

54069

27012

Fotogr. III. 724.

Dr inż. Adam Drath

*Biblioteka Akademii
Górnirej od antro*

**Problem koksowania węgla
w świetle wyników badań
petrograficznych węgla**



Odbito w Drukarni Polskiej
Bolesława Wysloucha
we Lwowie
*

III. 54069 / N2B 15292



Dr inż. ADAM DRATH
Zakład Geologii Stosowanej
Akademia Górnicza — Kraków

PROBLEM KOKSOWANIA WĘGLI W ŚWIETLE WYNIKÓW BADAŃ PETROGRAFICZNYCH WĘGLA

...,W dziedzinie badań węglowych, jak zresztą w każdej innej dziedzinie badań, należy usilnie starać się pracować z rozmachem przy pomocy wszystkich naukowych i technicznych środków pomocniczych...

F. Fischer

Wstęp.

Przed paru miesiącami miałem sposobność przedstawić na łamach „Życia Technicznego“ rozwój metod petrograficznych badania węgla¹⁾, w poniższym artykule chciałbym podać pewne wyniki osiągnięte przez stosowaną petrografię węgla w odniesieniu do bardzo ważnej dziedziny uszlachetniania węgla, mianowicie do koksowania węgla. Problem koksowania węgla posiada specjalnie dla polskiego przemysłu hutniczego bardzo ważne znaczenie, gdyż nie posiadając w naszym Zagłębiu dobrych węgla koksujących, byliśmy zmuszeni do niedawna pewną ilość koksu sprowadzać z zagranicy, głównie z Czechosłowacji. W ostatnich latach dzięki usilnym staraniom szeregu instytucji udało się koks otrzymywany z naszych węgla ulepszyć do tego stopnia, że można było go stosować do procesów metalurgicznych

bez większych trudności — nie odpowiada on jeszcze jednak całkowicie wymaganiom stawianym przez przemysł hutniczy.

Z końcem ubiegłego roku nastąpiła znaczna poprawa w naszym stanie posiadania węgla koksujących gdyż Czechosłowacja zwróciła nam część Zagłębia Karwińsko-Ostrawskiego, posiadającego jak wiadomo bardzo dobre węgle koksujące. Niestety jednak najlepszy węgiel koksujący, jak to wynika z pracy prof. Czarnockiego²⁾, został poza naszymi granicami. Otrzymaliśmy tylko kilka kopalń eksploatujących węgiel koksujący gorszego gatunku wraz z węglem gazowym.

Jak widać z tego, kwestia ulepszenia jakości naszego koksu jest zawsze jeszcze aktualną. Chcąc koks otrzymywany z danego węgla ulepszyć, należy przede wszystkim poznać jak najdokładniej własno-

ści koksownicze poszczególnych jego składników i ich wpływ na przebieg procesu koksowania, a poznanie to umożliwia w pierwszym rzędzie stosowana petrografia węgla.

I. BADANIA CHEMICZNE WĘGLI W OGÓLE, A W SZCZEGÓLNOŚCI WĘGLI KOKSUJĄCYCH.

Od samego początku stosowania węgla kamiennego do wytwarzania koksu zdawano sobie sprawę z tego, że nie wszystkie węgle nadają się do tego celu. To jednak, co stanowi istotę nadawania się węgli do koksowania wymykało się dotychczas usilnym staraniom badających ten problem chemików.

Ilościowa analiza chemiczna węgla podaje procentową zawartość pierwiastków w nim występujących, a więc przede wszystkim węgla, wodoru, tlenu, azotu, siarki i fosforu. Wszystkie te cyfry jednak mówią nie wiele o istocie węgla, o charakterze jego budowy chemicznej w ogóle, a pojedynczych składników w szczególności, oraz o nadawaniu się danego węgla do koksowania. Analiza pierwiastkowa węgla, wedle zdania znanego niemieckiego chemika węglowego dra F. Fischera nie pozwala nam wnikać w chemiczny charakter węgla, podobnie jak nie można krytycznie ocenić książki na podstawie samego

tylko zestawienia, że litery „a” w tej książce występują w ilości 40%, litery „b” w ilości 30% itd.

Trudności związane z poznaniem i określeniem chemicznej natury węgla spowodowane są głównie tym, że dotychczas nie udało się wydzielić w niezmiennionej postaci poszczególnych związków chemicznych wchodzących w skład węgla i przeprowadzić w formę dostępną dla dalszych badań chemicznych.

Przy pomocy pewnych rozpuszczalników, głównie organicznych, można w warunkach normalnego ciśnienia i normalnej temperatury wyekstrahować pewne substancje z węgla, lecz ilość tych substancji rzadko dochodzi do 20% ogólnej masy węgla poddanej ekstrakcji. Pod wysokim ciśnieniem (około 55 atmosfer) i przy wysokiej temperaturze (około 300 stopni) można przez długotrwałą ekstrakcję (szereg dni) i przy zastosowaniu odpowiednich odczynników rozpuścić znaczną część substancji węgla (przy zastosowaniu mieszaniny tetraliny i fenolu³⁾ ilość ta dochodzi do 80%). Jednakowoż P. Schläpfer⁴⁾ udowodnił, że już w tych temperaturach (nawet od 150° począwszy) węgiel ulega rozkładowi. Można bowiem przez zwykłe podgrzanie węgla w ciągu 15—20 minut do temperatury 150°, 200°, 250° czy 280° pozbyć go niekiedy prawie zupełnie własności koksoowniczych. Obecność tlenu przyspiesza oczywiście rozkład substancji węglowej w tych temperaturach.

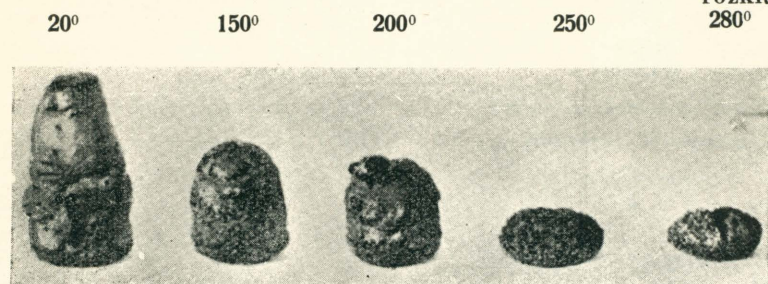
Rozkład ten daje się jednak zauważyć nawet wtedy, gdy węgiel zostaje podgrzany w atmosferze gazu obojętnego, czy nawet w próżni. Tak np. spiekalność węgla ulega po 15-minutowym podgrzaniu do temperatury 200° następującym zmianom:

NAZWA KOPALNI	Spiekalność węgla	
	przed podgrzaniem	po podgrzaniu
Boltigen	1 050	860 (520)
Neumühl	1 160	500
Heinitz	550	300
La Houve	300	0

Ponieważ także z drugiej strony jest bardzo prawdopodobnym, że przy tych temperaturach i ciśnieniach badany węgiel wchodzi w związki chemiczne z rozpuszczalnikami — stawia to pod znakiem zapytania wnioski wyciągane z ekstrakcji węgla. Wnioski te mogą odnosić się tak do budowy chemicznej węgla, jak i do wpływu jaki wywierają na proces koksowania węgli ekstrakty otrzymane przy stosowaniu różnych odczynników i różnych metod. Zresztą co do wpływu poszczególnych ekstraktów na własności koksownicze węgla nie ma zgodności między chemikami⁵⁾.

