PRZEGLĄD GÓRNICZO-HUTNICZY

CZASOPISMO, POŚWIĘCONE SPRAWOM PRZEMYSŁU GÓRNICZEGO i HUTNICZEGO

№ 9 (382). Dąbrowa Górnicza dnia 1-go maja r. 1927-go. Tom XIX.

TREŚĆ NUMERU.

		Strona.
1.	*Stopy typu stellitów i nichromów* — inż. Zygmunt Jasiewicz	249
2.	*Nawodorowanie węgla (hydrogenizacja) w celu otrzymania ropy* — tłumaczył inż. Józef Godycki	270
3.	*Z przeglądu wydawnictw*	274
4.	*Kronika bieżąca*	276
5.	*Statystyka Departamentu Górniczo-Hutniczego Ministerstwa Przemysłu i Handlu*	277
6.	*Dane statystyczne o wypadkach nieszczęśliwych w większych kopalniach węgla kamiennego w zagłębiu Dąbrowskiem i Krakowskiem w roku 1925 i 1926*	285

Inż. ZYGMUNT JASIEWICZ
Akademja Górnicza w Krakowie.

Stopy typu stellitów i nichromów.*)

W obecnym przemyśle metalowym coraz większe znaczenie zaczynają zdobywać sobie metale grupy żelaza: nikiel i kobalt i to nie tylko jako dodatki do żelaza, lecz jako metale, stanowiące główne składniki stopowe. Nie od rzeczy więc będzie zaznajomić się z właściwościami metali czystych oraz ich stopów.

I.

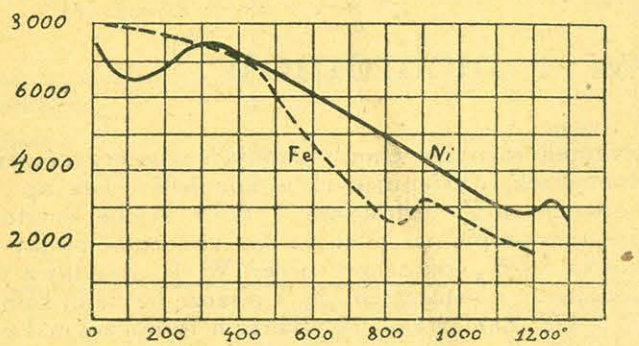
Co — Kobalt posiada liczbę atomową 27, zaś jego ciężar atomowy według najnowszych badań wynosi 58,94,[1]) objętość atomowa 6,8, gęstość 8,71, punkt topienia 1444°.[2]) Krystalizuje kobalt w dwóch odmianach allotropowych: płaskocentrycznej sześciennej o parametrze 3,554 A/0 i heksagonalnej o stosunku osi 1,633, parametrze podstawy 2,514 A/0. Temperatura przemiany allotropowej znajduje się w pobliżu 1100°. Przy tej temperaturze występuje w kobalcie przemiana magnetyczna, przechodzi on bowiem z odmiany „α", ferromagnetycznej, stałej przy niższych temperaturach w paramagnetyczną odmianę „β", stałą w temperaturach powyżej 1100°. Jednakowoż tak temperatura przemian allotropowych, jak i inne dane fizyczne nie są ściśle określone i istnieją dość znaczne różnice w oznaczeniach poszczególnych autorów prawdopodobnie wskutek różnych choć drobnych zanieczyszczeń i domieszek, występujących w kobalcie. Tak np. od podanej za Z. Jeffries'em i R. S. Archer'em temperatury topienia odchyla się znacznie punkt topienia 1478°, określony przez W. R. Barclay'a dla kobaltu o czystości 90,73%,[3]) jeszcze bardziej odbiega 1492° naniesione na wykresie termicznym Lewkonji.[4]) Tak samo przedstawia się sprawa z temperaturą przemian allotropowych, którą znajdują niektórzy przy 1159°, inni zaś przy 1056°.[4]) Nic więc dziwnego, że w oznaczaniu takich właściwości jak gęstość, opór elektryczny, wydłużalność termiczna, własności mechaniczne, na które prócz czynników chemicznych wpływa jeszcze stan fizyczny materjału (obróbka termiczna i mechaniczna), wahania tego rodzaju występują w daleko większych granicach. Aby jednak móc choć w przybliżeniu orjentować się w danych, mających znaczenie w pracy niniejszej podaję, że wytrzymałość kobaltu w zwyczajnych temperaturach wynosi: w stanie odlanym 23 *kg/mm²*, w stanie wyżarzonym—25,8, a w stanie walcowanym—70 *kg/mm²*.[5]) Twardość kobaltu zmienia się zależnie od jego stanu fizycznego i pochodzenia i tak twardość kobaltu (99,73%) w stanie wyżarzonym wynosi 121 *kg/mm²* (metoda Brinell'a),[3]) podczas gdy elektrolitycznie osadzony kobalt posiada 270—311 *kg/mm²*.[6]) Pod względem odporności chemicznej stoi on niżej od niklu,[8]) wobec stężonego kwasu azotowego nabiera stanu bier-

*) Referat wygłoszony na konferencji Metaloznawczej w Katowicach d. 19 marca r. 1927.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

ności, podobnie jak żelazo, nikiel i chrom.[7])

Ni — Nikiel zajmuje 28 miejsce w układzie perjodycznym. Jego ciężar atomowy wynosi 58,68, objętość atomowa 6,7, gęstość 8,9, punkt topienia 1 452°.[2]) Sprawa budowy krystalicznej niklu jest obecnie terenem gorących sporów. Dotychczas uznawano dwie postacie allotropowe niklu: „α", trwałą poniżej mniej więcej 350°, złożoną z płaskocentrycznej sześciennej siatki o parametrze 3,52 A/0[9]) i „β" odmianę trwałą powyżej tej temperatury, posiadającą układ siatki przestrzennej sześcienny przestrzennie centryczny o parametrze 2,76 A/0.[9], [10], [11]) Tak twierdził A. W. Hull w r. 1917-ym. Istnienie dwóch odmian allotropowych starali się udowodnić Koch i Dannecker jeszcze w r. 1915, badając sprężystość pewnych metali i ich stopów aż do temperatur bliskich punktu ich topienia.[12]) Rozumowali oni następująco: Ponieważ istnieją zagięcia na krzywej modułu skręcenia dla żelaza i dla niklu w temperaturach, odpowiadających przemianom allotropowym, dowodzi to istnienia tych przemian tak w żelazie jak i w niklu. Krzywe podane na rys. 1 przedstawiają właśnie wyniki badań Koch'a



Rys. 1.

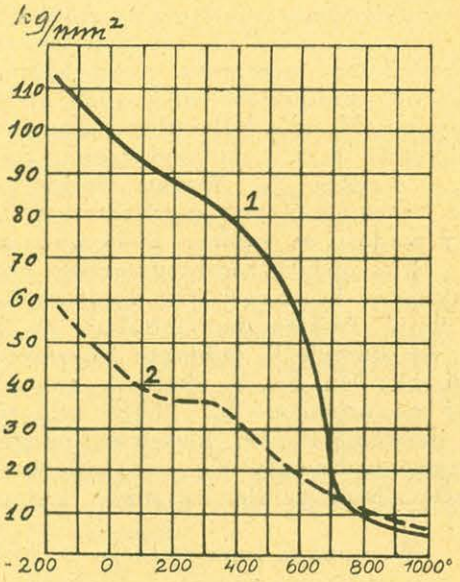
i Dannecker'a. W całym tym wywodzie wpadają w oczy pewne nieścisłości, a mianowicie: przemiana allotropowa odbywa się zawsze przy stałej temperaturze, jeżeli mowa o pierwiastku lub o stopie, gdy się założy stan równowagi, krzywe powyższych autorów mają natomiast zagięcia na dość znacznym zakresie temperatur, staje się zatem wątpliwem istnienie jeżeli już nie związku przyczynowego, to przynajmniej analogji pomiędzy temi zagięciami a przemianami allotropowemi. Dalej krzywa dla niklu posiada dwa zagięcia, coby wskazywało w myśl wywodów autorów na istnienie jeszcze jednej przemiany allotropowej w temperaturach około 1 200°, ani przedtem ani potem jednak żadne badania nie poparły pozytywnie tego zagadnienia. Schübel podając w r. 1914 krzywe ciepła atomowego metali w zależności od temperatury odróżnia „α" i „β" nikiel.[13]) Jänecke twierdził w r. 1919, że przy 350° odbywa się niewątpliwie nieciągła zmiana fazy (Modifikationsänderung).[14]) Hull poszedł jeszcze dalej, gdyż w niklu nieznanego pochodzenia znalazł obie siatki przestrzenne i stąd wywnioskował o współistnieniu obu odmian allotropowych przy zwykłych temperaturach. Lecz już Hull wskazał na to, że nieznanym jest związek właściwości magnetycznych i mechanicznych z obu znalezionemi postaciami.[9]) Z drugiej jednak strony twierdzi Kirchner, że stale niklowe w stanie magnetycznym posiadają przestrzennie centryczną siatkę, podczas gdy w stanie paramagnetycznym tworzą tylko płaskocentryczne sześciany.[10]) Stanowczość wywodów Hull'a osłabia znacznie fakt wyżej wspomnianego współistnienia obu odmian w zwykłych temperaturach. Z wyników jego badań skorzystali jednak A. Sommerfeld, R. Schneck i R. W. G. Wyckhoff i wyprowadzili znacznie dalej idące wnioski.[9]) W przeciwieństwie do powyższego zapatrywania stwierdził F. Wever, że nikiel doznaje przy 3 0° przemiany magnetycznej, tracąc przytem prawie całkowicie przenikliwość magnetyczną, której towarzyszy zmiana wszystkich właściwości fizycznych; nie można przytem zaobserwować ścisłej nieciągłości, co dowodzi, że siatka przestrzenna pozostaje przy tej przemianie niezmienioną; parametr siatki przestrzennej w czystym niklu wynosi 3,5i9 A/0, w handlowym 3,525 A/0, ten ostatni spowodowany jest zanieczyszczeniami; siatką przestrzenną niklu jest płaskocentryczny sześcian, nie znaleziono nawet śladów linji, odpowiadających przestrzennie centrycznemu sześcianowi.[9]) Wever badał siatkę przestrzenną niklu i w wyższych temperaturach i tak przy 400° otrzymał parametr równy 3,53 A/0, przy 600° 3,57 A/0, co zgadza się z obliczonemi przez Maurer'a parametrami przy pomocy linijnego współczynnika rozszerzalności termicznej. W temperaturach wspomnianych siatka przestrzenna posiadała układ sześcienny płaskocentryczny. Ponieważ A. Westgren ustalił rentgenograficznie, że „β"—Fe nie jest odmienną postacią allotropową, jeżeli za taką uważać będziemy polimorficzne ułożenie atomów, przeto i Wever doszedł do wniosku, że „β"—Ni nie można również uważać za odrębną odmianę allotropową, gdyż przemiany magnetyczne niklu posiadają charakter podobny do przemian magnetycznych żelaza. A zatem znaleziona przy wyższych temperaturach odmiana allotropowa niklu jest identyczną z odmianą „α"—Ni. Z. Jeffries i R. Archer twierdzą podobnie, że przemianie magnetycznej w niklu nie towarzyszy zmiana siatki przestrzennej i że przemiana ta jest analogiczną do A_2 w żelazie. Opierają się oni przytem na wywodach E. C. Bain'a. Z tego też powodu nie można załamań na krzywych wytrzymałość—temperatura, wyprowadzonych przez Sykes'a (rys. 2), uważać za dowód istnienia przemiany allotropowej. Nowy ten pogląd znalazł niedawno silne poparcie w wywodach długoletniego badacza, zwłaszcza dilatometrycznych właściwości i ich anomalji P. Chevenard'a.[15]) Na podstawie badań całego szeregu metali i stopów doszedł on do wniosku, że anomalje (nieprawidłowości występujące na krzywych) nie odpowiadają zmianom fazy, czyli nie wpływają na

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

siatkę przestrzenną. Za taką należy uważać niby odwracalną przemianę ciał ferromagnetycznych przy przejściu w stan paramagnetyczny. Jest to przemiana ciągła w pewnym zakresie temperatur, posiadająca swe maksymum w punkcie Curie. W wypadku czystych metali i związków określonych ciągłość ta nie daje się pogodzić z teorja zmian fazy. Uważa on za udowodnione, że podczas przemiany magnetycznej siatka przestrzenna nie zmienia się. Przemianie magnetycznej towarzyszą zmiany właściwości fizycznych (anomalje) Ze swej strony chciałbym dla poparcia tego poglądu zwrócić uwagę, że rozpatrując układ siatek przy rozpuszczaniu chromu w niklu, podany przez E. C. Bain'a i wykres termiczny Voss'a dla układu Ni—Cr (rys. 9 i 10), nie można zauważyć żadnej zmiany rozpuszczalności chromu w obu siatkach przestrzennych niklu, gdyby takie istniały, podczas gdy zmiana siatki przestrzennej przy przejściu z niklu jako rozpuszczalnika do chromu, jako takiego zaznacza się wybitnie na wykresie termicznym. Pozostaje zatem nadal nierozwiązanem zapytanie, od czego zależą własności magnetyczne i mechaniczne i czy i jaki jest związek pomiędzy temi właściwościami a układem atomów w siatce przestrzennej. Szerzej przeprowadzane badania nad niklem pozwoliły mi na podanie własności mechanicznych w zależności od temperatury:[16])

Temperatura badania	Wytrzymałość kg/mm^2	Wydłużenie %	Przewężenie %
20	49,30	26	72
195	44,8	26	66
300	44,8	31	67
455	30,20	20	31
593	20,6	16	25
800	9,2	11	18
1 000	4,0	11	15
1 100	2,5	11	24

Twardość niklu w zwykłych temperaturach wynosiła *60—80 kg/mm²* (Brinell), elektrolitycznie osadzony posiadał twardość 180 — 420 *kg/mm²*.[6]). Dla niklu wyżarzonego przy 760° znalazł H. J. Coe granicę proporcjonalności 13,2 *kg/mm²*, granicę płynności 17,16 *kg/mm²*, wytrzymałość 48,51 *kg/mm²*, wydłużenie 44,5%, przewężenie 55,0% *i twardość 123 kg/mm²*.[17]). Na zimno ciągniony drut niklowy, ogrzewany następnie do 250°—275° posiada wytrzymałość 92,8 *kg/mm* i twardość 262 *kg/mm²*.[2]). Krzywe różnych właściwości w zależności od temperatury wykazują załamania najczęściej przy około 350°. M. Cantone rozpatrując to zjawisko przypuszcza, że powodują te załamania być może jakieś niestałości wewnętrznej równowagi[18]). W. Del Regno usiłował nawiązać te nieprawidłowości na rozmaitych krzywych z przemianami magnetycznemi[19]). Najciekawszem jednak będzie to, co niedawno ogłosił w tej sprawie P. Chevenard. Oprócz przemiany magnetycznej i allotropowej, wykrył on przy pomocy dilatometrów różnicowych trzeci rodzaj nieprawidłowości, nazwany przez niego przez X, a będący, według jego zdania, skutkiem histerezy (opóźniania). Ta ostatnia nieprawidłowość nie występuje w czystym niklu, a zauważyć ją można dopiero w stopach Ni—Cr. Z reguły jest ona niezależną od składu ilościowego stopu. Do ciekawej tej sprawy powrócimy jeszcze przy omawianiu stopów niklu, narazie chciałbym naszkicować jedynie całość tego wysiłku, który umysł ludzki łoży na rozwiązanie tego szczegółowego zagadnienia, wywołanego różnemi koniecznościami czysto praktycznemi a sprowadzającego się do czysto teoretycznych dociekań, wkraczających w zagadnienia budowy samego atomu. Nikiel zasługuje jeszcze pod tym względem na uwagę, że posiada specjalne właści-



Rys. 2.

wości chemiczne. I tak tworzy on lotny karbonylek niklu ($Ni(CO)_4$), w czem niema odpowiednika w grupie żelaza, w przeciwieństwie do kobaltu nie tworzy związków zespolonych. Jest on nadzwyczaj czułym na obecność drobnych ilości innych pierwiastków, a zwłaszcza siarki. Zauważono, że próbki niklu otoczone sproszkowaną siarką i pozostawione w temperaturze pokojowej, stają się dostrzegalnie kruche już po kilku dniach[20]). Siarka w ilości większej niż 0,005%, tworzy z niklem związek Ni_3S_2, dający z niklem eutektykę topiącą się przy 644°.[21]). Eutektyka ta nagromadza się na granicach ziaren, jest kruchą przy niskich temperaturach, a płynną przy wysokich, co powoduje zniszczenie spójności na granicach kryształów podczas kucia.

