

# PRZEMYSŁ CHEMICZNY

ORGAN CHEMICZNEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO I POLSKIEGO TOWARZYSTWA CHEMICZNEGO  
WYDAWANY Z ZASIĘKIEM WYDZIAŁU NAUKI MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO

ROCZNIK XVI

MARZEC 1932

ZESZYT 5 i 6

REDAKTOR: PROF. DR. KAZIMIERZ KLING

SEKRETARZ: DR. LECH SUCHOWIAK

## Z badań nad poprawą jakości koksu górnośląskiego I

Charakterystyka koksu górnośląskiego i zarys badań dotychczasowych nad jego poprawą

Études sur l'amélioration de la qualité du coke de la Haute Silésie I

Propriétés du coke de la Haute Silésie et aperçu des études entreprises jusqu'à présent pour l'améliorer

Prof. Dr. W. ŚWIĘTOSŁAWSKI, Dr. inż. M. CHORAŻY i Dr. inż. B. ROGA

Chemiczny Instytut Badawczy. — Dział Węglowy

Komunikat 45

Nadeszło 21 listopada 1931

Koks użytkowany jest głównie do celów hutniczych i odlewniczych. Poza to stosuje się go jako materiał opałowy do generatorów, do centralnego ogrzewania, w cementowniach i t. p. Ponieważ przemysł żelazny jest głównym odbiorcą koksu, wszelkie jego wymagania muszą być w pierwszej linii brane w rachubę; to też koksownie starają się otrzymać możliwie jaknajwiększą wydajność koksu, nadającego się do wielkich pieców.

Do wyrobu dobrego koksu metalurgicznego stosuje się pewne specjalne gatunki węgla t. zw. węgle koksownicze, zawierające od 18 do 30% lotnych części. Węgla tych w Polsce nie posiadamy, to też w koksownictwie naszym stosuje się w zastępstwie ich spiekające węgle gazowe.

Węgla gazowe spiekające, stosowane w koksownictwie górnośląskim są rozmieszczone głównie w pobliżu zachodnich granic, Zagłębia między Królewską Hutą a Zabrzem w grupach pokładów siodłowych, z drugiej zaś strony obszary te ciągną się ku południowi aż do kopalni Knurów, gdzie węgiel koksujący znajduje się w pokładach siodłowych, jakoteż w warstwach rudzkich. Na brzegu kotliny rybnickiej węgle koksujące znajdują się w kopalniach Anna i Emma. Występują one również w kop. Dębieńsku, pomimo, że pokłady te należą do warstw orzeskich i lażskich. Ogólnie można stwierdzić, że węgle o lepszej zdolności spiekania znajdują się w pokładach głębszych.

W pobliżu pokładów węgla koksującego zgrupowały się wszystkie polskie koksownie.

Liczba ich wynosi 9, a mianowicie 6 w okręgu centralnym, a 3 w t. zw. okręgu południowym (rybnickim).

Chcąc przystosować się do wzrastających potrzeb hutnictwa, koksownie nasze w ogromnej większości wprowadziły nowoczesne urządzenia pieców wraz z instalacjami do otrzymywania produktów ubocznych. Dzięki tej modernizacji datującej się od roku 1927, produkcja koksu wzrasta bardzo szybko, jak wiadać poniżej.

Produkcja koksu w koksowniach górnośląskich wynosiła:

w roku	w tysiącach ton	w stosunku do r. 1913
1913	918	100 %
1925	963	105,2 „
1926	1113	121,2 „
1927	1400	152,5 „
1928	1668	181,7 „
1929	1858	202,4 „
1930	1582	172,5 „

Dopiero rok 1930 przynosi spadek produkcji, co związane jest oczywiście z ogólnym kryzysem ekonomicznym. O ile zapotrzebowanie hut może być w zupełności pokryte co do ilości koksu, o tyle specjalny charakter węgla górnośląskich wymaga wielu starań, zmierzających do poprawy otrzymanego z niego produktu.

Wytrzymałość mechaniczna koksu górnośląskiego.

Koks górnośląski, otrzymywany przeważnie nie z właściwego węgla koksowniczego lecz

z gazowego o dużej ilości lotnych części, jest porysowany, popękany i łatwo ulega kruszeniu. Koks taki nie pozwala na budowę większych jednostek wielkich pieców, aniżeli na 80 — 120 t żelaza. Zaznaczamy, że w Westfalji, gdzie produkuje się doskonały koks hutniczy, wydajność dużych jednostek wielkich pieców dochodzi często do 650 — 700 t, w Ameryce sięga nawet 800 t.

Dobry koks metalurgiczny musi odpowiadać pewnym określonym warunkom fizycznym, fizyko-chemicznym oraz chemicznym. Najstarsze badania dotyczyły tylko własności chemicznych koksu, a więc zawartości wilgoci, popiołu, części lotnych, siarki i fosforu.

Pod względem składu chemicznego koksy z węgla gazowych górnośląskich nie różnią się wiele od koksov otrzymanych z właściwych węgla koksowniczych. Posiadają tą samą wysoką zawartość węgla C; zawartość siarki w koksie górnośląskim waha się w granicach od 0,7 do 1,4%, naogół nie ustępują one pod tym względem koksom z zagłębia Ruhr, Saar i innym. Zawartości popiołu w kokсах górnośląskich naogół odpowiadają normom dobrego koksu hutniczego.

Przekonano się jednak, że badania te nie wystarczają do określenia przydatności koksu do danego celu. Już pierwszy rzut oka na koks wychodzący z pieca wykazuje, że mamy do czynienia z materiałem bardzo niejednorodnym. Kawalki koksu mogą być duże i mocne lub małe, pełne rys i pęknięć, mogą być porowate lub gęsto zbite, kruche i łamliwe lub ciągle i wytrzymałe. Właściwą jednak charakterystykę koksu hutniczego daje dopiero odpowiednio przeprowadzone badanie wytrzymałości mechanicznej. Przytem koks o tej samej wytrzymałości mechanicznej może być łatwo lub trudno palny, oraz mniej lub bardziej reaktywny. O ile zdolność reakcyjna i palność naszego koksu nie przedstawia się niekorzystnie w porównaniu z dobrymi kokсами hutniczymi z innych zagłębi, o tyle nasz koks ustępuje im znacznie w wytrzymałości mechanicznej. A zatem problem poprawy jakości koksu sprowadza się w pierwszym rzędzie do polepszenia jego wytrzymałości mechanicznej.

Wytrzymałość mechaniczną, charakteryzujemy próbami: 1) na ścieranie, 2) na spadek, 3) na zgniatanie.

Z tych prób najmniej ważne jest badanie wytrzymałości na zgniatanie, gdyż, jak wykazał O. Simmersbach<sup>1)</sup>, maksymalne obciążenie koksu w wielkim piecu wynosi 3 kg na  $cm^2$ , a minimalna wytrzymałość koksu hutniczego na zgniatanie nie spada poniżej 40 kg na  $cm^2$ . Pozatem liczba wytrzymałości na zgniatanie jest mało miarodajna, zależna jest bowiem od miejsca, z jakiego wykrojono kostkę koksu użytego do badania. Obecnie badanie to zarzucono prawie zupełnie.

Przyjęły się natomiast i bardzo rozpowszechniły dwie inne metody badania wytrzymałości, a mianowicie próba na spadek i na ścieranie.

Do badania ścieralności stosuje się przeważnie t. zw. próbę bębnową, która daje miarę wytrzymałości koksu na działanie sił zgniatających i kruszących, występujących przy wszelkich czynnościach transportowych, przeładunkowych oraz powolnego ruchu ładunku ku dołowi w samym wielkim piecu.

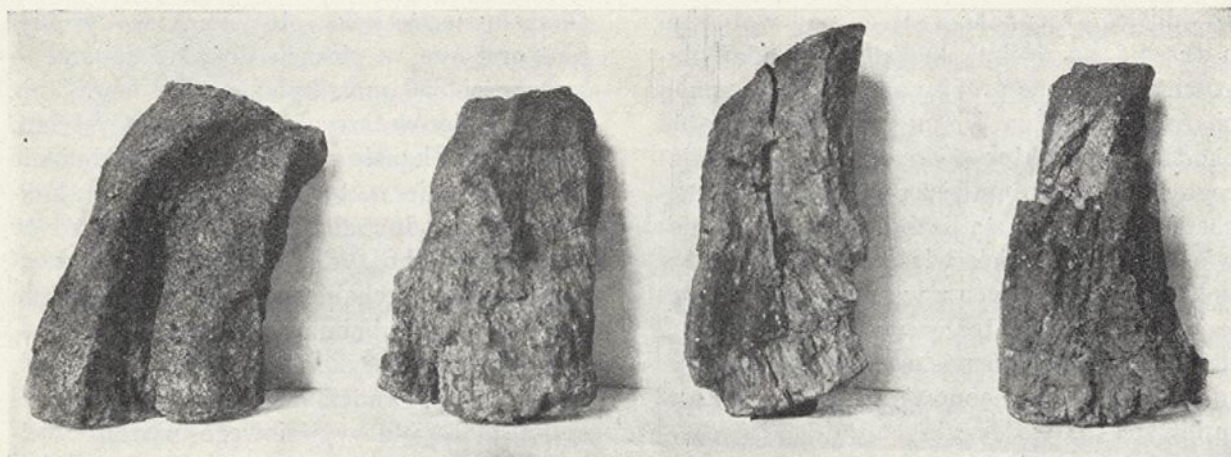
W szeregu naszych badań<sup>2)</sup> stwierdziliśmy, że zwykle używana metoda ścieralności nie daje właściwego obrazu jakości koksu, otrzymanego z węgla o dużej ilości lotnych części. Na podstawie wielu pomiarów opracowaliśmy modyfikację tej metody.

Wzorowaliśmy się na badaniach wytrzymałości koksu, otrzymywanego w laboratoryjnym piecu, zawierającym zaledwie kilka kg koksu. Okazało się, że badanie przebiegu rozpadania się koksu podczas próby daje możliwość lepszego scharakteryzowania szczególnie takich koksov, które wykazują wiele rys i wogóle słabą wytrzymałość mechaniczną. Z takim materiałem mamy do czynienia na Górnym Śląsku.

Praktyczny sposób zastosowania metody polega na tem, że, umieściwszy w bębnie obrotowym pewną ilość materiału, prowadzimy badanie wytrzymałości przez cztery minuty, przerywając badanie co minutę i oznaczając po każdej przerwie ilość frakcyj powyżej 40 mm, od 10—40 mm i poniżej 10 mm. W ten sposób usilujemy zbadać nie tylko ścieralność koksu i wytrzymałość na uderzenie przy jego spadku na kant bębna, ale także stwierdzić tą drogą występowanie rys widocznych lub

<sup>1)</sup> O. Simmersbach. Stahl u. Eisen 33, 512 (1913).

<sup>2)</sup> W. Świętosławski i M. Chorąży Przem. Chem. 14, 193 (1930).



Rysunek 1. a) Dobry koks hutniczy (francuski), b) koks górnośląski.

ukrytych wewnątrz poszczególnych kawałków koksu.

Aby dać możność zorientowania się, jak dalece opisana wyżej metoda nadaje się do badania wytrzymałości mechanicznej koksu, podajemy wyniki (tablica I), otrzymane po zbadaniu całej skali kokсів od francuskiego hutniczego i metalurgicznego do kilku kokсів górnośląskich włącznie. Równocześnie przytaczamy fotografie dobrego koksu hutniczego francuskiego, oraz typowego koksu górnośląskiego (rysunek 1).

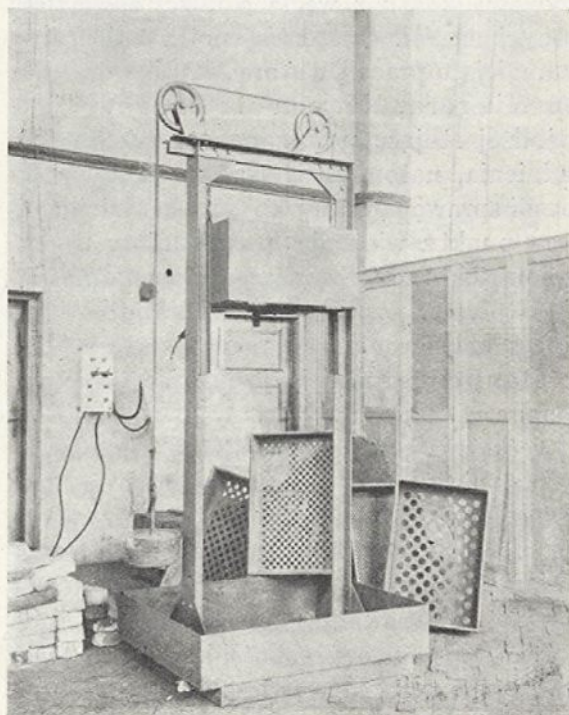
Już na pierwszy rzut oka widzimy różnicę w budowie koksu górnośląskiego w porównaniu z dobrym koksem hutniczym pochodzącym z jednego z zagłębi zachodnioeuropejskich. Tę różnicę wytrzymałości mechanicznej różnych kokсів ujmuje liczbowo tablica I.

TABLICA I.

L. p.	Rodzaj koksu	Próba bębnowa		
		40 mm	10-40 mm	10 mm
I	Francuski hutniczy . .	93,5%	4,2%	2,3%
II	„ metalurgiczny	93,6 „	3,3 „	3,1 „
III	Westfalski . . . . .	90,0 „	4,7 „	5,3 „
IV	Karwiński . . . . .	80,4 „	14,5 „	5,1 „
V	Górnośląski . . . . .	70,7 „	20,6 „	8,7 „
VI	„ . . . . .	48,7 „	45,3 „	6,0 „
VII	„ . . . . .	46,4 „	44,4 „	9,0 „
VIII	„ . . . . .	28,6 „	58,6 „	12,8 „

Próba wytrzymałości na spadek. Rysunek 2 przedstawia bardzo rozpowszechniony w Ameryce i Anglii przyrząd

do badania wytrzymałości koksu za pomocą t. zw. próby na spadek (Shatter test<sup>1</sup>). Metoda ta dotychczas nie jest stosowaną u nas w technice. Konstrukcja samego aparatu jest prosta. Szczegóły o niej znaleźć można we wspomnianej już pracy W. Świętosławskiego i M. Chorążego.



Rysunek 2.

Próba na spadek ma na celu poznanie wartości użytkowej koksu przez określenie

<sup>1</sup>) Perrot and Fieldner. Trans. Am. Soc. Testing Materials (1923). Kiney and Perrot. Ind. Eng. Chem. 14, 926 (1922).

szkodliwego rozpadania się go pod wpływem uderzenia na drobne kawałki. Z badań naszych wynika, że próba na spadek jest mniej charakterystyczna i mniej dokładna, jeżeli chodzi o charakterystykę koksu, posiadającego stosunkowo mniejszą wytrzymałość mechaniczną, oraz dużą liczbę rys w swej budowie. Ten przypadek właśnie ma miejsce w koksach otrzymanych z węgla gazowych spiekających. Dlatego też we wszystkich naszych dalszych badaniach posługiwaliśmy się jedynie metodą próby bębnowej, która dla koksów łupliwych i łatwościeralnych daje najbardziej miarodajne wyniki.

#### Przegląd literatury.

Zagadnienie poprawy jakości koksu górnośląskiego interesowało oddawna wielu badaczy zarówno świata naukowego, jak też przedstawicieli przemysłu zarówno po stronie niemieckiej jak i polskiej Górnego Śląska. Zanim przeto przystąpimy do opisu wyników naszych badań, podamy zarys ważniejszych prac oświetlających z różnych stron problem otrzymywania koksu z węgla o dużej zawartości lotnych części. Obszerniej potraktujemy na tem miejscu prace Damma, Bönnemanna, Dörflingera, Meyna i Langego jako najbliższej stojące poruszanego przez nas zagadnienia, natomiast autorów, którzy traktowali sprawę poprawy koksu z bardziej ogólnego punktu widzenia, uwzględnimy w dalszej części pracy przy szczegółowym omawianiu wpływu poszczególnych czynników na proces koksowania.