Oprócz tych prób wyświetlania budowy chemicznej węgla stosuje się także i inne metody: destylację próżniową, destylację w niskich temperaturach itp.

Badania te jeszcze są w toku, lecz po-



Koks tygielkowy otrzymany z węgla kopalni „Boltigen“.



Koks tygielkowy otrzymany z węgla kopalni „Neumühl“.



Koks tygielkowy otrzymany z węgla kopalni „Heinitz“.



Koks tygielkowy otrzymany z węgla kopalni „La Houve“.

Ryc. 1. Wpływ uprzedniego podgrzewania węgla (do 20°, 150°, 200°, 250°, 280° przez okres 15 min.) na wygląd koksu według prof. dr P. Schläpfera.

mimo, że już obecnie udało się przy pomocy tych metod pewne kwestie dotyczące budowy chemicznej węgla bliżej poznać, to jednak przy ich pomocy problemu koksowalności węgla chemia węglowa dotychczas nie rozwiązała.

Niektórzy z chemików węglowych⁶⁾ wątpią nawet czy, pomimo wielkich postępów chemii węglowej w ostatnich latach, uda się, przy pomocy metod klasycznej chemii organicznej, wyjaśnić zupełnie kwestię budowy chemicznej węgla.

Jedynym dotąd pewnym sposobem stwierdzenia, czy dany węgiel nadaje się do koksowania, czy nie, jest narazie ciągle jeszcze przeprowadzenie próbnego koksowania najpierw w skali laboratoryjnej, potem zaś przemysłowej.

II. PETROGRAFIA WĘGLI.

Dlatego też z chwilą powstania nowej dziedziny badań węgla — petrografii węgla (datującej się od czasu opublikowania rozprawy M. Stopes⁷⁾ o czterech składnikach widocznych w węglach kamiennych pasemkowych) spodziewano się, że ta nowa metoda badań węgla nie tylko rozwiąże problemy czysto naukowe, odnoszące się do powstania węgla, lecz także problemy praktyczne związane z uszlachetnianiem węgla, a więc przede wszystkim z ich koksowaniem.

Badania petrograficzne węgla pozwoliły stwierdzić, że jest to skała osadowa pochodzenia roślinnego składająca się z szeregu składników. Początkowo sądzono, że składniki węgla wyróżniane gołym okiem, czyli tak zwane składniki megaskopowe (witryt, klaryt, duryt, fuzyt) odpowiadają minerałom w zwykłych skałach osadowych czy wybuchowych. Rychło jednak przekonano się, że tak nie jest. Składniki te bowiem nie są nawet substancjami jednorodnymi, gdyż pod mikroskopem można w nich wyróżnić zmienne zawartości składników prostych czyli tzw. składniki mikroskopowe (telinit, kollinit, eksynit, mikrynit, rezynit, semifuzynit, fuzynit).

1) Składniki megaskopowe:

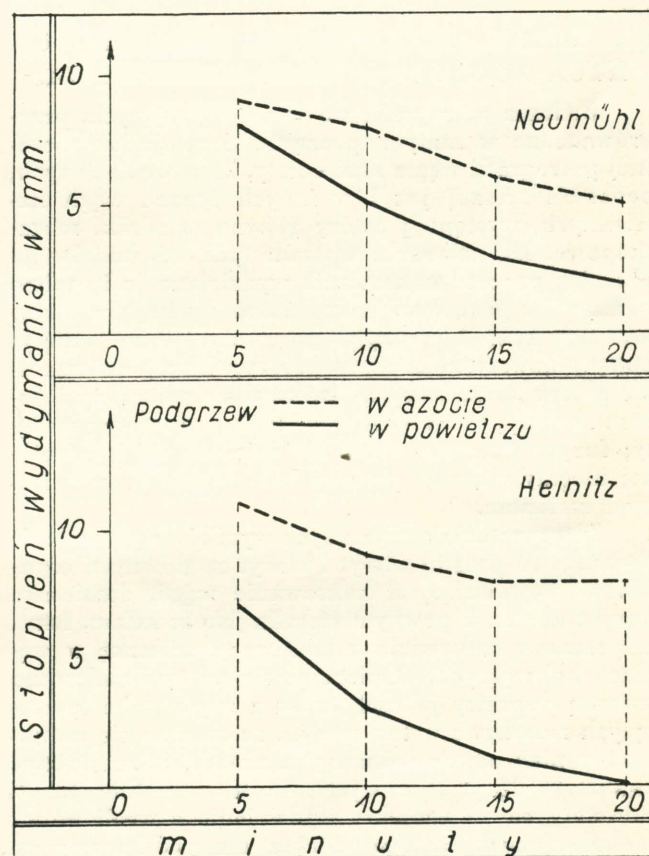
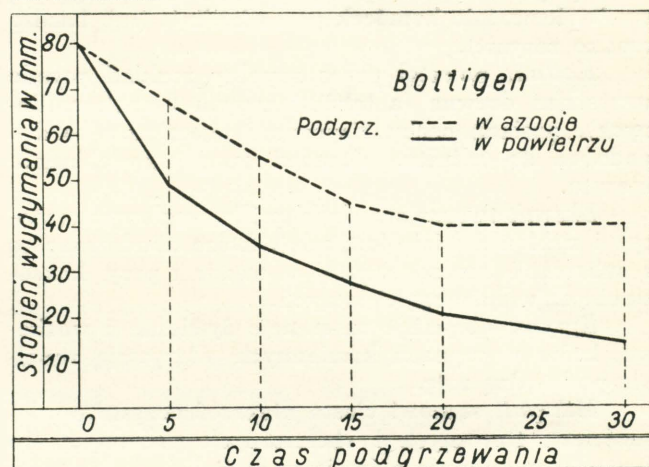
Witryt tworzy w węglu jednolite, silnie błyszczące warstewki o zmiennej grubości, posiada przełam muszlowy, jest stosunkowo miękki i kruchy. Bardzo często można w nim obserwować spękania kontraktcyjne, prostopadłe do uwarstwienia. Witryt powstał z częściowego rozkładu i diagenezy drewna, kory, a czasem i mezofylu roślin karbońskich.

Klaryt posiada wprawdzie połysk, lecz znacznie mniejszy od witrytu jest wyraźnie niejednorodny, o delikatnie zaznaczającym się uwarstwieniu, posiada przełam nierówny, a twardość jego da się z ciasta bezpostaciowego, zbliżonego nieco charakterem fizycznym do witrytu, oraz z mniejszej ilości zarodników i nabłonków liści.

Duryt jest to już bardzo wyraźnie niejednorodny składnik węgla o charakterystycznej matowości, wysokiej zwięzłości i twardości, posiada przełam ziarnisty. W skład jego wchodzi głównie spory, oraz ciasto o charakterze przede wszystkim fuzytowym (mikrynit) i w mniejszym stopniu witrytowym (kollinit).

Fuzyt przypomina ludzko zwykły węgiel drzewny. Charakteryzuje się połyskiem jedwabistym, wy-

raźnie widoczną włóknistością, jest porowaty i bardzo kruchy, przy dotknięciu brudzi palce. W pokładach węgla kamiennych nie występuje nigdy w postaci większych warstewek, czy nawet ław (jak inne składniki megaskopowe), lecz stanowi zwykle niewielkie soczewki, bądź delikatne naloty na granicach warstw. Fuzyt, podobnie jak witryt powstał z drewna, kory, a czasem nawet liści, prawdopodobnie przez niezupełne spalanie w czasie pożarów lasów karbońskich.