N. B. Pilling i R. E. Bedworth badając utlenienie metali przy wysokich temperaturach, natrafili na trudność przygotowania niekruchego niklu, za przyczynę tej kruchości uważali oni obecność

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

CO, nie dającego się usunąć nawet przez wyżarzanie w próżni i dopiero dodatek 0,1% Ti, umożliwił ciągnięcie drutu[22]). Bardziej jednak prawdopodobnem wydaje się tłumaczenie P. D. Merica i R. G. Waltenberg'a, że tylko siarka jest przyczyną kruchości niklu[21]). Twierdzą oni, że w razie obecności siarki mniejszej od 0,005%, nie można uczynić niklu niekujnym przy pomocy zwykłych ilości zanieczyszczeń. NiO tworzy z niklem eutektykę, lecz jej punkt topienia przypada na temperaturę 1 438°, a zatem nawet eutektyczna zawartość tlenu w niklu, nie powoduje kruchości na gorąco. Unicestwić szkodliwe działanie siarki można przez dodanie do niklu 0,25% — 2,00% Mn i następnie 0,1% Mg. Punkty topienia eutektyk siarczków manganu i magnezu leżą znacznie wyżej, a ponadto w przeciwienstwie do siarczku niklu, nie posiadają dążności do równomiernego osiadania na granicach kryształów, a zatem obecność ich nie szkodzi wcale kujności. Pogląd ten potwierdza moim zdaniem fakt, że z surowych produktów niklowych, jedynie wyrabiany metodą Mond'a był kujny. Zauważono, że i elektrolityczny nikiel po wyżarzeniu stawał się kruchym. Według G. Wazau tłumaczy się to przejściem zamieszanego mechanicznie podczas elektrolizy wodoru w roztwór stały podczas wyżarzania[23]). Inni podają zanieczyszczenia organiczne za przyczynę tej kruchości. W stanie czystym okazał się nikiel dostatecznie trwałym na działanie NaOH i na korozję[24]), jednakże towarzyszące mu domieszki jak: Mn, Fe, Si obniżają znacznie jego odporność na utlenianie[22]). Nieźle odpornym jest nikiel na działanie H_2SO_4, kwasu octowego, kwasu fosforowego, zachowuje się zadawalająco wobec HCl, nieco silniej działa na niego gorący kwas azotowy[7]).

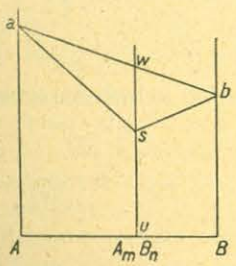
Cr — W stopach typu stellitów i nichromów wybitną rolę odgrywa chrom. Posiada on liczbę atomową 24, ciężar atomowy 52, objętość atomową 7,5, gęstość 6,92, punkt topienia 1615°, krystalizuje w przestrzennie centrycznym sześciennym układzie o parametrze 2,895 A/0[2]). Rozszerzalność chromu w zakresie 0—100° jest ściśle odwracalną i pozbawioną jakichkolwiek termicznych osobliwości[25]). Jest on niekujnym, a twardość jego wynosi 90 *kg/mm*^{2}.[24]). Odporność chromu na działanie kwasu azotowego, wody królewskiej, zimnego kwasu siarkowego, CO_2 przy dostępie powietrza, wody amoniakalnej, Na_2S, wody chlorowej, wody morskiej, wody deszczowej przy współdziałaniu powietrza i na roztwór chlorku magnezu jest znaczną, ponadto takie kwasy jak octowy i fosforowy również nie działają na niego. Gorący natomiast kwas siarkowy, zimny i gorący kwas solny nadgryzają silniej chrom niż żelazo. Jest to ciekawe z tego względu, że chrom jest szlachetny wobec silnie utleniających środków. N. Isgarischew i A. Obrutschewa tłumaczą bierność chromu wobec kwasów, roztworów obojętnych i zasadowych, tworzeniem się koloidalnej warstwy pokrywającej powierzchnię metalu, nie jest to jednak jedyne tłumaczenie tej bierności[26]). Zresztą samo pojęcie bierności jest dość względne. Guertler uważa, że działanie ochronne chromu polega na tem, że jakkolwiek chrom nie jest w istocie odporny na działanie np. kwasu azotowego, tworzy on jednak związki z tlenem, które mniej lub więcej (narazie nie ustalono), zatrzymuje w swej siatce przestrzennej, tworząc przez to niejako warstwę ochronną[27]). Ta jego odporność czy też bierność, występuje wybitniej w stopach. Ruff i Foer stwierdzili, że rozcieńczony zimny kwas solny rozpuszcza chrom nie naruszając jego węglików (Cr_5C_2 . Cr_3C_2)[28]). Węgiel rozpuszcza się w chromie do 0,35%. Przy większej zawartości węgla tworzy się eutektyka z roztworu granicznego węgla w chromie z jednej strony i Cr_5C_2 z drugiej strony, skład jej odpowiada 4,3% C, a topi się ona przy 1 400°. Przy jeszcze większej zawartości węgla tworzą się iglaste kryształy Cr_3C_2. Igły te tworzą się głównie na powierzchni i stoją w związku z azotem powietrza i one to prawdopodobnie wytwarzają wielką odporność na działanie kwasów. Rozumowanie to może służyć do pewnego stopnia jako wytłumaczenie bierności chromu, jeżeli się zważy, że zawartość węgla w otrzymanym w piecu elektrycznym chromie, wynosi przeciętnie 0,50—0,25%[29]). Takejiro Murakami sądzi, że w układzie Cr—C występuje jeden związek chemiczny o znaku Cr_4C, tworzący mieszaninę eutektyczną z chromem[30]). Nie narusza to mojem zdaniem całości interpretacji bierności chromu przy pomocy węgla. Wogóle zauważono, że nikiel, kobalt i ich stopy, tworzą podczas utleniania cienką warstwę tlenków ściśle przylegającą do powierzchni metalu i to chroni je od dalszego utleniania, możnaby na tem również oprzeć tłumaczenie bierności stopów chromu z kobaltem i niklem.

Przy tej okazji należy wspomnieć o nowym przyczynku do kwestji odporności metali i ich stopów na działanie odczynników[27]). Odwrotnem pojęciem do odporności jest podatność na działanie chemiczne. Ważnym czynnikiem tej podatności jest powinowactwo chemiczne. Mierzy się go albo porównawczo przez zastępowanie jednego pierwiastka drugim, albo przy pomocy porównywania energji tworzenia (ciepła tworzenia), a to na podstawie prawa; $dQ = dE + dA$, jest to wtedy możliwem, gdy porównujemy ciepło tworzenia dQ przy jednakowej zmianie pracy (jednakowa zmiana objętości przy reakcji, stąd np. można porównywać metale tworzące lotne tlenki tylko z metalami również tworzącemi jednakowo lotne tlenki). Pewną miarę porównywania stopnia powinowactwa daje również szereg napięciowy potencjału elektrolitycznego. W ogólności powinowactwo zależy od ciśnienia i temperatury i niema pierwiastków bezwzględnie odpornych na działania chemiczne. Najważniejszym czynnikiem, przeciwdziałającym podatności, jest bezwładność, polegająca na niezdolności (małej ruchliwości) atomów do wzajemnego zastępowania (zwłasz-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

cza w zwykłych temperaturach). Podczas reakcji powstają warstwy ochronne, składające się z produktów reakcji, np. tlenków, które utrudniają, lub uniemożliwiają dalsze zetknięcie się odczynnika z metalem. Obecność w odczynniku dwóch metali stykających się ze sobą, sprzyja działaniu odczynnika, zwłaszcza, gdy metale są znacznie oddalone w szeregu napięciowym.

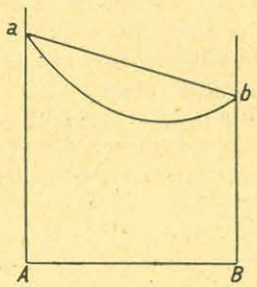
Stopy tworzące związki (heteropolarne) pomiędzy metalami, są bardziej odporne niż metale składnikowe, gdyż od ciepła reakcji, występującej przy działaniu odczynnika, należy odjąć ciepło tworzenia związku chemicznego, niekiedy dość znaczne. Zobrazowuje to Guertler wykresem (rys. 3), gdzie a i b oznaczają powinowactwo składników A i B do odczynnika działającego, prosta ab oznacza przeto powinowactwo mieszanin (A + B). Mieszanina odpowiadająca związkowi A_mB_n posiadałaby powinowactwo w, odejmując jednak ciepło tworzenia związku ws, otrzymujemy powinowactwo us dla tego



Rys. 3.

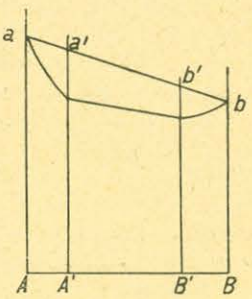
związku. Roztwory stałe (homeopolarne związki) ciągłe i graniczne, posiadają podobne wykresy (rys. 4 i 5), przyczem ciepło tworzenia roztworu jest znacznie mniejsze, niż ciepło tworzenia związku, a zatem wynikowe ciepło działania odczynnika większe i powinowactwo większe. Związki chemiczne między metalami nie są jednak bardzo trwałe i mechaniczne względy nie przemawiają za ich stosowaniem. W eutektykach i mieszaninach niejednorodnych współdziałają podatności chemicznej, tworzące się mikroogniwa galwaniczne pomiędzy różnorodnemi kryształami. W roztworach stałych siatka przestrzenna rozpuszczalnika stanowi ochronę dla metalu rozpuszczonego, mniej odpornego na działanie odczynnika chemicznego.

W ogólności roztwory stałe są bardziej odporne na działania chemiczne niż eutektyki, a praktycznie niż związki chemiczne, międzymetaliczne, gdyż te ostatnie ulegają jako nietrwałe często rozpadowi i ułatwiają dostęp odczynnika w głąb, nie mogą więc służyć jako warstwa ochronna. Potwierdzenie powyższego znajdujemy w tem, że stopy zahartowane (składniki znajdują się w roztworze stałym), są odporniejsze znacznie na działanie kwasów, niż te same stopy w stanie wyżarzonym (składniki grupują się w odrębne kryształy), jak to zauważono w stalach nierdzewiejących. Obecne badania laboratoryjne odporności chemicznej, niekoniecznie odpowiadają wymogom praktyki, gdzie nie chodzi o ubytek na wadze w przeciągu określonego czasu, lecz raczej o czas używalności danego materjału. Ponadto nie określa się przy badaniach tego rodzaju postaci powierzchni i wpływu wielkości ziaren.



Rys. 4.

Wpływy chemiczne w praktyce są bardziej złożone, niż to ma miejsce w badaniach laboratoryjnych. Rodzaj wyżarć, spowodowany odczynnikami chemicznemi, ma dla praktyki bardzo wielkie znaczenie, gdyż wszelkie wyżarcia skupione w ogniskach, lub też nie niszczące powierzchni, a przenikające w głąb materjału wzdłuż granic kryształów (gąbczaste wyżarcia), daleko prędzej czynią materjał niezdatnym, niżby się tego należało spodziewać po określeniach wagowych odporności. Wpływ domieszek i likwacji, tak ważny dla praktyki nie został dotychczas określony przez badania laboratoryjne. Nic więc dziwnego, gdy Masing zastrzega się, że toorję wyżarć możnaby dziś ułożyć jedynie w bardzo grubych zarysach.



Rys. 5.

II.

Nazwa stellit lub twardy metal nie oznacza bynajmniej stopu o określonym składzie chemicznym. Twórca tego rodzaju stopów Elwood Haynes podaje trzy cechy charakteryzujące stellity:[31])

1) Nie rdzewieją we wszelkich warunkach atmosferycznych i są nieczułe na wszelkie prawie odczynniki chemiczne.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

2) Posiadają wielką twardość.

3) Zatrzymują tę twardość aż do widocznego czerwonego żaru.

W Niemczech pod nazwą stellitów rozumieją raczej stopy, służące do wyrobu wysokowartościowego materjału do cięcia w rodzaju stali szybkotnącej.[32]) Definicja ta mieści się w określeniu podanem przez Haynes'a, obejmuje jednak zakres węższy. Guertler[33]) i Märkle[34]) określają stellity ogólnikowo jako stopy Co—Cr—Mo—W. Jest to nieścisłe, gdyż jakkolwiek przeważnie w stopach tego rodzaju występuje Co i Cr, to jednak inne pierwiastki zmieniają się zależnie od celu, do jakiego dany stop ma służyć. Definicja Haynes'a odpowiadałaby najlepiej określeniu stellitów, z zastrzeżeniem co do odporności na wszelkie odczynniki chemiczne.

Znacznie wcześniej od Brearley'a rozpoczął Elwood Haynes badania nad stalami nierdzewiejącemi i w r. 1899 doszedł do syntezy stopu Co—Cr, nieplamiącego się, znacznie twardszego od stopu Ni—Cr.[31]) Stop ten nie dawał się obrabiać na zimno, lecz był kujny w temperaturze jasno żółtego żaru. Ostrza wyrobione z tego stopu nie ustępowały ostrzom stali hartowanych. Dodawanie wolframu lub molibdenu zwiększało tak dalece twardość, że można było takiemi nożami toczyć żelazo i stal. Badania te doprowadziły w roku 1907[35]) — 1908[36]) do wynalezienia stellitów. W r. 1913 opatentował Haynes następujące stopy:[37])

1) 25% Cr, 4% W, 71% Co, nadający się do wyrobów nożowniczych.

2) 15% Cr, 25% W lub Mo, 60% Co, nadający się do wyrobu noży do tokarek. Dopiero w roku 1915 na posiedzeniu American Institute of Metals opisał E. Haynes główne właściwości stellitu.[38]) Jako narzędzie jest stellit już od 12 lat w użyciu, a zastosowanie jego pomimo znacznej ceny silnie wzrasta. Opierając się na badaniach Haynes'a wynaleźli w r. 1917) Honda i Saito stal K. S. dla magnesów stałych o składzie: 30%—40% Co, 5%—9% W, 1,5%—3% Cr, 0,4%—0,8% C, reszta Fe.[32], [39]) Badania nad tym stopem podjęli następnie Niemcy[32]) włączając go do grupy stellitów zupełnie niesłusznie, gdyż zawiera przeważającą ilość żelaza, uważanego w stellitach za domieszkę szkodliwą i cel, do którego służy nie mieści się w ramach dotychczasowych pojęć o stellitach. Nie osłabia to jednak wartości tego stopu jako materjału na magnesy stałe.

Poniżej podano skład chemiczny różnych rodzai stellitów:

Nr.	Co	Cr	W	C	Mn	Si	P	S	Fe	Mo	V	Ni
					w p r o c e n t a c h							
1	40—55	15—33	10—17	< 2	—	—	—	—	< 5	—	—	—
2	50	30	15	3	0,3	0,15	—	—	—	—	1	—
3	53	15	25	—	—	—	—	—	—	5	—	—
4	38	30	16	2—5		—	—	—	—	4	—	10
5	59,50	10,77	0,00	0,87	2,04	0,77	0,040	0,084	3,11	22,50	—	0,00
6	34,60	26,36	12,70	1,79	0,72	0,78	—	—	10,06	9,44	1	—
7	55,6	33,6	9,15	1,48	0,00	0,17	ślady	0,01	—	0,00	0,00	—
8	55	15	25	—	—	—	—		—	5	—	—
9	45,68	32,76	15,21	2,95	—	—	—	—	1,58	—	—	—
10	∞ 50	20—25	20—25	2—3	—	—	—	—	4—5	—	—	—
11	52,03	29,36	12,71	—	0,24	0,09	—	—	5,35	—	—	0,45
12	50	20	10	—	—	—	—	—	—	20	—	—
13	35—55	25—35	8—12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	50	19,5	—	1,5	—	—	—	—	-	18	—	—
15	45	30	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	31	15	35	0,7	3	—	—	—	2	10	—	—

Powyższe zestawienie nie rości pretensji do całkowitego wyczerpania możliwych w tym dziale kombinacji. Są to przykłady bądź to wzięte z patentów, bądź też z omawianych w literaturze perjodycznej stopów. Nr. 1[32, 39]) jest to przeciętny skład stopów stellitowych podany przez E. H. Schulz'a, przyczem zaznacza on, że zawartość węgla może być czasami większa od 2%, również i wolfram zastępuje nieraz całkowicie lub częściowo molibden. Dosyć rzadko spotyka się dodatki wanadu. Mangan i krzem występują według jego zdania jako zanieczyszczenia w ilości poniżej 1%. Fosfor i siarka trafiają się jako ślady Większe niż 5% zawartości żelaza, obniżają znacznie zdolność stopu do cięcia, również szkodliwym okazał się krzem, zawartość węgla nie powinna spadać poniżej 2%, gdyż obniża to zdolność do cięcia. Stop Nr. 2[35]) badali W. Oertet i E. Pakulla. Stwierdzili oni również szko-

