spalaniu małych, cienkich płytek węgla i obserwowaniu popiołu pod mikroskopem, celem rozpoznania budowy roślinnej.

W połowie XIX wieku wielkie zainteresowanie świata naukowego wzbudziły badania mikroskopowe węgla specjalnych z okolic Torbane Hill w Anglii. Jedni zaliczali te utwory do węgla, inni zaś uważali je za łupki bitumiczne, dopiero badania mikroskopowe przeprowadzone przez J. B. Balloura wykazały, że zawierają one szczątki roślinne i należy je wobec tego zaliczyć do węgla.

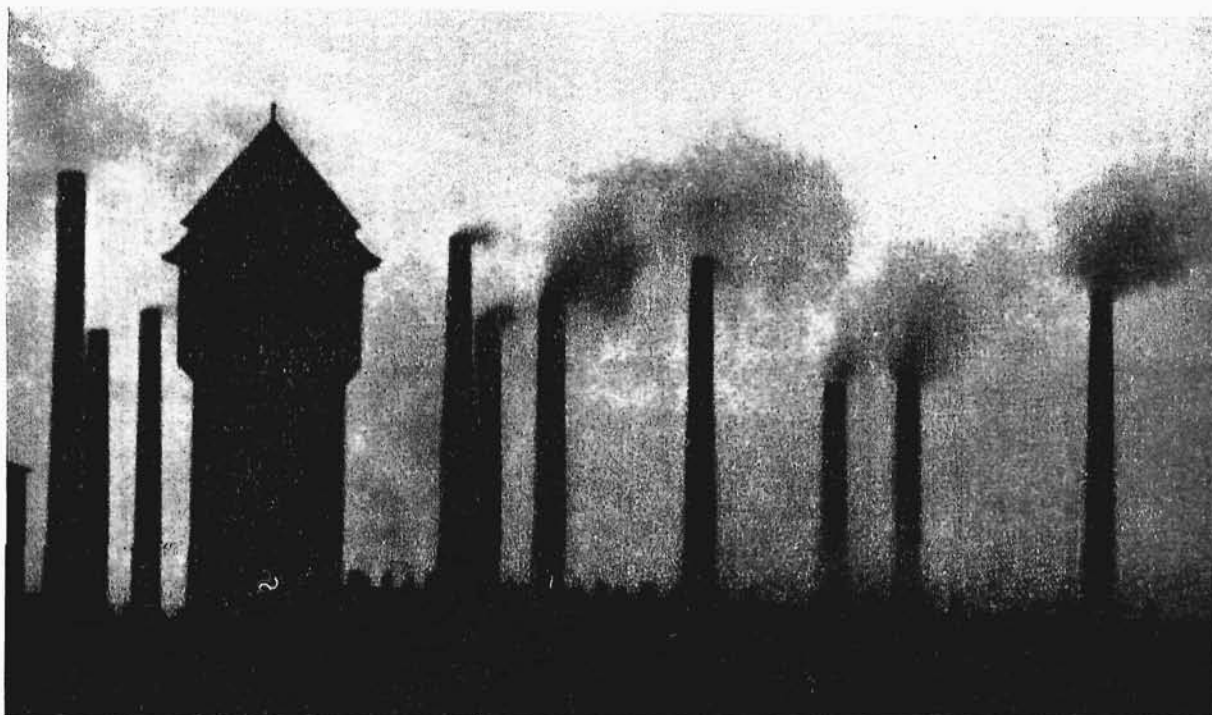
W r. 1855 Franciszek Schultze poddaje szlify cienkie z węgla kamiennych i same węgle maceracji roztworem chloranu potasu w kwasie azotowym i amoniakiem — wprowadzając w ten sposób nową metodę do badań mikroskopowych węgla.

Okolo r. 1883 zainteresował się badaniami węgla C. Gümbel, który ze względu na to, że robienie szlifów cienkich z węgla było procesem bardzo żmudnym, zastosował w swych badaniach głównie macerację węgla odczynnikami Schultza i badania produktów maceracji pod mikroskopem. Gümbel zgodnie z ówczesnymi badaniami Mucka i Grand'Eury'ego stwierdził, że węgiel kamienny składa się z trzech składników: węgla błyszczącego, matowego i włóknistego. Według Gümbela w węglu błyszczącym można przez macerację wykryć ślady budowy drzewnej, zaś węgiel matowy składa się w znacznej mierze z zarodników (spor) i nabłonków liści (kutikul).

Zdaniem Gümbela powstawanie różnych typów węgla było zależne od następujących czynników:

1. rodzaju roślin i tkanek roślinnych wchodzących w skład pierwotnego materiału roślinnego, z którego węgiel powstał,
2. składu chemicznego szczątków roślinnych i od stopnia ich rozkładu,
3. czynników ubocznych głównie temperatury; ciśnienie zdaniem Gümbela ma podrzędny wpływ na różnicowanie się węgla, gdyż nawet w antracytach tkanki pierwotne roślin zachowały się niezmienione co do objętości.

Z końcem ubiegłego stulecia bardzo intensywnie badaniami petrograficznymi węgli zajęli się badacze francuscy C. E. Bertrand i B. Renault, zwłaszcza główną uwagę zwrócili na bogheady, których genezę udało im się wyświecić. Na podstawie badania mikroskopowego szeregu szlifów cienkich, wykonanych z bogheadów francuskich, a także angielskich i australijskich, przyszli oni do przekonania, że materiałem pierwotnym z którego powstały bogheady są glony, głównie dwa



Śląskie dymy

Fot. Henryk Nowak, Mysłowice

rodzaje tzw. przez nich Pila i Reinschia. Wprawdzie wyniki ich badań były kwestionowane przez długi czas przez Jeffreya, Thiessena, R. Potonięgo i innych, lecz ostatecznie kwestia ta została przesądzona na korzyść Bertranda i Renaulta.