Ryc. 2. Wpływ uprzedniego podgrzewania węgla do temperatury 200°—250° na stopień wydymania.

2) Składniki mikroskopowe.

Fuzynit należy do najbardziej zmienionych składników mikroskopowych, jest zupełnie nieprzeźroczysty, twardy i kruchy. Fuzynit zwykle posiada bardzo wyraźną budowę komórkową, oraz bądź pu-

ste przestrzenie komórkowe (fuzynit miękki), bądź też wypełnione węglanami, czy pirytem (fuzynit twardy).

Semifuzynit stanowi składnik o własnościach pośrednich pomiędzy fuzynitem i telinitem.

Telinit posiada zawsze gorzej lub lepiej zachowaną budowę drzewną, jest przezroczysty i powstaje głównie z tkanek drewna, albo przez ściśle sprasowanie komórek, tak, że ściany ich stykają się ze sobą, tworząc jednolitą masę, albo przez impregnację pustych pierwotnie komórek przez kollinit (lub bardzo rzadko rezynit).

Kollinit powstał przez zupełny rozkład przede wszystkim drewna (a także i innych tkanek roślinnych), posiada cechy fizyczne i chemiczne bardzo podobne do telinitu. Stanowi on główny składnik klarytu.

Eksynit tworzą zarodniki roślin węglowych (spory) i nąbłonki liści (kutikule), które zbudowane są z substancji bardzo bogatej w wodór i przy koksovaniu dają dużo części lotnych.

Rezynit obejmuje substancje żywiczne i woskowe, które w węglach kamiennych odgrywają zupełnie podrzędną rolę.

Mikrynit stanowi ciasto nieprzezroczyste o własnościach fizycznych i chemicznych podobnych do fuzynitu, występuje głównie w durycie.

III. WPŁYW SKŁADNIKÓW PETROGRAFICZNYCH WĘGLI NA PROCES KOKSOWANIA.

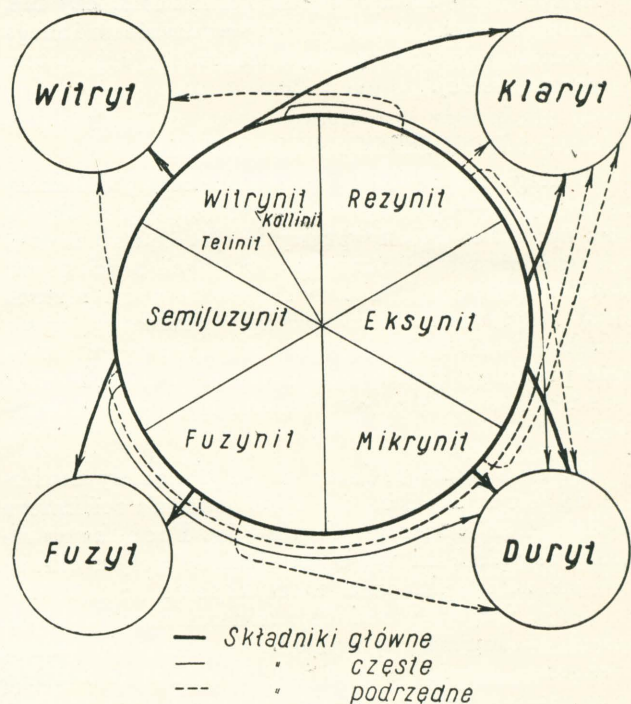
Badania petrograficzne węgla koksujących, przeprowadzone w samym początku rozwoju nowoczesnej petrografii węgla stwierdziły, że w węglach tych, podobnie zresztą jak i w innych typach węgla kamiennych, występują cztery główne składniki megaskopowe. Dla zbadania wpływu tych składników na przebieg procesu koksovania wydzielano je i osobno poddawano procesowi koksovania. Z wityrytów otrzymywano koks błyszczący, porowaty, silnie wzdęty; klaryty dawały koks nieco gorszy; duryty zaś znacznie gorszy koks, który był wprawdzie spieczony i dobrze spojony, lecz stosunkowo mało porowaty i wzdęty; fuzyty wreszcie wcale nie spiekały się i w ogóle nie ulegały w czasie procesu koksovania prawie żadnym zmianom.

Interpretacja otrzymanych wyników wydawała się początkowo prostą: wityryt i klaryt są głównymi czynnikami powodującymi koksovanie węgla, domieszka durytu obniża w pewnym stopniu jakość koksu, fuzyt zaś stanowi całkowicie szkodliwą domieszkę w węglach koksujących. Opierając się na tym usiłowano kwestię poprawy jakości koksu z węgla słabo koksujących rozwiązać w ten sposób, że starano się zwiększyć w nich zawartość wityrytu, natomiast zmniejszyć zawartość durytu, a wyeliminować zupełnie fuzyt. Powstały nawet projekty wydzielania z węgla nawet niekoksujących samego wityrytu dla poddawania go koksovaniu.

Wydawało się, że kwestia koksovania węgla została przez petrografię węgla pomyślnie rozwiązana. Niestety prace późniejsze wykazały, że radość ta była przedwczesna — problem nadawania się węgla do koksovania okazał się bardziej skomplikowanym.

Nieporozumienie polegało głównie na tym, że jak to wyżej zaznaczono, początkowo niektórzy ba-

dacze uważali wityryt, klaryt, duryt i fuzyt za minerały posiadające stałe, określone własności fizyczne, chemiczne i koksoownicze. Dalsze badania wykazały, że składniki petrograficzne węgla o różnym stopniu uwęglenia posiadają różne własności zwłaszcza koksoownicze, jedynie tylko fuzyt ulega w czasie procesu uwęglenia najmniejszym zmianom. Stwierdzono, że sam przebieg procesu koksovania jest dosyć skomplikowany. Węgiel koksujący posiada bowiem zdolność przechodzenia przy podwyższaniu się temperatury (380—450°) w stan plastyczny. W tym stanie

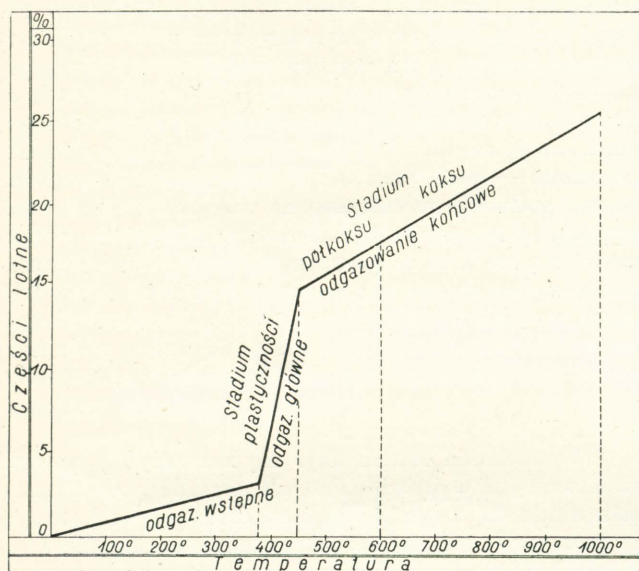


Ryc. 3. Stosunki wzajemne między megaskopowymi i mikroskopowymi składnikami węgla.

plastyczności następuje bardzo szybkie wydzielanie się gazu z węgla koksującego, powodujące powstawanie znacznej ilości por i powiększanie się objętości tej plastycznej masy (wydymanie się), jej homogenizacja. Przy dalszym wzroście temperatury (450—600°) porowata, plastyczna masa zestala się (spieka) na półkoks, a w końcowym stadium (600—1000°) stale postępujące powolne odgazowanie zestalonej już masy powoduje pewne zmniejszanie się objętości koksu, co pozwala na łatwe usunięcie go z pieca.