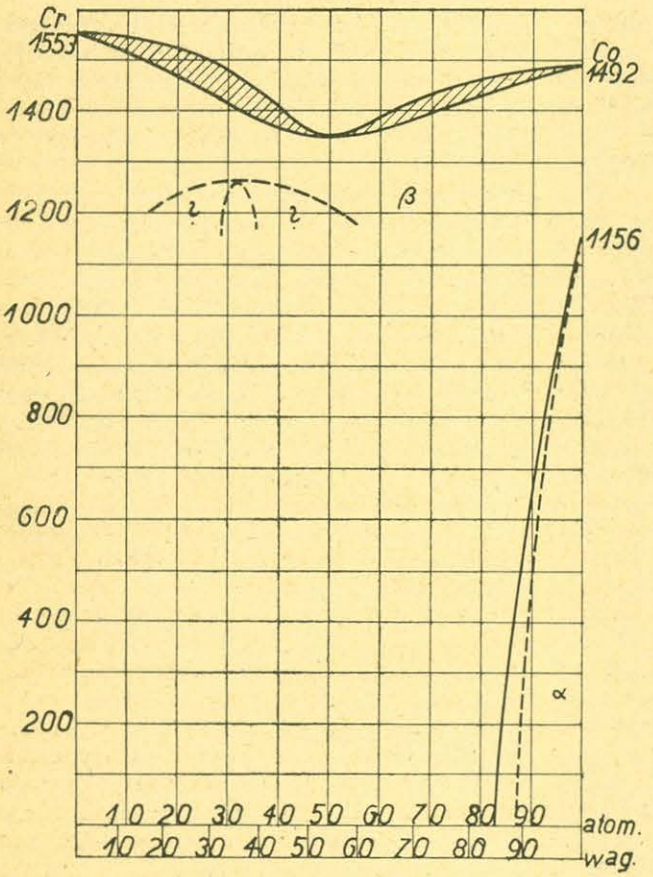
Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

dliwy wpływ żelaza i dodatni wpływ węgla. Skład stopu Nr 3[40]) podał W. Haas jako skład chemiczny materjału na noże szybkotnące do obrabiarek. Nr. 4[32]) jest to stop nazwany Akritem i wyrabiany w Niemczech. Według E. H. Schulz'a obecny w tym stopie nikiel pozwala na dodawanie większych ilości żelaza (do 10%), bez szkody na zdolność do cięcia. Nr. 5[41]) podaje pełny skład amerykańskiego stellitu, zestawiony przez H. D. Hibbard'a w r. 1915. Nr. 6 i 7 są to analizy stopów badanych przez L. Guillet'a i H. Godfroid[38]); stop Nr. 6 pochodzi z roku 1914, zaś Nr. 7 z roku 1917. Stop Nr. 8[42]) podawany tak w angielskiej jak i w niemieckiej literaturze, uważany jest za doskonały stop do obrabiania stali. Z tablicy widać, że stop ten bardzo mało różni się od stopu podanego jako Nr. 3, przyczem W. Haas podał go w roku 1925, podczas gdy już w roku 1924 ogłoszono jego skład w Institute of Metals, powołując się na angielskie i niemieckie źródła. Nr. 9[35]) jest to skład stopu, którym przy badaniach W. Oertel'a i E. Pakulla otrzymano najlepsze wyniki cięcia. W Nr. 10[37]) zestawiono przeciętny skład amerykańskich stellitów, badanych przez W. Oertel'a. Od stopu Nr. 1 różni się on silnem odchyleniem w zawartości wolframu. Nr. 11[43]) jest to skład stopu z roku 1916, podany przez Irresberger'a. W. Guertler podaje skład stopu Nr. 12 ze znacznym dodatkiem molibdenu[44]). Nr. 13 jest to stop podany przez Werner'a[45]). Firma Alfred Herbert przeprowadziła badania nad stopem Nr. 14[46]). Nr. 15 jest to skład stopu, zaczerpnięty z Mining and Metallurgy (1925), z pracy P. D. Merica i R. G. Waltenberg'a[36]). E. H. Schulz podkreśla odporność na działania chemiczne stopu Nr. 16, bogatego w wolfram[32]). W zestawieniu tem nie podano składu metalu Festel[39, 47, 48]), wyrabianego w Ameryce. Różni się on od zwykłych stellitów większą znacznie zawartością żelaza (prawdopodobnie ponad 5% Fe), i stąd pochodzi jego nazwa, a wyrabia się z niego przedmioty, od których nie jest wymaganą tak wielka twardość jak u stellitów. Zdaje się jednak, że nazwą Festel nie określa się stopu o określonym składzie, albo też grupy stopów, których wahania w składzie chemicznym dałyby się zamknąć w określonych granicach, a oznacza to raczej całą gamę stopów Co—Fe—Cr. Festel jest również jak i stellity dostatecznie odpornym na działanie kwasów, daje się ciągnąć i kuć w temperaturze czerwonego żaru, a przez dodanie Ni, daje się na zimno toczyć i obrabiać pilnikiem. Różne firmy niemieckie wyrabiają stopy o składzie i właściwościach podobnych do stellitu, np. Celsit[39, 49]) (Böhler). Caedit[37, 39, 49]) (Glockenstahlwerke), Percit[39, 49]) (Krupp), Volomit[49]), podobno znacznie lepszy od stellitów i stal H. A. L. H.[49, 50]) (Urbscheidt). Caedit nadaje się najlepiej do cięcia materjałów gładkich, choć przy pewnej ostrożności może zbierać i materjały chropowate. Według Fry'ego Volomit nadaje się do wiercenia w łupkach kwarcytowych. Z powodu jednak, jak się zdaje, patentowych, składu tych stopów w literaturze nie znalazłem. Zupełnie odmienny skład od poprzednich posiada nowy szybkotnący stop amerykański Cooperit, wyrabiany w Clevland (Ohio[51]). Nie zawiera on żelaza, składa się głównie z Ni — 85% i Zr (cyrkon) — 15%, ponadto zawiera jako domieszki bliżej w składzie chemicznym niepodane: Si, Al, Mo, W. Właściwości jego są następujące: odlewa się go, nie wymaga obróbki termicznej, jest wolny od baniek gazowych i luk (w przeciwieństwie do stellitów właściwych), i przewyższa wielokrotnie stale szybkotnące. Nie ulega wątpliwości, że wynalezienie tego stopu da powód do stworzenia całej grupy stopów pokrewnych, które narazie ze względu na ich właściwości i cel, należy włączyć do stellitów,

Przy omawianiu właściwości stellitu i wpływu domieszek na te właściwości należy rozpocząć od zasadniczego stopu Co—Cr.[40], [52]) Stop ten posiada twardość pilnika, na zimno daje się nieco obrabiać, w temperaturze jasno czerwonego żaru jest już kujny, jest jednak za miękki na narzędzia tnące, maksymum zdolności do cięcia posiada w temperaturze ciemno czerwonego żaru. Granicę sprężystości tego stopu można podnieść przez kucie. Jest on odporny na działanie kwasów i soli. Stop składający się z 90% Co i 10% Cr jest odpornym na działanie zimnego kwasu siarkowego i kwasu solnego, nieźle choć gorzej od stopów Ni—Cr wytrzymuje działanie kwasu azotowego, natomiast na gorący kwas siarkowy jest znacznie mniej odporny.[8]) Mechaniczne właściwości stopu o składzie 75% Co i 25% Cr przy 720° są następujące: granica sprężystości—28,1 *kg/mm²*, wytrzymałość—44,9 *kg/mm²*, wydłużalność — 21,0%, przewężalność — 26%. Stop z 70% Co i 30% Cr posiada przy 720° granicę sprężystości— 45,9 *kg/mm²*, wytrzymałość — 65,1 *kg/mm²*, wydłużalność — 8,6%, przewężalność — 22%.[53]) Stąd widać, że dodatek chromu zwiększa silnie granicę sprężystości i wytrzymałość, zmniejszając równocześnie znacznie wydłużalność, przy stosunkowo małem zmniejszeniu przewężalności. Wykres termiczny stopu Co—Cr ułożył w r. 1008 K. Lewkonja (rys ( ).[4]) Kobalt tworzy z chromem roztwory stałe ciągłe z minimum przy około 1 340° i składzie bliskim do 50% atomowych chromu. Guertler dopatruje się tutaj związku chemicznego Co—Cr. Moim zdaniem da się to uzgodnić z regułą faz bez pomocy związku chemicznego w ten sposób, jak to w dalszym ciągu będzie omówione przy stopach Ni—Cr. Przy temperaturze 1 225° zachodzą w stanie stałym reakcje bliżej niezbadane, nie polegające ani na tworzeniu eutektoidu, ani na tworzeniu nowej budowy krystalicznej, jak twierdzi Guertler. Na poparcie istnienia tych reakcji powołuje się on na mikrograficzną rozpoznawalność ich. Przez zahartowanie nie można ich ominąć. W pierwotnym wykresie Lewkonji zaznaczono je linją poziomą. Guertler jednak zmienił linję tę na krzywe z maksymum, gdyż reguła faz wymaga w tym wypadku

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

jednozmiennego układu dwufazowego (zmienną jest temperatura) a nie niezmiennego trójfazowego. Zdaje mi się, że jedno zastrzeżenie jest przy tem konieczne a mianowicie, że wogóle zachodzą tu jakiekolwiek zmiany fazy, zwłaszcza gdy nie wiadomo na czem polega ta reakcja, a może jest to zjawisko o charakterze podobnym do zmian X, wykrytych przez Chevenarda? Podobne rozumowanie

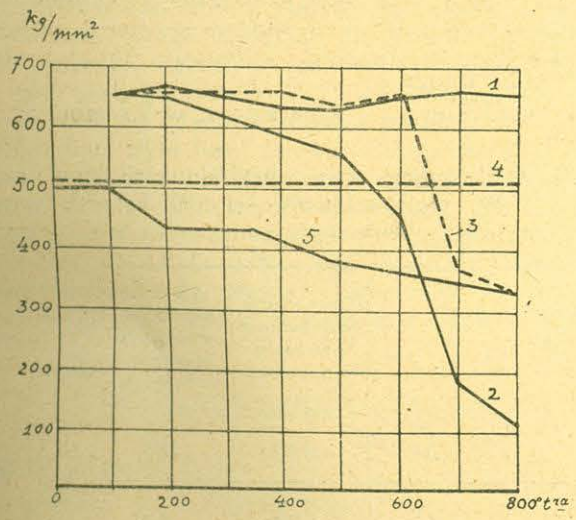


Rys. 6.

nasunęło Guertler'owi konieczność istnienia drugiej krzywej. Ponieważ jednak nie kontrolowano efektu termicznego, związanego z temi krzywemi, pozostaje cały ten zakres pod znakiem zapytania. Temperatęrę przemiany magnetycznej dla czystego kobaltu podano 1056°, jest ona za niską (1159°) prawdopodobnie wskutek obecności niklu. Chrom w ilości 10% obniża tę temperaturę do 686°, w ilości 15% aż do 300°, a przy zawartości 25% chromu przemiana ta odbywa się w temperaturach pokojowych. Dolna krzywa przemian magnetycznych nie jest jeszcze ustaloną. Nie można jak to widać z wykresu, twierdzić o istnieniu związku, twardość więc stopów Co—Cr można wytłumaczyć jedynie ogólną regułą Benedicks'a,[27, 54]) że twardość czystych metali wzrasta w znacznym stopniu przy rozpuszczeniu w nich nawet małej ilości rozmaitych ciał, na tem samem zresztą opiera się i Guertler omawiając teorję odporności. Dodatek 5%—10% W zwiększa twardość stopów Co—Cr jeszcze bardziej i czyni je zdatnemi do wyrobu narzędzi dentystycznych.[40]) Przy 15% W stopy te stają się nieobrabialne. Taką samą rolę odgrywa Mo.[48]) Stopów z wielką zawartością W lub Mo używa się jedynie w stanie odlanym, są one niekujne, lecz dają się szlifować, (ostrzyć). Wpływ węgla niebadany przez amerykańskich uczonych podkreślają silnie Niemcy, twierdząc, że trwałość (czas używania) cięcia wzrasta przy wzroście zawartości węgla do 1,3%, przyczem zmniejsza się zakres krzepnięcia.[35]) Powyżej 1,3% C tworzą się kruche węgliki chromu. Wogóle im większa jest zawartość węgla, tem podatniejszym staje się stop do obróbki termicznej. Istnienie węglików, a zatem i możliwość obróbki termicznej zależną jest od ilościowych stosunków Cr i W do Co, gdyż przy dużej zawartości Co znikają te węgliki, większe natomiast ilości Cr i W uwarunkowują powstawanie znacznych ilości węglików, można więc w zależności od składu otrzymać stopy kruchsze (twardsze) lub miększe.[32]) Dodatek 5% i więcej manganu zwiększa ciągliwość stopu, nie zmniejszając zdolności do cięcia, lecz, jak sądzą niektórzy, wytwarza on skłonność do pękania. E. H. Schulz nie zauważył wprawdzie tej skłonności, lecz stwierdził, że mangan wpływa na zmniejszenie twardości.[55]) Zwyczajnie Mn odgrywa w stellitach rolę odtleniacza.[37]) Dotychczas nie zbadano, na czem polega szkodliwy wpływ większych ilości krzemu. Również nie został określony niewątpliwie szkodliwy wpływ fosforu i siarki. Jakkolwiek co do granicy dopuszczalnej dla żelaza, zdania są podzielone,[32, 37, 39]) jest bardzo prawdopodobnem, że zawartości Fe nie można zwiększać ponad 5% bez wywołania szkodliwego wpływu na zdolność stellitu do cięcia Wskazują na to badania porównawcze L. Guillet'a i H. Godfroid'a, przeprowadzone na stellitach Nr 6 i 7,[38]) według których Nr. 6 toczył przy jednem ostrzeniu półtwardą stal obrobioną termicznie (wytrzymałość 100 kg/mm^2) na długości 40,2 *m*, a Nr. 7 w tych samych warunkach dał 66,1 *m*. Jest to może najmiarodajniejsze porównanie, gdyż ani twardość ani tembardziej wytrzymałość nie charakteryzują zdolności do cięcia.[56]) Wanad podobnie jak mangan spełnia w stellicie rolę odtleniacza.[37]) Nikiel występuje w stellitach pochodzenia niemieckiego (patent)[32]), zastępuje częściowo Co, zwiększając ciągliwość i pozwala na zwiększenie zawartości Fe.[39]) Budowa stellitu odlanego jest dendrytyczną.[32, 38, 57]) Tło stanowi prawdopodobnie eutektyka o nieznanym składzie. Temperaturę jej topienia określono na 1250° — 1260°,[37]) podczas gdy stellit o składzie normalnym zaczyna krzepnąć przy 1300°.[34, 37]) Na tle tej eutektyki występują twarde igły węglików.[32, 57]) Tak przynajmniej twierdzą zgodnie niemieccy autorzy, badając zwłaszcza akrit, któremu przez hartowanie

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

nadawano drobniejszą budowę tych igieł, przez co materjał stawał się mniej kruchym, nie tracąc nic na swej zdolności do cięcia.[57]) Guillet natomiast twierdzi, że hartowanie nawet od 1150° nie zmienia twardości równej 512 *kg/mm²*.[38]) Normalizacja budowy zachodzi dopiero po ogrzewaniu przez 6 godzin przy 1000°. Według jego zdania termicznie obrobiony stellit daje w pracy wyniki gorsze od stellitu w stanie surowym. W. N. Losee potwierdza to, mówiąc, że nie można stellitu odpuszczać ani hartować.[58]) Nikt jednak z badaczy nie podkreślił z całą stanowczością istnienia eutektyki, można więc przypuszczać, że ta niby eutektyczna budowa polega na niejednorodności, spowodowanej lepkością chromu i trudnością dyfuzji innych składników, wchodzących w skład stopu. Zauważono, że krzywe rozszerzalności i przewodnictwa cieplnego mają nieprawidłowości w zakresie 300—500°.[43], [59]) Wytrzymałość stellitów wynosi około 78 *kg/mm²*.[38]) Guillet i Godfroid robili pomiary twardości stellitu Nr. 6 przy różnych temperaturach i porównywali z twardością stali szybkotnącej „Double Chevron" (firma André Citroën we Francji).[38]) Wyniki tych badań naniesiono na wykres Nr. 7. Skala twardo-



Rys. 7.