W r. 1906 Henryk Potonіe wydaje swe klasyczne dzieło¹⁾ o genezie węgla, które dzieli on ze stanowiska genetycznego na trzy grupy:

a) utwory humusowe składające się głównie z tkanek wyższych roślin lądowych,

b) utwory sapropelowe powstałe głównie z organizmów wodnych i planktonu i glonów bogatych w substancje bitumiczne,

c) liptobiolity tj. utwory bogate w воск, żywice, a także pyłek i spory.

W Polsce badaniami petrograficznymi węgla zajął się Stanisław Karczewski i opublikował w r. 1906 w Pamiętniku Fizjograficznym swą pracę „O budowie mikroskopowej węgla kamiennego z Dąbrowy Górniczej“.

Karczewski pracę tę oparł na badaniu szlifów cienkich i maceracji. W szlifach cienkich obserwował Karczewski ogólny obraz budowy węgla, wzajemny stosunek szczątków roślinnych, ich położenie. W preparatach z węgla wymacerowanego przez usunięcie substancji nieprzeźroczystych udało się Karczewskiemu uwidocznienie najdrobniejsze szczegóły budowy anatomicznej, nieraz pierwszorzędnie zachowane.

Na podstawie swych badań Karczewski wyróżnił w węglu kamiennym (na 13 lat przed M. Stopes) 4 rodzaje węgla:

1. węgiel matowy o przełomie muszlowym, w którym badania mikroskopowe wykazały obfitość spor (zarodników), a stosunkowo niewielką

ilość tkanek (głównie parenchymatycznych i prozenchymatycznych),

2. węgiel słabo błyszczący stanowiący formę przejściową pomiędzy węglem matowym i silnie błyszczącym; węgiel ten badany pod mikroskopem wykazuje obecność spor i tkanek,

3. węgiel silnie błyszczący, podobny do antracytu, o licznych spękaniach, prostopadłych do uwarstwienia, wypełnionych pirytem; w tym węglu zarodniki odgrywają rolę zupełnie podrzędną, a tkanki przeważają,

4. węgiel włóknisty, powstały z tkanek naczyniowych, podobny bardzo do węgla drzewnego i występujący tylko jako cienkie przerosty pomiędzy warstewkami wyżej wymienionych rodzajów węgla.

Pracę swą kończy Karczewski zapowiedzią opracowania następujących problemów:

1. stosunek pomiędzy składem chemicznym i budową mikroskopową węgla,

2. budowa chemiczna tkanek otrzymanych przy maceracji węgla,

3. budowa mikroskopowa suchych węgla dąbrowskich, niekoksujących — w porównaniu z budową mikroskopową węgla górnośląskich koksujących,

4. chemiczna budowa ciał huminowych.

Jak widać z powyższego krótkiego streszczenia badania Karczewskiego znacznie wyprzedziły ówczesny stan wiedzy o węglu i można je śmiało porównywać z wynikami badań M. Stopes (patrz niżej), lecz brak większego zainteresowania petrografią węgla w owych czasach tak w Polsce, jak i zagranicą spowodował to, że praca Karczewskiego nie znalazła większego odzewu.

Problemy, jakie chciał rozwiązać Karczewski ciągle jeszcze są aktualne, dlatego też żałować należy, że nie danym było Karczewskiemu, kontynuowanie swych badań węglowych, i że te tak świetnie zaczęte badania nie znalazły wówczas naśladowców.

W r. 1909 Amerykanin Jeffrey²⁾ publikuje swe pierwsze prace nad bogheadami, wprowadzając do petrografii węgla nową metodę polegającą na tym, że zmiekczał badany węgiel przy pomocy odpowiednich odczynników (roztwór alkoholowy fenolu, lub też roztwór chloranu potasu we fluorowodorze), nasyczał nitrogliceryną i sporządzał z tak przygotowanego węgla skrawki mikrotomiczne, używając mikrotomu o specjalnie silnej konstrukcji.

W późniejszych swych pracach Jeffrey zastosował swe nowe metody badań do zwykłych węgli kamiennych i wyróżnił w nich trzy składniki:

1. węgiel włóknisty (charcoal), w którym jedynie zachowana jest wyraźna budowa drewna,

2. lignitoid czyli węgiel błyszczący, powstały z silnie zmienionych szczątków drewna; warstewki lignitoidu występujące w węglu kamiennym są całkowicie jednorodne i zupełnie zatraciły swą pierwotną budowę drewna,

3. kenneloid czyli węgiel matowy, składający się z ciemnej substancji, w której występują spory i kutikule.

Metoda używana przez Jeffreya, mimo że dawała dobre rezultaty, nie znalazła jednak wielu zwolenników, gdyż była bardzo uciążliwa i kłopotliwa w użyciu, — zmiekczenie węgla trwało szereg tygodni.

III. Ugruntowanie podstaw petrografii węgla przez wprowadzenie nomenklatury i zastosowanie szlifów polerowanych (1919—1928)

Zwrotnym punktem w badaniach mikroskopowych węgla było opublikowanie przez paleobotaniczkę angielską M. Stopes krótkiej rozprawy „O czterech widocznych składnikach w bitumicznym węglu pasemkowym“³⁾. W rozprawie tej Stopes, głównie na podstawie badań szlifów cienkich, wyróżniła w węglu następujące składniki:

1. fusain (fuzyt) czyli węgiel włóknisty,
2. durain (duryt) czyli węgiel matowy,
3. clarain (klaryt) czyli węgiel półbłyszczący,
4. vitrain (witryt) czyli węgiel błyszczący.

i podała ich charakterystykę mikroskopową.

Stopes w pracy swej wyraźnie zaznacza, że nazwy powyższe nie odpowiadają określonym związkom chemicznym (być może za wyjątkiem witrytu), lecz stanowią odpowiedniki takich pojęć jak np. granit i absolutnie nie można porównywać tych składników z minerałami, jakie widzimy w szlifach cienkich ze skał, chociaż istnieją pewne, czysto jednak zewnętrzne, podobieństwa.

Według Stopes fuzyt obserwowany pod mikroskopem posiada dobrze zachowaną budowę

komórkową drewna, fuzyt w szlifie cienkim jest czarny, nieprzeźroczysty.