Bönnemann<sup>1)</sup> opisuje doświadczenia wykonane w zakładach przemysłowych „Borsigwerk” z węglem, pochodzącym z należących do nich kopalń „Hedwigswunsch” i „Ludwigsglück”. Do badań, które przeprowadzone były na dużą skalę użyto węgla z pokładów Schuckmann, Heinitz, Reden i Pochhammer. Koksowanie prowadzono w piecach starego systemu, o szerokości komory 550 mm oraz w nowych doświadczalnych o szerokości 350 mm. Oceniając ważność należytego zmielenia i wymieszania węgla przed koksowaniem, zbudowano przy piecach doświadczalnych urządzenie do rozdrabniania i mieszania, ustawiono maszyny do ubijania, wreszcie zainstalowano piece do półkoksowania.

Okazało się, że koks, otrzymany w wysokiej temperaturze w piecach doświadczalnych o szerokości 350 mm, był znacznie lepszy niż koks z pieców szerokich starego systemu. Korzystne okazało się również rozdrobnienie i wymieszanie materiału co nadawało koksowi jednorodną zlaną strukturę; mimo to nie usunęło ono rys i pęknięć. Badanie wytrzymałości mechanicznej koksu wykonano według próby bębnowej Simmersbacha, oraz według amerykańskiej próby na spadek. Autor przeprowadził dokładną analizę frakcyjną materiału wyjściowego według wielkości ziarna, ażeby w ten sposób poznać jak części mineralne są rozdzielone na poszczególne frakcje węgla, przyczem stwierdził, że najdrobniejszy miał węglowy 0 — 1 mm ma największą zawartość popiołu i najmniejszą zdolność spiekania.

Następnie Bönnemann opisuje wyniki badań nad koksem otrzymanym z mieszanin węgla z pokładu Pochhammer z dodatkiem 10 — 15% węgla chudego o zawartości 14 — 15% lotnych części, pochodzącego z dolnego Śląska z kopalni „Abendröte”. Mieszaniny te koksowano w skrzynkach blaszanych o pojemności 100 kg, wstawianych w wąskie piece. Zachęcony dobrymi wynikami, otrzymanymi z węglem chudym, autor przeszedł do półkoksu. Półkoks otrzymywano z węgla Schuckmann w temperaturze 475°. Najlepszy koks otrzymywano z mieszaniny 60% Pochhammer, 25% Reden, i 15% półkoksu. Autor w wyniku tych badań dochodzi do następujących wniosków:

- 1) Węgiel należy rozdrabniać na miął poniżej 4 mm, przyczem zmieszanie różnych gatunków węgla z półkoksem winno być jak najdokładniejsze.
- 2) Węgiel musi być ubity.
- 3) Temperatura w komorach powinna wynosić 1400°.
- 4) Koksowanie należy wykonać w wąskich piecach o szerokości 350 — 400 mm.
- 5) Półkoksowanie należy prowadzić do zawartości najwyżej 17% lotnych części w węglu.

W myśl wskazówek autora uzyskano 1200 tonn koksu. Koks ten wypróbowano w wielkim piecu, przyczem wydajność tegoż zwiększyła się o 60%.

<sup>1)</sup> F. Bönnemann. Glückauf 62, 1551 (1926).

W pracy nad poprawą koksu górnośląskiego W. Meyn stwierdza, że górnośląski węgiel jest wprawdzie spiekający, lecz posiada szkodliwą własność silnego kurczenia się podczas koksowania, co powoduje tworzenie się pęknięć i rozpad na małe kawałki. Autor stwierdza, że z powodu braku pokładów węgla chudego na Górnym Śląsku, odpada możliwość najłatwiejszego sposobu poprawy koksu. Autor rozpatruje z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego dwa sposoby ulepszenia jakości koksu. Do pierwszych należy doświadczenie wykonane w koksowni Emma, gdzie koksowaniu poddawano brykiety otrzymane z węgla z dodatkiem 3% paku. Należy stwierdzić, że sposób ten pociągałby za sobą konieczność dużych inwestycji: budowy fabryki brykietów, dodatkowych urządzeń transportowych, maszyn do ładowania i t. p. Te czynniki obciążąłyby w dużym stopniu cenę koksu. Na poparcie swoich wywodów autor podaje kalkulację kosztu 1 tonny koksu i brykietów według cen z 1925 r.

Bardziej celowa jest zdaniem autora druga metoda poprawy koksu, opisana uprzednio przez Bönnemanna, a więc dodatek zmielonego półkoksu do węgla koksującego. Po przytoczeniu dokładnej kalkulacji z uwzględnieniem cen z r. 1925 autor stwierdza że otrzymywanie koksu z węgla z dodatkiem półkoksu jest ekonomiczniejsze, niż z samego tylko węgla koksowniczego. Poprawa koksu byłaby zatem możliwa zdaniem autora, przez zastosowanie pieców o szerokości 400 mm i użycie jako środka, odchudzającego węgla koksowniczego, półkoksu.

Pozatem należy dbać zdaniem autora o jednostajne ogrzewanie ścian pieca i jednorodność materiału dostarczanego przez kopalnię do koksowni. Autor zwraca w końcu uwagę, że pewną poprawę można uzyskać przez t. zw. suche gaszenie koksu zapomocą obojętnych gazów.

Również Dörflinger<sup>1)</sup> uważa, że jednym z pierwszych warunków, prowadzących do otrzymania lepszego koksu z węgla spiekającego o dużej ilości lotnych części, jest zastosowanie wąskich komór; z drugiej strony autor ten podnosi konieczność zastosowania odpowiednio wysokich temperatur koksowa-

nia. Ze zmniejszeniem komór nie można iść zdaleko ze względu na to, że kawałki koksu muszą mieć odpowiednią wielkość, oraz ze względu na trudności naprawy zbyt wąskich pieców. Tym wszystkim warunkom odpowiada piec o szerokości 400 mm. Autor opisuje doświadczenia, wykonane w technicznych piecach koksowniczych o różnej szerokości, nad koksowaniem różnych mieszanin. Jako środków odchudzających spiekający węgiel gazowy, próbował Dörflinger stosować 5%owy dodatek rudy żelaznej, który jako niekorzystny odrzucił, wreszcie, jak poprzedni autorowie, za najlepszy uznał dodatek półkoksu, jak również dolnośląskich węgli koksowniczych. Autor stwierdza, że istnieje pewna zależność pomiędzy twardością koksu, a jego palnością, co należy mieć na uwadze w dążeniu do poprawy wytrzymałości koksu.

W końcu autor zwraca uwagę na konieczność odpowiedniego przygotowania węgla przed koksowaniem. W zakres tych czynności wchodzi odpowiednie rozdrobnienie węgla po uprzednim usunięciu z niego na drodze mokrej lub suchej części mineralnych, pochodzących ze złoża, oraz fuzytu, który jako najmniejszy z trzech odmian petrograficznych, zawarty jest głównie w najdrobniejszej frakcji (0—0,25 mm). Za pożądane uważa autor również usunięcie durytu z mieszaniny koksowniczej.

Najlepszym węglem koksowniczym jest węgiel Pochhammer, który własności swoje zawdzięcza zdaniem autora korzystnemu rozkładowi bituminów ciekłych i stałych.

Według P. Damma<sup>1)</sup> zdolność danego węgla do tworzenia koksu zależy od zawartości bituminów ciekłych i stałych. W zestawieniu z węglami z zagłębia Ruhr węgle górnośląskie posiadają zdaniem autora dostateczną zawartość ogólną bituminów, mniejszą natomiast zawartość bituminów ciekłych. Duża zawartość bituminów ciekłych narzuca konieczność użycia wąskich, wysoko ogrzanych komór. Również dodatek półkoksu do węgla, zdaniem autora, polepsza znacznie otrzymany koks. Bardzo korzystnie działa koksowanie w dwóch stadiach w temp. 600 i 1000°.

Pośredni związek z zagadnieniem popra-

<sup>1)</sup> G. Dörflinger. Gas u. Wasserfach 70, 1097 (1927).

<sup>1)</sup> P. Damm. Z. Oberschl. Berg -u. Hüttenmänn. Ver. 66, 258 (1927).

wy koksu mają badania M. Dunkla<sup>2)</sup>, który rozdzielał odmiany petrograficzne węgla na podstawie różnicy ich ciężarów właściwych. Doświadczenia wykazały dużą zależność jakości koksu od ciężaru właściwego węgla, przy czym najcenniejszą okazała się frakcja poniżej 1,32.

Autor stwierdza, że badania te posiadać będą kiedyś w technice duże praktyczne znaczenie, pozwalając przy wyborze węgla koksowniczego na głębsze wnikięcie w naturę węgla, aniżeli badanie ilości lotnych części.

Naukową podstawę do racjonalnego przygotowania węgla koksowniczego, a co zatem idzie do poprawy koksu dają doświadczenia T. Lange'go<sup>3)</sup>, polegające na rozkładzie węgla zapomocą kombinowanych metod przesiewania, oraz rozdziału na podstawie ciężaru właściwego w ośrodkach ciekłych. Wspomniany P. Damm ogłosił w 1928 r. ciekawą pracę, traktującą ogólnie o własnościach węgla koksowniczego oraz ich zachowaniu się podczas koksowania. Autor stwierdza, że w procesie koksowania specjalne znaczenie posiadają dwie własności węgla: zdolność spiekania i wydymania. Liczby spiekania wyrażają zdolność topnienia węgla, podczas gdy z prężności wydymania można wnioskować o ciśnieniu, jakie wywierają w okresie plastyczności gazy, powstałe z rozkładu węgla.

Dalszy wgląd w proces koksowania otrzymujemy przez badanie przebiegu odgazowania, które według badań autora odbywa się w trzech stadiach. Odgazowanie wstępne, które zachodzi poniżej punktu topnienia węgla daje pojęcie o zmianach, jakie mają miejsce w węglu podczas ogrzewania go do temperatury mięknięcia, dalej odgazowanie w samym okresie mięknięcia pozwala wnioskować o zdolności wydymania węgla, wreszcie odgazowanie końcowe, a więc z zestalonej już masy węgla, daje podstawy do wnioskowania o własnościach samego koksu.

W wyniku swych badań autor dochodzi do następujących wniosków: najdogodniejsze warunki koksowania możnaby uzyskać, gdyby się nam udało podnieść szybko temp. węgla do stanu plastycznego, unikając w ten

sposób przedwczesnego rozkładu substancyj, które później powodują zlepianie i spiekanie węgla, następnie zaś trzymać długo węgiel w granicach, kiedy on jest plastyczny, aby w tym okresie uzyskać jak najdalej idące odgazowanie. W obecnie stosowanych piecach nie można jednak obydwu tych warunków spełnić równocześnie. Należy zatem przez wstępne badanie węgla zdecydować, do jakiego stopnia należałoby zrezygnować z jednego z tych warunków na korzyść drugiego. Badania powyżej opisane przyniosłyby, zdaniem autora, duże korzyści dla kopalń, dając przegląd własności posiadanych pokładów, co miałyby duże znaczenie dla racjonalnego użytkowania węgla.

Zagadnienie poprawy koksu nie jest specjalnie lokalnym problemem górnośląskim, gdyż także w wielu innych okręgach przemysłowo-hutniczych pobliskie zagłębia węglowe nie posiadają odpowiedniego materiału do wyrobu dobrego koksu. To też istnieje do dzisiaj wiele prac, w których poszczególni autorzy starają się znaleźć najodpowiedniejszy sposób fabrykacji koksu z posiadanego surowca. Wiele zdziałał w tym kierunku dla zagłębia węglowych środkowej Anglii „Midland Coke Research Committee”, w którym pod kierownictwem Wheelera i Motta<sup>1)</sup> wykonano obszerne badania nad poprawą koksu otrzymanego z węgla z zagłębia South Vorthive i Derbyshire.

W ramach tego artykułu niepodobna omówić prac wszystkich autorów, którzy się zajmowali warunkami tworzenia się koksu, celem jego poprawy, zaznaczymy tylko, że ważniejsze prace w tym kierunku zostały uwzględnione w wielu znanych podręcznikach z zakresu koksownictwa, jak n. p. Simmersbach'a<sup>2)</sup>, Glud'a<sup>3)</sup>, Hock'a<sup>4)</sup> i F. Fischera<sup>5)</sup>.

#### Metoda pracy.

Uwzględniając przytoczone powyżej wyniki prac naukowych i technologicznych nad poprawą koksu, oparliśmy badania nasze

<sup>2)</sup> M. Dunkel. Z. Oberschl. Berg.-Hüttenmänn. Ver. 64, 604 (1925).

<sup>3)</sup> T. Lange. Z. Oberschl. Berg.-Hüttenmänn. Ver. 67, 140, 206, 281, 196 (1928).

<sup>1)</sup> R. A. Mott i R. V. Wheeler. Coke for Blast Furnaces. London. 1930.

<sup>2)</sup> O. Simmersbach i G. Schneider. Grundlagen der Koks-Chemie. Berlin. 1930.

<sup>3)</sup> W. Glud. Handbuch der Kokerei. Halle. 1927.

<sup>4)</sup> H. Hock. Kokereiwesen. Dresden u. Leipzig. 1930.

<sup>5)</sup> F. Fischer. Ges. Abhandl. Kenntnis. Kohle t. 7-9 (1927-1930).

przedewszystkiem na gruntownem porównaniu podstawowych własności węgla górnośląskich z węglami koksowniczymi innych zagłębi. Badaliśmy przytem wpływ różnych czynników natury fizycznej oraz składu i iestżaniny na jakość produkowanego koksu. Badania które opiszemy w kolejnych artykułach II, III, IV, V, VI i VII przyczyniły się do poznania procesu tworzenia się koksu, wyjaśniając przedewszystkiem przyczyny odmiennego zachowania się węgla górnośląskich w czasie ogrzewania, w porównaniu z węglami typowo koksowniczymi. Równolegle przeprowadzone badania technologiczne nad koksowaniem w różnych warunkach fizycznych gazowych węgla górnośląskich, pochodzących z różnych kopalń i pokładów, dały możność znalezienia na drodze doświadczalnej warunków pewnej poprawy koksu górnośląskiego.

#### STRESZCZENIE WYNIKÓW.

Po przytoczeniu badań wykonanych poprzednio przez innych autorów nad poprawą jakości koksu górnośląskiego, autorowie sformułowali problem, który próbowali rozwiązać. Badania, które będą opisywane w kolejnej serji artykułów, zawierają wyniki badań zarówno naukowych jak i technicznych.

W artykule niniejszym, który jest wstępem do tej

pracy autorowie podają ogólną charakterystykę koksu górnośląskiego w porównaniu z typowymi zagranicznymi kokсами hutniczymi.

Autorowie stwierdzają, że badania nad poprawą jakości koksu górnośląskiego zmierzając winny w pierwszym rzędzie do polepszenia jego wytrzymałości mechanicznej.

Nawiązując do poprzednio wykonanej pracy w Chemicznym Instytucie Badawczym autorowie uważają, że z trzech metod badania wytrzymałości mechanicznej koksu najbardziej miarodajne wyniki daje metoda bębnowa odpowiednio przez autorów zmodyfikowana.

Przy pomocy zmodyfikowanej metody bębnowej zcharakteryzowano szereg koksów krajowych i zagranicznych.