ści ułożoną jest w jednostkach Brinell'a. Wynika z niej, że stellit w przeciwieństwie do stali, powraca po oziębieniu do swej pierwotnej twardości, dalej, jest on miększy od dobrze termicznie obrobionej stali aż do temperatury 600°, przy której to temperaturze stal szybkotnąca traci gwałtownie swą twardość, podczas gdy spadek twardości stellitu jest powolny i stosunkowo nieznaczny. Inne badania również wykazały, że przy 550° twardość stali szybkotnącej spadała z 670 - 580 *kg/mm²* do 107—75 *kg/mm²* przy 1100°, podczas gdy stellity obniżały stopniowo swą twardość od 630 do 370 *kg/mm²* w zakresie temperatur od 0° do 1050°.[56]) Wykres tego spadku stanowił prostą linję. Wynosiłoby to mniej więcej 10% straty twardości przy 600°, 15% przy 800° i 20% przy 1000°—1100°.[37])

Mniej ważne przy zastosowaniu stellitów jako noży do tokarek, lecz posiadające dominujące znaczenie przy innych zastosowaniach, właściwości chemiczne dadzą się streścić w następującem. Odporność stellitów na działanie różnych odczynników zależy od składu stopu. Obecność molibdenu[24]) przyczynia się, jak się zdaje, w znacznej mierze do powiększenia odporności na-działanie kwasu solnego, głównie jednak odporność na działanie różnych kwasów wzrasta przy zwiększaniu zawartości chromu.[31]) Zupełnie nie działa na stellity kwas azotowy w dowolnem stężeniu, praktycznie zaś i stężony kwas siarkowy, rozcieńczony kwas siarkowy słabo, zwolna atakuje go zimny kwas solny. Co najciekawsze, że według badań Haynes'a nowe stellity zachowują błyszczącą powierzchnię nawet po gotowaniu w wodzie królewskiej, lub po 14-to dniowem leżeniu w tym kwasie.[47]) Stellity zachowują się odpornie na działanie kwasu octowego, ługu potasowego, wody morskiej, wody kopalnianej, wilgoci powietrza, niezłą jest ich odporność na działanie kwasu fluorowodorowego i chloru. Nie działa na nie wcale wodorotlenek sodowy.[57])

Największe zastosowanie znajdują stellity jako noże do tokarek. Stosuje się je do tego celu w stanie odlanym, stąd więc jest on raczej podobnym do surowców niż do stali. Wytapia się go albo w piecach elektrycznych z wyprawą magnezytową, albo też w tyglach.[48]) Odlane sztabki spaja się następnie najlepiej palnikiem acetylenowym na stalowe uchwyty. Robi się to dlatego, że stellity są kruche i łatwo pękałyby przy uderzeniach lub raptownych zatrzymaniach obrabiarki. Zresztą sposób ten stosuje się z powodzeniem i do stali szybkotnących, zwiększając przez to ekonomję materjału. Trwałość noży stellitowych jest większą od trwałości stali szybkotnących przy obróbce stali stopowych, przy obróbce jednak surowców trwałość stali szybkotnących mniej ustępuje stellitom.[35]) Stellity znoszą większe obciążenia niż stale szybkotnące, przez co można uzyskać większe szybkości na tokarce, o ile naturalnie pozwala na to moc napędu. Największą zaletą stellitów jest to właśnie, że pracują one znacznie sprawniej w wyższych temperaturach, nie tracąc nic na zdolności do cięcia, a zyskując na ciągliwości.[45]) Obszerniejsze pomiary przeprowadził nad arkitem C. W. Drescher w Siemens-Schuckert Werke i Dr. H. nad stopem Nr. 14. Akrit wyrabia firma Siemens - Schuckert w czterech odmianach, posiadających różną twardość i ciągliwość.[49]) I tak oznaczany „4" akrit służy do obrabiania stali martenowskiej i innych ciągliwych materjałów, do obróbki materjałów kruchych nadaje się arkit „5", do obróbki gumy i materjałów izolacyjnych arkit „9". Analiz chemicznych tych arkitów nie podano. Przy wstępnych badaniach posługiwano się nożami o wymiarach według danych Taylor'a. Dla porównania wzięto: I)

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

stal węglistą, II) stal szybkotnącą (18% W) i III) stellit. Toczono odlew stalowy o wytrzymałości 50—60 *kg/mm²*. Zwiększano szybkość cięcia aż do stępienia noży, wyniki nanasiono na wykres 8. Należy zaznaczyć, że stellit nadkruszył się wskutek nagłego zatrzymania tokarki, spowodowanego przeciążeniem. Ilość stoczonego materjału w *kg*/godz. wynosiła: dla I = 9,75, dla II = 25,2, dla III = = 40. W dalszym ciągu porównywano obce stellity (skład niepodany) z akritem i stalą szybkotnącą na różnych materjałach. Wyniki umieszczono w zestawieniu:

Materjał toczony	Szybkość cięcia 23 *m*/min., przesuw 0,8 *mm*			
	Ilość materjału otoczonego			Stal szybkotnąca
	obce stellity		akrit	
Surowiec o twardości 210 *kg/mm²*	1,9 kilogr. w 2 min.	4,4 kilogr. w 4,7 min.	14,8 kilogr. w 15,9 min.	wskutek twardości materjału nie można było użyć st. szyb.
	Szybkość cięcia 70 *m*/min., przesuw 0,8 *mm*			nóż brał tylko 56 *m*/min.
Surowiec o twardości 147 *kg/mm²*	1,7 kilogr. w 1,2 min.	15,9 kilogr. w 11,3 min.	17,8 kilogr. w 12,5 min.	5,4 kilogr. w 4,7 min.
	Szybkość cięcia 60 *m*/min., przesuw 0,66 *mm*			nóż brał tylko 40 *m*/min.
S. M. stal o wytrzymałości 60 *kg/mm²* i twardości 159 *kg/mm²*	31,7 kilogr. w 20,5 min.	42,7 kilogr. w 27,3 min.	42,1 kilogr. w 25,9 min.	10,4 kilogr. w 9,7 min.

Wydajność stali szybkotnącej odniesiona do ilości zebranego materjału, wynosiła 25% wydajności akritu. Ciekawszem jest porównanie akritu ze stalą szybkotnącą przy obrabianiu siedmiu kawałków S. M. stali o twardości 197 *kg/mm²*, wyniki przedstawiają się następująco:

	Czas w minutach zużyty na obtoczenie jednego kawałka	Moc w KW/godz. zużyta na obtoczenie jednego kawałka	Średnia szybkość w *m*/min.	Przesuw w *mm*/obr.	Czas cięcia przy jednem ostrzeniu w minutach	Bezwzględna wydajność toczenia w *kg*/godz.
Akrit	30,5	1,465	32	1,04	102	103
Stal szybkotnąca	45	1,925	16	1,04	73	63

Najlepsze wyniki otrzymuje się przy toczeniu małych kawałków z twardych materjałów, toczonych zwykle na rewolwerowych tokarniach, można wtedy dojść do 100% większej wydajności w porównaniu ze stalami szybkotnącemi. Specjalne badania przeprowadzono na surówce akritem 5. Surowiec posiadał twardość 189 *kg/mm²*, szybkość cięcia (v) wynosiła 30 *m*/min., przesuw 0,7 *mm*, czas 11 minut. Tę samą pracę wykonała stal szybkotnąca przy v—14 *m*/min. i tym samym przesuwie w czasie 23 minut. Bezwzględna wydajność przy zastosowaniu akritu wynosiła 45,4 *kg*/godz, przy stali szybkotnącej 21,1 *kg*/godz. Oprócz tego toczono surowiec szary o twardości 210 *kg/mm* stalą szybkotnącą przy przesuwie 0,8 *mm*/obrót i v — 10 *m*/min. przez 162 min., akrit wykonał to samo przy v—23 *m*/min. i przesuwie 0,8 *mm*/obrót w ciągu 65 minut, przyczem stal szybkotnąca zużywała w tym czasie 11 KW/godz., zaś akrit w krótszym czasie (65 minut) 7,2 KW/godz. Całkowita ilość zebranego przez akrit materjału wynosiła 56 *kg*/godz., przez stal zaś szybkotnącą 24 *kg*/godz. W ogólności przy maksymalnym najdogodniejszym przekroju wióra, który może znieść materjał i maszyna, uzyskuje się przy akritach szybkość cięcia o 50—100% większą od szybkości otrzymywanej przy zastosowaniu stali szybkotnących. Szkodzą akritowi tak samo jak i stali szybkotnącej liczne przerwy w powierzchni obrabianej, a to wskutek następujących potem uderzeń. Badania E. H. Schulz'a[32]) wykazały, że

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

przy zdzieraniu służył akrit 2,5 razy dłużej, przy wykańczającem toczeniu 37 razy dłużej, niż stal szybkotnąca przy zastosowaniu tej samej szybkości cięcia. Zwiększenie szybkości o 60% daje 7-miokrotną długość czasu służby, wskutek czego obniża się koszta pracy. Tocząc akritem stal o wytrzymałości 90 kg/mm^2 z szybkością o 25% większą, otrzymuje się czas służby o 50% lepszy od czasu pracy najlepszą stalą szybkotnącą. Badania nad stopem Nr. 14[46]) pozwoliły na 75 — 150% zwiększenie szybkości cięcia, o ile zachowanem jest przepisane w prospekcie firmowym naostrzanie i o ile kąt cięcia jest niewiększy od 5°. Wyniki tych badań zestawiono w poniższej tablicy.

Szybkość w *m*/min.	Głębokość wióra w *mm*	Przesuw w *mm*/obrót	Czas cięcia w godz	Uwaga
40	2	0,25	4	materjał jeszcze dobry.
40	2	0,49	3/4	„ „ „
40	2	0,79	1/4	„ „ „
		stal wolframowa		
40	2	0,25	120 sek.	ostrze stępione.
40	2	0,49	120 „	„ „
40	2	0,79	18 „	„ „

Po 5 godzinach zwiększono v do 55 *m*/min., przyczem przekrój wióra wynosił $2 \times 0{,}79$ i po 50 sekundach ostrze stellitu stępiło się. Badania przeprowadzono tocząc materjał na sucho. Stępiony stellit ostrzono i zbierano nim wióra na głębokości 0,3 *mm* przy przesuwie 0,12 *mm*/obrót i v — 94 *m*/min., czas tej pracy wynosił 3 minuty. Otoczona powierzchnia była bez zarzutu i materjał noża był dobry. Dopiero zwiększenie szybkości do 118 *m*/min., stępiło ostrze po 30 sekundach Stalą szybkotnącą (wolframową) w tych warunkach wogóle pracować nie można było. Również i te badania przeprowadzono na sucho. Zdzieranie odlewu surowcowego dało wyniki następujące:

stellit

v . . . . 52 *m*/min., po 4 godzinach nóż był jeszcze dobry,

głębokość cięcia 2 *mm*,

przesuw . . 0,98 *mm*/obrót.

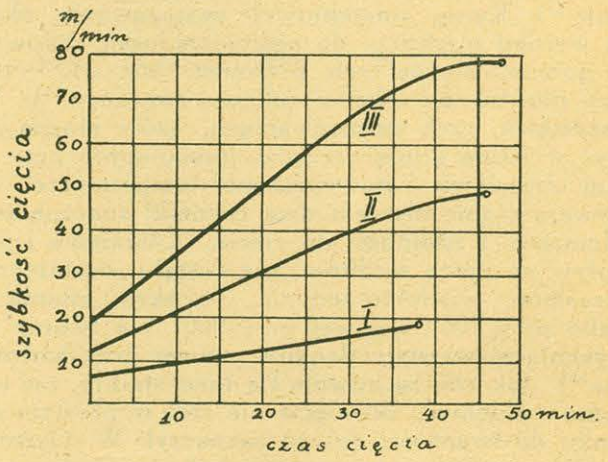
Stal wolframowa

v . . . . 32 *m*/min., ostrze stępiło się zupełnie po 10 minutach,

głębokość cięcia 2 *mm*,

przesuw . . 0,98 *mm*/obrót.

W celu określenia czasu służby stellitu zwiększano v (przy przekroju wióra $2 \times 0{,}98$ mm^2) i dopiero przy v — 48 *m*/min. nóż stępił się. Nawet przy toczeniu z chłodzeniem przewyższa stellit stal wolframową, np. zdzierając przy v — 65 *m*/min. i przekroju wióra $4 \times 0{,}25$ mm^2 nóż stellitu był jeszcze dobry po 2 godz., podczas gdy stal wolframowa wytrzymywała w tych warunkach tylko 20 minut. Przewaga stellitu występuje zwłaszcza przy obrabianiu twardych materjałów, np. czopy obrabiane stalą wolframową przy v — 8 *m*/min. można było obrabiać stellitem przy v — 22 *m*/min. Na shapingu zestrugiwano stellitem niedobrze odpuszczoną stal, podczas gdy stal wolframowa nie chciała jej zupełnie zbierać. Przy niegłębokiem zbieraniu materjału zyskuje się znacznie na czasie, używając stellitu, skutkiem zwiększenia szybkości, przy wielkiej natomiast głębokości zbierania (zdzieranie) stosunki te przedstawiają się gorzej i nie otrzymuje się korzyści, gdyż inny kształt noża skraca znacznie czas służby stellitu, a w normalnej postaci nie



Rys. 8.

nadaje się stellit do zdzierania z powodu obawy łatwego wyłamania przy zbyt wielkiej głębokości lub przesuwie. Z tego też powodu nie nadaje się stellit do nacinania gwintów. Możliwość pracowania stellitami na sucho, t. j. bez chłodzenia wodą, podkreślają różni autorzy,[60]) jest to zrozumiałem z tego powodu, że stellit zachowuje normalnie swą zdolność do cięcia przy temperaturach czerwonego żaru, a nawet, jak podaje Haas,[40]) stellit Nr. 3 przy

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

zwiększeniu zawartości W do 40% posiada jeszcze przy 1 000° zdolność do cięcia. Przez chłodzenie osiąga się jedynie gładszą powierzchnię.[60]) Stellity mają jeszcze tę dogodną stronę, że pozwalają na zużytkowanie najdrobniejszych odpadków przez stapianie ich i ponowne używanie jako noży, należy przy tem jednak zwracać uwagę, by nie dostały się do wytopu domieszki żelaza, bądźto przyczepionego mechanicznie do stellitu, bądź też wtopionego weń podczas spawania z uchwytem.[61]) W tym też celu radzą niektórzy wygotowywanie odłamków stellitowych w kwasach przed ich stapianiem.[62]) Jedyną trudność przy odlewaniu stanowi skłonność stellitu do tworzenia baniek. Drescher twierdzi jednak, że istnieją środki do usunięcia tej przeszkody. Silny nacisk należy położyć na dokładność odtleniania materjału stellitu przy jego przygotowywaniu, gdyż, jak wykazała praktyka, właściwości stellitu zależą w wysokim stopniu od dokładności odtleniania.[32]) Metalograficznie nie badano tego wpływu. Przy spawaniu stellitu z uchwytem, powierzchnie styku muszą być czyste, a jako topnika używa się 30% roztworu krzemianu sodu.[61]) Stellitów używa się z powodzeniem do zeskrobywania zendry z bloków przed puszczaniem ich pod walce [58]) służą stellity do toczenia cylindrów automobilowych,[48]) pierścieni do łożysk kulkowych, których nie można zadowalająco obrabiać stalą szybkotnącą.[32]) Frezami stellitowemi uzyskano wydajność 25—600% większą w porównaniu ze stalami szybkotnącemi.[45]) Kommandit Ges. w Hanowerze zbudowało ostatnio według planów H. Wohlenberg'a tokarnię specjalnie dla stellitów o 856 obrotach na minutę maksimum.[45]) Kamp opatentował zastosowanie akritu do wyrobu pierścieni do ciągnienia łusek stalowych na gorąco, służba tych pierścieni jest 250 — 1000 razy dłuższą od służby odlewu twardego.[57]) We wszystkich tych zastosowaniach, które można złączyć w jedną grupę narzędzi, pracujących przy silnem obciążeniu i podwyższonej temperaturze, odgrywają moim zdaniem dwa czynniki znaczną rolę: utlenianie i zdolność do cięcia. Utlenianie i jego wpływ na pracę stellitów nie zostało dostatecznie określone, wiadomo jedynie, że akrit utlenia się słabo przy 700° i nawet przy 900° nie tworzy odpryskującej warstwy tlenków nawet przy hartowaniu.[57]) Jak zaś zachowują się inne stellity, nie wiadomo. Zdolność do cięcia nie stoi w prostym stosunku do twardości, jak to zaznaczył W. Oertel i F. Pölzguter,[56]) a co potwierdziła praktyka przy obrabianiu miększemi od stali szybkotnącej stellitami takich materjałów, które nie dają się obrabiać stalami szybkotnącemi zadowalająco. Dr. Rapatz jest innego zdania, twierdząc, że stale szybkotnące są twardsze od stellitów, zatem materjały, których nie mogą obrabiać stale szybkotnące, nie dadzą się również obrabiać stellitami, a zaletą stellitów jest jedynie większa ekonomja pracy.[63]) Na tem nie kończy się zakres stosowalności stellitów, używa się ich jako narzędzi dentystycznych i chirurgicznych,[31], [48]) gdyż w tym wypadku niema obawy odpuszczania przy sterylizacji, dla ich odporności chemicznej (częściowo na sublimat) i dużej zdolności do szlifowania (trwałe ostrza). Wielkie widoki mają stellity w nożownictwie[48]) (wyrób noży stołowych, noży kieszonkowych, noży do krajania owoców i t. p.). Kujną odmianę stellitów stosuje się do zakańczania piór samopiszących. Chemiczne zalety stellitów pozwoliły na zastosowanie ich do wzrobu ciężarków wagowych,[31]) zatrzymujących swój połysk w najbardziej nawet niekorzystnych warunkach atmosferycznych i nie tracących na wadze nawet po wieloletniem użyciu. Sprawdziany stellitowe,[57]) względnie pokryte w miejscach narażonych na zużycie stellitem służą 4 do 6 razy dłużej od zwykłych, nie rdzewieją i nie są narażone na paczenie się, zachodzące przy hartowaniu stali zwykłych. Stellitów używa się do konstrukcji aparatów chemicznych.[64]) Przy zastosowaniu stellitów należy wspomnieć jeszcze o jednej ich właściwości: ich zdolność odbijająca jest podobną do metalu speculum,[67]) a nad srebrem mają stellity tę przewagę, że nie są przezroczyste dla promieni ultrafioletowych. Jeżali się do tego doda, że połysk przywraca się stellitom przez proste potarcie wełną nawet po kilkomiesięcznem wystawieniu na działanie powietrza i deszczu, to zrozumiałą staje się ich wartość jako zwierciadeł. Nic więc dziwnego, że Bureau of Standards[65], [66]) przeprowadziło badania zdolności odbijającej stellitu. Zdolność odbijająca zależy od jego składu i jednorodności zwłaszcza jeżeli chodzi o widoczną część widma, a w części tej wynosi ona mniej więcej 65%. Nową zupełnie gałąź zastosowania stellitu stanowi stellityzacja,[68], [69]) czyli pokrywanie stellitem części maszyn lub konstrukcji narażanych na ścieranie. Na zakończenie rozdziału o stellitach podaję ceny tychże: akritowa płytka 20×20×40 mm^2 kosztuje 5,50 G. M (1924), stellit amerykański za 1 lb (0,4536 *kg*) 8 dolarów.