Duryt w szlifie cienkim przedstawia się jako ciemno-szara, ziarnista, nieprzeźroczysta masa, w której tkwią spory, kutikule, żywice, a czasem cienkie pasemka witrytu.

Główna masa klarytu w szlifach cienkich jest koloru czerwonego, dosyć przeźroczysta, zawiera spory, kutikule i żywice, w mniejszej jednak ilości niż duryt, a także wtrącenia innych szczątków roślinnych o mniej lub więcej dobrze zachowanej budowie roślinnej i trochę substancji nieprzeźroczystej durytu.

Witryt obserwowany w szlifach cienkich pod mikroskopem posiadał barwę wahającą się od żółtawo-żółtej do brunatnej, bez śladu uwarstwienia czy budowy drzewnej i stanowił zupełnie jednorodną masę.

Pracą swą zrobiła Stopes, jak sama pisze: „pierwszy krok w kierunku rozbudowania ścisłej wiedzy fizjografii szlifów cienkich węgla“. Wprawdzie szereg badaczy już dawno przed nią badał te składniki węgla, lecz tak ze względu na terminologię, która ogólnie przyjęła się, jak też ze względu na rzeczowe i jasne przedstawienie problemu, należy pracę Stopes uważać za ważny etap w rozwoju petrografii węgla, mimo że niektóre obserwacje jej i poglądy nie zostały potwierdzone przez późniejsze badania.

Zasługą Stopes jest to, że zajęła się badaniem normalnych węgli kamiennych, a nie węgli specjalnych (bogheady, kennele), którymi prawie wyłącznie dotychczas interesowali się paleobotanicy.

W r. 1914 D. White i R. Thiessen publikują swą pierwszą rozprawę o powstaniu węgla⁴⁾, w której Thiessen, opracowujący część petrograficzną, zastosował metodę skrawków mikrotomicznych Jeffreya.

Sześć lat później publikuje sam Thiessen swą klasyczną książkę o budowie paleozoicznych węgli bitumicznych⁵⁾. Badania swe oparł Thiessen głównie na szlifach cienkich, wykonanie których doprowadził do wysokiego stopnia doskonałości.

Wychodząc z analogii istniejącej pomiędzy dzisiejszymi torfowiskami a pokładami węgla kamiennych dał on jeden z najbardziej racjonalnych podziałów składników, występujących we węglach. Wyróżnia on we węglu dwa zasadnicze składniki:

1. antraksylon, odpowiadający witrytowi,
2. attritus, który odpowiada durytowi i klarytowi.

Antraksylon obejmuje te składniki węgla, które powstały z drewna i kory roślin, (pnie, gałązki, łodygi, korzenie), które w stadium torfowym, w trakcie biologicznego rozkładu i pod wpływem czynników atmosferycznych ulegały po-trzaskaniu na drobne kawałki o rozmaitych wymiarach, a następnie ulegały diagenezie w stadium geochemicznym procesu uwęglenia, dając w rezultacie warstwy węgla błyszczącego w pokładach węgla kamiennego. Antraksylon widziany gołym okiem przedstawia się jako jednorodne, błyszczące, czarne warstewki, lub soczewki



o grubości od ułamków milimetra do kilku cm. W szlifie cienkim te warstewki obserwowane pod mikroskopem posiadają kolor ciemno-czerwony, są przezroczyste i mają na ogół wyraźnie zachowaną strukturę drewna. W późniejszych swych pracach wyróżnił Thiessen dwa rodzaje antraksylonu: a) występujący w postaci grubych warstewek (solid antraxylon), b) występujący w postaci cienkich, mikroskopowych warstewek (fibrous antraxylon).

W skład attritusu wchodzi te składniki węgla, na które złożyły się wszystkie substancje roślinne (nie tylko drewno i kora), rozdrobnione i przemacerowane przez mikroorganizmy i atmosferalia do tego stopnia, że za wyjątkiem najbardziej odpornych utworów roślinnych, zatraciły one całkowicie swą pierwotną budowę. Attritus obserwowany nieuzbrojonym okiem posiada wygląd matowy, kolor ciemno-szary, zaś pod mikroskopem w szlifach cienkich stanowi niejednorodną ziarnistą masę, w której można wyróżnić następujące składniki:

1. substancję huminową (humic degradation matter) powstałą z rozkładu ścianek komórek, drewna, kory, łyka z komórek parenchymatycznych liści i zawartości komórkowych, a także z roślin niższego typu. W torfie, a zwłaszcza w początkowych jego stadiach, te rozmaite składniki są dobrze zachowane, lecz w węglu kamiennym proces diagenetyzacji tych szczątków zbyt daleko jest posunięty, by można było je wyróżnić. Gdy w powstaniu substancji huminowej odegrały dużą rolę (procentowo) tkanki drzewne, to posiada ona do pewnego stopnia własności antraksylonu tj. jest przeświecającą w szlifie cienkim, aczkolwiek nie posiada zupełnie budowy drewna; gdy natomiast materiałem pierwotnym, z którego powstała substancja stanowiąca spoiwo, były nie tkanki drzewne, lecz inne bliżej nieznane substancje roślinne, to substancja ta nawet w bardzo cienkich szlifach pozostaje nieprzeźroczysta

2. substancje żywiczne (tłuszcze, olejki, woski), tu należy także zaliczyć spory, kutikule i glony

3. drobne szczątki węgla włóknistego

4. substancje mineralne (kalcyt, piryt, markazyt, syderyt, gips), substancje ilaste.

W zależności od tego czy w attritusie przeżywa substancja huminowa przeświecająca, czy też substancja nieprzeźroczysta, odróżnia Thiessen attritus przeświecający (odpowiednik klarytu) i attritus nieprzeźroczysty (odpowiednik durytu).