#### RÉSUMÉ.

Après avoir cité les études sur l'amélioration de la qualité du coke de la Haute Silésie qui ont été entreprises auparavant par d'autres auteurs, les auteurs du présent mémoire ont formulé le problème qu'ils ont essayé de résoudre. Une série d'articles contiendra les résultats de recherches, tant scientifiques, que techniques qui ont été effectuées.

Dans l'article présent qui forme l'introduction à ce travail les auteurs caractérisent d'une manière générale le coke de la Haute Silésie, comparé avec les cokes métallurgiques typiques de l'étranger.

Les auteurs établissent que l'étude de l'amélioration de la qualité du coke de la Haute Silésie doit se proposer en premier lieu d'améliorer sa résistance mécanique. En rapport un travail effectué précédemment à l'Institut Chimique de Recherches, les auteurs trouvent que, parmi les trois méthodes d'étudier la résistance mécanique du coke, c'est la méthode du tambour, convenablement modifiée par les auteurs, qui donne les résultats les plus décisifs.

Enfin on a caractérisé une série de cokes du pays et de l'étranger, en appliquant la méthode du tambour modifiée.

## Z badań nad poprawą jakości koksu górnośląskiego II

Własności fizyczne i chemiczne polskich węgla koksujących  
Études sur l'amélioration de la qualité du coke de la Haute Silésie II  
Propriétés physiques et chimiques des houilles cokéfiantes polonaises

Prof. Dr. W. ŚWIĘTOSŁAWSKI, Dr. Inż. B. ROGA i Dr. Inż. M. CHORAŻY

Chemiczny Instytut Badawczy — Dział Węglowy

Komunikat 46

Nadesłano 21 listopada 1931

Ogólnie wiadomo, że z całej skali węgla kamiennych od najstarszego antracytu do węgla gazowo-plamiennych tylko pewne gatunki nadają się do fabrykacji koksu. Należą do nich w pierwszym rzędzie węgle koksownicze, oraz pewna część węgla gazowych. Węgle te noszą ogólną nazwę węgla koksujących lub spiekających, w odróżnieniu od reszty węgla, które nawet w laboratoryjnych próbach koksowania dają koks w postaci proszku, lub tylko słabo spieczony.

#### Zakres badania.

Już oddawna starano się poznać własności, które pewnym tylko gatunkom węgla nadają

zdolność tworzenia dobrego koksu. Upatrywano je najpierw w odmiennym składzie elementarnym węgla różnych typów (Seyler). Wkrótce jednak poznano, że analiza składu elementarnego nie daje możności oceny przydatności węgla do celów koksowniczych. Jest to zrozumiałe, gdy przyjmujemy, że węgiel kamienny nie jest pojedynczym związkem chemicznym, lecz koloidalnym zespołem ogromnej liczby składników, mniej lub więcej luźnie ze sobą związanych. Przekonano się, że mogą istnieć węgle, posiadające ten sam skład elementarny, a mimo to zachowujące się zupełnie różnie w czasie ogrzewania. Jedne dają dobry i twardy koks, inne znów

nie spiekają się zupełnie. Ogólna analiza elementarna wykazała, że węgle właściwe koksownicze mają znacznie większą zawartość pierwiastka *C*, mniejszą *H*, a przede wszystkim *O*, niż węgle geologicznie młodsze nie spiekające się; natomiast zawartość lotnych części nie powinna spadać poniżej pewnej określonej wielkości.

Potrzeba stosowania różnych typów węgla do wyrobu koksu narzuciła konieczność opracowania odpowiednich metod badania własności, zarówno chemicznych, jak i fizykochemicznych.

Do najdawniej stosowanych metod należy t. zw. próba tygielkowa, polegająca na otrzymaniu koksu w tygielku z jednoczesnym oznaczeniem procentowej zawartości lotnych części. Proponowano cały szereg sposobów wykonania tej próby. Do bardziej rozpowszechnionych należą próba Mucka, amerykańska, bochumska i t. p.

Niezależnie od sposobu wykonania, próby te są niedokładne, mimo to utrzymały się do dzisiaj i używa się ich zarówno w koksowniach, jak i w pracowniach naukowych.

Ani analiza elementarna, ani też próba tygielkowa nie może być uważana za dostateczną do oceny węgla koksowniczego, to też starano się opracować takie metody, któreby pozwoliły oprzeć produkcję przemysłową na naukowych podstawach. Metody te polegają na badaniu zjawisk, zachodzących w węglu podczas ogrzewania go do wyższych temperatur i mają duże znaczenie w ocenie przydatności węgla do fabrykacji koksu, zwłaszcza w tych zagłębiach, które, jak np. Górny Śląsk, Zagłębie Saary, Yorkshire, nie posiadają odpowiedniego węgla koksowniczego, muszą zatem dokładać specjalnych starań celem poznania optymalnych warunków tworzenia się koksu.

W związku z tem, w czasach ostatnich, kiedy okazała się potrzeba utworzenia instytutów badawczych, szczególnie w państwach, posiadających duże ilości węgla, poświęcono wiele wysiłku, celem poznania fizycznej i chemicznej natury węgla, między innymi w związku ze zdolnością tworzenia się z niego koksu. W tem znaczeniu jednak Instytuty Węglowe, względnie poszczególni autorzy za przedmiot swych badań stawiali sobie dokładne poznanie cech fizycznych i

chemicznych tylko tych złóż węglowych, które dany kraj posiadał. W tem znaczeniu spotykamy w literaturze znaczną liczbę nowych metod badania węgla koksujących i kokсів, scharakteryzowanych i zbadanych dokładnie dla jednego tylko typu węgla koksowniczego, względnie otrzymanego z niego koksu. W zakres tych badań wchodzi oznaczenia przebiegu zjawiska plastyczności, wydymania i wreszcie odgazowania węgla.

Rozpoczynając naszą pracę nad poprawą jakości koksu, staraliśmy się poznać w pierwszym rzędzie własności tych węgla, które specjalnie nadają się do fabrykacji koksu i porównać ich własności fizykochemiczne z własnościami górnośląskich węgla gazowych, używanych w naszym przemyśle koksowniczym. Uważaliśmy, że takie postawienie zagadnienia pozwoli nam dokładniej poznać przejawy, które powodują małą wytrzymałość naszego koksu.

Badania nasze prowadziliśmy w dwóch kierunkach: po pierwsze usiłowaliśmy wyzyskać w tym celu wszystkie nowoczesne metody badania węgla koksowniczych, z drugiej strony jeden z nas (B. Roga<sup>1</sup>) opracował w Chemicznym Instytucie Badawczym nowe metody charakteryzowania węgla spiekających, mające na celu oznaczenie zdolności spiekania oraz poznanie odporności termicznej różnych typów węgla koksujących.

Niezależnie od tego, w tym samym czasie ukończona została praca drugiego z nas (M. Chorążego<sup>2</sup>), który zbadał naturę koloidalną całej skali węgla kamiennych. Zbadane zostało również zjawisko depolimeryzacji węgla kamiennych (od antracytu do węgla gazowo-płomiennych), przyczem wykazano, że istnieje równoległość własności węgla jako koloidu z jego zdolnością do spiekania. Wreszcie w pracy dotychczas nieogłoszonej p. H. Starczewskiej, poznana została zdolność sproszkowanych węgla kamiennych różnych formacji do odbarwiania roztworów. Poznane również zostało zjawisko rozwijania powierzchni zdolnej do adsorpcji zapomocą obróbki termiczno-chemicznej. Będziemy ni-

<sup>1</sup>) B. Roga. „Z badań fizykochemicznych nad różnymi typami węgla koksujących“ Warszawa, 1931. Wydawnictwo Akademii Nauk Technicznych.

<sup>2</sup>) M. Chorąży. „Charakterystyka fizykochemiczna węgla kamiennych na podstawie zdolności chłonięcia par pirydyny“ Warszawa, 1931. Wydawnictwo Akademii Nauk Technicznych.



żej cytowali wyjątki z tych prac o tyle, o ile to będzie konieczne dla możliwie pełnego wyjaśnienia zagadnienia.

#### Zjawisko plastyczności węgla.

Węgiel koksowniczy, ogrzewany do coraz wyższych temperatur, w pewnym ich obszarze przechodzi przez osobliwy stan, zwany stanem plastycznym. Staje się on wówczas masą półciekłą, zdolną do deformacji pod wpływem wywieranego nań ciśnienia. W tym właśnie stanie można również zanotować bardziej gwałtowny rozkład termiczny węgla z jednoczesnym wydzielaniem się par i gazów, dzięki czemu węgle ulegają zjawisku wydymania. Mimo wielkiego znaczenia, jakie niewątpliwie zjawiska te posiadają w procesie tworzenia się koksu, zostały one zbadane właściwie niedawno.

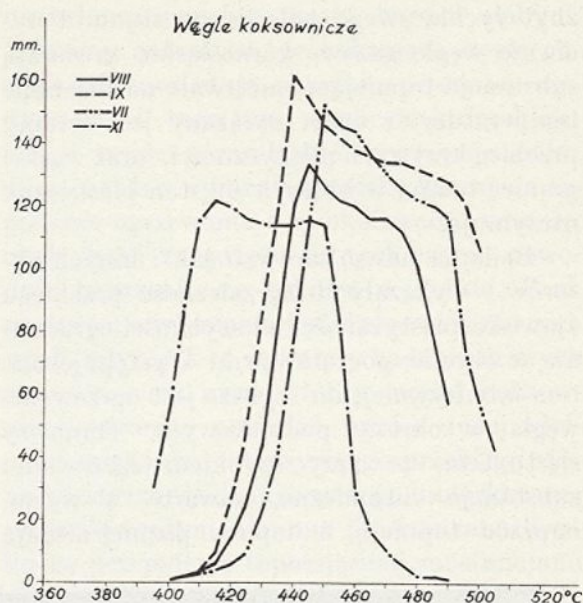
Pierwsze gruntowne badania nad plastycznością węgla zawdzięczamy G. E. Foxwellowi<sup>3)</sup>, którego klasyczna praca opublikowana została stosunkowo niedawno w czasopiśmie Fuel. Foxwell badał przebieg zjawiska plastyczności, mierząc opór, jaki napotyka gaz obojętny, przechodzący z pewną szybkością przez warstewkę określonej długości węgla ogrzewanego do coraz wyższych temperatur. Poczem na podstawie danych liczbowych pomiaru autor wykreśla krzywą wzrostu ciśnienia w zależności od wzrostu temperatury. Krzywą tą nazywa „krzywą plastyczności” („the plastic curve”).

Oprócz metody Foxwella oraz szeregu innych, opartych również na zasadzie przepływu gazów istnieją inne metody, t. zw. penetracyjne, polegające na badaniu przebiegu zanurzania się ostrza obciążonej igły w węglu, oraz dilatometryczne, polegające na mierzeniu kurczenia i rozszerzania się węgla podczas ogrzewania.

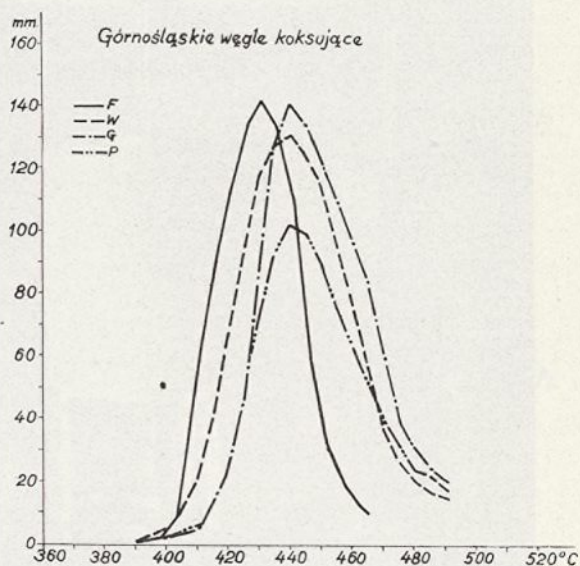
W badaniach, o których mowa będzie poniżej, opieraliśmy się na zmodyfikowanej przez jednego z nas (B. Roga) metodzie Foxwella. Przebieg zjawiska plastyczności zbadaliśmy nie tylko dla górnośląskich węgli gazowych spiekających się, lecz także dla kilku węgli typowo koksowniczych. (Durham, Ruhr, Pas de Calais).

Poniżej podajemy krzywe plastyczności:

<sup>3)</sup> G. E. Foxwell. Fuel 3, 122, (1924).



Rysunek 1. Krzywe plastyczności węgla typowo koksowniczych.



Rysunek 2. Krzywe plastyczności górnośląskich węgli koksujących.

Porównując przebieg tych krzywych plastyczności dla węgli koksowniczych z przebiegiem plastyczności węgla gazowych górnośląskich, spostrzegamy, że właściwe węgle koksownicze posiadają znaczny obszar temperatur, w których się stan plastyczny utrzymuje. Ciągnie się on mniej więcej od temp. 380 do 500°. Zjawisko to świadczy niezawodnie o dużej odporności termicznej bituminów, zawartych w tych węglach. Rozkładają się one pod wpływem ogrzania do wyższych temperatur powoli i stopniowo, nie tracąc

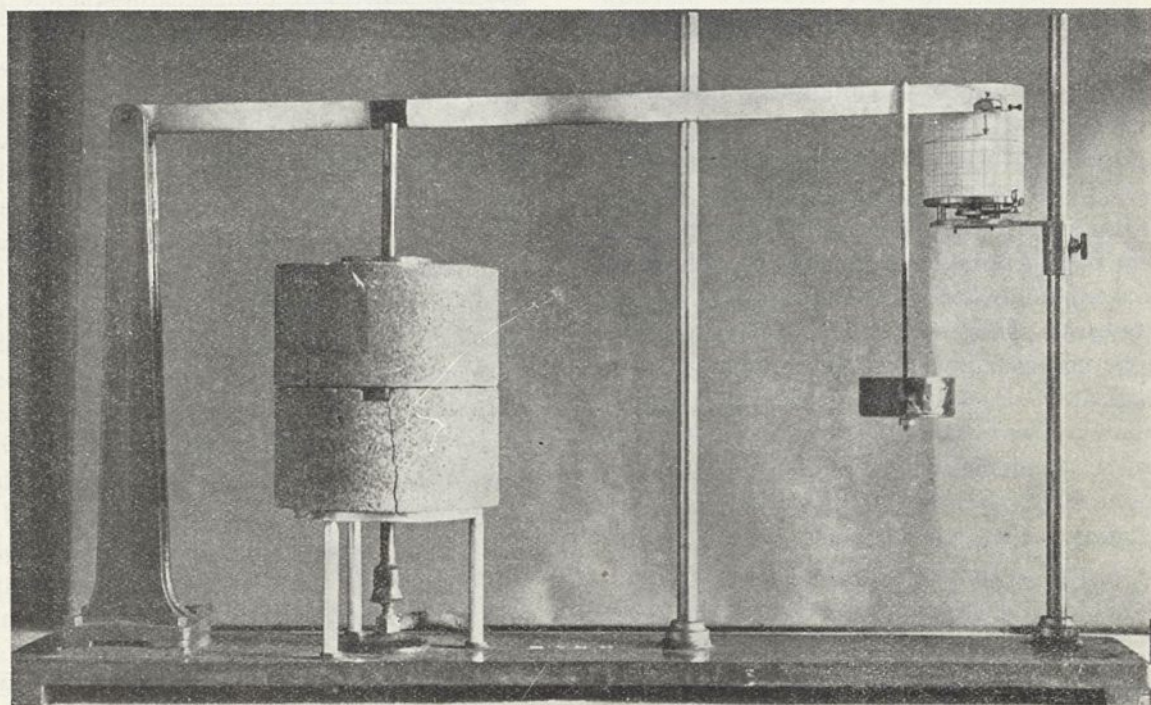
zbyt szybko swego półciekłego stanu. Przeciwnie węgle gazowe górnośląskie zawierają substancje topniejące, nietrwałe na działanie temperatury, z czym związany jest stromy przebieg krzywych plastyczności, oraz wąskie granice temp., w których się stan plastyczny utrzymuje.