III.

Określenie stopów typu nichromów można oprzeć na składzie chemicznym, jakkolwiek istnieją odchylenia i wyjątki. Właściwości tego rodzaju stopów polegają na: 1) wielkiej odporności na działanie odczynników chemicznych, 2) odporności na utlenianie przy wysokich temperaturach, 3) zachowaniu znacznej odporności przy tych temperaturach. Różnica pomiędzy stellitami a stopami typu nichromu polega na zakresie temperatur ich działania, bo gdy przy stellitach, ze względu na ich stosowalność, nie wymagamy szczególnych zalet powyżej 1 000°, natomiast cały nacisk skierowuje się na uzyskanie znacznej twardości i zdolności do cięcia, to przy nichromach chodzi głównie o temperatury powyżej 1 000°, o odporność na działanie odczynników w większej mierze niż u stellitów, a z własności mechanicznych głównie o wytrzymałość mniej o twardość.

Ogólnie stopy typu nichromów podzielić można na trzy zasadnicze grupy: 1) stopy Ni—Cr, 2)

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

stopy Ni—Cr—Fe, 3) stopy Ni—Cr—Cu. Oprócz tego istnieją stopy o podobnych właściwościach, lecz zupełnie odmiennym składzie. Skład chemiczny tych stopów, ułożonych według grup jest następujący:

1. Stopy Ni—Cr.

Nr.	Nazwa	Ni	Cr	Mn	Cu	Fe	Co	Si	C	Al	Reszta nierozpuszcz. w kwasie
		w procentach									
1	Karma, chromel A [70), 71), 72), 73), 74), 75), 77)]	80	20	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Rayo, chromel, kromora [70), 71), 73), 74), 75), 76)]	85	15	—	—	—	—	—	—	—	—
3	[78)]	90	10	—	—	—	—	—	—	—	—
4	[78)]	79	20	—	—	—	—	—	—	1	—
5	Cronit, nichrom [79) 80)]	60	40	—	—	—	—	—	—	—	—
6	[81)]	57,4	8,4	—	—	—	—	—	—	—	2,0
7	[81)]	86,5	10,16	1,24	ślady	ślady	—	—	—	—	—
8	[84)]	86,1	10,2	1,7	—	—	ślady	—	—	—	—
9	[81)]	85,05	10,49	0,44	—	2,99	ślady	0,36	0,33	—	—
10	Baros [15)]	88	10	2	—	—	—	—	—	—	—

2. Stopy Ni—Cr—Fe.

Nr.	Nazwa	Ni	Cr	Fe	Mn	C	Reszta nierozpł. w kwasach	Mo	W	Co
		w procentach								
11	Calido [70)]	62	15	23	—	—	—	—	—	—
12	Comet [70)]	30	5	65	—	—	—	—	—	—
13	Chromel [73)]	61	11	25	3	—	—	—	—	—
14	[82)]	90—50	50—10	< 27	—	—	—	—	—	—
15	[82)]	68	20	12	—	—	—	—	—	—
16	Chromel [74), 75)]	64	11	25	—	—	—	—	—	—
17	Nichrom [76)]	60	12	25	—	drobne ilości	—	—	—	—
18	Nichrom II [76)]	65—75	20—22	12—14	1,5—2	—	—	—	—	—
19	Chromel C [77)]	65	11	24	—	—	—	—	—	—
20	[81)]	52,7	10,7	32,3	1,2	—	3,3	—	—	—
21	[81)]	78,7	14,1	3,5	1,4	—	2,12	—	—	—

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Nr.	Nazwa	Ni	Cr	Fe	Mn	C	Reszta nierozpł. w kwasach	Mo	W	Co
		w procentach								
22	[32]	62	29	9	—	—	—	—	—	—
23	[32]	81	16	3	—	—	—	—	—	—
24	B 2,5 M [8]	61	15	19,5	2	—	—	2,5	—	—
25	B 4 M [8]	61	15	18	2	—	—	4	—	—
26	B 7 M [8]	61	15	15	2	—	—	7	—	—
27	B W M [8]	58	15	14	2	—	—	3	5	3

3. Stopy Ni—Cr—Cu.

Nr.	Nazwa	Ni %	Cr %	Cu %
28	[78]	80	10	10
29	[78]	85	10	5
30	[78]	80	15	5
31	[78]	75	20	5
32	[78]	70	20	10

4. Stopy o różnym składzie.

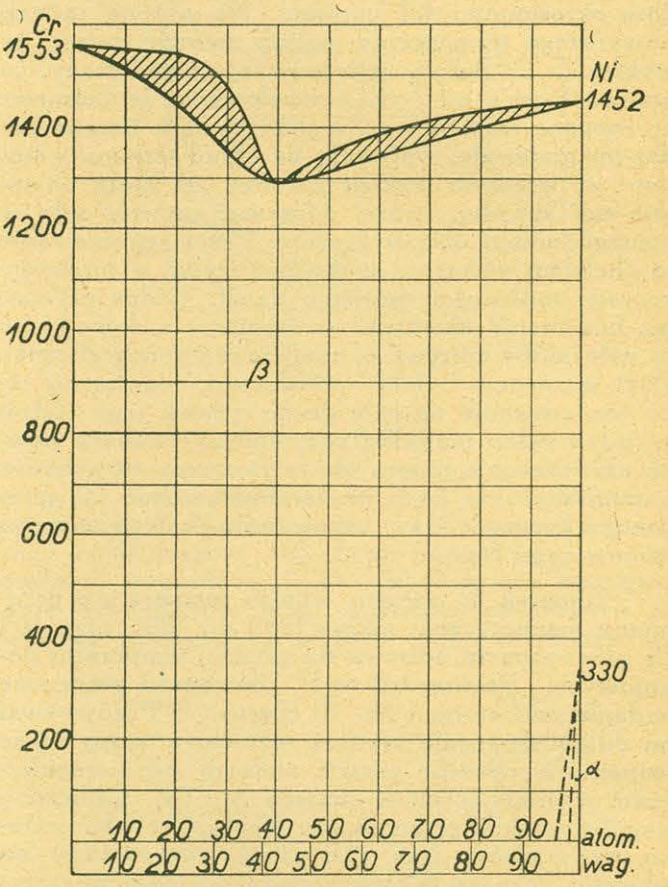
Nr.	Nazwa	Ni %	Cr %	Cu %	Mn %	Fe %	Si %	Co %	Ta %	W %	Mo %	Ag %
33	[40]	—	14	—	2	24	—	60	—	—	—	—
34	[83]	70	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—
35	[84]	85	9	—	—	—	—	—	—	6	—	—
36	[44]	60—65	30—35	—	—	—	—	—	—	—	2—5	drobne ilości
37	Illium [85], [86]	63	21,0	8,0	1,5	—	0,5	—	—	2,0	4,0	—

W powyższem zestawieniu rzuca się w oczy najpierw pomieszanie nazw. Różni autorzy rozmaicie ustalali podział tego rodzaju stopów. Najwłaściwszem byłoby, jak się zdaje, określenie stopów Ni—Cr nazwą nichromów, a chromelami lub chromanami możnaby nazwać grupę stopów nichromowych, zawierającą żelazo w większych niż ślady ilościach. Grupa 3 nie należy właściwie do stopów nichromowych z powodu niższej topliwości tych stopów, jest to jednak rozgraniczenie dosyć trudne. Grupa 4 łączy się wybitnie swemi właściwościami ze stopami omawianemi, choć składem odbiega bardzo znacznie. Nr. 1, 2, 11 i 12 podaje F. E. Bash jako materjał do termoelementów. Nr. 3, 4, 28-32 podaje S. Parr w swych badaniach odporności stopów na działanie kwasu azotowego. Nr. 5 wzięto z Metal Industry. Nr. 6, 7, 8, 9, 20 i 21 podaje M. Schwarz w swych badaniach nad drutami grzewczemi. Do grupy I włączono Nr. 9 pomimo zawartości żelaza, gdyż jest to analiza drutu grzewczego po dłuższem użyciu, pierwotnie nie zawierającego żelaza. Nr. 10 służył P. Chevenard'owi do wyka-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

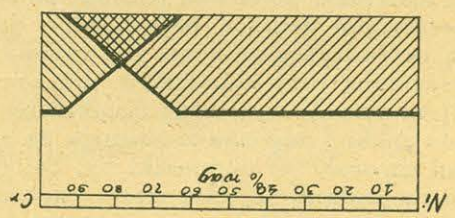
zania nieprawidłowości termicznych stopów tego rodzaju. Nr. 13 podaje E. F. Lake w Machinery New-York (1922). Nr. 14 jest to przeciętny skład stopów wytrwałych na gorąco i kwasy, podany przez J. . Kayser'a. Aby zbyt nie komplikować ułożenia tablicy, popełniłem przy stopie Nr. 14 nieścisłość, a mianowicie oznaczony w zestawieniu procent niklu odnosić się ma do sumy niklu i żelaza, zawartość zaś tego ostatniego nie może przekraczać 27% i jest tem mniejszą, im mniej jest niklu. Nr. 15 służy do wyrobu skrzyń do wyżarzania. Nr. 16 podaje E. F. Lake. Nr. 17 L. O. Hart jako materjał do opornic. Nr. 18 stosuje się do pieców grzewczych. Nr. 19 jest gorszą odmianą stopów nichromowych. Nr. 22 i 23 wzięto z badań Schulz'a. Pod Nr.Nr. 24—27 zestawiono częściej używane i lepsze odmiany stopów handlowych Ni—Cr—Fe, odpornych na działanie kwasów. Nr. 33 jest namiastką stopów nichromowych. Nr. 34 podaje P. D. Merica, Nr. 35—P. Chevenard, Nr. 36— W. Guertler. Nr. 37 to skład wyrabianego przez Standard Calorimeter Co stopu Illium. Poza tu podanemi stopami istnieje cały szereg podobnych, których składu chemicznego nie podano np. Emperor,[87]) Thermalloy[88]) i t. p. Nichromy wyrabiają w Niemczech: Krupp i C. Kuhbier & Sohn w Dahlerbrück w Westfalji, a w Ameryce Driver-Harris N. Y., w Kanadzie wyrabia się podobne stopy w Walkerville (Ontario), w Anglji w Manchester, wszędzie według patentu Henderson'a.[80])

Termiczną analizę stopów Ni—Cr przeprowadził G. Voss[89]) (1908), badając je rownocześnie mikrograficznie. Stopy te tworzą roztwory stałe ciągłe z minimum przy 1300° (rys. 9), odpowiadającemu składowi 42% niklu. Szlif stopu o tym składzie przedstawia budowę pseudoeutektyczną i dlatego Voss przyjmuje istnienie eutektyki pomiędzy 42% a 42,5% niklu. Guertler tłumaczy to nadzwyczajną lepkością chromu w temperaturach bliskich do temperatury topienia, co uniemożliwia dokładne zmieszanie dwóch składników. Lepkość tę zaobserwowali: Lewkonja w stopach Co—Cr, Treitschke i Tammann w stopach Fe—Cr. Guertler dodaje, że koncentracja 42% wagowych, t. j. 39% atomowych jest bliską do wzoru Cr_3Ni_2. Interpretacja minimum krzywych termicznych roztworów stałych ciągłych czy to przy pomocy związków chemicznych, czy też zapomocą eutektyk właściwych nie wydaje mi się odpowiednią, gdyż wykresy nie dają wyraźnych w takich wypadkach załamań. Tłumaczenia tego rodzaju spowodowane są raczej potrzebą uzgodnienia wykresu z regułą faz. W myśl wzoru, stosowanego przy badaniach topliwości stopów:[54]) $v = m + 1 - \varphi$ mamy w danym wypadku stopień swobody w minimum *(v)* równy 0, stąd wypływa konieczność albo przyjęcia liczby faz (φ) 3, albo też ilości składników 1, w pierwszym wypadku przyjmujemy istnienie eutektyki, w drugim istnienie związku chemicznego. Pozostając w pracy niniejszej przy stopach Ni—Cr, przypatrzmy się schematycznemu wykresowi E. C. Bain'a (rys. 10).[2]) Wykres ten został zapożyczony z pracy Z. Jeffries'a i P. Archer'a. Ułożono go na podstawie badań rentgenograficznych. Określa on zakres istnienia siatek



Rys. 9.

przestrzennych niklu i chromu. Porównywując go z wykresem 9 widzimy, że współistnienie obu siatek przestrzennych przypada blisko minimum na krzywej termicznej. Możnaby więc przyjąć tu istnienie dwóch faz w stanie stałym. Fazy te nie



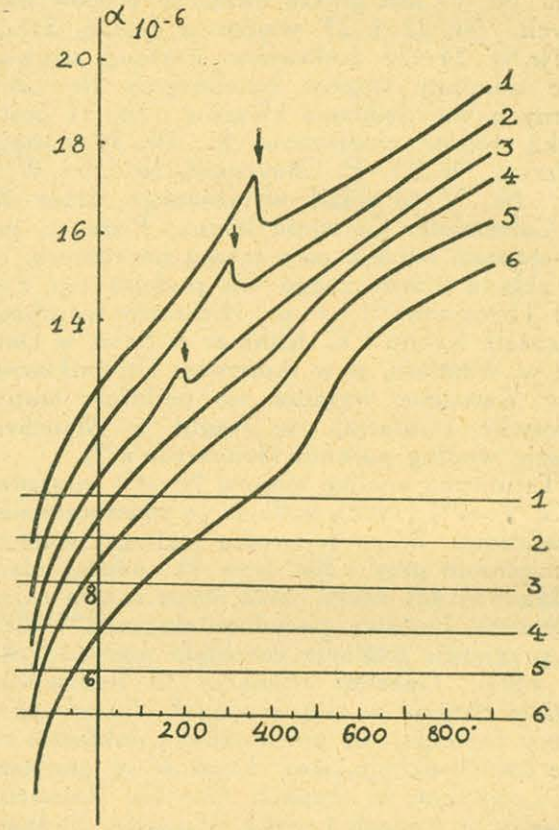
Rys. 10.

tworzą tu takiego typowego obrazu jak w wypadku eutektyki właściwej, stanowią raczej graniczny jej przypadek. Przy porównywaniu wykresu 9 z wykresem 10, rzucają się w oczy pewne niedokład-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

ności w powyższym wywodziej na wykresie bowiem 10 punkt odpowiadający w myśl powyższych wywodów minimum krzywej krzepnięcia przypada na około 80% wagowych niklu, czyli 20% chromu, istnieje więc znaczna różnica w porównaniu z poprzednio określonemi 42% chromu. Na obronę jednak powyższego tłumaczenia należy zwrócić uwagę, że wykres E. C. Bain'a jest jedynie schematyczny, że krzywa Voss'a nie była kontrolowana, że domieszki, mogące występować w jednym lub drugim badanym materjale, wpływają na układ termiczny stopów, że wreszcie lepkość chromu, na którą powołuje się Guertler, może odgrywać pewną rolę w nieuzgodnieniu obu wykresów. Przez rozumowanie to chciałem wskazać, że można przyjąć w minimum krzywej topliwości istnienie trzech (jedna płynna) faz bez brania eutektyki do pomocy, a dowody na to należałoby czerpać w analizie rentgenograficznej. Zbyt wczesnem byłoby jednakowoż uogólnianie tego rozumowania na całą grupę zjawisk tego rodzaju, gdyż jeden przykład przytem posiadający pewne ale nie daje prawa do wyciągania wniosków, potrzebaby było na to obszernego badania, tak rentgenograficznego jak i termicznego całego szeregu stopów tego typu.