W wyniku przeprowadzonych badań Thiessen wyróżnił dwa główne typy węgla kamiennych:

- I. węgle pasemkowe (o widocznym uwarstwieniu), które dzieli na szereg podtypów w zależności od procentowej zawartości antraksylonu czy attritusu a mianowicie na:

- a) węgle antraksylonowe posiadające ponad 66% antraksylonu,

- b) węgle antraksylonowo-attritusowe posiadające 50–66% antraksylonu,

- c) węgle attritusowo-antraksylonowe posiadające 33–50% antraksylonu,

- d) węgle attritusowe posiadające ponad 66% attritusu.

II. węgle kennelskie, których Thiessen wyróżnia trzy typy:

- a) węgle sporowo-kennelskie czyli węgle kennelskie właściwe,

- b) węgle humusowo-kennelskie czyli węgle pseudo-kennelskie,

- c) węgle glonowe czyli bogheady.

Pierwsze próby wprowadzenia szlifów polerowanych do mikroskopowego badania węgla są równie dawne, jak próby wprowadzenia szlifów cienkich, już bowiem w r. 1830 Lindley⁶⁾ sporządził „płytki polerowane” z węgla i badał je przy pomocy lupy i mikroskopu. Ponieważ jednak wówczas nie znano dobrego sposobu oświetlania szlifów polerowanych pod mikroskopem, wyniki osiągnięte przez Lindley’a nie były specjalnie dodatnie i metoda jego badań poszła w zapomnienie.

Dopiero w r. 1913 dwaj Francuzi Wahl i Bagard⁷⁾ w pracy swej przedstawionej francuskiej Akademii Umiejętności zastosowali do badań mikroskopowych węgla, szlify polerowane, które wytrawiali pirydyną, gdyż samo polerowanie węgla ich zdaniem nie daje dobrych rezultatów. W tym samym roku zaczął badać węgle przy pomocy szlifów polerowanych niemiecki chemik H. Winter⁸⁾, który dla lepszego uwidocznienia budowy roślinnej wytrawiał je przy pomocy odczynnika Schultza.

Szlify polerowane posiadają znaczną wyższość nad szlifami cienkimi, gdyż wykonanie ich jest znacznie łatwiejsze niż wykonanie szlifów cienkich, a prócz tego szlify polerowane można stosować do badań każdego rodzaju węgla od ziemistych węgla brunatnych do antracytu włącznie. Natomiast stosowanie szlifów cienkich do badań węgla daleko posuniętych w stadium uwęglania (węgle chude i antracytowe) jest niemożliwe, gdyż nie można z tych węgla uzyskać szlifów tak cienkich, by były przeźroczyste.

Zastosowanie szlifów polerowanych do badań węgla na większą skalę nastąpiło dopiero po wielkiej wojnie, kiedy to bardzo intensywnie zaczęto badać węgle, głównie ze względu na możliwość ich przeróbki na płynne węglowodory. Po wojnie badania te nie ustawały, a praca M. Stopes i możliwości stosowania stosunkowo łatwych do wykonania szlifów polerowanych znacznie przyczyniły się do tak bujnego rozwoju petrografii węgla jaki obecnie obserwujemy.

W Ameryce szlify polerowane zaczęli stosować Randall i Turner⁹⁾, którzy dla lepszego uwidocznienia budowy spopieli wypolerowaną powierzchnię węgla przy pomocy dmuchawki. W Anglii C. H. Seyler¹⁰⁾ zastosował do badania węgla angielskich szlify polerowane, wytrawiając je przy pomocy odczynnika Schultza i kwasu chromowego.

Około r. 1923 rozpoczyna badania węgla kamiennych zagłębi północnej Francji A. Duparque¹¹⁾, który badania swe oparł wyłącznie na szlifach polerowanych, nie stosując zupełnie wytrawień.



Według Duparque'a w węglu kamiennym, w szlifach polerowanych pod mikroskopem, można wyróżnić dwa zasadnicze składniki:

1. ciasto (pâte fondamentale),
2. ciasto ukształtowane (corps figurés).

Ciasto podstawowe z powodu swego charakteru koloidalnego, bezpostaciowego nie nadaje się do badań mikroskopowych. Ułożenie ciałek ukształtowanych w cieście, które, jak to możemy obserwować w mikroskopie, nie stykają się ze sobą, świadczy o tym, że te ciałka ukształtowane w czasie powstawania pokładu węgla były niejako zawieszone w nawpółpłynnej masie koloidalnego ciasta. Masa stanowiąca obecnie ciasto była pierwotnie rozpuszczona w wodzie zatonki węglowej i przez wytrącanie się (skłaczanie, koagulację) osadzała się na dnie laguny wraz z ciałkami ukształtowanymi. Badania chemiczne ciasta stwierdzają, że mimo identycznych właściwości fizycznych takich, jak charakter bezpostaciowy, wybitny połysk, przełom muszlowy itd. ciasto różnych typów węgla posiada różne właściwości techniczne i chemiczne, określone przez sam charakter węgla. Duparque dzieli węgle na różne typy w zależności od pierwotnej materii roślinnej, z której dany węgiel powstał (patrz niżej) i zdaniem jego skład tego pierwotnego materiału roślinnego wpłynął decydująco na właściwości chemiczne ciasta, gdyż powstawało ono przez całkowite „rozpuszczenie” właśnie tego pierwotnego materiału roślinnego. Według Duparque'a ciasto węgla kutynowych powstało przez rozkład i diagenę protoplazm i jąder spor, komórek, liści, skrobi, cukrów i tym wyjaśnia on wysoką zawartość części lotnych i smoły w cieście węgla kutynowych. Ciasto węgla ligninowych powstało w głównej mierze z rozkładu tkanek ligninowych, w jakie te węgle obfitują. Ciasto węgla celulozowych, które stanowi najważniejszy pod względem ilości składnik tych węgla, powstało z rozkładu tkanek celulozowych. Według Duparque'a wody przesączające się przez glebę leśną wylugowywały celulozę i w formie związków humusowych dostarczały ją do zatoki węglowej.