Badania nasze, zarówno jak i innych autorów, wykazały dużą zależność przebiegu zjawiska plastyczności od szybkości ogrzewania w okresie początkowym. Występuje ono tem intensywniej, im szybsze jest ogrzewanie węgla w okresie początkowym. Tłumaczy się to tem, że przy szybkim ogrzewaniu substancje bitumiczne, zawarte w węglu, naprzód topnieją, a dopiero później ulegają

nie ze wskazanym uprzednio krótkim okresem trwania maksimum plastyczności dla tych węgli, tłumaczy poczęści przyczyny, z powodu których koks otrzymany z węgli gazowych jest mało wytrzymały mechanicznie. Narzuca się zatem myśl, o czem szerzej mówimy dalej, że w procesie otrzymywania koksu z takich właśnie spiekających węgli gazowych, wskazane byłoby szybkie ogrzanie ich do temperatury stanu plastycznego. Tą drogą bowiem następowałoby lepsze zlanie i zlepianie masy węgla.

Badanie prężności wydymania węgla.

Podczas wykonywania próby tygielkowej koksowania otrzymuje się koks, którego wy-



Rysunek 3. Przyrząd Korten-Koppers'a.

rozkładowi, w przeciwieństwie do odwrotnej kolejności tych zjawisk, zachodzących w czasie ogrzewania powolnego. W tych warunkach zjawisko plastyczności występuje w stopniu bardzo słabym. Wpływ szybkości ogrzewania jest znacznie mniejszy dla węgli koksowniczych, niż dla węgli gazowych, dla których najmniejsza zmiana w szybkości ogrzewania pociąga za sobą znaczne zmniejszenie intensywności przebiegu samego zjawiska. Ta ujemna cecha naszych węgli, świadcząca o nietrwałości bituminów, łącz-

gląd zależny jest w dużej mierze od natury użytego węgla. W przypadku węgla typu koksowniczego otrzymuje się mocno wydeły, jednakże dobrze zlepiony produkt, świadczący wyraźnie o unoszeniu ku górze półciekłej masy węgla przez wytwarzające się gazy. Zjawisko to nazywamy wydymaniem węgla.

Wyjaśnienie zachodzących tu zjawisk, zawdzięczamy P. Dammowi, który wprowadził nowe pojęcia i definicje w tej dziedzinie. Zdolnością wydymania węgla (niem. „Blähen”) nazywamy według tego autora tę

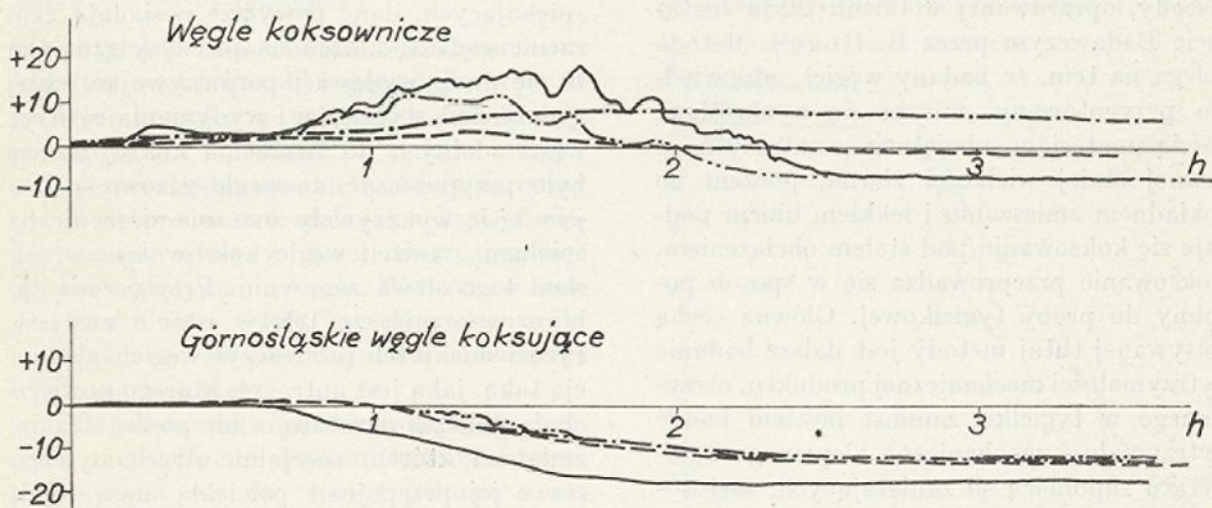
własność węgla, która powoduje przyrost objętości węgla, rozszerzającego się swobodnie w jednym tylko górnym kierunku podczas koksowania. Wielkość tego przyrostu nazywamy stopniem wydymania („Blähgrad”): jest to więc stosunek pozornej objętości koksu do pozornej objętości węgla przed jego ogrzaniem.

Prężnością wydymania (niem. „Treiben”) nazywamy ciśnienie węgla koksowanego w stałej objętości. Wielkość tego ciśnienia wyrażamy w  $kg/cm^2$  w odniesieniu do pewnej stałej grubości warstwy węgla.

W naszych doświadczeniach nad prężnością wydymania węgla używaliśmy aparatu Kortena, zmodyfikowanego przez H. Koppersa. Aparat z tego powodu nadal nazywać będziemy przyrządem Korten-Koppers'a (rysunek 3).

umiarkowanym lub nawet bardzo słabym. Widzimy natomiast, że koksujące węgle gazowe nie posiadają zupełnie prężności wydymania. U tego typu węgla, do których należą i węgle górnośląskie, występuje natomiast bardzo wyraźnie zjawisko kurczenia się podczas ogrzewania i ta okoliczność właśnie, obok dużej zawartości lotnych części, powoduje tworzenie się pęknięć w koksie. Brak prężności wydymania jest dużą wadą naszych węgla, gdyż, jak to wykazały badania licznych autorów, oraz nasze, dobry węgiel-koksowniczy powinien posiadać, oprócz dużej zdolności spiekania i intensywnego przebiegu stanu plastyczności, także pewną umiarkowaną prężność wydymania, ona bowiem umożliwia lepsze przepojenie topniejącymi substancjami węgla całej masy składników nietopniejących.

Aby dać pojęcie, jak dalece wyraźne jest

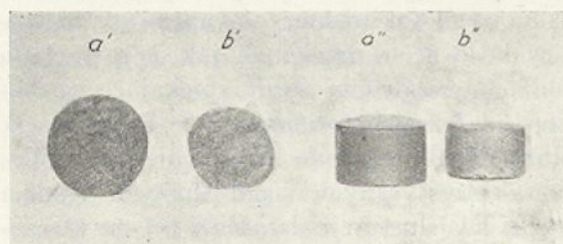


Rysunek 4. Krzywe wydymania typowych węgla koksowniczych i gazowych.

W pracy B. Rogi można znaleźć przegląd literatury, oraz szczegółowy opis metod badania prężności wydymania w aparacie Korten-Koppers'a. Ograniczymy się tutaj do podania przebiegu krzywych wydymania dla właściwych węgla koksowniczych oraz porównania ich z krzywymi, charakteryzującymi węgle gazowe spiekające.

Z wykresu tego widzimy, że właściwe węgle koksownicze posiadają w dużym stopniu prężność wydymania. Zjawisko to występuje u niektórych węgla tego typu tak silnie, że ta przejściowa prężność wydymania może być nieraz niebezpieczna dla pieców koksowniczych. U innych węgla koksowniczych prężność wydymania przejawia się w stopniu

zjawisko zmniejszania objętości węgla gazowych, podajemy na rysunku 5 fotografię dwu połówek brykietu, otrzymanego z węgla gazowo-spiekającego, sprasowanego na gorąco bez użycia lepiszcza. Jedna z nich poddana



Rysunek 5. Przykład zmniejszenia się objętości węgla podczas koksowania; a) połowa brykietu przed skoksowaniem, b) połowa tegoż brykietu po skoksowaniu.

została następnie koksowaniu w piecu Wölb-linga w temperaturze 1000°. Porównanie wysokości i średnicy tych dwóch połówek wykazuje wyraźnie znaczne zmniejszenie się objętości przy koksowaniu. Obliczenia wykazują, że linjowe skurczenie wynosi około 20%.

#### O zdolności spiekania węgla.

Zdolnością spiekania nazywamy tę własność węgla, dzięki której podczas ogrzewania węgla do odpowiednio wysokich temperatur, bez dostępu powietrza, otrzymuje się z niego mniej lub więcej złany koks, o pewnej wytrzymałości mechanicznej. Węgiel posiadający tę własność, nazywamy węglem spiekającym lub koksującym.

Pomijając przegląd literatury oraz opis całego szeregu metod oznaczania zdolności spiekania, podamy tutaj jedynie krótki opis metody, opracowanej w Chemicznym Instytucie Badawczym przez B. Rogę<sup>1)</sup>. Metoda polega na tym, że badany węgiel, odpowiednio przygotowany, miesza się z określoną ilością materiału obojętnego, antracytu, o pewnej stałej wielkości ziarna, poczem po dokładnem zmieszaniu i lekkim ubiciu poddaje się koksowaniu pod stałym obciążeniem. Koksowanie przeprowadza się w sposób podobny do próby tygielkowej. Główną cechą opisywanej tutaj metody jest dalsze badanie wytrzymałości mechanicznej produktu, otrzymanego w tygielku, zamiast bowiem badać wytrzymałość mechaniczną zlepionego aglomeratu zapomocą sił zgniatających, zastosowana została próba bębnowa. Tą drogą wytworzono warunki, które umożliwiają badanie aglomeratów, posiadających przypadkowe rysy i pęknięcia. Przydatność i dokładność oznaczeń tej metody zbadano na licznych próbach laboratoryjnych w kilku koksowniach na Górnym Śląsku.

W toku badań oznaczyliśmy liczby spiekania węgla koksowniczych i gazowych koksujących, chcąc się przekonać, jak się zachowują pod tym względem węgle spiekające, pochodzące z różnych formacji geologicznych. W tablicy I umieszczono liczby spiekania kilku charakterystycznych węgla tłustych i gazowych. Dla ilustracji w tablicy tej przytoczono również wyniki podobnych badań dla węgla słabiej spiekających.

<sup>1)</sup> B. Roga. loc. cit.

TABLICA I.  
Liczby spiekania węgla tłustych i gazowych-spiekających

L. p.	Typ węgla	Nazwa zagłębia	Lotne części <sup>1)</sup>	Liczba spiekania <sup>2)</sup>
1	węgle koksownicze	Pas de Calais	19,2	61,0
2		Ruhr	22,6	59,6
3		Ruhr	25,3	62,5
4		Pas de Calais	27,6	66,3
5		Durham	28,8	70,1
6	węgle gazowe spiekające	Pas de Calais	32,5	64,3
7		Górny Śląsk	34,2	63,6
8		„ „	35,1	62,2
9		„ „	35,2	51,1
10		„ „	35,4	37,0

<sup>1)</sup> Liczono na substancję bezwodną i bezpopiołową

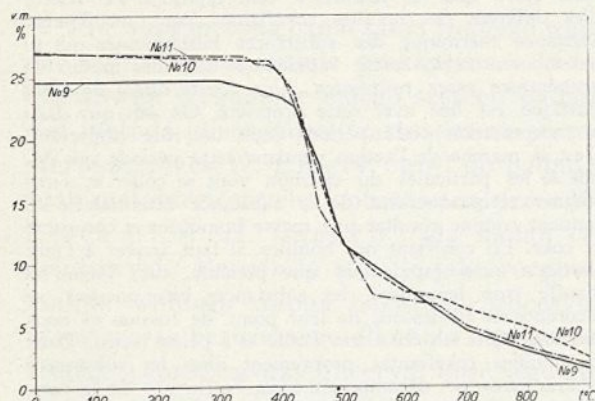
<sup>2)</sup> Oznaczono metodą B. Rogi.

Jeżeli chodzi o poznanie węgla gazowych spiekających, dane powyższe posiadają znaczenie głębsze, aniżeli na pierwszy rzut oka to się może wydawać; porównywując wyżej zjawisko plastyczności i wydymania różnych węgla zdolnych do tworzenia koksu, można było przypuszczać, że węgle gazowo-spiekające będą wykazywały znacznie niższe liczby spiekania, aniżeli węgle koksownicze w ścisłym tego słowa znaczeniu. Przytoczona tablica wskazuje, że tak w istocie nie jest. Przeciwnie, jeżeli rozcieńczyć węgiel substancją taką, jaką jest antracyt, którego powierzchnia podczas ogrzewania nie podlega takim zmianom, któreby specjalnie utrudniały częściowe jej przepojenie półciekłą masą węgla w jego stanie plastycznym, wówczas węgiel ten zlepi i skleja w dość jednolitą masę zarówno własne cząsteczki, jak też cząsteczki antracytu. Ponieważ ogólna ilość gazu, wydzielająca się podczas procesu koksowania, jest stosunkowo mniejsza, aniżeli ta ilość, któraby się wydzielała, gdyby użyty został sam węgiel gazowo-spiekający, najwidoczniej gazowanie nie staje na przeszkodzie do wytworzenia aglomeratu bez znacznych rys i pęknięć. Jak z dalszej części pracy wynika, wyzyskać możemy tę cechę węgla górnośląskich, stosowanych do koksowania, celem częściowej poprawy naszego koksu.

#### Przebieg odgazowania.

Dużą rolę w procesie tworzenia się koksu odgrywa przebieg odgazowania węgla pod-

czas ogrzewania do wyższych temperatur. Używamy tu terminu „odgazowanie” w najobszerniejszym tego słowa znaczeniu, mamy bowiem na myśli wszelkie pary i gazy, wywiązujące się wskutek rozkładu termicznego węgla. W temperaturach, leżących poniżej



Rysunek 6. Przebieg odgazowania typowych węgla koksowniczych.

okresu plastyczności węgla, odgazowanie nie odgrywa większej roli i pozostaje tylko w pewnym związku z rozkładem substancji, powodujących spiekanie; w samym okresie plastyczności odgazowanie wywiera ogromny wpływ na proces tworzenia się koksu, od niego bowiem zależy w dużej mierze przebieg zjawiska wydymania węgla. Wreszcie w temperaturach 500 — 1000° przebieg odgazowania w tym okresie powoduje tworzenie się rys i pęknięć w koksie.

Dla całokształtu porównania węgla gazowych z właściwymi węglami koksowniczymi, przytaczamy wyniki badań jednego z nas nad przebiegiem odgazowania tych węgla. Rysunek 6 przedstawia przebieg odgazowania trzech węgla koksowniczych zagłębi Ruhr, Pas de Calais i Durham.

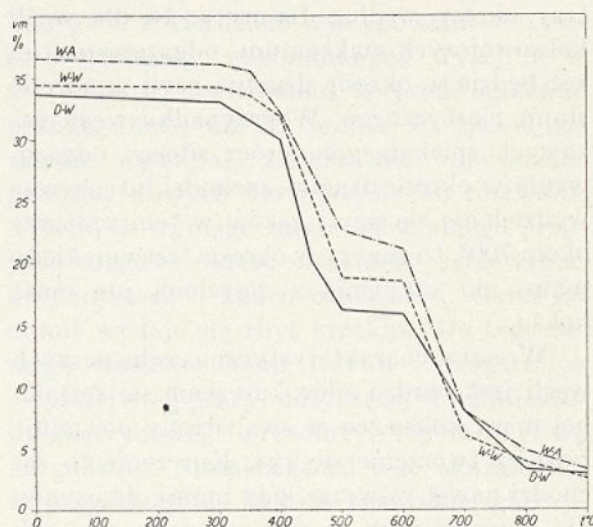
Rysunek 7 przedstawia przebieg odgazowania trzech typowych węgla górnośląskich spiekających. Na wykresie tym na osi odciętych podane są końcowe temperatury ogrzewania, na osi rzędnych ilość lotnych części, zawartych w węglu, uprzednio ogrzanym do odpowiedniej temperatury.