Dodatek 2% chromu obniża temperaturę przemiany magnetycznej niklu (360°) do 100°, przy 10% Cr przemiana ta odbywa się poniżej temperatur pokojowych. Potwierdził to P. Chevenard przez swe badania nad stopem Nr. 10 (Baros).[15]) Porównywał on dilatometrycznie metodą różnicową stopy te ze stopem Fe—Ni—Cr prawie wolnym od nieregularności występujących w stopach Ni—Cr. Obliczony współczynnik rozszerzalności cieplnej (α) naniesiono na wykresy (rys. 11). Stąd wyprowadził on wnioski: 1) magnetycznej przemianie niklu towarzyszą nieprawidłowości dilatometryczne, wykazujące ostrą zmianę współczynnika rozszerzalności cieplnej przy temperaturze, odpowiadającej punktowi Curie, dodatek chromu obniża gwałtownie temperaturę przemiany magnetycznej i zmniejsza rozmiar tej przemiany, 2) punkty przegięcia (przemiana X), są praktycznie niezależne od składu stopu i występują w temperaturach 550—525, przemianu ta jest skutkiem histerezy, ponieważ różnica pomiędzy temi temperaturami istnieje przy bardzo powolnych stopniach ochładzania, podczas gdy zmiana jest bardziej rozszerzoną przy chłodzeniu niż przy ogrzewaniu, 3) zmiana X występuje dopiero po dodaniu chromu do niklu i zagięcie to wzrasta ze wzrostem zawartości chromu, 4) domieszki Fe, Si i Al słabo wpływają na zmianę jej charakteru, natomiast Mn zmniejsza intensywność przegięcia i rozprzestrzenia je na szerszy zakres temperatur, 5) stop nadający się do pomiarów dilatometrycznych metodą różnicową, powinien przeto posiadać mało Fe, więcej Mn, a część Cr powinna być zastopioną przez wolfram. Stop tego rodzaju znany jest pod nazwą Pyros. Różnice pomiędzy wnioskami Chevenard'a odnośnie do wpływu Cr na punkt przemiany magnetycznej a wywodami Guertler'a posiadają jedynie ilościowy charakter.[25]) Dodatek Cr zwiększa rozszerzalność Ni—Cr w wyższych temperaturach, jak przypuszczają, skutkiem tworzenia się związku Ni_2Cr_3. M. A. Hunter i F. M. Sebart[71]) robili pomiary przewodnictwa elektrycznego. Dodatek Cr do niklu zwiększa opór elektryczny bardziej niż dodatek Fe. Z tego powodu zwęża się współczynnik zmiany oporu elektrycznego z temperaturą i dzięki



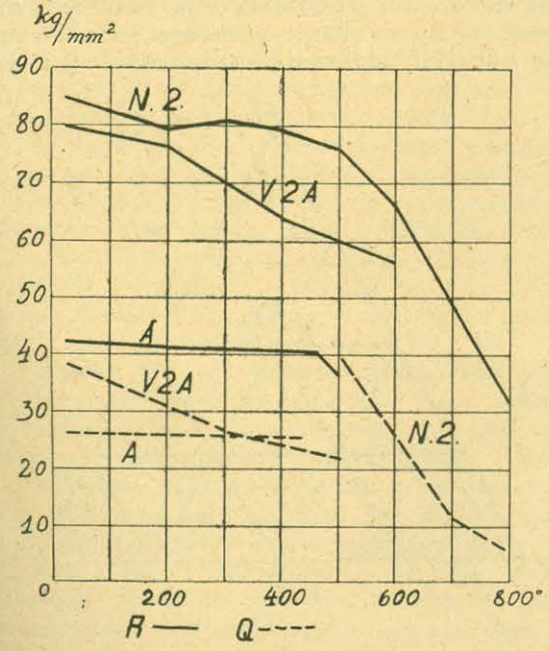
Rys. 11.

temu, stopy te znalazły zastosowanie jako materjał oporowy. Wyniki badań Huntera i Sebarta naniesiono na wykresy (rys. 12), przyczem K oznacza przewodnictwo właściwe, zaś α współczynnik zmiany oporu z temperaturą $= \frac{1}{R_0}\frac{dR}{dt}$. Sommerville (1911) określił α w zależności od temperatury i stwierdził, że w pobliżu 800° występuje punkt zwrotny w wartościach α. Dla stopu Illium (Nr. 37) znaleziono współczynnik termiczny oporu — 0,000479 oma na 1°. Wytrzymałościowe badania, przeprowadzone na stopie Nr. 1 dały następujące wyniki:

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

temperatura badania	wytrzymałość w kg/mm^2
15	82,06
100	79,21
200	75,92
300	77,17
400	75,52
500	73,07
600	63,47
700	46,14
800	28,98

Na długotrwałe obciążenia stop ten nie jest już tak wytrzymały (płynięcie) i tak przy 500° posiadał wytrzymałość *(R)* — 37,8 kg/mm^2, przy 600° *R* — 25,2 kg/mm^2, przy 700° *R* — 9,44 kg/mm^2, przy

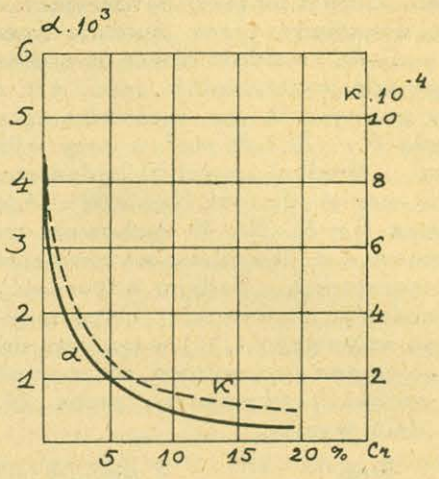


Rys. 12.

800° *R* — 2,99 kg/mm^2. Średnia twardość Brinell'a *(H)* przy 15° wynosiła 226 kg/mm^2. Jeszcze lepsze wyniki otrzymano na stopie Nr. 2. Tapsell i Bradley porównali na wykresie (rys. 13) wytrzymałość *(R)* i granicę sprężystości (*Q*) tego stopu (Nr. 2) ze stopami:

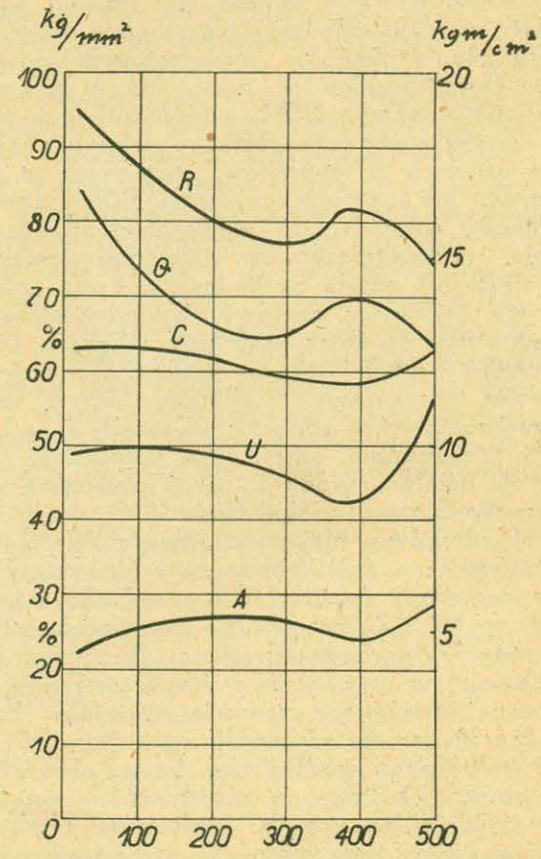
Oznaczenie	C%	Ni%	Cr%	Fe%
A	0,4	70	9	reszta
V 2 A . . .	0,25	7	20	reszta

Tak z zestawienia jak i z wykresu widać, że stopy Ni—Cr posiadają do 600° znakomite własności mechaniczne, a jakkolwiek powyżej tej temperatury spadek tych właściwości jest znaczny, to jednak nie następuje on gwałtownie. Obszerniejsze badania wytrzymałościowe przeprowadzono na stopie Nr. 26 (rys. 14)[8]). Podane na tym rysunku



Rys. 13.

litery oznaczają: *R* — wytrzymałość w kg/mm^2, Q— granicę sprężystości w kg/mm^2, *A* — wydłużalność w %, *C* — przewężalność w %, *U* — odporność na uderzenie w kgm/cm^2. Nr. 5 (Cronit) zachowuje przy 1 000° jeszcze 50% swej początkowej wytrzymałości, wynoszącej 47,25 — 50,40 *kg/mm*, co powoduje zmniejszenie wagi wyrobów narażonych na wysokie temperatury o 30% — 50% i przedłuża ich



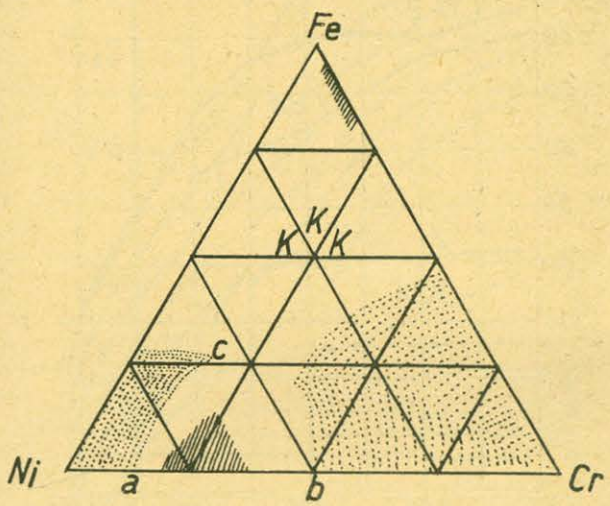
Rys. 14.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

używalność. Stop Emperor, zawierający duży procent niklu, wyrabiany przez Sutcliffe Speakman & Co. Ltd., posiada twardość równą twardości surowca, podczas gdy wytrzymałość jego jest dwa razy większą w porównaniu ze surowcem, przy 955°—980° posiada R — 20,9 kg/mm^2, a przy 1 000° około 13,4 kg/mm^2. Według innych[74]) badań stopy Nr. 1 i 2 mają w stanie odlanym R—19,69—24,56 kg/mm^2, a wydłużenie 1%—2%. Nr. 35 zachowuje według badań Chevenard'a najlepiej swą wytrzymałość w wysokich temperaturach. Badano odporność tych stopów na działania chemiczne. Odporność na działanie kwasu azotowego (25%) w temperaturach zwyczajnych, mierzona procentowo w stosunku do Fe (100%) na próbkach trzymanych przez 24 godziny w kwasie dała wyniki:

Stop	% rozpuszczalności
Fe (99,8%)	100
Ni—Cr (Nr. 3) . . .	7,9
Ni—Cr—Al (Nr. 4) .	1,3
Fe—Si	0,1
Ni Cu—Cr Nr. 28 .	1,25
„ Nr. 29 .	0,02
„ Nr. 30 .	0,05
„ Nr. 31 .	0,013
„ Nr. 32 .	0,023

Jakkolwiek stopy składu Ni—Cu—Cr są odporniejsze na działanie kwasu azotowego, to jednak utleniają się szybko w temperaturach powyżej 800°.[90]) Dodatek glinu w stopie Nr. 4 powoduje wydzielenie twardego NiAl, trudnotopliwego o budowie iglastej i nie podlegającego działaniu jakichkolwiek znanych odczynników, stop przez to staje się twardy, tak przynajmniej sądzi J. F. Kayser.[82]) W ogólności stopy Ni—Cr są bardziej odporne na działania nadgryzające niż stale nierdzewiejące. Praktycznie nie działa na nichromy kwas octowy, cytrynowy, fosforowy, azotowy na zimno, słabo zaś kwas siarkowy. Dodatek wolframu zwiększa znacznie odporność niklu i stopów niklowych na działanie kwasu siarkowego.[83]) Według innych badań stopy nichromowe są odporne na zasady i na kwas solny.[80]) Zrozumiałą zatem jest odporność tych stopów na działanie wody płynącej, powietrza miejskiego, wilgoci, pary wodnej (przy 100°), wody morskiej i składników w niej występujących.[91]) Nr. 34 i 36 są odporne na działanie wody królewskiej.[44], [83]) Dla stopów grupy 2 ułożył F. Kayser[82]) wykres potrójny (rys. 15). Zakres abc na tym rysunku przedstawia stopy odporne na działanie chemiczne, pole zakreskowane w tym zakresie zawiera stopy wysoko odporne, inną grupę stanowią stopy kkk. Stopy objęte kropkowaniem, nie nadają się do użycia. Najbardziej odpornemi według tych badań okazały się stopy Nr. 22 i 23. Są one nieodpornemi na działanie H_2S i SO_2 w gazach. Przyczyną tego jest wspomniana przy omawianiu właściwości niklu wielka skłonność do tworzenia połączenia z siarkę. Z badań różnych stopów w kwasie azotowym, jak i z badań Matignon'a[92]) ogłoszonych w Comptes Rendus r. 1918 widać, że stopy Fe—Si są bardziej kwaso-odporne niż stopy Ni—Cr, lecz kruchość i nieobrabialność stopów żelazo-krzemowych czyni je niezdatnemi do różnych wyrobów, do których stosuje się nichromy. Badania przeprowadzone na stopach Nr. 24—27[8]) i ich odmianach wykazały, że dodatek C obniża silnie odporność stopów na działanie kwasu azotowego i gorącego kwasu siarkowego, mniej na działanie zimnego kwasu siarkowego, wobec kwasu solnego wykazuje obecność C jedynie nieznacznie pogarszający wpływ. Brak Mn nie przynosi znaczniejszego polepszenia. Zwiększenie Mo do 7% wywołuje słabe pogorszenie, zwiększa natomiast wytrzymałość, podobnie działa zwiększenie Cr do 25%, pogarsza ono znacznie odporność stopów na działanie gorącego kwasu solnego, jeszcze bardziej pogarsza tę odporność (na działanie gorącego kwasu solnego) zastąpienie Mo przez W, przyczem stopy z Mo są łatwiej obrabialne niż stopy z W. Z całego szeregu stopów, badanych ostatnio przez W. Rohn'a, najlepszemi okazały się właśnie Nr. 24—27. Dobremi właściwościami mechanicznemi odznacza się szczególnie stop Nr. 26 (rys. 14). Nichromy posiadają znaczną odporność na utlenianie. Jużto z powodu bardzo kapryśnego zachowywania się niklu wobec domieszek, już też dlatego, że wogóle domieszki wszelkie zmniejszają odporność stopów przeciw utlenianiu,[75]) zmieniają znacznie właściwości elektryczne i obniżają punkty topienia, wymaganą jest wielka czystość składników, wchodzących w skład stopów, obdarzonych odpornością na utlenianie. Nadzwyczaj szkodliwym okazał się tutaj wpływ żelaza, dlatego stopy grupy 2 mogą się nadawać do opornic, lecz nie do ciał grzewczych, narażonych na wyższe temperatury. Ciekawe badanie przeprowadził M. V. Schwarz,[81]) analizując stare, dobre druty nichromowe i nowe



Rys. 15.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

często zawodzące. I tak druty Nr. 6, 7, 8 okazały się dobremi, podczas gdy Nr. 20 i 21 przepalały się prędko, jakkolwiek w stanie nieużywanym oba rodzaje posiadały budowę drobnoziarnistą. Po użyciu druty zawierające Fe stają się gruboziarnistemi w przeciwieństwie do pozbawionych Fe, tworzy się na nich łatwo odłupująca się warstwa tlenków, skutkiem czego zmniejsza się ciągle przekrój czynny drutu i druty takie przepalają się.[93]) Dobry drut nichromowy po długiem nawet użyciu posiadał skład chemiczny podany jako Nr. 9. Ze składu tego widać, że zmiejszyła się znacznie zawartość Mn. Zamiast wypalania manganu radzą niektórzy dodawanie nieco więcej węgla. Nie ulega wątpliwości, że atmosfera, zawierająca gazowe połączenia siarki, wybitnie skraca czas służby drutów nichromowych. Punkt topienia stopów nichromowych zależy od składu i dodatków i tak np. określono dla Nr. 5 temperaturę topienia na 1 420°.[79]) Ze względu na wytrzymałość, odporność na działanie wysokich temperatur można używać nichromów mniej więcej do 1 100°. Nr. 17 wytrzymuje temperaturę 980°, podczas gdy maksymalną temperaturą pracy stopu Nr. 18 jest 1 100. Widać na tym przykładzie, jak silnie dodatek żelaza obniża zdolność do wytrzymywania wysokich temperatur. Najlepiej pracuje stop Nr. 1, służąc przy 1 000° o 10%—20% dłużej od jakiegokolwiek innego stopu nichromowego, jest on 2 razy trwalszym od stopu Nr. 19.[77]) Stop Nr. 1 pokrywa się w wysokich temperaturach ściśle przylegającą warstwą tlenków, która zabezpiecza go przed dalszem utlenianiem i nie posiada on dzięki temu skłonności do miejscowych przegrzewań, Nichromy jako osłony do termoelementów, mają tę przewagę nad żelazem, że nie są przenikliwe dla CO. Należy wreszcie wspomnieć o właściwościach stopu Thermalloy.[88]) O jego składzie chemicznym wiadomo jedynie, że jest to wysoko chromowy stop. Nie podlega on w wysokich temperaturach działaniu utleniających i redukujących czynników, nie działa nań również węgiel, przy 980° służy przez parę tysięcy godzin, nie tworzy odłupującej się warstewki tlenków, a co najważniejsze, dobrze przewodzi ciepło, co dość trudno uzyskać w stopach nichromowych.