Gdy ciasto występuje w postaci jednorodnych warstewek bez ciałek ukształtowanych, to taka warstewka stanowi węgiel błyszczący czyli wityt. Duparque uważa pojęcia: wityt, cement, ciasto, substancja podstawowa, węgiel bezpostaciowy, (vitrain, pâte, ciment, substance fondamentale, houille amorphe) za synonimy.

Ciałka ukształtowane czyli szczątki roślinne uorganizowane dzieli Duparque na trzy grupy: a) substancje skutynizowane, b) substancje żywiczne, c) substancje ligninowe.

a) Do substancji skutynizowanych zalicza Duparque zarodniki (spory — mikrospory i megaspory) i nabłonki liści i młodych gałązek roślin węglowych, które zachowanie swe zawdzięczają, odpornej na działanie czynników niszczących, sporopolleninie czy kutynie, z jakiej są zbudowane.

b) Substancje żywiczne zachowane w węglu

stanowią zawartości komórkowe roślin węglowych bogate w olejki i żywice.

c) Substancje ligninowe dzieli Duparque w zależności od stopnia zachowania tkanek na:

1. tkanki ligninowe, które zachowały swój pierwotny wygląd zewnętrzny,
2. tkanki ligninowe zmienione pod wpływem czynników mechanicznych (budowa łukowa).

Powyżej wymienione tkanki ligninowe występują tylko jako fuzyt.

3. Tkanki ligninowe żelowane (xylain, xylovitrain), które pod wpływem czynników chemicznych i biochemicznych zostały zamienione w masę jednorodną bezpostaciową, bez struktury. Jeżeli stopień żelowania jest zupełny i brak śladów i brak dawnej budowy drzewnej to Duparque mówi o węglu błyszczącym bez struktury tzw. xylovitrain, jeżeli ślady budowy drzewnej są jeszcze widoczne to jest to węgiel błyszczący ze strukturą roślinną tzw. xylain.

4. Duparque wyróżnia jeszcze drobniejsze fragmenty tkanek ligninowych, powstałe bądź wskutek działania czynników mechanicznych, bądź chemicznych, czy biochemicznych.

Według Duparque'a powstanie złóż węglowych i różnych typów węgla oparte jest na segregacji pierwotnego materiału roślinnego przytransportowanego głównie przez wody bieżące z otaczającego ładu do zatoki węglowej. Wpływ czynników dynamochemicznych (geochemicznych) na powstanie węgla jest zdaniem Duparque'a bardzo niewielki i ogranicza się do czysto mechanicznego zdruzgotania niektórych składników węgla (struktura łukowa fuzytu) bez wywołania większych zmian w budowie chemicznej węgla.

Duparque opiera swój podział węgla na ich składzie petrograficznym, jak to uwidocznione jest na załączonej tabeli:

KLASYFIKACJA PETROGRAFICZNA		KLASYFIKACJA GRUNERA	ZAWARTOŚĆ CZĘŚCI LOTNYCH w %
Węgle kutynowe	Węgle sporowe	Węgle suche o długim płomieniu	40 — 45
		Węgle tłuste o długim płomieniu	32 — 40
	Węgle kutikolowe	Węgle tłuste właściwe	26 — 32
		Węgle mieszane (typ petrograficzny rzadki)	
Węgle lignino-celulozowe	Węgle ligninowe (liczne tkanki ligninowe i ciasto)	Węgle tłuste o krótkim płomieniu (węgle koksujące, 3/4 tłuste)	18 — 26
	Węgle celulozowe (ciasto dominuje, tkanki ligninowe rzadkie i zmienione)	Węgle chude antracytowe (1/2 tłuste)	8 — 18
		Antracyty	mniej niż 8

Osobną grupę węgla stanowią kennele i bogheady, które Duparque zalicza do węgla specjalnych.



W tym samym mniej więcej czasie, gdy badaniami petrograficznymi węgla francuskich zajął się Duparque, a nawet nieco wcześniej, bo już w r. 1921 zwrócono w Niemczech baczniejszą uwagę na rozwój petrografii węgla. Pierwszy impuls do badań petrograficznych w Niemczech dał prof. W. Gothan, zwracając w swym artykule w czasopiśmie Braunkohle¹²⁾ uwagę przemysłu węglowego na powstającą nową dziedzinę wiedzy, (którą on pierwszy określił mianem „petrografii węgla“). Dziedzina ta jego zdaniem może się przyczynić nie tylko do dokładniejszego poznania genezy węgla, lecz także może przemysłowi węglowemu przynieść czysto praktyczne korzyści. W następnych latach w tym samym czasopiśmie pojawił się pod tym samym tytułem szereg artykułów prof. Gothana, R. Potoniégo¹³⁾ poświęconych już ściśle petrografii węgla. W r. 1924 wydaje R. Potonié książkę pt. „Wstęp do ogólnej petrografii węgla“,¹⁴⁾ w której bardzo obszernie omawia dotychczas stosowane metody badań petrograficznych węgla zarówno megaskopowe, jak i mikroskopowe, głównie jednak zajmuje się badaniem składu chemicznego petrograficznych składników węgla i udziału różnych substancji roślinnych w węglu. W tej książce swej R. Potonié poświęca mało miejsca badaniom pod mikroskopem szlifów polerowanych węgla, lecz opisując tę metodę (zwaną przez niego metalograficzną) pisze, że ona nie pozwala jednak zaledwie pogłębić naszych wiadomości o węglu, mając na myśli pracę H. Wintera), chociaż zdaniem jego wyniki osiągnięte przez niektórych badaczy nie pozwalają na niedoceniając tej metody badań.