Jak wynika z tych badań węgle koksownicze odgazowują w temperaturze od 400 do 500°, a więc mniej więcej w okresie stanu plastycznego. Półpłynna masa wypuszcza wtedy ułatwiająco się części stosunkowo łatwo, tak, że odgazowanie takie nie wywiera ujemnego wpływu na wytrzymałość mechaniczną koksu.

Powyżej temperatury 500° gazy wydzielają się powoli w miarę dalszego ogrzewania do końcowej temperatury koksowania. W przypadku węgla gazowych spiekających, prócz silnego odgazowania w stanie plastycznym, zachodzi intensywne wydzielanie par i gazów w temperaturze ok. 700°, kiedy mamy już do czynienia z zestaloną masą koksu. Gazy te, szukając swobodnej drogi przejścia, tworzą rysy i pęknięcia: w rezultacie otrzymuje się z tych węgla koks słaby i łamliwy.

#### Streszczenie wyników.

Wyniki badań nad właściwościami węgla gazowych górnośląskich w porównaniu z właściwościami typowych węgla koksowniczych, możnaby ująć następująco. Wszystkie węgle, używane w koksownictwie na Górnym Śląsku należą ogólnie do jednego typu węgla gazowych-spiekających. Węgle te posia-



Rysunek 7. Przebieg odgazowania górnośląskich węgla koksujących.

dają równie wysokie liczby spiekania, jak typowe węgle koksownicze, natomiast różnią się od nich małą wytrzymałością termiczną substancji bitumicznych, które rozkładają się w stosunkowo krótkim czasie w dość wąskich granicach temperatur. Z własnością tą związany jest krótki okres trwania stanu plastycznego. Okres ten w procesie tworzenia się koksu odgrywa jak wiadomo wybitną rolę. Od jego przebiegu zależy, czy poszczególne cząstki węgla zlepią się i przepoją wzajemnie półciekłą masą bitumiczną, dając w rezultacie jednorodną i zbitą masę koksu. W przypadku koksowania naszych węgla należy do

stanu plastycznego dochodzić możliwie szybko, ponieważ podczas zbyt powolnego ogrzewania, substancje bitumiczne ulegają rozkładowi poniżej ich punktu topnienia i wówczas otrzymujemy koks bardzo słaby i ledwie spieczony. We właściwych węglach koksowniczych bitumiczne substancje rozkładają się pod wpływem temperatury znacznie wolniej, rozkład ten postępuje stopniowo i stąd prędkość ogrzewania nie odgrywa tak wybitnej roli.

Ujemną cechą węgla spiekających jest również zupełny brak prężności wydymania, która to własność ułatwia typowym węglom koksowniczym przepojenie masy węgla w stanie plastycznym i utworzenie w ten sposób zbitego koksu, nadto wadą tych węgla jest zbyt duża ilość lotnych części i zbyt intensywne wydobywanie się par i gazów z masy węgla w końcowym okresie koksowania.

O ile podzielimy przebieg odgazowania na trzy okresy według Damma, to dla węgla koksowniczych maksimum odgazowania leżeć będzie w okresie drugim, czyli w okresie stanu plastycznego. W przypadku węgla gazowych spiekających, prócz silnego odgazowania w okresie drugim, zachodzi intensywne wydzielanie się par i gazów w temperaturze około 700°, to znaczy w okresie trzecim, kiedy mamy do czynienia z zestaloną już masą koksu.

Wreszcie charakterystyczną cechą naszych węgla jest bardzo silne kurczenie się zestalonej masy koksu, co ze swej strony powoduje również tworzenie się rys. Kurczenie to zachodzi nawet wówczas, gdy mamy do czynienia z materiałem mocno sprasowanym, jak w przypadku koksowania brykietu.

## RÉSUMÉ.

On a étudié les propriétés des houilles cokéfiantes de la Haute Silésie, comparées avec celles des houilles cokéfiantes typiques. On a constaté que toutes les houilles qu'on emploie dans les usines à coke en Haute Silésie appartiennent en général à un même type de houille à gaz, agglutinante. Ces houilles présentent l'indice d'agglutination aussi élevé que les houilles à coke typiques, par contre elles diffèrent des houilles cokéfiantes par l'insuffisante résistance thermique des substances bitumineuses qui se décomposent relativement rapidement dans des limites de température assez restreintes. Une courte durée de l'état plastique est liée avec cette propriété. On sait que dans la carbonisation cette période joue un rôle important. C'est la marche de l'action pendant cette période qui décide si les particules du charbon vont se coller et s'imprégner réciproquement de la substance bitumineuse en donnant comme résultat une masse homogène et compacte de coke. En cokéfiant nos houilles, il faut arriver à l'état plastique aussi rapidement que possible, car, lorsqu'on chauffe trop lentement, les substances bitumineuses se décomposent au-dessous de leur point de fusion et nous obtenons alors un coke très faible et à peine recuit. Dans les houilles cokéfiantes proprement dites les substances bitumineuses se décomposent sous l'influence de la température beaucoup plus lentement, cette décomposition a lieu graduellement, et c'est pourquoi la vitesse de la chauffe ne joue pas un rôle aussi important. Une particularité désavantageuse des houilles à gaz, agglutinantes est encore celle, qu'elles présentent une absence complète de tepsion de goufflement, propriété qui facilite aux houilles cokéfiantes typiques l'imprégnation de la masse du charbon à l'état plastique et par conséquent la formation d'une masse compacte de coke; de plus les houilles cokéfiantes de la Haute Silésie ont le défaut de contenir trop de substances volatiles et de dégager trop intensivement des vapeurs et des gaz pendant le période finale de la cokéfication.

Si nous partageons la marche du dégazement, d'après Damm, en trois périodes, le maximum du dégazement se trouvera pour la houille cokéfiante pendant la seconde période, c'est-à-dire pendant la période de plasticité. Quant à la houille à gaz, agglutinante, il y a outre un intense dégazement pendant la seconde période, encore un intense dégagement de gaz et de vapeurs à une température d'environ 700°, c'est-à-dire pendant la troisième période, lorsque la masse du coke est déjà durcie.

En outre nos houilles ont encore une particularité caractéristique, notamment elles présentent une forte contraction de la masse solifiée du coke, ce qui cause une formation de fissures. Cette contraction a lieu, même lorsqu'il s'agit d'un matériel fortement comprimé, comme par ex. lorsqu'on cokéfie des briquettes.

## Metoda fenolowa oznaczania wolnego wapna i jej zastosowanie do badania cementu<sup>1)</sup>

Méthode du phénole pour déterminer la chaux libre et son application à l'étude du ciment

JERZY KONARZEWSKI i WACŁAW LUKASZEWICZ

Zakład Technologji Chemicznej Nieorganicznej

Laboratorjum do Badania Cementu z fundacji im. J., B. i B. Eigerów

Politechnika Warszawska

Nadeszło 2 lutego 1932

### Wstęp.

Badanie reakcyj chemicznych, odbywających się podczas procesu wypalania klinkru cementowego, zapomocą metod chemicznych

jest możliwe tylko wtedy, gdy ma się do rozporządzenia metodę analityczną, pozwalającą

<sup>1)</sup> Krótki opis tej metody ogłoszono w Rocznikach Chemji, 11, 154 (1931).

cą oznaczać wolne wapno<sup>2)</sup> obok krzemianów, glinianów i żelazynów wapnia. Związki te bardzo łatwo ulegają działaniu wody, dlatego też oznaczenie wolnego wapna wymaga prowadzenia analizy, przynajmniej w pierwszym jej stadium, w środowisku bezwodnym.

Pierwszą metodą oznaczania wolnego wapna, która ma znaczenie praktyczne i która umożliwiła wykonanie całego szeregu badań, jest metoda glicerynowa, zastosowana po raz pierwszy przez W. Emely'ego<sup>3)</sup> do badania żużli metalurgicznych i opracowana przez W. Lerch'a i R. H. Bogue'a<sup>4)</sup> dla badań cementowych. Metoda ta stosuje jako rozpuszczalnik wolnego wapna bezwodną glicerynę w roztworze bezwodnego alkoholu etylowego. Tlenek wapnia tworzy gliceryd; ilość tego glicerydu oznacza się zapomocą miareczkowania alkoholowym roztworem octanu amonowego wobec fenoltaleiny.

Przebieg analizy jest następujący: Odważoną próbkę substancji wsypuje się do erlenmajerki z mieszaniną gliceryny i alkoholu i ogrzewa się pod chłodnicą zwrotną; po pewnym czasie przerywa się ogrzewanie, dodaje się fenoltaleiny i miareczkuje octanem amonowym aż do zaniku czerwonej barwy. Ogrzewanie i miareczkowanie powtarza się tak długo, aż przestanie się zjawiać czerwone zabarwienie podczas ogrzewania.

Metoda glicerynowa w opracowaniu Lerch'a i Bogue'a w krótkim czasie powszechnie przyjęła się do badań cementowych. Po bliższym poznaniu tej metody okazuje się, że posiada ona szereg stron ujemnych. Działanie gliceryny na wolne wapno jest powolne. Zmusza to do wielokrotnego powtarzania ogrzewania i miareczkowania, tembardziej, że jednocześnie trzeba usuwać przez wygotowanie amonjak, powstający z octanu amonowego. Największą trudnością jest ustalenie końca oznaczenia. Czerwone zabarwienie zjawia się stale, o ile tylko odmiareczkowaną próbkę ogrzewać dostatecznie długo. Fakt ten powoduje, że trzeba przyjąć pewien czas ostatniego ogrzewania, który de-

cyduje o końcu oznaczenia. Lerch i Bogue w pierwszej swej pracy przyjęli, że oznaczenie należy uważać za skończone, o ile zabarwienie nie zjawia się po 30 minutach ogrzewania.

Trudności te wywołały usiłowania wprowadzenia zmian w wykonaniu tej metody. Rathke<sup>5)</sup> zaproponował stosowanie samej gliceryny, jako rozpuszczalnika, i miareczkowanie kwasem winowym po rozcieńczeniu gliceryny alkoholem. G. E. Bessey<sup>6)</sup> zaleca także stosowanie samej gliceryny i miareczkowanie kwasem benzoesowym.

W Laboratorium do Badania Cementu zostały wypróbowane metody glicerynowe oznaczania wolnego wapna według sposobu, podanego przez Lerch'a i Bogue'a oraz sposobu Rathke'go.

Podczas pracy z metodą Lerch'a i Bogue'a stwierdzono występowanie wszystkich trudności, wspomnianych wyżej, a w szczególności stwierdzono, że jeżeli ogrzewać próbkę dłużej niż 30 minut, to zjawia się zawsze czerwone zabarwienie, dowodzące przejścia nowych ilości wapna do roztworu. Metoda ta wymaga zatem arbitralnego przyjęcia długości okresu ostatniego ogrzewania, decydującego o końcu oznaczenia. Okres 30 minut wydaje się zbyt krótkim. Do tego samego wniosku doszli Lerch i Bogue<sup>7)</sup> w ostatniej swej pracy, dotyczącej rewizji metody glicerynowej, i przedłużyli ten okres czasu do godziny. Niezależnie od tego okazało się, że przygotowanie istotnie bezwodnej gliceryny jest bardzo uciążliwe i wymaga wielokrotnej dystylacji pod próżnią.

Stosowanie samej gliceryny, jako rozpuszczalnika, stosownie do propozycji Rathke'go nie daje również dobrych wyników. W temperaturze 60—80° tlenek wapnia prawie się nie rozpuszcza; w temperaturach wyższych gliceryna działa nie tylko na wolne wapno ale i na związki, zawarte w cemencie. Miareczkowanie kwasem winowym jest trudne ze względu na powstający osad. Prócz tego otrzymany roztwór nie zawsze daje zabarwienie z fenoltaleiną. Sposób ten nie przedstawia

<sup>2)</sup> Terminu „wolne wapno” będziemy stale używali dla określenia tej ilości tlenu wapnia, która występuje w klinkrze cementu portlandzkiego, żużlach i t. p. substancjach w stanie wolnym, t. j. niezwiązana z  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  lub  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

<sup>3)</sup> Trans. Am. Ceramic. Soc. 17, 720 (1915).

<sup>4)</sup> Ind. Ing. Chem. 18, 739 (1926).

<sup>5)</sup> Tonind. Ztg. 52, 1318 (1928).

<sup>6)</sup> J. Soc. Chem. Ind. 49, 390 T (1930).

<sup>7)</sup> Publikacja Bureau of Standards znana autorom z tłumaczenia w Le Ciment 35, 482 (1930).

żadnych zalet w porównaniu z metodą Lerch'a i Bogue'a<sup>8)</sup>.

Wszystkie te trudności spowodowały, że w celu ułatwienia oznaczenia wolnego wapna w cementach autorzy próbowali zastosować inne rozpuszczalniki niż gliceryna. Dzięki uwadze p. prof. Struszyńskiego zajęto się bliżej zastosowaniem fenolu. Badania te doprowadziły do opracowania metody fenolowej oznaczania wolnego wapna. W metodzie tej jako rozpuszczalnik stosuje się mieszaninę bezwodnego fenolu z bezwodnym alkoholem etylowym. Otrzymany roztwór fenolanu wapnia odsącza się od pozostałości nierozpuszczalnej; z roztworu oddystylowuje się całkowicie alkohol, dodaje wody i oznacza wodorotlenek wapnia przez miareczkowanie kwasem solnym.

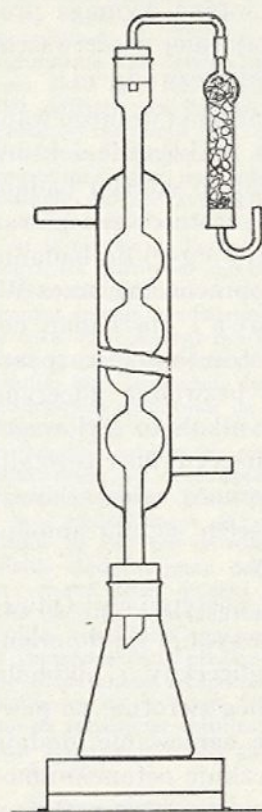
#### Opis metody.

**Rozpuszczalnik.** Jako rozpuszczalnik stosuje się mieszaninę bezwodnego fenolu i bezwodnego alkoholu etylowego w stosunku 1:1. Fenol oczyszcza się przez dystrylację; alkohol bezwodny otrzymuje się przez dystrylację z nad tlenku wapnia i następną dystrylację z nad wapnia metalicznego. Szereg doświadczeń wykazał, że tlenek wapnia rozpuszcza się najszybciej w mieszaninie w stosunku 1:1. Mieszaniny, zawierające przewagę alkoholu lub fenolu, działają wolniej. Do analizy wystarczy 25 cm<sup>3</sup> mieszaniny. Mieszaninę tę należy przygotowywać bezpośrednio przed przystąpieniem do analizy. Każdą porcję alkoholu bezwodnego należy sprawdzać na zawartość związków wapnia. W tym celu z mieszaniny fenolu i alkoholu w ilości 25 cm<sup>3</sup> oddystylowuje się alkohol, dodaje wody (patrz miareczkowanie) i kilka kropli metyloranżu. Zmiana barwy powinna nastąpić po dodaniu jednej kropli 1/15 n HCl.