Nichromy stosuje się do: 1) ciał grzewczych, 2) na termoelementy, 3) jako materjały nieutleniające się w wysokich temperaturach, 4) jako materjały odporne na działanie chemiczne, 5) jako naczynia i przyrządy przy wyrobie szkła i materjałów podobnych. Podział ten zrobiono ze względu na specjalne właściwości, konieczne w danym zakresie stosowania. Od ciał grzewczych wymaga się:[77]) 1) wielkiego oporu właściwego, 2) małego współczynnika rozszerzalności cieplnej, 3) niezawodnego współczynnika rozszerzalności, 4) pewnego składu, 5) jednakowej wielkości przekroju na całej długości ciała grzewczego, 6) odpowiedniego przekroju, 7) odpowiedniego nawinięcia, 8) trwałości w temperaturach znacznie wyższych od temperatury zwykłej jego pracy, 9) wielkiego przewodnictwa cieplnego (trudne do osiągnięcia), 10) czystej powierzchni, 11) gładkiej powierzchni, 12) jednorodnego wyżarzenia, 13) braku błędów strukturalnych. Nie wszystkie gatunki nichromów odpowiadają w zupełności tym warunkom. Tak np. nichrom, (chromele) z zawartością żelaza można stosować z powodzeniem do opornic lub takich pieców grzewczych, które nie dają wysokich temperatur, przy wysokich bowiem temperaturach stopy takie łatwo przepalają się. Nichromy pozwalają na dokładne kontrolowanie miliwoltażu. Ta właściwość i prostolinijność zależności miliwoltażu od temperatury, czynią ze stopów nichromowych doskonały materjał na termoelementy. Siła termoelektryczna stopów Ni—Cr jest znacznie większą od siły znanego ogniwa Le-Cgatelier'a.[94]) Dla ogniw nikiel-nichrom górną granicą używalności jest 1 100°, a to z powodu powolnie zachodzących zmian napięcia termoelektrycznego powyżej tej temperatury, zmiany te dochodzą do 10° po 150 godzinach. Maksimum napięcia termoelektrycznego daje stop Ni—Cr o 9,5% wagowych chromu.[90]) Można ze stopów Ni—Cr ułożyć tego rodzaju ogniwo, że schodzi się możliwie dokładnie z ogniwem Pt—PtRh. W tym więc wypadku zastąpiły stopy Ni—Cr drogą platynę. Właściwość nichromu nieutleniania się w wysokich temperaturach wyzyskano przy zastosowaniu ich do wyrobu skrzyń, do wyżarzania,[75], [82]) do nawęglania,[76]) do naczyń dla kąpieli ołowianych, mufli, jako rury ochronne do termoelementów,[77]) jako wentyle do silników spalinowych,[76]) dla części kutych, stosowanych w piecach grzewczych, wreszcie do wyrobu komór do spalania w kalorymetrach.[83]) W czasie wojny stosowano nichromy do budowy pieców, służących do wyżarzania węgla absorbcyjnego z łupek koksowych dla masek gazowych.[80]) F. A. Fahrenwald stwierdza, że do wyrobu nierdzewiejących rur strzelniczych najlepiej nadają się stopy Ni—Cr.[95]) Jako namiastka platyny znalazły stopy Ni—Cr zastosowanie w laboratorjach chemicznych.[96]) Formy do lania szkła ciętego, walce dla płyt szklanych i wszelkie inne przybory, stykające się ze stopionem szkłem, wyrabia się z nichromu, dzięki tej własności, że stopione szkło nie przylepia się do niego.[75], [80])

Na tem zakańczam swoje rozważania. Praca powyższa nie obejmuje całokształtu zagadnień, związanych z postawionym tematem, jest raczej próbą ujęcia dotychczasowych wiadomości z tego działu. Okoliczności które nie pozwoliły mi na korzystanie z oryginalnych prac amerykańskich, a jedynie z wyciągów, umieszczanych głównie w Journal of the Institute of Metals, Journal of the Iron and Steel Institute, Zeitschrift für Metallkunde i Stahl u. Eisen, spowodowały, że wiele szczegółów zostało niedopowiedzianych. Przez opracowanie tego tematu chciałem wzbudzić zainteresowanie polskich kół fachowych, stosowanie bowiem tych zdobyczy w prze-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

myśle amerykańskim było jedną z cegiełek rozrostu produkcji amerykańskiej i jej wydajności. Myślą przewodnią zastosowania tych stopów do techniki było hasło: czas to pieniądz.

Odnośniki.

1) G. P. Baxter i Merrill J. Dorcas: Porównanie ciężarów atomowych kopalnego i meteorytowego kobaltu. J. Amer. Chem. Soc. 1924 46. 357—366. I M. 1925. T. I. 301.
2) Zay Jeffries i R. S. Archer: The Science of Metals 1924. New-York.
3) W. R. Barclay: Kobalt i jego zastosowanie. J. Soc. Chem. Ind. 1922. 41. 167 — 168. I. M. 1924. T. I. 366.
4) Guertler: Metalografja. T. I. 1. 359—361. Z. Anorg. Chem. 59. 325. 1908.
5) Tables annuelles de Constantes et données numériques de Chimie. de Physique et de Technologie, publiées sous le patronage de l'Association internationale des Académies. T. IV. 1913 — 1916. 1324., H. T. Kalmus, Engg. 1915. 99. 181.
6) D. J. Macnaughtan I. and S. 1924. T. II. 403—424. Twardość elektrolitycznie osadzonych Fe, Ni, Co i Cu.
7) E. H. Schulz i W. Jenge: Chemicznie trwałe stopy i ich właściwości. Z. M. 1927. 377—386.
8) W. Rohn: Odporne na działanie kwasów stopy z niklem jako głównym składnikiem. Z. M. 1927. 387—396.
9) F. Wever: Ułożenie atomów magnetycznego i niemagnetycznego niklu. Mitteilungen aus dem K.—W.—Institut für Eidenforschung zu Düsseldorf. T. III. Zeszyt 2. 1922. 17—22.
10) K. Becker: Budowa krystaliczna metali, kryształów mieszanych i związków metali. Z. M. 1923. 303.
11) I. Feszczenko-Czopiwski: Szkice z metaloznawstwa. T. I. 4—5.
12) W. Guertler: Spraw. Z. M. 1920. 122.: Koch i Dannecker: Sprężystość pewnych metali i stopów aż do temperatur bliskich do ich punktu topienia. Ann. Phys. 47. (1915). 197—226.
13) Schübel (1914). O pojemności cieplnej metali i związków od 18° do 600°. Spraw. Z. M. 1920. 204.
14) Nowsze badania przemiany Fe i Ni. Z. M. 919. T. II. 144.
15) P. Chevenard: Termiczne nieprawidłości pewnych roztworów stałych. I. M. 1926. T. II. 39. 46.
16) Ludwick. Zeit. Ver. D. Ing. 1915. 59. 657—664. Tables annuelles de Constantes et données. T. IV. 1324.
17) H. J. Coe: Zachowanie się metali pod działaniem ciśnienia. I. M. 1923. T. II. 312.
18) M. Cantone: Zachowanie się niklu i stali pod obciążeniem. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei Roma 1922. (5), 31 (1) 414—420. I. M. 1923. T. I. 604.
19) Washington del Regno: Sprężyste właściwości niklu w wysokich temperaturach. Rend. della R. A. dei Lin. Roma 1922 (5), 31 (2), 105 — 107. I. M. 1923. T. I. 605.
20) F. A. J Fitz Gerald i Grant C. Moyer: Niszczenie oporów niklowych. Trans. of the Amer. Electrochemical Society 1920. 38. 301 — 304. I. M. 1922. T. II. 542.
21) P. D. Merica i R. G. Waltenberg: Kujność niklu. Mining and Metallurgy 1925. 158 Nowy Jork.
22) N. B. Pilling i R. E. Bedworth: Utlenianie metali w wysokich temperaturach. I. M. 1923. T. I. 561.
23) G Wazau: Budowa elektrolitycznego niklu. Z. M. 1924. 482.
24) W. Guertler i T. Liepus: Trwałość chemiczna pewnej liczby metali i stopów. Z. M. 1925. 310.
25) P. Chevenard: Rozszerzalność Cr i stopów Ni—Cr w szerokim zakresie temperatur C. R. 1922. 174. 109—112. I. M. 1923. T. II. 474. S. E. 1922. I. I. S. 1922. I. 624.
26) N. Isgarischew i A. Obrutschewa: Przyczynek do badań anomalji Cr i jego zachowania się wobec zmiennego prądu przy elektrolizie. Z. Elektrochem. 1923. 29. 429 434. I. M. 1924. T. 365.
27) W. Guertler: Zagadnienie odpornych na kwasy metali. Z. M. 1927. 365—376.
28) Spraw. Ruff i Foer: Chrom i węgiel. Z. M. 1919. T. I. 242.
29) W. M. Mitchell: Chrom, jego zastosowanie i stopy. Forg. Stamp. Heat.—Tr. 1924. T. 10. 199—202, 235 238. Blast—Furn and St. Plant. 1924. T. 12. 372 — 375 i dalsze. I. S. 1924. T. II. 374.
30) Takejiro Murakami: Budowa stopów Fe—C——Cr. Science Reports of the Tohoku Imperial University. 1918. (1), 7. 217—276. I. M. 1923. T. II. 517.
31) E. Haynes: Stellity i stal nierdzewiejąca. Proceedings of the Engineers' Society of Western Pennsylvania. 1920. XXXV. 467 — 474. I. M. 1921. T. II. 530.
32) E. H. Schulz: Stellit i stopy doń podobne. Z. M. 1924. 337.
33) W. Guertler: Nowe stopy z czasu wojny. Spraw. Z. M. 1923. 290.
34) Märkle: Twardy metal „stellit". Maschinenbau. 1924. 3. 1078 — 1079. I. M. 1925. T. II. 424.
35) W. Oertel i E. Pakulla: Przyczynek do kwestji stopów Co—Cr - W (Mo). S. E. 1924. II. 1717—1720 i I S. 1925. T. I. 579.
36) P, D. Merica i R. G. Waltenberg: Stellity i narzędzia do toczenia. Min. and Met. 1925. 537.
37) Oertel. Dys. Z. M. 1924. 387.
38) L. Guillet i H Godfroid: Kilka uwag o stellitach. Revue de Métallurgie. 15. 1918. 4. 339.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

39) O stellicie. S. E. 1925. T. I. 945.
40) W. Haas: Stopy kobaltowe i ich użytek. Giesserei Zeit. 1925. 22. 387 I. M. 1925. 423 T. II.
41) H. D. Hibbard: Stellit. Bull. Bur. of Mines. 1915. 100. 61. Tables ann. de con. T. IV. 1297.
42) Chem. and. Ind. I. Soc. Chem. Ind. 1924. 43. 61. I. M. 1924. T. I. 517.
43) Irresberg: Rozszerzalność cieplna różnych stopów. Spraw. Z. M. 1923. 132.
44) Guertler: Molibden jako składnik stopowy. Z. M. 1923. 152.
45) Nowe badania nad stellitem. Z. M. 1923. 166.
46) H.: Badania nad stalą stellitową. Z. M. 1921. 435.
47) A. Stadeler: Stellity. S. E. 1921. T. I. 347.
48) E. Haynes: Stellit. Transaction of the American Electrochemical Society. 1920. XXXVII. 507—511. I. M. 1921. T. II. 530.
49) C. W. Drescher: Badania nad akritem. Z. M. 1924. 382. I. M. 1925. T. I. 349.
50) Ludwig. Dys. Z. M. 1924. 387.
51) Cooperite, nowy szybkotnący materjał. The Engineer 10. XII. 1920. Z. M. 1921. 292.
52) O nowych stopach. Chem. Zeit. Z. M. 1919. T. I. 240.
53) P. E. Mc. Kinney. Met. and Chem. Eng. 1916. 15. 351. Tables ann. de con. T. IV. 1324.
54) Broniewski: Zasady metalografji. 1923. 189. 54
55) E H. Schulz. Dys. Z. M. 1924. 387.
56) W. Oertel i F. Pölzguter: Mechaniczne właściwości pewnych szybkotnących stali w porównaniu z ich zdolnością do cięcia. S. E. 1924. T. 44. 1708—1712. I. S. 1925. T. I. 573.
57) E. H. Schulz, W. Jenge i F. Bauerfeld: Nowe badania w zakresie stopów wysokowartościowych. 1926. Z. M. 5. 155—158,
58) W. H. Losee: Wyrób i użytek stellitów. Chem. and Ind., J. Soc. Chem. Ind. 1925. 44. 451—452. I. M. 1925. T. II. 581.
59) W. H. Souder i P. Hidnert: Rozszerzalność cieplna niklu, monella i stellitu. Scient. Papers Bur, Stand. 1922. N. 426. S. E. 1925. T. II. J. Frankl. Inst, 1922, marzec. 398 399. S. E. 1922. T. I
60) Drescher i Brandl. Dys. Z M. 1924. 387.
61) H. A. Stewart: Stellit. J. Amer. Welding Soc 1922. 1. (4). 41—43. I. M. 1924. T. II. 655.
62) Rohn. Dys. Z. M. 1924. 387.
63) Rapatz. Dys. Z. M. 1924. 387.
64) H. F. Whittaker.—Trans. Am. In. Chem. Eng. 1923. 15. 114—142. 153—169. I. M. 1925. T. I. 478.
65) W W. Coblentz i W. B. Emerson: Zdolność odbijająca wolframu i stellitu. Bulletin of the Bur. of Stand. 1918. 14. 307—316. I. M. 1922. II. 607.
66) W. W. Coblentz i H. Kahler: Zdolność odbijająca stellitu i lakierowanego srebra. Scientific. Paper. of the Bur. of Standards. N. 342. 1919. 215—217. I. M. 1922. II. 608.
67) G. G. Abbot, F. E. Fowle i L. B. Aldrich — Annals of the Smithsonian Institution Astrophysical Obserwatory. 1922. 4. 86 — 87. Scien. Abstr. 1923. (A). 26. 327. I. M. 1923. II. 475.
68) Stellityzacja przedmiotów metalowych. Machine modern. 1926. 20, 269—272. Weld. Eng. 1926. 11. 25—28. I. M. 1926. II. 602.
69) A. V. Harris: Pokrywanie stellitem, Amer. Weld. Soc., luty. 19. 1926. Am. Mach. 1926. T. 64 311. I. S. 1926, I. 657.
70) F. E. Bash: Termoelementy. Am. Soc. for Test. Mat. S. E. 1924. II.
71) Guertler: Metalographie. T. II. 2. VI. 306—307.
72) W. J. Tapsell i J. Bradley: Mechaniczne właściwości stopu Ni—Cr. I. M. 1926. T. I. 79—89.
73) E. F. Lake: Chromel. Mach. New-York. 1922. 28. 793—797. I. M. 1923 II. 653.
74) E. F. Lake: Odlewanie stopów Cr—Ni. Foundry. 1922. 50. 452—454. I. M. 1922. II. 830.
75) E. F. Lake: Chromel odlewy, pręty, druty, taśma. Brass World. 1922. 18. 158 - 161. 165—167. I. M. 1922. II. 602.
76) L. O. Hart: Stopy Ni—Cr. Trans. of the Am. Inst. of Min. and Met. Eng. 1921. IXIV. 554—565. I. M. 1922. I. 412.
77) W A. Gatward: Stopy Ni—Cr. Proceed. of the Eng. Soc. of West. Pennsylv. 1919. XXXV. 449—458. Blast Furnace and St. Plant. 1920. VII. 249—251. I. M. 1921. II. 529.
78) S. Parr: Rozpuszczalność metali i stopów. Tables ann. de con. T. III. 544.
79) Stopy Ni — Cr. Met. Ind. London. 1922. 20. 539. I. M. 1923. II. 486. S. E. 1922. II.
80) Nichrom. Z. M. 1922. 132.
81) M. Schwarz: Budowa nichromowych drutów grzewczych. Z. M. 1921. 125—127. I. M. 1921. II 545.
82) J. F. Kayser: Stopy wytrzymałe na gorąco i kwasy. Trans. of the Faraday Soc. 1923. 19. 184—195. I. M. 1923. II. 486.
83) P. D. Merica: Różne stopy niklu. Chem. and Met. Eng. 1921. 24. 649—653. I. M. 1922. II. 601.
84) P. Chevenard: Stopy niklu, zachowujące swą wytrzymałość przy wysokich temperaturach. Com. Ren. 1922. 175. 486—489. I. S. 1923. I. 710.
85) Ch. T. Knipp i J. L. Hall: O elektrycznych właściwościach illium. Proc. Am. Phys. Soc. 1921. Phys. Rev. 1922. (11). 19. 283 I. M. 1925. II. 438.
86) K. Grotewold: Amerykańskie badania nad stopami odpornemi na działanie kwasów i zasad. Z. M. 1927. 399—400.
87) Ciekawy stop Ni — Cr. Elektricity. 1925. 39. 58. I M. 1925. II. 438. Iron and Coal Trades Rev. 1925. 110. 355. I. S. 1925. I. 579.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

[88]) Stop dla odlewania przy wysokiej temperaturze. Mech. World. 1922. 71. 314—315. I. M. 1923. II. 475.
[89]) Guertler: Metalografja. T. I. 1. 361 — 363. Z. anorg. Chem. 57. 60. 1908.
[90]) W. Rohn: Termoelektryczne badania stopów niklowych. Z. M. 1924. 297.
[91]) W. Fraenkel: Korozja ważnych technicznie metali. Z. M. 1923. 139.
[92]) Matignon: Stopy Fe—Si niepodlegające działaniu kwasów. C. R. 1918, 815—818. Z. M. 1920. 240.
[93]) M. Schwarz: Badanie materjału oporowego dla elektrycznych pieców grzewczych. Spraw. Z. M. 1924. 407.
[94]) F. Hoffmann i A. Schulze: O zastosowaniu termoelementów z nieszlachetnych przewodników do mierzenia wysokich temperatur. Elektr. Zeit. 41. 1920. 427—432. Z. M. 1920. 268.
[95]) F. A. Fahrenwald: Nierdzewiejące lufy strzelnicze. Trans. Canad. Inst. Min. Met. 1921. 24. 196—218. I. M. 1925. I. 480.
[96]) Namiastki platyny. Soc. Am. Monthly. 1921. 3. 76. I. M. 1924. II. 645.