Petrograficzne składniki węgla koksującego posiadają bardzo różne własności plastyczności, wydymania, spiekania i odgazowania. Okazało się, że wityryt węgla koksujących nie daje właściwie dobrego metalurgicznego koksu, gdyż koks otrzymany z wityrytu jest wprawdzie silnie wzdęty, spieczony, błyszczący i porowaty, lecz posiada za małą wytrzymałość na ściskanie i ścieranie, aby mógł być stosowany w procesach wielkopieczowych. Dodatek zaś durytu i fuzytu do wityrytu nie tylko nie wpływa szkodliwie na jakość koksu, lecz wprost przeciwnie powoduje zwiększenie wytrzymałości koksu — nadaje mu dopiero cechy prawdziwego, metalurgicznego koksu. W pewnych typach węgla koksujących (np. w zagłębiu Saary) właśnie duża zawartość wityrytu

wpływa szkodliwie na proces otrzymywania koksu, gdyż wityryt ten posiada bardzo wysoką zawartość części lotnych (około 40%), oraz zbyt wysoki współczynnik wydymania i w czasie koksovania powoduje wybrzuszanie się pieca i zaburzenia w normalnym przebiegu procesu. Dla otrzymania dobrego koksu stosują tutaj właśnie obniżanie zawartości wityrytu w namiarze idącym do koksovania przez dodawanie „szkodliwych” domieszek tj. fuzytu lub też miału koksowego, które właściwie czynnego udziału w procesie koksovania nie biorą, lecz neutralizują zbyt wysoki współczynnik wydymania wityrytu i zwiększają wytrzymałość koksu.



Ryc. 4. Przebieg procesu koksovania węgla koksujących.

Szczegółowe badania stwierdziły, że tylko wityryty, klaryty i duryty węgla koksujących posiadają zdolność przechodzenia w stan plastyczny (decydujący o możliwości koksovania węgla), natomiast zarówno wityryty, klaryty i duryty węgla płomiennych jak i węgle chudych własności tej nie posiadają. Tak więc decydującą rolę w powstaniu węgla koksujących odgrywa nie tyle może skład petrograficzny węgla ile przede wszystkim jego stopień uwęglenia⁸⁾.

Niektórzy badacze twierdzą jednak, że nie stopień uwęglenia powoduje wytworzenie się węgla koksujących, lecz skład pierwotnego materiału roślinnego, z którego węgiel powstał. Krańcowym przedstawicielem tego poglądu jest badacz francuski A. Duparquet⁹⁾, który, opierając się na swych badaniach petrograficznych węgla zagłębi Północnej Francji dzieli je na trzy genetyczne grupy:

I. węgle kutynowe składające się głównie z zarodników drzew karbońskich i nabłonków liści (węgle matowe);

II. węgle lignino-celulozowe, w których wyróżnia dalej węgle powstałe głównie z ligniny pni drzew karbońskich czyli węgle ligninowe, oraz węgle celulozowe powstałe głównie z celulozy;

III. węgle mieszane, pośrednie pomiędzy węglami kutynowymi, a węglami lignino-celulozowymi.

Ten ostatni typ węgla kamiennych podobno jest bardzo rzadki w zagłębiach Północnej Francji. Piszę dlatego „podobno”, gdyż Duparquet zajmował się tylko jakościowym badaniem węgla Północnej Fran-

cji, w każdym razie żadnego dowodu (w postaci przekrojów petrograficznych ilościowych pokładów) na poparcie swego twierdzenia nie opublikował. Występowanie jedynie tych skrajnych typów węgla w Północnej Francji z tego powodu zasługiwałoby na podkreślenie, że tak w zagłębiach: westfalskim, amerykańskich, jak i nawet w polskim właśnie węgle mieszane są przede wszystkim rozwinięte, a węgle należące do skrajnych grup należą do wyjątków.

Według Duparquet'a tylko węgle ligninowe dają dobry koks, natomiast zarówno węgle kutynowe, jak i celulozowe są niekoksujące.

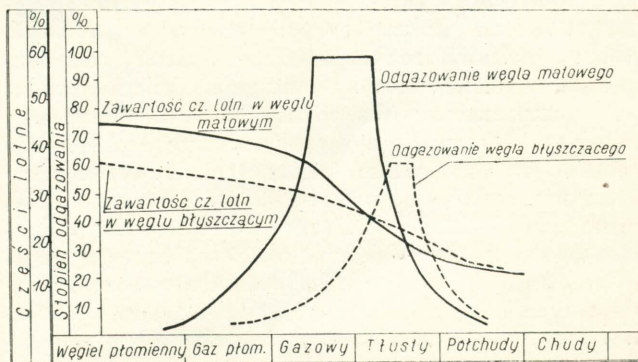
Węgle kutynowe zdaniem Duparquet'a przy zwiększającym się uwęgleniu mogą dojść jedynie do 26% zawartości części lotnych.

Węgle kutynowe, któreby zawierały mniej niż 26% części lotnych należą do wyjątków w zagłębiach Północnej Francji.

Należy zaznaczyć, że sposób badania mikroskopowego węgla chudych stosowany¹⁰⁾ przez Duparquet'a jest niewystarczający do poznania ich budowy petrograficznej. Prace badaczy niemieckich wykazały bowiem, że w węglach chudych stopień uwęglenia jest tak daleko posunięty, że tylko przy pomocy wytrawiania, obiektów immersyjnych i światła spolaryzowanego można w tych pozornie jednorodnych węglach błyszczących, odróżnić warstewki węgla kutynowych od warstewek prawdziwych wityrytów. Ponieważ Duparquet metod tych nie stosował, nie mógł więc stwierdzić czy istotnie węgle chude, czyli tzw. przez niego węgle celulozowe, nie zawierają ciałek kutynowych. Prawdopodobniejszym jest jednak, że węgle chude w zagłębiach Północnej Francji wytworzyły się z węgla kutynowych podobnie jak i w innych zagłębiach (np. Westfalia).

Jeżeli będzie się identyfikować, podobnie jak to czyni Duparquet, węgle kutynowe z węglami matowymi czystymi tj. takimi, które posiadają minimalne domieszki węgla błyszczących, to istotnie należy stwierdzić, że węgle matowe czyste posiadają za małą zawartość składników biorących czynny udział w koksovaniu tj. telinitu i kollinitu (patrz niżej) i nie nadają się do koksovania.