**Przygotowanie substancji do analizy.** Substancja powinna być dobrze zmielona. Rozcieranie substancji, zawierających wolne wapno, należy wykonywać możliwie szybko, aby uniknąć działania dwutlenku węgla i pary wodnej, zawartych w powietrzu. Do analizy odważa się, zależnie od zawartości wolnego wapna, od 0,1 do 1,0 g substancji.

**Gotowanie.** Ustawienie erlenmajerek podczas ogrzewania podaje rysunek 1. Ciecz

w erlenmajerce powinna wrzeć dość silnie, należy jednak zwracać uwagę na to, aby nie ulegała przegrzewaniu. Aby zabezpieczyć się od dostępu dwutlenku węgla z powietrza, chłodnica zwrotna powinna być zaopatrzona w rurkę z wapnem sodowanym. Rurka z wapnem sodowanym powinna być zgięta jak na rysunku 1 i posiadać duże zatyczki z waty szklanej, aby uniemożliwić przypadkowe zanieczyszczenia analizowanej substancji.

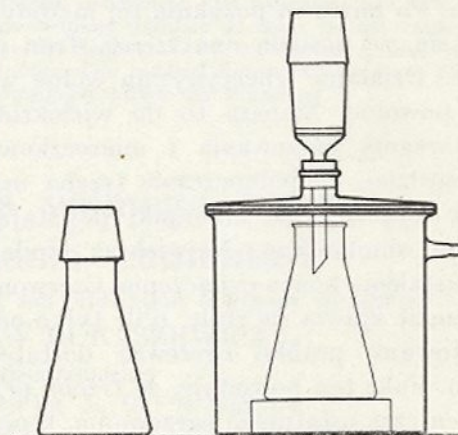


Rysunek 1.

Do oznaczeń najlepiej jest używać erlenmajerek o pojemności 200 cm<sup>3</sup> z szeroką szyjką, korków gumowych i chłodnic zwrotnych bez połączeń kauczukowych pomiędzy rurką wewnętrzną a płaszczem wodnym.

Czas gotowania wynosi od 3 do 8 godzin, zależnie od ilości wolnego wapna.

**Sączenie.** Po skończonym gotowaniu należy zawartość erlenmajerki przesączyć na-



Rysunek 2.

tychmiast przez sączonek szklany Schott'a nr. 4. Sączyć najlepiej jest za pomocą przyrządu próżniowego, przedstawionego na rysunku 2.

<sup>8)</sup> Ostatnie pewne poprawki do metody Rathke'go wprowadził K. Schindler. Zement. 17, 389 (1931).



Do otrzymania próżni można stosować pompkę wodną, w połączeniu z wentylem, kolbą zabezpieczając od cofnięcia się wody, lub małą pompkę tłokową. Zastosowanie pompki tłokowej jest lepsze.

Sączenie należy wykonać w następujący sposób. Zlać na sączonek ciecz, zostawiając osad w erlenmajerce, dodać do erlenmajerki około  $10\text{ cm}^3$  bezwodnego alkoholu, wstrząsnąć kilka razy i przelać ciecz wraz z osadem na sączonek w chwili, gdy pierwsza porcja cieczy na sączoneku spłynie z sitka. Zmyć erlenmajerkę nową ilością alkoholu (około  $15\text{ cm}^3$ ) i cieczą tą przemyć osad na sączoneku. Erlenmajerka i sączonek podczas tych czynności powinna być stale przykryta korkiem gumowym (patrz rysunek 2).

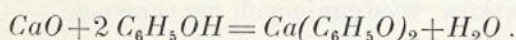
Po skończonym sączeniu erlenmajerkę z przesączem należy natychmiast zatkać szczelnie korkiem gumowym.

Oddystylowanie. Do przesączu należy wrzucić kilka małych kawałków szklanych kapilarek, połączyć erlenmajerkę z chłodnicą i oddystylować alkohol. Odbieralnik powinien być zaopatrzony w rurkę z chlorkiem wapnia. Koniec dystylacji alkoholu poznaje się po oleistych kropkach fenolu, spływających z chłodnicy. Sprawdzeniem, czy alkohol został oddystylowany całkowicie, jest krzepnięcie pozostałości w kolbie po ostygnięciu. Próbę tę należy wykonać przed przystąpieniem do miareczkowania.

Miareczkowanie. Zawartość erlenmajerki po oddystylowaniu alkoholu ogrzewa się lekko, aby stopić skrzepnięty fenol, dodaje  $100\text{ cm}^3$  dystylowanej wody, kilka kropli metyloranżu i miareczkuje  $1/15\text{ n HCl}$  aż do zmiany barwy wskaźnika.

Kwas solny nastawia się na tlenek wapnia, otrzymany przez prażenie chemicznie czystego węglanu wapnia, postępując w sposób opisany wyżej i opuszczając jedynie odsączenie.

Działanie fenolu na tlenek wapnia w środowisku bezwodnym wyraża się równaniem:



Fenolan wapnia hydrolizuje w wodzie, tworząc wodorotlenek wapnia i fenol. Ponieważ stwierdzono, że fenol nie wpływa na zmianę barwy metyloranżu w środowisku wodnym (wynika to z wartości  $P_H$  dla fenolu), można więc w jego obecności oznaczyć ilość utwo-

żonego wodorotlenku wapnia zapomocą miareczkowania kwasem solnym.

Możliwości zastosowania fenolu do oznaczania wolnego wapnia i dokładność tej metody wykazują przytoczone niżej dane liczbowe.

Nastawianie miana.

Odważono g CaO	$1\text{ cm}^3\ 1/15\text{ n HCl}$ odpowiada g CaO
0,0275	0,00205
0,0348	0,00202
,0568	0,00202
0,0044	0,00201
0,1476	0,00202
	przeciętnie 0,00202

Stwierdzono wielokrotnie, że wartość miana nie zależy od tego, czy po rozpuszczeniu roztwór przelewać przez sączonek i przemywać w sposób opisany wyżej czy też nie. Dlatego też można opuszczać sączenie podczas nastawiania miana.

Oznaczenie wolnego wapnia w cemencie.

Czas ogrzewania	Procentowa zawartość wolnego wapnia
4 godz.	1,25%
5 „	1,15%
6,5 „	1,20%
	przeciętnie 1,20%

Oznaczenie dodanej ilości tlenu wapnia obok wolnego wapnia w cemencie.

Do  $0,5\text{ g}$  cementu o zawartości  $1,20\%$  wolnego wapnia dodano różnych ilości tlenu wapnia i oznaczono ogólną ilość wolnego wapnia w mieszaninie.

Znaleziono g wolnego CaO	Ilość g wolnego CaO w cemencie	Odważono CaO	Obliczono z analizy
0,279	0,0060	0,0219	0,0219
0,418	0,0060	0,0356	0,0358
0,264	0,0060	0,0204	0,0204

Wpływ fenolu na związki występujące w cemencie.

Próbkę cementu po ogrzewaniu w mieszaninie fenolu i alkoholu zebrano z sączoneka, wysuszono i powtórnie wyługowano:

Zawartość wolnego CaO:

	I ogrzewanie	II ogrzewanie	Czas trwania II ogrzewania
Cement I	5,90%	0,03%	21 godz.
Cement II	0,69%	0,05%	12 „
Cement III	1,15%	0,06%	8 „

Fenol nie rozkłada zatem związków, występujących w cemencie.

Zastosowanie fenolu jako rozpuszczalnika wolnego wapna w cementach jest zatem w zupełności możliwe. Metoda fenolowa posiadałaby następujące zalety.

Otrzymanie bezwodnego fenolu jest łatwiejsze niż otrzymanie bezwodnej gliceryny. W metodzie fenolowej odpada ciągle miareczkowanie, które jest czynnością uciążliwą. Czas wykonania analizy nie jest krótszy, lecz w czasie wykonywania oznaczenia metodą glicerynową analizujący jest ciągle zajęty, podczas wykonywania oznaczenia metodą fenolową analizujący pracuje czynnie tylko w końcowym okresie oznaczenia. Metoda fenolowa stosuje bezwodne środowisko tylko do rozpuszczania wolnego wapna; miareczkowanie odbywa się w środowisku wodnym i zapomocą roztworu wodnego.

Porównanie oznaczenia wolnego wapna w cementach (tablica 1) metodą fenolową i glicerynową (według sposobu Lerch'a i Bogue'a) wykazały dużą zgodność. Wyniki, uzyskane zapomocą metody glicerynowej, były przeważnie nieco wyższe.

Tablica 1.

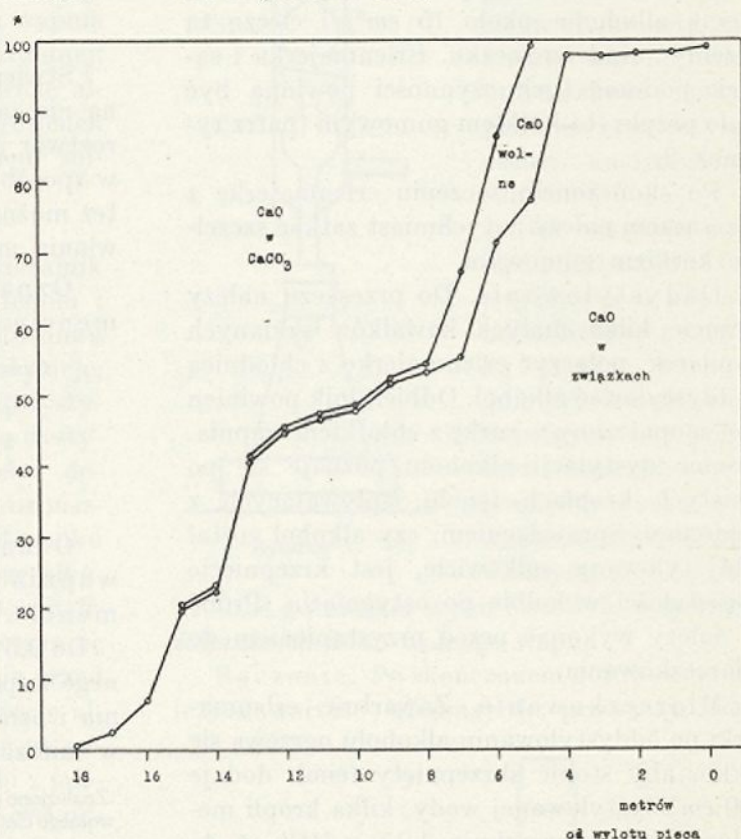
Cement	CaO wolne met. gliceryn.	CaO wolne met. fenolowa
1	0,59	0,53
2	0,61	0,54
3	1,21	0,97
4	1,00	0,85
5	0,65	0,75
6	0,71	0,65
7	1,25	0,90
8	1,39	0,90
9	12,96	14,12

Zastosowanie metody oznaczania wolnego wapna do badania procesu wypalania cementu.

Opracowanie metod oznaczania wolnego wapna w substancjach takich jak cement umożliwiło zbadanie przebiegu procesu wypalania cementu zapomocą analizy chemicznej próbek surowej mieszaniny, ogrzanych do różnych temperatur. Jedną z pierwszych prac laboratoryjnych tego rodzaju wykonali H. Kühl i Lorenz<sup>1)</sup> i ustalili następujące główne cechy tego procesu, a mianowicie:

1) W chwili, gdy kończy się rozkład węglanu wapnia, mniej więcej połowa całkowitej ilości tlenku wapnia jest już związana z produktami rozkładu gliny, a tem samem niema takiej fazy procesu wypalania cementu w której cała ilość wapnia występowałaby w postaci wolnego tlenku wapnia.

2) Powstawanie krzemianów, glinianów, żelazynów odbywa się w ten sposób, że najpierw tworzą się związki o małej zawartości tlenku wapnia, które później przyłączają dalsze cząsteczki  $CaO$ .



Rysunek 3.

3)  $2 CaO \cdot Si O_2$  tworzy się pomiędzy  $1000^{\circ}$  —  $1250^{\circ}$ .

4) W temperaturze około  $1250^{\circ}$  zjawia się faza ciekła w takiej ilości, że następuje gwałtowna reakcja tworzenia się ostatecznych związków występujących w cemencie.

5) Dobrze wypalony cement nie zawiera wolnego wapna.

Niezależnie od prac laboratoryjnych było ciekawe sprawdzić zapomocą tej samej metody badań, jak przebiega proces wypalania cementu w piecu obrotowym. Badania tego typu wykonano w Stanach Zjednoczonych

<sup>1)</sup> Zement, 18, 604, (1929).

A. P. w piecu, specjalnie przystosowanym do pobierania próbek klinkru na całej długości pieca<sup>2)</sup>). Podobne badania przeprowadzono w Niemczech<sup>3)</sup>). Badania te wykazały całkowitą zgodność z badaniami laboratoryjnymi.

Aby uzupełnić dane, dotyczące możliwości zastosowania metody fenolowej do badań w dziedzinie cementu, wykonano szereg badań procesu wypalania cementu w piecu obrotowym. Przeprowadzono dwa typy badań, różniące się sposobem pobrania próbek.

W badaniach pierwszego typu próbki zostały pobrane — w odstępach metrowych — po zatrzymaniu pieca, bez wykręcania jego ładunku. W próbkach oznaczono: ilość wolnego wapna, stratę podczas prażenia i ilość dwutlenku węgla. Na podstawie tych danych obliczono ilość tlenku wapnia: w węglanach, w stanie wolnym i w powstałych związkach (krzemianach, glinianach i żelazinach). Wyniki tych badań przedstawiają tablice 2 i 3 oraz wykres (rysunek 3). W badaniach tego typu należy mieć na uwadze, że próbki bierze się z pieca po upływie kilku godzin po zatrzymaniu pieca i że przez ten czas mogą one ulec pewnym zmianom pod wpływem wilgoci i dwutlenku węgla, zawartego w powietrzu, przepływającym przez piec.

Tablica 2.

Piec długości 46 m i średnicy 2,1 m  
Zawartość CaO w cemencie 66,5%.

Odległość w metrach od wylotu pieca	Strata podczas prażenia w %	Zawartość CO <sub>2</sub> w %/o	Zawartość wolnego CaO w %
0	0,2	—	0,74
1	0,2	—	0,95
2	0,4	—	1,27
3	0,5	—	1,64
4	0,5	—	1,41
5	1,8	0,4	14,12
6	5,8	5,6	9,17
7	14,6	14,3	6,90
8	17,9	19,7	0,45
9	19,9	20,0	0,27
10	21,2	21,3	0,23
11	21,9	22,0	0,27
12	22,0	22,5	0,16
13	24,0	24,3	0,10
14	28,8	28,8	0,20
15	29,3	29,5	0,13
16	32,5	32,8	0,05
17	34,2	33,6	0,04
18	34,9	33,8	0,02
19	35,3	33,8	—
20	34,9	32,1	—
21	35,1	31,7	—
22	35,1	31,1	—
23—40	35,2	31,1	—

<sup>2)</sup> W. N. Lacey, H. Woods, J. Ind. Eng. Chem. 21, 1124 (1929).

<sup>3)</sup> W. Schriever, C. Prussing, Zement, 18, 886 (1929).

Tablica 3.

Rozmieszczenie tlenku wapnia.