Bardzo znacznie do rozwoju badań petrograficznych węgla nie tylko w Niemczech, lecz i na całym świecie przyczyniły się prace E. Stacha (przyjaciela R. Potoniégo), który około r. 1924 zajął się bardzo intensywnie tymi badaniami¹⁵⁾. W pierwszych pracach próbował on zastosować różne metody badania węgla, jak badania płytek cienkich, macerację, spopielenie powierzchni wypolerowanych, lecz ostatecznie oparł swe badania wyłącznie na szlifach polerowanych bez wytrawień czyli tzw. przez niego „szlifach reliefowych“¹⁶⁾, w których przez zastosowanie odpowiednich metod polerowania udało mu się uzyskać bardzo gładkie powierzchnie, na których wyraźnie uwidaczniały się składniki węgla. Zauważyć należy, że metoda stosowana przez Stacha przy sporządzaniu szlifów węglowych jest taką samą jaką zastosował kilka lat wcześniej z bardzo dobrym rezultatem Duparque. E. Stach jednak twierdzi, że doszedł do swej metody niezależnie od Duparque'a, gdyż ten ostatni szczególnie sporządzania przez siebie szlifów polerowanych opublikował dopiero w r. 1933. W r. 1928 wydaje E. Stach swój podręcznik do badań petrograficznych węgla¹⁷⁾. Podobnie jak pojawienie się pracy M. Stopes można uważać jako początek powstania nowoczesnej petrografii węgla, tak też pojawienie się powyższej książki E. Stacha można uważać jako ugruntowanie się tej nowej metody badań węglowych. W podręczniku

swym opisuje Stach bardzo dokładnie sposób brania prób do badań węgla, megaskopowe metody badań, mikroskopowe metody badań węgla w świetle przechodzącym, a następnie odbitym, rentgenograficzne badanie węgla i sporządzanie zdjęć mikrofotograficznych z szlifów polerowanych węgla. Specjalny rozdział poświęca Stach omówieniu głównych składników petrograficznych węgla, do których zalicza on (a za nim cała szkoła niemiecka) jedynie wityt, duryt i fuzyt; klarytu nie wyróżnia jako specjalnego składnika ze względu na jego charakter pośredni pomiędzy witytem, a durytem. Stach opierając się na badaniach chemika angielskiego R. Lessinga¹⁸⁾ dochodzi do przekonania, że wityt jest tym składnikiem w węglu, który powoduje koksowalność. W końcowych rozdziałach swej książki podaje Stach charakterystykę rozmaitych typów węgla i zajmuje się metodami odróżniania węgla kamiennego, brunatnego i torfu jakoteż badaniami petrograficznymi brykietów.

IV. Stosowana petrografia węgla (ilościowe badania mikroskopowe węgla)

Rok 1928 był rokiem przełomowym w rozwoju petrografii węgla. Pierwsze dziesięciolecie (od roku 1919—1928) było powolnym zdobywaniem sobie pozycji przez tą nową dziedzinę badań węglowych. Natomiast od roku 1928 następuje bardzo szybki rozwój petrografii węgla, spowodowany głównie tym, że zainteresowane instytucje rządowe i prywatne dostrzegły, że ta nowa dziedzina badań węgla, pomijając niewątpliwie zdobycze czysto teoretycznej natury (odnoszące się do genezy węgla), może przyczynić się znacznie do rozwiązania całego szeregu problemów mających duże praktyczne znaczenie np.: ulepszanie jakości produktów otrzymywanych przy przeróbce węgla, ulepszanie jakości koksu, upłynnianie węgla itd.

W Niemczech w roku 1928 powstaje przy Pruskim Instytucie Geologicznym w Berlinie „Instytut Petrografii Skał Palnych“ założony i kierowany przez prof. W. Gothana. Akademia Górnicza w Freibergu stwarza „Instytut Geologii Ciał Palnych“, którego kierownik prof. O. Stutzer wprowadza obowiązkowy kurs wykładów z petrografii węgla w program Akademii. W późniejszych latach Westfalska Górnicza Kasa Gwarecka w Bochum, której członkami są wszystkie kopalnie Zagłębia Westfalskiego, uznając dużą wartość praktyczną jaką wykazała petrografia węgla dla przemysłu węglowego, stwarza „Placówkę badawczą stosowanej petrografii węgla“. Zadaniem tej placówki jest przeprowadzanie systematycznych badań petrograficznych pokładów węgla występujących w Zagłębiu Ruhry i przez ścisłą współpracę z odpowiednimi instytucjami rozwiązywanie problemów uszlachetniania węgla ważnych dla poszczególnych kopalń, towarzystw, czy też dla całego Zagłębia Węglowego. Rząd niemiecki natychmiast po zajęciu Zagłębia Saary w r. 1936 powołuje do życia „Instytut stosowanej petrografii węgla“ w Saar-

brücken, przy Państwowym Zarządzie Kopalń Węgla Zagłębia Saary.

W Stanach Zjednoczonych Oddział Węglowy Biura Górniczego przy Ministerstwie Spraw Wewnętrznych zaczyna przeprowadzać systematyczne badania petrograficzne i chemiczne pokładów węgla w różnych zagłębiach Stanów.

W Anglii została założona w r. 1917 „Komisja Badań Paliwa“, której zadaniem jest przeprowadzanie prac badawczych nad zamianą węgla na węglowodory płynne i w ogóle nad najracjonalniejszym zużyciem węgla. Komisja ta od szeregu lat posiada swe oddziały w ważniejszych zagłębiach angielskich, a w programach prac tych oddziałów petrografia węgla odgrywa ważną rolę.

Także i w Polsce petrografia węgla wzbudziła zainteresowanie odpowiednich instytucji: w r. 1927 profesor K. Bohdanowicz wprowadza na Akademii Górniczej do wykładów obowiązkowych z geologii węgla petrografię węgla¹⁹⁾, i z jego inicjatywy wychodzi z Zakładu Geologii Stosowanej kilka prac poświęconych petrografii polskich węgla brunatnych i kamiennych²⁰⁾. Wydział węglowy Państwowego Instytutu Geologicznego przeprowadza badania nad zależnością zdolności do koksovania od składu petrograficznego pewnych węgla²¹⁾. Zakład Mineralogii i Petrografii Akademii Górniczej bada wpływ składu petrograficznego na wzbogacanie węgla i bada przerosty łupkowe występujące w węglach²²⁾. Zakład Geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego zajmuje się bardzo ciekawym problemem określania wieku geologicznego na podstawie rodzajów spor (zarodników) występujących niekiedy tak obficie w pokładach węgla²³⁾. Chemiczny Instytut Geologiczny w Warszawie przeprowadzając badania węglowe uwzględnia także tę nową gałąź wiedzy.