Badania Hoffmanna¹¹⁾ stwierdziły, że w miarę postępu procesu uwęglenia w węglach matowych następuje bardzo gwałtowny spadek zawartości części lotnych przy przejściu od węgla gazowo-płomiennych do węgla gazowych i tłustych (koksujących, patrz ryc. 5). Dlatego też jest możliwym, że w pewnych ty-



Ryc. 5. Zależność zawartości części lotnych i stopnia odgazowania węgla matowych i błyszczących od stopnia uwęglenia.

pach węgli matowych (prawdopodobnie należą do tego typu północno-francuskie węgle kutynowe) spadek ten przy zwiększeniu się stopnia uwęglenia jest tak gwałtowny, że posiada wszystkie cechy skokowego podwyższenia się stopnia uwęglenia, tzw. „Inkohlungssprung“ Stacha i Lehmann¹²⁾ i w węglu matowym o zawartości części lotnych 32—40% następuje obniżenie zawartości części lotnych do 18% a nawet niżej. W ten sposób węgle matowe, płomienne czy gazowo-płomienne, mogłyby przechodzić prawie bezpośrednio w węgle chude, nie przechodząc zupełnie przez stadium węgli tłustych czyli kokujących.

Badania Hoffmanna wykazały, że ta gwałtowna utrata części lotnych przez węgle matowe polega na tym, iż z eksynitu, który w tych węglach stanowi dominującą domieszkę, pod wpływem wysokiego ciśnienia¹³⁾ wydzielają się bardzo duże ilości metanu, znacznie wyższe, niż z węgli błyszczących w tych samych warunkach (patrz ryc. 5). Tłumaczyłoby to także, dlaczego kopalnie eksploatujące nasze węgle gazowe i kokujące (które zawierają stosunkowo duże ilości węgla matowego) obfitują w metan, natomiast kopalnie eksploatujące węgle o niższym stopniu uwęglenia (płomienne i gazowo-płomienne) wolne są od metanu.

Ponieważ w zagłębiach Północnej Francji występują jedynie typy krańcowe węgli, to znaczy węgle kutynowe i lignino-celulozowe, więc zdanie Duparquet'a, o decydującym wpływie składu pierwotnego materiału, z którego węgiel powstał, na własności koksownicze, jest w tym wypadku słuszne i uzasadnione. Twierdzenia tego nie można uważać jednak za słuszne w innych zagłębiach węglowych, gdzie dominują węgle typu mieszanego, pośredniego pomiędzy węglami kutynowymi i lignino-celulozowymi (zagłębia westfalskie, amerykańskie, polskie). W zagłębiach tych właśnie decydująca rola przy wytworzeniu węgli kokujących przypada prawdopodobnie czynnikom powodującym wzrost stopnia uwęglenia, a więc przede wszystkim ciśnieniu i temperaturze.

Zarówno węgle o wysokim stopniu uwęglenia (chude i antracytowe) jak i węgle o niskim stopniu uwęglenia (płomienne, gazowo-płomienne) nie nadają się do koksovania przy pomocy obecnie ogólnie stosowanych metod przemysłowego wytwarzania koksu. Jeżeli dany pokład węgla posiada odpowiedni stopień uwęglenia, który warunkuje jego nadawanie się do wytwarzania koksu, to skład petrograficzny tego pokładu wpływa na powstanie pewnych specyficznych cech koksu (wytrzymałość, porowatość, przepuszczalność, reakcyjność itd.). Cechy te posiadają dla przemysłowego zużycia koksu bardzo ważne znaczenie. Koks wielkopiecowy, odlewniczy, metalurgiczny specjalny, generatorowy i koks używany do opalu mieszkań winny posiadać ściśle określoną wytrzymałość, porowatość, przepuszczalność, reakcyjność i skład chemiczny, które to cechy zależą przede wszystkim od składu petrograficznego węgla zużytego do wytworzenia koksu. Dlatego też poznanie składu petrograficznego węgla służącego do fabrykacji koksu jest nieodzowne, jeżeli chce się niektóre cechy wytwarzanego koksu zmienić. Przez odpowiednią bowiem zmianę stosunku procentowego poszczególnych składników petrograficznych może

my wpływać na zmianę tych własności koksu. W pewnych granicach można także wywoływać zmianę stopnia uwęglenia danego węgla.

Celem obrania jednej z powyższych dróg (zmiana stopnia uwęglenia danego węgla, bądź też zmiana procentowej zawartości składników petrograficznych) musimy się oprzeć na szczegółowym petrograficznym zbadaniu tak ilościowym, jak i jakościowym danego pokładu, czy też w ogóle danego węgla, które pozwoli stwierdzić, czy węgiel ten posiada nieodpowiedni skład petrograficzny, czy też nieodpowiedni stopień uwęglenia.

Węgle Polskiego Zagłębia Węglowego posiadają przeważnie zbyt niski stopień uwęglenia, dlatego też chcąc ulepszyć koks otrzymany z naszych węgli należałoby sztucznie ich stopień uwęglenia podwyższyć.

Stosowany np. przez Chemiczny Instytut Badawczy sposób ulepszania jakości koksu z naszych węgli przez wstępne półkoksovanie przed właściwym koksovaniem — jest właściwie niczym innym tylko sztucznym podwyższeniem stopnia uwęglenia na drodze termicznej. Biorąc bowiem bezwzględnie, tylko zwiększenie się zawartości pierwiastka węgla (przeliczonego na węgiel czysty bez popiołu i wilgoci) może być miarą stopnia uwęglenia tego samego węgla. W tym też sensie jest rzeczą oczywistą, że przez półkoksovanie podwyższamy sztucznie zawartość pierwiastka węgla, więc zwiększamy stopień uwęglenia mieszaniny idącej do koksovania.

W ostatnich latach daje się zauważyć¹⁴⁾ powrót do dawno już wypowiadzianych poglądów na kwestię nadawania się węgli do koksovania: węgiel kokujący musi posiadać oprócz odpowiedniego stopnia uwęglenia, także odpowiedni stosunek procentowy składników, które biorą czynny i bierny udział w procesie koksovania. Obie te grupy tak składników czynnych, jak i biernych są koniecznie potrzebne do otrzymania dobrego koksu. Z samych tylko składników czynnych, ani z samych składników biernych nie można otrzymać dobrego koksu.

Składnikami, które biorą czynny udział w procesie koksovania są następujące składniki petrograficzne mikroskopowe węgla: telinit, kollinit, eksynit i rezynit. Telinit i kollinit powodują przechodzenie węgli w stan plastyczny i spiekanie się ich, oraz odgrywają pewną rolę w wytworzeniu odpowiedniego współczynnika wydymania (porowatości i przepuszczalności koksu). Eksynit i rezynit przyczyniają się głównie do wytworzenia smoły a także w mniejszym stopniu porowatości koksu.

Składnikami, które biorą bierny udział w procesie koksovania są fuzynit, semifuzynit i mikrynit. Składniki te pomimo, że w procesie koksovania czynnie nie uczestniczą, to jednak wpływają decydująco na wytrzymałość koksu, której same składniki czynne nie mogą w odpowiednim stopniu wytworzyć. Dlatego też wpływu składników biernych na proces koksovania w żadnym wypadku nie można określać jako szkodliwy, odgrywają one bowiem zupełnie równorzędną rolę w procesie koksovania, jak i składniki czynne i bez nich otrzymanie przemysłowego koksu nie jest możliwe. Gdy te składniki biernie obecne są w zbyt dużej ilości, to rzecz prosta, obniżają jakość koksu, lecz zupełnie ten sam ujemny wpływ na jakość koksu wywiera także zbyt duża zawartość składników czynnych. Nadmiar i niedomiar zarówno

składników czynnych jak i biernych w węglu koksującym jest szkodliwy.