Odległość w m od wylotu pieca	CaO w CaCO <sub>3</sub>	CaO wolne	CaO w związkach
18	99,5	—	0,5
17	97,5	—	2,5
16	93,0	—	7,0
15	80,0	0,3	19,7
14	77,2	0,4	22,4
13	59,0	0,4	40,6
12	55,0	0,6	44,6
11	53,0	0,6	46,4
10	51,7	0,6	47,7
9	48,0	0,6	51,4
8	46,0	0,8	53,2
7	32,7	12,0	55,3
6	13,0	15,5	71,5
5	0,8	21,7	77,5
4	—	2,1	97,9
3	—	2,4	97,6
2	—	1,9	98,1
1	—	,4	98,6
0	—	1,1	98,9

Badania drugiego typu polegają na pobieraniu próbek w czasie ruchu pieca, dając więc próbki ściśle odpowiadające warunkom istniejącym w piecu obrotowym. Sposób pobierania próbek z pieca obrotowego podali W. N. Lacey i H. Woods<sup>1)</sup>). Próbkę z początku pieca, (licząc od palnika) pobiera się zapomocą odpowiednio zbudowanej łyżki. Łyżka ta składa się z rury żelaznej, długości około 10 m, na której osadzone są co metr puszki z otworami. Aby pobrać próbki zatrzymuje się piec i wprowadza łyżkę do pieca, kładąc ją na warstwie klinkru. Po ułożeniu łyżki wprawia się piec w powolny ruch obrotowy, przez co do puszek nasypuje się klinkier. Gdy puszki zostaną napelnione, zatrzymuje się piec ponownie i wyciąga łyżkę.

Próbki z dalszych części pieca pobiera się przez specjalne otwory, rozmieszczone w odpowiednich odstępach wzdłuż pieca. W opisywanej pracy ograniczono się jedynie do pobrania próbek zapomocą łyżki, pozwalającej pobrać próbki do 9 m od wylotu pieca.

Próbki pobrane zapomocą łyżki badano w sposób opisany wyżej. Wyniki badań jednego z przeprowadzonych doświadczeń podaje tablica 4 i wykres (rysunek 4). Badania te były przeprowadzone w piecu tej samej długości, co i badania opisane wyżej, lecz w innej fabryce.

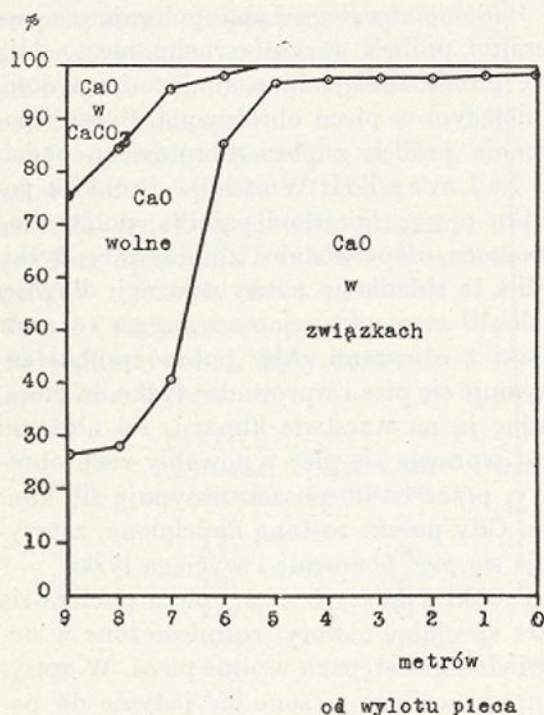
Wyniki opisanych badań, w zupełności zgodne z wynikami badań innych autorów, wykazują, że metoda fenolowa oznaczania

<sup>1)</sup> J. Ind. Eng. Chem. 21, 1124 (1929). Zement, 19, 536 (1930).

wolnego wapna pozwala na badanie przebiegu procesu wypalania cementu w piecu obrotowym i że przez to może oddać duże usługi w fabrykacji cementu.

Tablica 4.  
Piec długości 46 m, średnicy 2,1—2,4 m  
Zawartość CaO w cemencie 65,4%.  
Rozmieszczenie tlenku wapnia.

Odległość od wylotu pieca	CaO w CaCO <sub>3</sub>	CaO wolne	CaO w związkach
9	24,4	49,0	26,6
8	15,5	56,6	27,9
7	4,3	55,5	40,2
6	1,8	12,6	85,6
5	—	3,3	96,7
4	—	2,6	97,4
3	—	2,3	97,7
2	—	2,2	97,8
1	—	1,8	98,2
0	—	1,6	98,4



Rysunek 4.

Co się tyczy ogólnych wniosków, dotyczących przebiegu procesu wypalania cementu, to można je streścić w następujący sposób:

1) Reakcje pomiędzy węglanem wapnia a produktami rozkładu gliny, zaczynają się mniej więcej w połowie długości pieca i przebiegają początkowo z małą prędkością; istotnym obszarem reakcyjnym jest przestrzeń około 10 m od wylotu pieca, przyczem przeważająca część reakcyjnej odbywa się na przestrzeni nieprzekraczającej 2 m, w miejscu najwyższej temperatury.

2) Reakcje pomiędzy węglanem wapnia

i produktami gliny rozpoczynają się przed końcem rozkładu węglanu wapnia.

3) Znaczna część reakcyjnego przebiega w fazie stałej.

Zastosowanie metody oznaczania wolnego wapna do badania gotowego cementu.

Badania W. C. Hansen'a<sup>1)</sup>, H. Kühla<sup>2)</sup>, wykazały, że dobrze wypalony cement nie powinien zawierać wolnego wapna. Wniosek ten jest oparty na badaniach laboratoryjnych. Ponieważ w fabrykacji cementu możliwe są pewne niedokładności w składzie szlamu, w stopniu zmielenia szlamu oraz w wypaleniu klinkru, należało się spodziewać, że cementy handlowe będą zawierały nieznaczne ilości wolnego wapna.

Tablica 5

Zawartość wolnego wapna w cementach, otrzymanych przez zmielenie klinkru zaraz po wypaleniu. Wszystkie cementy wykazały dobrą stałość objętości\*).

Cement	Strata podczas prażenia	CaO wolne
1	0,10	0,92
2	0,15	0,96
3	0,10	0,90
4	0,20	0,91
5	0,22	0,90
6	0,17	0,80
7	0,33	0,85
8	0,35	0,88
9	0,34	0,95

\*) oznaczoną według P. N./B. 201 i według t. zw. próby ósemek ogniowych, polegającej na ogrzewaniu na płycie o temp. 300—400<sup>0</sup> ósemki odlanej z zaczynu.

Prace W. Lerch'a<sup>3)</sup>, Haegermanna<sup>4)</sup>, i A. Guttman'a<sup>5)</sup> potwierdziły to przypuszczenie i wykazały, że cementy handlowe istotnie zawierają nieznaczne ilości wolnego wapna. Jeżeli zawartość wolnego wapna nie przekracza 1%, to cementy takie posiadają stałość objętościową, jeżeli zaś zawartość wolnego wapna w cementach przekracza 1%, to cementy takie nie mają stałości objętościowej. Według H. Lafuma<sup>1)</sup> brak stałości objętościowej cementu wywołuje wodorotlenek wapnia, powstający z tlenku wapnia podczas działania wody na cement. Reakcji tej

<sup>1)</sup> Ind. Eng. Chem. 19, 1260 (1927); J. Am. Ceram. Soc. 11, 68 (1928).

<sup>2)</sup> l. c. str. 8.

<sup>3)</sup> Portland-Cement-Assoc. Fellowship. Paper 20.

<sup>4)</sup> Zement, 19, 982 (1930).

<sup>5)</sup> Zement, 19, 1078 (1930).

<sup>1)</sup> Rev. matériaux construction trav. publics Nr. 243, 441 (1929), Nr. 244, 4 (1930).

towarzyszy znaczne zwiększenie objętości, prowadzące do powstawania pęknięć w związanym cemencie<sup>2)</sup>.

Badania szeregu cementów, wykonane za pomocą metody fenolowej potwierdziły całkowicie wnioski prac, wymienionych wyżej. Wyniki tych badań podają tablice 5, 6 i 7.

Tablica 6.

Zawartość wolnego wapna w cementach, otrzymanych przez zmielenie klinkru zaraz po wypaleniu. Wszystkie cementy wykazały brak stałości objętościowej.

Cement	Strata podczas prażenia	CaO wolne
1	0,45	1,16
2	0,43	1,56
3	0,48	1,26
4	0,20	1,39
5	0,32	1,10
6	0,40	1,15
7	0,76	1,28

Tablica 7.

Zawartość wolnego wapna w zwykłych cementach handlowych. Wszystkie cementy wykazały dobrą stałość objętości.

Cement	Strata podczas prażenia	CaO wolne
1	1,30	0,58
2	1,24	0,48
3	1,17	0,60
4	0,95	0,85
5	2,44	0,85
6	1,50	0,46

Dane tablic 5, 6 i 7 wykazują, że cementy<sup>2)</sup> zawierające mniej niż 1% wolnego wapna posiadają stałość objętościową, cementy, zawierające więcej niż 1% wolnego wapna wykazują brak stałości objętościowej. Jednocześnie dane te wskazują, że świeżo wypalony klinkier zawiera nieco więcej wolnego wapna niż klinkier, przechowywany przez pewien czas przed zmieleniem na cement. Niewątpliwie podczas przechowywania klinkru następuje zamiana wolnego wapna na węglan wapnia pod wpływem dwutlenku węgla z powietrza. Przez wystawienie klinkru na działanie powietrza w ciągu dość długiego okresu czasu można zmniejszyć w nim ilość wolnego wapna do ilości nieszkodliwej; oczywiście jest to możliwe tylko wtedy, gdy ilość wolnego wapna nie przewyższa znacznie dopuszczalnej granicy 1%.

<sup>2)</sup> H. Köhl nie zgadza się z tym poglądem; Tonid. Ztg. 54, 278 (1930).

## Streszczenie.

1. Opracowano metodę oznaczania wolnego wapna w cemencie, stosującą jako rozpuszczalnik fenol w roztworze bezwodnego alkoholu.

2. Zbadano możliwości zastosowania tej metody do badania przebiegu procesu wypalania cementu, a tem samem ustalenia wpływu składu szlamu, stopnia przemiału szlamu, ustawienia palnika w piecu, na stopień wypalania cementu.

3. Zbadano możliwość zastosowania tej metody do badania gotowego cementu i stwierdzono zależność pomiędzy zawartością wolnego wapna w cemencie i stałością objętości cementu. Cementy, zawierające więcej niż 1% wolnego wapna, nie mają stałości objętościowej.

Na zakończenie autorzy pragną wyrazić swe podziękowanie p. prof. dr. J. Zawadzkiemu za stałą pomoc podczas wykonywania tej pracy, oraz Zarządom Towarzystw „Wysoka” i „Wołyn” za umożliwienie przeprowadzenia badań w ich fabrykach.

## SUMMARY.

1. A new method has been worked out for determining the free lime in portland cement. A sample of portland cement (usually one gram) is boiled with 25 cm<sup>3</sup> of a mixture (1:1) of phenol and absolute alcohol under the reflux for several hours. The liquid is then filtered through a glass filter and the substance on the filter washed with absolute alcohol. Ethanol is then removed from the filtrate by distillation, about 100 cm<sup>3</sup> of distilled water is added to the residue and the amount of calcium hydroxide in the solution determined by titration with an aqueous solution of hydrochloric acid in the presence of methyl-orange as indicator.

2. The possibility of using this method for investigating the process of burning cement clinker has been established.

3. The possibility of using this method for the analysis of commercial cements has been established. It has been found that there is a connection between the free lime content and the soundness of a cement. It was found that cements with more than one per cent. of free lime are unsound.

Politechnic School  
Warsaw.

## Sprostowania

Errata

- Str. 4 Nazwisko autora brzmi: Hołyński, co prosimy poprawić.  
 „ 4 I wiersz 12 z dołu zamiast Machełek winno być Mochełek.  
 „ 5 II „ 3 z góry „ machelkowskiej „ mochełkowskiej.  
 „ 23 I „ 27 „ „ (CH<sub>3</sub>COO<sub>3</sub>) „ (CH<sub>3</sub>COO)<sub>9</sub>  
 „ 27—30 rysunek oznaczony jako 6 jest w rzeczywistości rysunkiem 10  
 „ „ „ „ 9 „ „ „ 6  
 „ „ „ „ 10 „ „ „ 9  
 „ 35 wiersz 4 zamiast Zagożdzwie winno być Zagożdżonie.

Nous prions nos lecteurs de vouloir bien corriger:

page 4 le nom de l'auteur en Hołyński

et pages 27—30 la numeration des figures:

la figure signée du nr. 6 est en réalité la figure 10

„ „ „ „ 9 „ „ „ „ 6

„ „ „ „ 10 „ „ „ „ 9

## Pracownia i szkoła

Laboratoire et enseignement

## Termograf — zegarem kontrolnym.

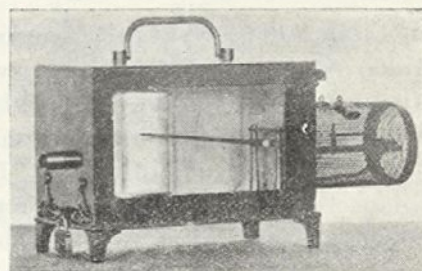
Zdarza się od czasu do czasu w pracy laboratoryjnej, konieczność przeprowadzenia eksperymentu, czy też ustalonych pomiarów, które wymagają nieprzerwanej ciągłości, a co za tem idzie, dozoru ludzkiego. Najczęściej dozór sprowadza się do nieskomplikowanych czynności, które wykonywać mogą nawet siły niewykwalifikowane. Chodzi jedynie o kontrolę sumienności dozoru. Nabywanie w tym celu specjalnych zegarów kontrolnych jest zbyt kosztowne i nie oplaca się. Możemy zaradzić sobie w inny sposób, a mianowicie:

Jeżeli laboratorium posiada termograf, to niewielkim nakładem możemy zwiększyć zakres jego stosowalności, dodając mu funkcje zegara kontrolnego. Na lewej ścianie szczytowej, dobrze stabilizowanej skrzynki ochronnej termografu, przewiercamy niewielki otwór i umocowujemy w nim coś nakształt guzika kontaktowego od dzwonek elektrycznych, zakończonego iglicą, jak wskazuje rysunek 1.



Rysunek 1.

Otworki, w których porusza się iglica, powinny być dokładnie dopasowane do grubości iglicy, by uniknąć zboczeń w jej ruchach. Lekki ucisk guziczka co godzinę czy też pół, daje na taśmie termografu szereg nakłuc równomiernie rozmieszczonych, które świadczą o czuwaniu dozoru.



Rysunek 2.

Rysunek 2 przedstawia termograf po skutecznieniu przystosowania go do pracy zegara kontrolnego.

T. Kaliński

## Książki i czasopisma nadesłane do redakcji

Livres et journaux envoyés à la rédaction

Słownik chemiczny polsko-czeski z częściowym uwzględnieniem matematyki, fizyki, geometrii i mineralogii. Ułożył Dr. Emil Votoček profesor chemii na politechnice czeskiej w Pradze. W Pradze 1931. Nakładem czeskiej Akademii umiejętności, piśmiennictwa i sztuk pięknych. Str. XII i 164. 8°. 250 × 175 mm.

Dzielo, o którym mowa, ma dwie dosłownie zgodne karty tytułowe: polską podaną jako tytuł artykułu niniejszego i czeską.

Prof. E. Votoček, zasłużony chemik, między innymi jest autorem wzorowego podręcznika czeskiego, ułożonego dla osób studujących chemię w szkołach wyższych, a ponadto nader pożytecznego czesko-francuskiego słownika terminologicznego i frazeologicznego do potrzeb chemii, fizyki i nauk pokrewnych. Obecnie prof. Votoček opracował słownik pomocny naturalistom czeskim w czytaniu polskich podręczników i rozpraw, głównie chemicznych. Słownik ten niemałe usługi może oddać również polakom w studjowaniu dzieł czeskich.