Próby zastosowania petrografii węgla do potrzeb przemysłu węglowego przeszło szereg stadiów:

I. Stadium jakościowego badania węgla.

W tym początkowym okresie rozwoju petrografii węgla ograniczano się jedynie do opisywania wykształcenia petrograficznego badanych węgla.

II. Stadium ilościowego badania węgla (analizy mikroskopowe prób przeciętnych).

Wkrótce przekonano się jednak, że to badanie jakościowe węgla dostarcza wprawdzie wiele cennych wiadomości o węglu, lecz jest niewystarczającym do rozwiązania szeregu problemów praktycznych. Dalszym więc krokiem w rozwoju stosowanej petrografii węgla było przejście do ilościowej analizy węgla. W tym drugim stadium rozwoju bardzo duże zasługi położył E. Stach i inni jego współpracownicy w Niemczech. Oni to opracowywali metody brania prób i przeprowadzania badań ilościowych, które początkowo polegały na obliczaniu przeciętnego składu ilościowego składników petrograficznych na podstawie prób rowkowych pobranych z całego pokładu węgla.

III. Stadium ilościowego badania węgla (analizy mikroskopowe całej miąższości pokładów).

W miarę rozwoju badań ilościowych okazało się, że nie wystarczy znać przeciętny skład petrograficzny pokładu węgla, lecz (specjalnie przy wielu problemach przerobczych) koniecznym jest posiadanie dokładnego obrazu zmian w składzie petrograficznym, które zachodzą w wszystkich warstwach pokładu z całkowitej jego miąższości.

Stale postępujący rozwój metod petrograficznego badania węgla spowodował konieczność wprowadzenia zmian w sposobie wyróżniania składników petrograficznych. Zmiany te polegały na przeprowadzaniu badań przy silniejszych powiększeniach, na stosowaniu obiektów imersyjnych, światła spolaryzowanego, a nawet promieni ultrafioletowych. Te udoskonalone metody badań spowodowały konieczność dokładniejszego niż dotychczas zdefiniowania i odróżniania składników petrograficznych. Przekonano się, że przy badaniu ilościowym, mikroskopowym należy oprzeć się nie na składnikach petrograficznych złożonych, jakimi były na ogół dotychczas wyróżniane składniki: klaryt, duryt, witryt i fuzyt, lecz trzeba je rozbić na składniki proste.

Inicjatorką zmian w tym kierunku była także M. Stopes, proponując²⁴⁾ by wprowadzone przez nią określenia: fuzyt, witryt, klaryt i duryt zatrzymać dla składników wyróżnianych nieuzbrojonym okiem (megaskopowych), dla składników zaś wyróżnianych pod mikroskopem (mikroskopowych) wprowadzić nowe określenia i nazwy. Składniki mikroskopowe w przeciwieństwie do składników megaskopowych muszą już być substancjami jednorodnymi. Podobne projekty wyszły nieco później także ze strony innych petrografów węglowych. Chodziło także o bardzo ważną kwestię wprowadzenia międzynarodowej nomenklatury, gdyż dotychczasowy stan, w którym każdy badacz wprowadzał do pewnego stopnia własną nomenklaturę, był niemożliwy do utrzymania.

Stale zwiększające się znaczenie petrografii węgla i powyższy stan rzeczy skłonił inicjatorów zwołania II Kongresu dla Stratygrafii Karbonu w Heerlen do stworzenia podsekcji petrografii węgla na tym kongresie, któraby zajęła się ujednolicieniem nomenklatury używanej w petrografii węgla²⁵⁾.

Na posiedzeniu tej podsekcji po długich naradach i dyskusjach uchwalono następujący podział:

Rodzaje węgla: węgiel płomienny, gazowo-płomienny, gazowy, tłusty, półchudy i chudy.

Składniki megaskopowe węgla: fuzyt, witryt, klaryt i duryt.

Składniki mikroskopowe węgla: fuzyt, semifuzyt, witryt (telinit lub kollinit), rezynit, eksynit i mikrynit.

Nowo wprowadzone nazwy składników mikroskopowych wymagają pewnych wyjaśnień: fuzyt jest to składnik, który odpowiada fuzytowi; semifuzyt posiada charakter pośredni pomiędzy fuzytem i telinitem; witryt odpowiada witrytowi; jeżeli witryt nie wykazuje śladów budowy komórkowej, nazwano go kollini-

tem, gdy zaś posiada budowę komórkową, to nosi nazwę telinitu; nazwą rezynit określono substancje żywiczne, występujące w węglu; ek-synitem nazwano bardzo zbliżone do siebie che-micznie spory i kutikule; mikrynit w końcu jest to substancja nieprzeźroczysta, stanowiąca bar-dzo charakterystyczny składnik durytu.

¹⁾ H. Potonié: Klassifikation und Terminologie der re-zenten brennbaren Biolithen und ihre Lagerstätten. Wyda-nie ostatnie VI wyszło pod tytułem: Der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. Berlin 1920. Opracowane przez prof. W. Gothana.

²⁾ E. C. Jeffrey: On the nature so called algal or boghead coals. Rhodora, Boston, 1909. — On the com-position and qualities of coal. Economic Geology, 1914. — The mode of origin of coal. Journal of Geology, 1915.

³⁾ M. Stopes: On the four visible ingredients in banded bituminous coal. Proceedings of Royal Society, London, 1919.

⁴⁾ R. Thiessen: The Origin of Coal. Bureau of Mines Bulletin 38, 1913.

⁵⁾ R. Thiessen: Structure in Paleozoic Bituminous coals. Bureau of Mines Bulletin 117, 1920.