Oprócz procentowej zawartości składników czynnych i biernych także ich rozkład i stopień wymieszania odgrywa przy koksowaniu bardzo ważną rolę. Ten rozkład i wymieszanie mogą być pierwotne, tj. mogły już istnieć w danym pokładzie węgla w momencie jego powstawania. Zależą one w wysokiej mierze od charakteru materiału roślinnego, od stopnia rozkładu substancji roślinnej przed dostaniem się pod przykrywą płonnych warstw stropowych — a więc charakter pierwotnego materiału roślinnego z jakiego węgiel powstał, oraz tzw. uwęglenie biologiczne (patrz niżej) odgrywają bardzo ważną rolę przy powstaniu węgla koksujących.

Dla zbadania tego rozkładu i stopnia wymieszania w danym pokładzie, koniecznym jest przeprowadzenie szczegółowych badań petrograficznych mikroskopowych, tak jakościowych, jak i ilościowych tego pokładu. Stwierdziwszy, że pierwotny, naturalny stopień wymieszania nie jest dostateczny, można na podstawie przeprowadzonych badań petrograficznych, określić, jaki ma być stopień rozdrobnienia, a wymieszanie przeprowadzić, po odpowiednim zmieleniu, na drodze mechanicznej.

IV. MIARA STOPNIA UWĘGLENIA.

Jak widać z powyżej podanych rozważań stopień uwęglenia odgrywa decydującą rolę w powstaniu węgla koksujących. Dlatego też może będzie celowym omówić po krótku sam proces uwęglenia i sposoby pomiaru stopnia uwęglenia.

Uwęgleniem nazywamy stopniowe wzrastanie zawartości pierwiastka węgla w materiale roślinnym, przez diagenezę którego, powstaje węgiel brunatny i kamienny.

Rozróżniamy dwa stadia procesu uwęglenia:

- 1) stadium biochemiczne,
- 2) stadium dynamochemiczne.

W stadium biochemicznym pod wpływem procesów rozkładu, spowodowanych tak przez organizmy żywe, jak i atmosferilia, następuje przy jednoczesnej segregacji sedymentacyjnej, bardzo silne zróżnicowanie się substancji roślinnej i kształ-

cenie praskładników mikroskopowych węgla. Wyższe praskładniki mikroskopowe (prawitrynit, prafuzynit, pramikrynit itd.) w stadium biochemicznym różnią się znacznie od siebie składem chemicznym. Stadium biochemiczne kończy się wraz z przykryciem substancji roślinnej przez skały płonne, stropowe.

W stadium dynamochemicznym substancja roślinna ulega diagenecie prawie wyłącznie pod wpływem czynników fizycznych, to jest głównie ciśnienia i temperatury, być może także pewną rolę odgrywa charakter petrograficzny stropu i spagu¹⁵).

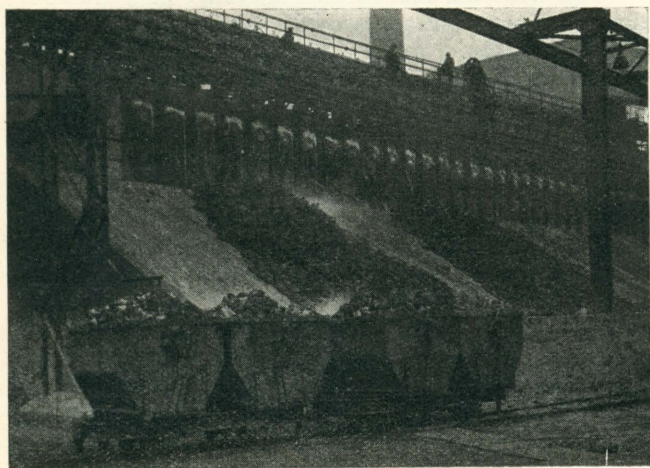
Istotną cechą stadium dynamochemicznego jest dążenie do wyrównania różnic chemicznych i fizycznych zachodzących pomiędzy składnikami petrograficznymi, dążenie do homogenizacji substancji węgla, której rezultatem końcowym jest czysty węgiel-grafit.

Oczywiście przemiany w stadium dynamochemicznym w niewielu wypadkach zostają doprowadzone do końca. Zwykle możemy obserwować tylko pewne etapy tych przemian, gdyż nasilenie procesów dynamochemicznych w różnych partiach tak pionowych, jak i poziomych przekrojów przez dane zagłębienie węglowe jest różne. Rezultatem tego różnego nasilenia procesów dynamochemicznych (stopniowo zwiększającego się) jest powstanie takich typów węgla, jak:

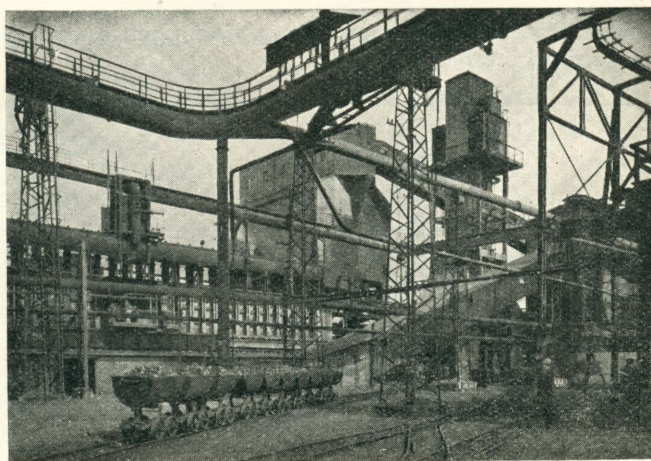
- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1) węgle płomienne, | 5) węgle półchude, |
| 2) węgle gazowo-płomienne, | 6) węgle chude, |
| 3) węgle gazowe, | 7) antracyty, |
| 4) węgle koksujące, | 8) grafity. |

Cechą charakterystyczną przemian, jakie dokonują się w budowie chemicznej węgla pod wpływem coraz to większego nasilenia procesów dynamochemicznych, jest zwiększanie się stopniowe zawartości pierwiastka węgla i utrata części lotnych.

Ogólnie utarło się mniemanie, że miarą stopnia uwęglenia poszczególnych typów węgla jest ilość części lotnych otrzymywana przy suchej destylacji. Istotnie węgle o niskim stopniu uwęglenia (płomienne, gazowo-płomienne) posiadają wysoką zawartość części lotnych, węgle zaś o wysokim stopniu uwęglenia (chude, antracytowe) niską zawartość czę-



Zakłady „Wspólnoty Interesów Górniczo-Hutniczych“ S. A. w Chorzowie.
Fragment koksowni „Łagiewniki“ w Łagiewnikach.



Fragment koksowni w hucie „Piłsudski“ Katowice.

ści lotnych. Poszczególne jednak składniki petrograficzne mikroskopowe posiadają także bardzo różną zawartość części lotnych. Eksynit i rezynit posiadają stosunkowo wysokie zawartości części lotnych, zwłaszcza w węglach o niskim stopniu uwęglenia, natomiast mikrynit i fuzynit bardzo niskie zawartości, które są prawie zupełnie niezależne od stopnia uwęglenia węgla, w jakich występują. A więc skład procentowy składników petrograficznych wpływa znacznie na zawartość części lotnych w różnych typach węgla. Ponieważ zaś skład petrograficzny różnych pokładów, a nawet i tego samego pokładu, w różnych punktach zagłębia, jest różny, — nie można więc zawartości części lotnych uważać za bezwzględną miarę stopnia uwęglenia. Stosowanie tej miary byłoby słuszne jedynie w odniesieniu do pokładów, które posiadają taką samą zawartość procentową składników petrograficznych mikroskopowych, a warunek ten w praktyce nie może być wypełniony.