Z przedmowy do słownika omawianego widzimy, że prof. E. Votoček jest entuzjastą kulturalnego i cywilizacyjnego zbliżenia słowian, a w szczególności jego rodaków z Polską i polakami. Ci z nas, którzy go znamy osobiście, podziwiamy jego praktyczną biegłość w polszczyźnie oraz jego doskonałą znajomość naszego języka i piśmiennictwa. Zachęca on skwapliwie swych rodaków do poznania naszych podręczników i rozpraw naukowych, więc słownik omawiany ułożyl w tym celu, aby to był „most” pomiędzy polskiem i czeskim piśmiennictwem przyrodniczym, jak się o tem wyraża w przedmowie. Zarówno myśl ta jak dzieło do jej urzeczywistnienia pomocne, słownik omawiany mianowicie, sprawia że w prof. Votočku z radością i z wdzięcznością witamy propagatora skutecznego naszych dorobków kulturalnych.

Jak skrupulatnie autor słownika omawianego rzecz traktował możemy wnosić nie tylko z tekstu jego dzieła ale również ze spisu osób, z których pomocy korzystał. Z pośród rodaków pomagał mu Dr. K. Storch, Dr. I. Šaunová, prof. Dr. V. Posejpal i prof. Dr. F. Slavik, z polaków prof. Dr. T. Miłobędzki, prof. Dr. W. Świętosławski, prof. Dr. L. Szperla i Dr. A. Dorabalska. Jak widzimy dobór osób pierwszorzędny.

Słownik zawiera około 17300 wyrazów oraz spis skrótów i zasady polskiej terminologii związków nieorganicznych. Autor uwzględnił wszystkie terminy i wyrażenia chemiczne znajdujące się w wydaniu ósmym „Chemii nieorganicznej” prof. St. Tołłoczki, w przekładzie prof. K. Sławińskiego „Podręcznika chemii organicznej” O. Dielsa, w przekładzie M. Dominikiewicza, S. Przemyskiego i J. Harabaszewskiego „Chemii analitycznej jakościowej F. P. Treadwella, w „Fizyce” prof. St. Kalinowskiego, w „Arytmetyce i geometrii dla klasy I szkół średnich profesorów: S. Banacha, W. Sierpińskiego i W. Stożka, w „Podręczniku arytmetyki i algebry” J. Miłulowicza oraz w części mineralogicznej „Podstaw mineralogii i geologii” prof. J. Lewińskiego. Ponadto prof. Votoček umieścił w słowniku liczne acz nie wszystkie terminy i wyrazy z czterech tomów „Chemii fizycznej” prof. W. Świętosławskiego, z „Wykładów chemii organicznej” prof. L. Szperla oraz z „Mineralogii” i „Krystalografii opisowej” piszącego słowa niniejsze. W doborze czeskich odpowiedników wyrazom polskim prof. E. Votoček głównie pomagał sobie słownikami polsko-niemieckimi: małym A. Zippera i E. Uricha, oraz wielkim F. Konarskiego, A. W. Inlendera, F. Goldscheidera i A. Zippera.

Wysoki autorytet naukowy prof. Votočka jest zupełną gwarancją niespornej ścisłości przekładu polskich terminów

na język czeski. W tym względzie więc słownik prof. Votočka jest dziełem zalet pierwszorzędnych. Ponadto zaletą tego słownika jest to, że oprócz terminów chemii, fizyki, matematyki, geometrii i mineralogii zawiera on bardzo wiele wyrazów mowy potocznej, niezrozumiałych Czechowi nieznanemu polszczyźnie, jak na przykład: *albo, albowiem, atoli, bardzo, bądź-bądź, będący, blisko, bo, całkiem, cokolwiek, dość, iżby, jakoś, nadto* i t. p. W doborze tych wyrazów widzimy liczenie się z praktycznymi potrzebami czytelnika czeskiego. Prof. Votoček zaznacza w przedmowie, że każdy ineligeny Czech nieznaną polszczyźnie rozumie po polsku bardzo dużo, ale w czytaniu tekstów polskich często zdarzają mu się zdania niezrozumiałe z powodu nieznaności jednego jakiegoś słówka, a gdy mu ktoś je wytłumaczy, to od razu całe zdanie staje się jasne. Te właśnie „słówka” prof. Votoček uwzględnił w mierze znacznej, czem zwiększył bardzo praktyczność i pomocność słownika.

Przypuszczam, że mając tak żywo na sercu kulturalne i cywilizacyjne zbliżenie czesko-polskie, prof. E. Votoček zechce wykonać drugą część swój tak pięknej i pożytecznej pracy, że mianowicie ułoży i ogłosi również doskonały słownik chemiczny czesko-polski, który znacznie rozszerzy grono polskich czytelników naukowego piśmiennictwa czeskiego.

Jeżeli mi wolno coś doradzać szanownemu autorowi słownika omawianego, to prosiłbym go, aby w dalszych wydaniach tego dzieła i w przypuszczalnej jego części drugiej, czesko-polskiej, zechciał nieco więcej niż dotychczas uwzględnić te wyrazy, których brzmienie jest jednakowe w obu językach, ale znaczenia są różne a czasem sprzeczne, takie mianowicie jak n. p. „czerstwy”, „zbytki”, „poszedl” i t. p. Aczkolwiek bowiem w słowniku prof. Votočka widoczne jest o to staranie, jednak dodanie kilku jeszcze wyrazów rodzaju rzezonego byłoby nader pożądane. Wiadomo nam bowiem, w jak kłopotliwym nieraz położeniu jesteśmy, gdy nie wiemy że np. „pieczywo czerstwe” po polsku oznacza pieczywo wyschłe, a po czesku właśnie świeże pieczywo tak się nazywa. A więc pomnożenie takich wyrazów obie strony powitają z uznaniem.

Przeczytałem słownik profesora Votočka od pierwszego do ostatniego wyrazu, nauczyłem się zeń bardzo dużo, i serdecznie wdzięczny jestem jego autorowi za znaczne ułatwienie mi czytania i rozumienia czeskich pism przyrodniczych. Każdemu naturalistcie polskiemu gorąco mogę polecić to piękne dzieło prof. Votočka które lubo ma na względzie potrzeby czytelnika czeskiego, jest również pomocne polakowi w czytaniu piśmiennictwa czeskiego, zawierającego tak wiele dzieł i rozpraw naukowych ze wszech miar interesujących i wartościowych.

Z. Weyberg.

## Wiadomości bieżące

Nouvelles du jour.

**Instytut Naukowej Organizacji** (Warszawa, Mokołowska 53, tel. 8 16-43 i 8 38-13) XXXIV Cykl Wykładów o **Naukowej Organizacji w Przemysle Chemicznym**. Wykłady odbywać się będą w ciągu 3-ch dni, a mianowicie w sobotę 9-go, niedzielę 10-go i poniedziałek 11-go kwietnia 1932 roku.

Program cyklu.

Ogólne zasady nauki organizacji — Wicedyr. Wacław Milewski — 3 godziny.

Rzut oka na rolę i znaczenie usprawnienia pracy. Analiza pojęcia pracy z punktu widzenia jej celu. Dwie epoki w dziejach rozwoju usprawnienia pracy. Przewrót dokonany przez zastosowanie maszyn do gospodarki przemysłowej. Marnotrawstwo w przemyśle i walka z niem. Co to jest organizm? Różnica między organizacją zwyczajną i naukową. Czynniki kierowniczy i wykonawczy. Reforma zarządzania. Biuro planowania. Fazy naukowej organizacji: cel, analiza, plan, wykonanie i kontrola. Istota nauki organizacji. Metoda doświad-

czalno-naukowa. Prawa przyrody i prawa rządzące zjawiskami przemysłowymi i gospodarczymi. Osiąganie najwyższego wyniku użytecznego przy najmniejszym rozchodzie środków wywórczych. Prace Taylora. Cztery zasadnicze prawa nauki organizacji: prawo wzrastającej produkcji; prawo podziału pracy; prawo koncentracji; prawo harmonii. Metoda harmonogramów. Specyficzna rola Polski w rozwoju nauki organizacji. Naukowa organizacja a kryzysy gospodarcze. Opory na drodze wprowadzania naukowej organizacji. Produkcja i konsumpcja. Zaczarowane koło prosperacji. Planowa gospodarka. Psychotechnika i normalizacja. Przyszłość nauki organizacji i kierownictwa.

Zastosowanie wykresów w kierownictwie — Bolesław Zawadzki — 2 godziny.

Użyteczność przedstawiania układu i przebiegu zjawisk za pomocą metody graficznej. Główne rodzaje wyobrażeń graficznych używanych w praktyce organizacyjnej: schematy struktury organizacyjnej (hierarchiczne i funkcjonalne), kompetencji (Hymans'a), przebiegu czynności. Wykresy: Gantt'a, harmonogramy Adamięckiego. Przykłady i sposoby stosowania różnych wyobrażeń graficznych do: badań planowania, kierowania przebiegiem akcji i kontroli.

Układanie budżetu — inż. Stanisław Guzicki — 1 godzina.

Znaczenie budżetu. Opracowanie preliminarza zbytu. Kalkulacja wstępna, techniczna i finansowa. Plan produkcji. Plan zakupu surowców. Preliminarz kosztów robocizny, pośrednich kosztów produkcji, kosztów zarządzania i kosztów sprzedaży. Zestawienie wydatków do pokrycia z zysków brutto. Zestawienie wpływów i wydatków. Zestawienia budżetowe. Analiza kosztów. Koszty wzorcowe. Kalkulacja cen oparta na budżecie. Kontrola preliminowanych kosztów. Kontrola wpływów i wydatków. Zmiany preliminowanych sum w okresie budżetowym. Ustalanie granic rentowności przedsiębiorstwa.

Zasady obliczania kosztów własnych — inż. Stanisław Guzicki — 1 godzina.

Cel obliczania kosztów własnych. Koszt własny jako podstawa obliczania cen sprzedażnych. Koszt własny jako kontrola metod produkcji i gospodarki. Składniki kosztów własnych. Metody grupowania kosztów. Zbieranie materiałów źródłowych do obliczania kosztów. Technika obliczania kosztów. Sposoby podziału kosztów pośrednich na wyroby i miejsca pracy. Układanie kluczy podziałowych. Wykazy kosztów liczbowe i graficzne. Uzgodnianie wyników kalkulacji kosztów z księgowością główną.

Zastosowanie zasad obliczania kosztów własnych w przemyśle chemicznym — inż. Józef Milewski — 1 godzina.

Odrębność przemysłu chemicznego w zagadnieniu kosztów. Koszty bezpośrednie wytworów przemysłu chemicznego: udział surowców, robocizny, materiałów technicznych. Koszty pośrednie w przemyśle chemicznym. Obliczanie kosztów w zakładzie przemysłowym chemicznym o produkcji jednolitej, w zakładzie o produkcji różnorodnej, w zakładzie o produkcji mieszanej. Najwłaściwsza metoda podziału kosztów pośrednich dla przemysłu chemicznego.

Organizacja zakupów — inż. Michał Bornstein — 2 godziny.

Organizacja naukowa wydziału zakupów surowców, maszyn, materiałów pełnych i pomocniczych. Centralizacja czy decentralizacja zakupów. Zbieżność interesów między wydziałem zakupów a przetwórcią. Zakupy intuicyjne a naukowe. Ocena techniczna i chemiczna. Wydajność surowców. Tayloryzacja laboratoriów. Zastosowanie wykresów przy zakupie surowców. Wykres przebiegu zakupów i przychodu towarów oraz kontroli rachunków. Formularze i sposób ich układania. Kartoteki. Normalizacja zakupów.

Gospodarka magazynowa — Jan Chodorowski, M. S. Columbia University — 2 godziny.

Rola gospodarki magazynowej w organizacji zakładu

przemysłowego. Organizacja i funkcje działu magazynów. Planowanie magazynów. Urządzenia magazynowe. Technika przyjmowania, magazynowania i wydawania materiałów. Systemy inwentaryzacji.

Dobór pracowników i higiena pracy — dr. Piotr Macewicz — 2 godziny.

Fizjologia pracy. Praca i zmęczenie, badanie zmęczenia, walka ze zmęczeniem. Zmęczenie a nieszczęśliwe wypadki. Higiena pracy. Oświelenie, ogrzewanie i przewietrzanie warsztatów. Ogólne warunki zdrowotne. Ochrona pracy. Urządzenia ochronne. Ubrania, maski, rękawice i t. p. Plakaty ostrzegawcze. Psychologia pracy. Odpowiedniość człowieka do określonej pracy. Poradnictwo zawodowe i dobór zawodu. Współczesne zagadnienia psychotechniki.

Organizacja biura przemysłowego — mgr. Kazimierz Barliński — 2 godziny.

Zadania biura. Biuro nowoczesne. Układ statyczny i układ dynamiczny pracy biurowej. Konstrukcja formularzy biurowych. Zasady normalizacji formatów papieru i normalizacji układów graficznych. Systemy przebitkowe. System luźnych kart: kartoteki pionowe, księgi o luźnych kartach, kartoteki płaskie. Systemy klasyfikacji: alfabetyczny, numerowy, rzeczowy, dziesiętny. Znaczenie korespondencji w organizmie biurowym. Badanie sprawności obiegu pism i przyspieszenie jego tempa. Odbiór i segregacja korespondencji. System bezdziennikowy. Typy dzienników korespondencyjnych. Załatwiania merytoryczne. Styl w korespondencji. Bruljony i dyktowanie. Technika pisania na maszynie. Ekspedycja listów. Klasyfikacja i przechowywanie pism. Typy registry: horyzontalny, wertykalny, wiszący, bibliotekarski. Symbolizacja. Teczki i segregatory. Kontrola terminów. Komunikacja wewnętrzna.

Przebieg i kontrola procesów fabrykacyjnych — inż. Michał Bornstein — 2 godziny.

Harmonizacja w doborze urządzeń. Tablice miesięcznej wydajności. Kartoteka maszyn i aparatów. Harmonizacja działania. Układanie harmonogramów i ich wpływ na zastąpienie empiryzmu naukową organizacją. Kontrola mechaniczna. Wykresy Gantt'a a kontrola codzienna wydajności poszczególnych stacji. Kontrola procesów termicznych i chemicznych. Aparaty kontrolne. Samoczynna regulacja aparatów.

Świetlna kontrola procesów fabrykacyjnych — inż. Hulanicki — 1 godzina.

Straty zachodzące w wytwórniach. Odległościowe przyrządy pomiarowe. Przyrządy samopiszące i zliczające. Braki w dotychczasowej technice kontroli. Wzorce przerobowe. Nowoczesna świetlna kontrola ciągłości ruchu wytwórni.

Zjazd Gazowników i Wodociągowców w Wilnie. W dniach 2, 3 i 4 czerwca r. b. odbędzie się w Wilnie. XIV Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich, połączony z Walnem Zgromadzeniem Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich, jakoteż Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w R. P.

Jako hasła Zjazdu dla referatów uchwalono:

a) Treści ogólnej: 1) gospodarka zakładów gazowych i wodociągowo-kanalizacyjnych, 2) ochrona sieci gazowej i wodociągowej przed niszczącymi ją czynnikami, 3) wyniki doświadczeń i badań z ostatnich lat w zakresie gazownictwa, wodociągów i kanalizacji.

b) Treści gazowniczej: 1) oświetlenie ulic gazem, 2) wtórna legalizacja gazomierzy.

c) Treści wodociągowo-kanalizacyjnej: 1) zaopatrywanie w wodę i usuwanie nieczystości w małych osiedlach, 2) uzdatnienie wody do picia i celów gospodarczych, 3) zastosowanie wodociągów zbiorowych (grupowych) w Polsce.

Termin zgłaszania referatów upływa z dniem 30 kwietnia r. b. Referaty należy zgłaszać do Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich w Warszawie, ul. Kredytowa 3.