⁶⁾ J. Lindley i W. Hutton: The fossil flora of Great Britain or figures and description of the vegetable re-mains found in a fossil state in this country. London, 1931.

⁷⁾ A. Wahl i P. Bagard: Examen microscopique des houilles. Comptes Rendus de l'Académie de Sciences, 157, Paryż, 1913.

⁸⁾ H. Winter: Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht. Glückauf, 1913.

⁹⁾ H. G. Turner i H. R. Randall: A preliminary report on the microscopy of anthracite coal. Journal of Geology, 1923.

¹⁰⁾ C. H. Seyler: The microstructure and Banded Constituents of Anthracite. Fuel, 1923.

¹¹⁾ A. Duparque: La constitution de la houille d'après les travaux de M-me Marie C. Stopes. Ann. d. Soc. Geol. du Nord, 1924. — A. Duparque: La structure mi-croscopique des charbons de terre. Annales de la So-ciété Géologique du Nord, 1925 i szereg innych prac, pu-blikowanych głównie w wymienionych rocznikach. Naj-ważniejszą pracą Duparque'a, zestawiającą rezultaty jego dziesięcioletnich badań jest: Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. Memoires de la Société Géologique du Nord, 1933.

¹²⁾ Neue Arten der Braunkohlenuntersuchung I. Braun-kohle, 1921.

¹³⁾ Neue Arten der Braunkohlenuntersuchung II, III, IV, V. Braunkohle, 1922.

Ustalenie międzynarodowej nomenklatury nie-wątpliwie przyczyni się znacznie do postępu pe-trografii węgla, gdyż jest ono równoznaczne z zaprowadzeniem wspólnego języka, którym pe-trografowie węglowi mogą porozumiewać się z sobą i stwarza podstawę do porównywania wy-ników badań.

¹⁴⁾ R. Potonié: Einführung in die allgemeine Kohlen-petrographie. Berlin, 1924.

¹⁵⁾ E. Stach: Zur Petrographie und Entstehung der Peissenberger Pechkohle. Zeitschrift des Deutschen Geo-logischen Gesellschaft, 1925. — E. Stach: Die Unter-suchung des Clarains oder Antraxylons in der Kohle. Glückauf, 1925.

¹⁶⁾ E. Stach: Der Kohlenreliefschliff, ein neues Hilfs-mittel für die angewandte Kohlenpetrographie. Mitteilun-gen der Abteilung für Gesteins-, Erz-, Kohle- und Salz-untersuchungen, 1927.

¹⁷⁾ E. Stach: Kohlenpetrographisches Praktikum. Ber-lin, 1928.

¹⁸⁾ R. Lessing: Behaviour of the constituents of banded bituminous coals on coking. Transactions of Chemical Society, 1920.

¹⁹⁾ K. Bohdanowicz: Wstęp do geologii węgla. Prze-gład Gór.-Hut. 1931.

²⁰⁾ K. Majewski: Wpływ składu petrograficznego wę-gla na powstawanie pożarów w kopalniach. Przegląd Gór.-Hut. 1935. — A. Drath: Węgiel brunatny kopalni „Zygmunt“ w Porębie obok Zawiercia. Akademia Nauk Technicznych. Warszawa, 1935. — A. Drath i S. Jaskół-ski: Badania petrograficzne pokładu Otto, kopalnia Ra-dzionków, Górny Śląsk. Rocznik Pol. Tow. Geol. 1936.

²¹⁾ St. Doktorowicz-Hrebniński: Charakter petrogra-ficzny węgla w pokładzie Siodłowym Dolnym a jego zdol-ność koksowania. Spraw. P. I. G. 1937.

²²⁾ T. Laskowski: Wzbogacanie mialu węglowego z punktu widzenia petrografii węgla. Przegląd Gór.-Hut. 1932. — A. Bolewski: Badania petrograficzne pokładu „Radość Henryka IV“, kop. „Szyby Piast“ w Łęczynach na Górnym Śląsku. Spraw. P. I. G. 1937.

²³⁾ J. Zerndt: Megaspory Polskiego Zagłębia Węglowego. Cz. I. Akademia Umiejętności. Kraków, 1934. — Megaspory Polskiego Zagłębia Węglowego. Cz. II. Aka-demia Umiejętności. Kraków, 1936.

²⁴⁾ M. Stopes: On the petrology of banded bituminous coal. Fuel 1935.

²⁵⁾ St. Czarnocki. Dwa kongresy, poświęcone straty-grafii utworów karbońskich, odbyte w Heerlen (Holan-dia) w latach 1927 i 1935. Przegląd Gór.-Hut. 1936.

INŻ. WIKTOR SIELAWA

Aparat Cotrella i jego działanie

W przemyśle zachodzi często potrzeba do-kładnego usuwania z powietrza, czy też z gazów przemysłowych pyłu suchego lub mokrego. Pył usuwamy dla różnych celów, np. z gazów kie-rowanych do dalszej przeróbki, z uwagi na moż-liwość zanieczyszczenia produktów lub aparatu-rы, zatrucia lub zabijania używanego kataliza-tora itp. i z gazów opuszczających zakład, z uwagi na szkodliwy wpływ pyłów dla otoczenia lub z uwagi na jego wartość. Często, jak to ma miejsce na przykład przy metodzie kontaktowej fabrykacji kwasu siarkowego, gazy przed katali-zą odpylamy z jednej strony dla uniknięcia

zatrucia kontaktu — z drugiej zebrany pył po-siada pewną wartość użytkową, ponieważ za-wiera arsenik, siarczan ołowiu i tlenek kadmu (przy wypale blendy cynkowej). Gaz ten przed dalszą przeróbką musi być oczyszczony od za-wartego w nim pyłu.

Wydzielenie pyłu może nastąpić w dwojaki sposób: 1) sposobem mechanicznym, 2) sposobem elektrycznym.

Pierwszy służy tylko do częściowego wzglę-dnie wstępnego odpylania. Dzielimy je na kilka zasadniczych typów. Najprymitywniejszym jest osadzanie pyłu w tak zwanej „komorze pyło-