Niedawno D. Wieluch opublikował swą teorię budowy chemicznej „ciał węglowatych“ (to jest nie tylko węgli, lecz nawet bitumów i asfaltów, charakteryzujących się ciemnym lub czarnym zabarwieniem) przy pomocy tzw. wiązań anorganicznych pomiędzy atomami węgla¹⁶⁾. Z tej teorii wyprowadza Wieluch tzw. „wskaźnik zwęglenia“ (uwęglenia) „K“, będący stosunkiem minimum wiązań anorganicznych do całkowitej ilości atomów węgla. Wzór na obliczenie tego współczynnika, który ma być miarą stopnia uwęglenia „ciał węglowatych“ przedstawia się następująco:

$$K = 1 - \frac{2.1 O + 42 H + 3 N}{7 C}$$

We wzorze tym zamiast O, H, N, C, należy wstawić zawartość procentową tlenu, wodoru, azotu i węgla otrzymaną z analizy pierwiastkowej danego „ciała węglowatego“, przeliczoną na substancję czystą bez popiołu i wilgoci.

Współczynnik uwęglenia dla torfów ma wynosić według Wielucha od 0,02 do 0,3, dla węgla brunatnych od 0,3 do 0,5, dla węgla kamiennych od 0,5 do 0,83 (antracyt).

Jeżeli jednak będziemy próbowali obliczyć współczynnik uwęglenia Wielucha dla takich węgla jak np. boghedy (węgle glonowe), które posiadają czasem przeszło dwa razy wyższą zawartość wodoru niż normalne węgle kamienne, to współczynnik ten wypadnie stanowczo za niski, jak to wynika z poniższej tabeli:

	C	H	O	N	Współcz. uwęglenia Wielucha „K“
boghed szkocki ¹⁷⁾	81,70	12,21	5,84	1,03	0,069
boghed australijski ¹⁸⁾	83,17	10,04	5,18	0,96	0,254
boghed westfalski ¹⁸⁾	80,90	9,76	6,04	1,30	0,254

Boghedy: szkocki, australijski i westfalski występują w utworach karbońskich wraz z normalnymi węglami kamiennymi, stanowią czarny, bardzo zwięzły, jednorodny, matowy węgiel i trudno byłoby zgodzić się na to, aby ich stopień uwęglenia, jak to wypada z wielkości współczynnika Wielucha, odpowiadał torfowi, i to w wypadku boghedu

szkockiego, nawet torfowi o bardzo niskim stopniu uwęglenia.

Jak widać z powyższego współczynnik Wielucha nie nadaje się do mierzenia stopnia uwęglenia wszystkich typów węgla kamiennych.

Podobnie procentowa w danym węglu kamiennym zawartość pierwiastka węgla może być brana pod uwagę jako bezwzględna miara stopnia uwęglenia tylko w utworach powstałych z tego samego materiału pierwiastkowego i to nie tylko jakościowo tego samego, lecz także i ilościowo. Normalne węgle kamienne, które powstały z rozkładu i diagenety tkanek głównie roślin drzewiastych łądowych, można uważać z pewnym tylko bardzo grubym zresztą przybliżeniem za powstałe z tego samego materiału pierwotnego. Lecz węgle specjalne sapropelowe np. boghedy powstały z wodorostów (glonów), których tkanki obfitowały w substancje bitumiczne, a więc z materiału bardzo odmiennego od substancji roślin drzewiastych. Dlatego też stopnia uwęglenia boghedów nie można porównywać ze stopniem uwęglenia normalnych węgla kamiennych na podstawie zawartości pierwiastka węgla w obu tych utworach.

Ponieważ węgiel jest materiałem niejednorodnym, dlatego także i inne dotychczas znane metody chemiczne pomiaru stopnia uwęglenia nie mogą nadawać się do ścisłego porównywania ze sobą stopnia uwęglenia różnych węgla.

Najlepiej może do tego celu nadawałaby się metoda mierzenia połysku węgla¹⁹⁾. Połysk bowiem węgla zwiększa się w miarę wzrostu stopnia uwęglenia i osiąga maksimum w antracytach, które należą do najsilniej błyszczących typów węgla i są najbardziej posunięte w stadium uwęglenia. Ponieważ jednak poszczególne składniki petrograficzne różnią się znacznie połyskiem zwłaszcza w węglach o niskim stopniu uwęglenia, dlatego też pomiaru połysku należy dokonywać stale na jednym i tym samym składniku petrograficznym węgla, który musi odznaczać się jednorodnością. Jedynym składnikiem petrograficznym do tego celu nadającym się jest telinit powstały przez ściśnięcie tkanek drewna.

Należy jednak zaznaczyć, że przy pomocy pomiarów zdolności refleksyjnej telinitu nie można określić stopnia uwęglenia tak kenneli, jak i boghedów, gdyż węgle te telinitu nie zawierają zupełnie.

Tak więc nie ma obecnie metody, przy pomocy której można przeprowadzić bezwzględny pomiar stopnia uwęglenia węgla i porównywać ze sobą stopień uwęglenia wszystkich typów węgla.

Zakończenie.

Niewątpliwie wpływ petrografii węgla na poznanie tego tak ważnego dla współczesnej cywilizacji surowca jest znaczny, podobnie duże zasługi położyła petrografia węgla dla poznania i częściowego rozwiązania problemu koksovania węgla. Całkowicie jeszcze dotychczas petrografia tego problemu nie rozwiązała, lecz dała możliwość praktycznego rozwiązania tego zagadnienia, które polega przede wszystkim na sporządzaniu odpowiednich mieszanin różnych węgla, z których wytwarza się koks. Wprawdzie mieszanie różnych węgla dla otrzymania lepszego koksu stosowano oddawna, lecz odpowiednią mieszaninę dobierano na drodze czysto empirycznej. Obecnie zaś petrografia węgla daje nam możliwość na

podstawie znajomości ilościowego składu petrograficznego danych węgla, ich wykształcenia jakościowego, oraz na podstawie znajomości ich własności koksowniczych — powiedzieć, jakie węgle należy ze sobą mieszać i w jakim stosunku, lub też jakich innych środków należy użyć dla otrzymania z danego węgla lepszego koksu.

Posiadając np. powyższe dane dla pokładów eksploatowanych przez daną kopalnię, a których własności koksownicze różnią się znacznie między sobą, można ustalić stosunek procentowy udziału poszczególnych pokładów w mieszaniu węgla z tych pokładów, dającej najlepszy koks. Odpowiednio do tego ustalonego stosunku procentowego obkładając roboty w poszczególnych pokładach tak, aby zabezpieczyć pożądane wydobywanie z każdego pokładu, można bezpośrednio cały urobek danej kopalni (po odpowiednim zmieszaniu) przeznaczyć do koksovania.

Oczywiście naturalne warunki samego złoża, stan robót przygotowanych na kopalni i urządzenia na niej istniejące warunkują możliwość przeprowadzenia tego rodzaju zmian.

Niekiedy kopalnia eksploatuje jeden tylko pokład węgla, którego np. ława dolna daje dobry koks, a ława górna nie nadaje się do koksovania. Analiza petrograficzna pokładu wykazuje, że ława dolna charakteryzuje się znaczną przewagą witytu, nato-

miast węgiel ławy górnej posiada wykształcenie durytowe. Gdy przeprowadzimy analizę petrograficzną poszczególnych sortymentów, otrzymywanych przy przeróbce węgla, z obu ław i porównamy z analizą petrograficzną całego pokładu, to stwierdzimy, że prawie cały węgiel ławy dolnej koncentruje się w drobnych sortymentach (z powodu kruchości witytu), natomiast kostka I i II oraz orzech I (duryt jest zwięzły) pochodzą z ławy górnej. W tym wypadku może się okazać zbyt kosztowna i kłopotliwa oddzielna eksploatacja ławy dolnej i oddzielna górnej, a wystarczyłoby zupełnie, przy wspólnej eksploatacji obu tych ław, tylko drobne sortymenty przeznaczyć do koksovania.

W pewnych warunkach może się jednak okazać konieczną oddzielna eksploatacja i oddzielna przeróbka pewnej grupy pokładów eksploatowanych przez daną kopalnię.

Zagadnienie stosowania mieszanek węgla dla otrzymania optymalnego koksu nie jest jednak sprawą prostą. Doświadczenia zdobyte w innych zagłębiach nie można bezpośrednio użyć w naszym zagłębiu. Problem koksovania węgla w każdym zagłębiu, ba — w każdej niemal kopalni, posiada pewne swoiste cechy, które można poznać jedynie na podstawie szczegółowych badań przede wszystkim petrograficznych, a także chemicznych, oraz własności koksowniczych poszczególnych pokładów.

¹⁾ A. Drath, Rozwój petrograficznych metod badania węgla. *Życie Techniczne*, marzec 1938.

²⁾ St. Czarnocki. Bogactwa kopalne polskiego Zaolzia. *Życie Techniczne*, styczeń 1939.

³⁾ A. Pott, H. Broche i inni, Die Auflösung von Kohle auf dem Wege der Druckextraktion unter besonderer Berücksichtigung der spaltenden Hydrierung der Extrakte. *Glückauf*, 1933.

⁴⁾ P. Schlöpfer, Über die Bewertung von Gaskohlen. *Monats-Bulletin des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern*, Nr 6, 1932.

⁵⁾ H. Broche i T. Bahr, Über das Ölbitumen und das Festbitumen der Steinkohle. *Brennstoff-Chemie*, 1925.

W. H. Bone i G. W. Himus, *Coal its constitution and uses*. Londyn, 1936.

⁶⁾ H. Tropsch, Unsere heutigen Kenntnisse über den Humusanteil und die Bitumina der Kohlen. *Brennstoff-Chemie*, 1927, str. 374.

H. Winter, *Chemie der Ruhrkohle*. Z „Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes“ P. Kukuk 1938.

⁷⁾ M. C. Stopes, On the four visible ingredients in banded bituminous coal. *Proceedings of the Royal Society. Seria B*, Tom 90, Londyn, 1919.

⁸⁾ St. Czarnocki, Zdolność do koksovania i właściwości chemiczne naszych węgla w związku z budową geologiczną Polskiego Zagłębia. *Przegląd Górno-Hutniczy*. 1925.

St. Czarnocki, *Polskie Zagłębie Węglowe*. Państwowy Instytut Geologiczny, Mapa Szczegółowa Polskiego Zagłębia Węglowego. Zeszyt I, 1935.

St. Czarnocki, L'influence des facteurs tectoniques, sur l'origine des différentes variétés de houille dans les Bassins Houilliers Polonais. C. R. Congr. intern. des mines, de la métallurgie et de la géologie appliquée, Paryż, 1936.

St. Doktorowicz - Hrebniński, Charakter petrograficzny węgla w pokładzie Siodłowym Dolnym a jego

zdolność do koksovania. Sprawozdania P. I. G. Tom VIII, zeszyt IV. 1937.

W. Petrascheck i P. Koderhold. Der Einfluss der Orlauer Störung auf die chemischen Eigenschaften der Kohlenflöze. *Berg-u. Hüttenmänn. Jahrbuch*, 78, 1930.

D. White, Progressive Regional Carbonisation of Coals. *Transactions of A. I. M. M. E.*, 1925,

⁹⁾ A. Duparque, La structure microscopique des charbons du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, tom XI, 1933.

¹⁰⁾ Stosowanie zwykłego polerowania (bez wytrawiania), zwykłych obiektów suchych (nie immersyjnych) i stosowanie zwykłego światła (nie spolaryzowanego).

¹¹⁾ E. Hoffmann, Untersuchungen über Gasbildung und Gasführung der Steinkohlen des Ruhrbezirks und deren Abhängigkeit von Inkohlungsgrad, petrographischer Gefügeszusammensetzung und der Einwirkung hoher Drucke. Beihefte zu den Zeitschriften des Vereins Deutscher Chemiker „Angewandte Chemie“ und „Chemische Fabrik“, Nr 24, 1936.

¹²⁾ K. Lehmann i E. Stach, Die praktische Bedeutung der Ruhrkohlenpetrographie. *Glückauf*, 1930.

¹³⁾ Główną rolę przy uwęglaniu w stadium dynamochemicznym odgrywa prawdopodobnie ciśnienie, jak to wynika z cytowanej wyżej pracy E. Hoffmanna.

¹⁴⁾ Duparque, Les caractères petrographiques des houilles à coke. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, Paryż 1932.

F. L. Kühlwein, Bedeutung der angewandten Kohlenpetrographie für Kohलगewinnung, Kohlenaufbereitung und Kohlenveredlung. *Compte rendu du deuxième Congrès pour l'avancement des études de Stratigraphie Carbonifère* — Heerlen 1935, 1937.

H. Kurz i F. Schuster, Koks, ein Problem der Brennstoffveredlung. Lipsk 1938 (patrz prace E. Hoffmanna i F. L. Kühlweina).

¹⁵⁾ Mc Kenzie Taylor, Base exchange and its bearing on the origine of coal. Fuel, 1926.

Mc Kenzie Taylor, Base exchange and formation of coal. Fuel, 1928.

¹⁶⁾ D. Wieluch, Molekulartheoretische Behandlung der Kohlunugsprobleme I, II, III, Zeitschrift des obereschlesischen Berg — u. Hüttenm. Vereins Katowice, 1927, 1930.

D. Wieluch, Natura chemiczna ciał węglowatych i teoria zwęglenia. Przegląd Górniczo-Hutniczy, 1931.

¹⁷⁾ analiza chemiczna wzięta z dzieła A. Dannenberga: Geologie der Steinkohlenlager, 1915.

¹⁸⁾ analiza chemiczna wzięta z artykułu E. Stacha i E. Hoffmanna: Bogheadflöz in der Gasflammkohlen-gruppe des Ruhrbezirkes. Glückauf, 1931.

¹⁹⁾ A. Jenkner i E. Hoffmann, Beitrag zur Kenntniss der Glanzkohlen. Brennstoff-Chemie, 1932.

E. Hoffmann i A. Jenkner, Die Inkohlung und ihre Erkennung im Mikrobild. Glückauf, 1932.



e n-
c h a
alen-
zur
lung

BIBLIOTEKA GŁÓWNA AGH



1000328234

BIBLIOTEKA
GŁÓWNA



AKADEMII
GÓRNICZO
HUTNICZEJ

III 54069

Nie

wypożycza się

N2B 15292