Skróty używane w odnośnikach:

I. M. — Journal of the Institute of Metals London.
I. S. — Journal of the Iron and Steel Institute London.
Z. M. — Zeitschrift für Metallkunde Berlin.
S. E. — Stahl und Eisen.
Dys. — Dyskusja.
Spraw. — Sprawozdanie.

Tłumaczył inż. JÓZEF GODYCKI

Nawodorowanie węgla (hydrogenizacja) w celu otrzymania ropy.

Artykuł Dr. Fryderyka Bergiusa.

W „The Chemical Age" z grudnia r. 1926 wydrukowany był artykuł o „syntezie nafty", wygłoszony przez Dr. Franciszka Fischera na międzynarodowym zjeździe w Pittsburghu w listopadzie r. ub., poświęconym sprawie węgla bitumicznego. Niżej podane są najważniejsze części referatu Dr. Bergiusa na tym zjeździe.

Wstęp.

Już więcej niż dziesięć lat upływa, jak w Europie zwrócono uwagę na problem otrzymania ropy z węgla. Zapas ropy ziemnej w Europie jest ograniczony, nie tak jak to ma miejsce w Ameryce. W czasie, który uprzedził rozwój szeroki silników spalinowych, zadaniem producenta było tylko stworzyć rynek zbytu dla ropy ziemnej. W czasie wojny i po niej warunki zbytu zupełnie się zmieniły. Z wielkiem zainteresowaniem europejscy producenci śledzili za zmniejszeniem zbytu poza granicami Europy skutkiem wzrostu niezmiernego zapotrzebowania ropy na miejscu i liczą się obecnie z możliwością zupełnego ustania zbytu poza Europą. Położenie Ameryki pod tym względem na międzynarodowym rynku jest daleko lepsze, niż Europy. Z tego stanu rzeczy wypływa łatwo zrozumienie, dlaczego najważniejszą kwestją ekonomiczną i przemysłową obecnie w Europie jest zastąpienie naturalnej ropy przez sztuczną.

Próba rozwiązania problemu ropy.

Jedynym surowcem, który może być użyty dla takiego technicznego procesu, jest węgiel lub podobny do węgla materjał. Trzy różne w zasadzie metody doświadczeń były przyjęte za podstawę do rozwiązania zadania. Najstarszą metodą jest dalszy rozwój i ulepszenie dobrze znanego procesu dystylacji węgla, który przyjęto nazywać dystylacją przy niskiej temperaturze. Niektóre ulepszone procesy dystylacji tego rodzaju były doskonale i odpowiednio obmyślane. Ale ponieważ przytem ropa otrzymywana była jako produkt uboczny, nie podobna przypuścić, żeby ilość otrzymanej ropy stanowiła poważną liczbę, która mogłaby wpłynąć na powiększenie zapasu światowego ropy.

Odnośnie do pierwszego z trzech sposobów otrzymania sztucznej ropy, jestem zdania, że dystylacja węgla tak przy wysokiej jak i przy niskiej temperaturze jest sprawą ważną z punktu widzenia zużytkowania węgla, lecz niema wielkiego znaczenia dla przyszłego powiększenia zapasu ropy wogóle. Zanim uwzględnię drugi, historycznie biorąc z trzech sposobów, który polega na bezpośredniem upłynnieniu węgla zapomocą nawodorowania, chciałbym powiedzieć parę słów o trzecim sposobie—

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

sposobie syntetycznej fabrykacji ropy z produktów węglowych, zapomocą którego budują węglowodory z ich chemicznych składników Bezpośrednia synteza węglowodorów z węgla i wodoru jest rzeczą możliwą, ale nie przedstawia interesu pod względem przemysłowym. Przed więcej niż 12 laty Badische Anilin und Soda Fabrik opatentowała sposób syntezy węglowodorów. Jako surowca, użyła ona tlenek węgla, który przy wysokiem ciśnieniu i przy użyciu pewnych katalizatorów, wstępuje w związek z wodorem i formuje węglowodory i ich tlenki.

Na zasadzie tej reakcji, najprzód opisanej przez Badische Anilin und Soda Fabrik, Franciszek Fischer, w Niemczech i jenerał Patart i p. Audibert we Francji prowadzili badania w szerokim zakresie i wykonali techniczne prace w celu wytworzenia procesu syntezy paliwa dla silników z tlenku węgla i wodoru.

Rzeczą jest możliwą tak pod względem chemicznym jak i technicznym wykonania takiej syntezy z powodzeniem. Jednak ta okoliczność, że Badische Anilin und Sodafabrik korzysta z tej metody tylko dla otrzymania metanolu i wysokowartościowych alkoholi, a nie dla produkowania paliwa silnikowego, zdaje się podawać w wątpliwość ekonomiczną stronę takiej produkcji, mianowicie otrzymania na zasadzie tej reakcji paliwa dostatecznie taniego. Niedawny projekt wykonania tej reakcji przy ciśnieniu normalnem, zamiast przy wysokiem, zdaje się także nie przedstawiać zalety taniości w porównaniu ze sposobem, wymagającym stosowania wysokiego ciśnienia dla otrzymania chemicznych procesów, w których trzeba używać znacznych ilości gazów.

Zachowanie wodoru w węglu.

Naturalny węgiel i lignit powstały z dwóch gatunków chemicznych składników: pierwszy gatunek, tworzący część węglową, powstał z celulozy i drzewnych części roślin, które tworzyły geologiczne złoża, drugi zaś gatunek powstał z tłuszczów, białkowych materji, żywicy, wosku i innych dodatkowych materjałów. Część węglowa zawiera wodór, węglik i tlen; część bitumiczna zawiera więcej wodoru i mniej tlenu. Przyjmując, że normalny, bitumiczny węgiel zawiera czystego węglika i wodoru w stosunku 16 : 1, w płynnej zaś ropie stosunek ten przedstawia się jako 8 : 1, otrzymamy, że żeby węgiel przerobić na ropę, trzeba podwoić ilość wodoru. Jest rzeczą ważną zachować możliwie w największej ilości zawartość wodoru w węglu. Ale tak proces dystylacji, jak i proces syntezy idą w przeciwnym kierunku. Proces dystylacji oswobadza znaczną ilość wodoru z węgla; proces syntetyczny oddziela kompletnie wodór od węgla. Z faktu, że wytwarzanie wodoru równoznacznie jest z zużyciem węgla albo z zużyciem energji w innej formie i że dla otrzymania jednostki wagi wodoru niezbędną rzeczą jest zużycie przynajmniej ośmiu jednostek wagi koksu, wypływa, że z punktu widzenia zachowania energji, najważniejszą rzeczą jest zachowanie wodoru, związanego z węglikiem w możliwym stopniu w czasie przeróbki węgla w płynne węglowodory. Mając to na względzie, proces nawodorowania i upłynnienia węgla został zbadany, rozwinięty i zostały sporządzone odpowiednie projekty.

W roku 1913 w mojem laboratorjum w Hanowerze pierwszy raz dokonane było bezpośrednie dodanie wodoru do węgla. Nazwaliśmy ten proces upłynnieniem węgla. Przy użyciu do niego pierwotnych związków węglowodorów, celem doświadczeń było dodanie zbywającej części wodoru, potrzebnej do przeróbki węgla na ropę. Zaczęliśmy od badań nad reakcją, mającą na celu przeróbkę celulozy i drewna na węgiel zapomocą specjalnej metody. Otrzymany w ten sposb syntetyczny węgiel był bardzo podobny do naturalnego. Odpowiednio wybierając produkty reakcji i układając warunki procesów, utworzyłem sobie pojęcie o chemicznej strukturze głównego produktu reakcji, mianowicie węgla. Nigdy nie ogłaszałem zasadniczego wzoru, którym się kierowałem przy wykonywaniu badań, ponieważ wówczas był on tylko hipotezą dla umożliwienia pracy i nie było łatwą rzeczą udowodnić go wobec chemików, jako stwierdzoną chemiczną teorję.

Pierwsze doświadczenia nad nawodorowaniem.

W owym czasie (r. 1913) katalityczne nawodorowanie nienasyconych związków było już w użyciu w chemicznych laboratorjach i w chemicznym przemyśle. Ale było też rzeczą widoczną, że katalityczny proces nie mógł być stosowany do materjału takiego jak węgiel, ponieważ podówczas znajomość katalizatorów była ograniczoną. Oprócz tego wodór nie działał na węgiel przy normalnych warunkach i temperaturach, przy których nie był kompletnie rozłożony. Odkryliśmy, że przy pewnych warunkach działanie katalizatorów może być zastąpione bardzo silną koncentracją reagującego gazu i moglibyśmy urzeczywistnić reakcję, używając do niej wodoru pod bardzo wysokiem ciśnieniem. W pracy laboratoryjnej powstały wielkie trudności w chwili, gdy użyto do reakcji większej ilości materjałów. Nasz pierwszy sposób nie dawał trwałego materjału ropy, zawierającej wodór, ale substancję podobną do koksu. Powodem do tego ujemnego zjawiska, jak to wykryto, był fakt wytwarzania w czasie reakcji nawodorowania wielkiej ilości ciepła, które z trudem można było odprowadzać na stronę od systemu gazów i twardego materjału. Potrafilibyśmy zwalczyć tę trudność, wykonywując reakcję w płynnem środowisku, w rzeczywistości w ropie węglowej, która zawieszając cząstki węgla zapobiega przegrzaniu. Spostrzegliśmy także wkrótce, że upłynnianie węgla pociąga za sobą w mniejszym lub większym stopniu współpracę dwóch reakcyj: reakcji, polegającej na dodaniu wodoru do węgla i reakcję rozkładową dystyla-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

cji węgla. W granicach pewnych temperatur szybkość nawodorowania jest większą od szybkości koksowania, przy wyższych temperaturach szybkość koksowania jest większą i rezultatem bywa otrzymanie koksu zamiast ropy. Nawodorowanie rozpoczyna się stosunkowo przy niskiej temperaturze 300°—350°C, otrzymany produkt jest trwały, lecz wchłonąwszy znaczną ilość wodoru, tworzy on rodzaj smoły z dosyć wysokim punktem topliwości. Ten produkt staje się płonnym, jeżeli proces doprowadzić do temperatury 420°C. Z tych faktów łatwo wyciągnąć wniosek, że proces upłynnienia węgla rozpada się na dwie różne reakcje: pierwszą, polegającą na dodawaniu wodoru do węgla i drugą— rozszczepiania dużych drobin na mniejsze, przyczem dodawanie wodoru trwa w dalszym ciągu.

Zaczynając od metanu aż do najwyższych związków węglowodorów, typowych przedstawicieli szeregu alifatycznych, aromatycznych i hydro-aromatycznych związków, wszystkie one znajdują się między produktami nawodorowania węgla za wyjątkiem naturalnie związków nienasyconych, które nie tworzą się wobec wysokoprężnego wodoru Oprócz tych związków chemicznych w skład węgla płynnego wchodzą związki charakteru fenolowego, przeważnie krezot i amoniak.

Gatunki rozmaitych węgli, używanych do produkcji.

Jedna z najważniejszych kwestji polegała na tem, żeby wynaleść, jaki gatunek węgla mógł być najlepiej użyty do upłynnienia jego z najlepszym skutkiem. Bardzo wielka ilość gatunków węgla i lignitu była zbadana w tysiącznych doświadczeniach. Badania te były przeprowadzone prawie dla każdego gatunku węgla i lignitu, przywiezionych z najrozmaitszych części świata. Lignity posiadają większą szybkość reakcji i upłynniają się w wyższym stopniu, niż węgle bitumiczne, pozostawiając tylko około 10% nie przeistoczonych części w zależności od stosowanej temperatury. Około 50% azotu, zawartego w węglu, przeistacza się w amoniak. Reszta znajduje się w formie organicznej w upłynnionych produktach. Większa część siarki w węglu przerabia się na siarkowodór. Doświadczenia pokazują, że wydajność węgla zmienia się od 40% do 70% zależnie od jego rodznju. Obliczenia wszystkie oparte są na procentowym rachunku wagi węgla, użytego w aparacie. Innemi słowy mała tona węgla daje 107 do 185 galonów ropy.

(Przypisek tłumacza: 1 mała tona = 907 *kg*, 1 gal = 4,5 litr. Wydajność węgla wyrazi się: 1 000 *kg* daje 530—917 litr : ropy).

Liczby oparte są na normalnych gatunkach węgla, zawierającego popiół.

Tylko antracyty i to prawdziwe, jako i te ich gatunki, które składają się głównie ze spiekającego się materjału, nie mogą być nawodorowane. Do każdego innego gatunku węgla, włączając lignity, reakcja nawodorowania może być stosowana. Średnia wydajność waha się w granicach od 40% do 70% z tym warunkiem, żeby zawartość popiołu nie była większą od 10%, i zawartość wody nie większą niż 5%. Jeżeli zawartość popiołu jest większa, to naturalnie odpowiednio zmniejsza się wydajność węgla.

Produkty upłynnienia są zupełnie innego rodzaju, niż smoły, otrzymywane przez dystylację węgla tak przy wysokiej jak i przy niskiej temperaturze.

Uwaga wydawcy: W tem miejscu była pokazana karta, przedstawiająca rozmaite produkty, otrzymane z przeciętnego węgla metodą nawodorowania. 1 000 kilogramów węgla daje 150 kilogramów rynkowej benzyny, 200 kilogramów produktów średniej frakcji zawierających benzynę i olej do impregnowania i wreszcie osad z którego można otrzymać 60 kilogramów smaru i 80 kilogramów oleju służącego za paliwo. Rachując w małych tonach i galonach, jedna mała tona bitumicznego węgla daje około 45 galonów benzyny z końcowym punktem około 477° Far. (= 213,3° cels. P. T.). Frakcja benzyny zawiera bardzo dużo związków aromatycznych i hydro-aromatycznych, działanie jej w silnikach jest takie same, jak mieszanki z benzolu i benzyny bez uderzeń. Także rozpuszczając tę benzynę w normalnej benzynie, otrzymujemy paliwo silnikowe, spalające się bez uderzeń. Otrzymanie zdatnych smarów jest rzeczą bardzo trudną, ale w przeszłym roku (1925, P. T.) zdatne smary były wyprodukowane z olejów węglowych w naszem laboratorjum, a także w laboratorjum pod kierownictwem dr. Spickera, dobrze znanego towarzystwa Gesellschaft für Teer Verwertung.

Rozwój budowy aparatu o wysokiem ciśnieniu.

Już w najwcześniejszym okresie naszych badań musieliśmy ulepszyć sposoby wykonywania upłynnienia węgla w aparacie o ciągłem działaniu. Główne zadanie polegało na wynalezieniu sposobu napełniania twardym materjałem, jakim jest węgiel, aparatu z wysokiem ciśnieniem i w usuwaniu tym samym sposobem nieorganicznych resztek i niewielkiej ilości nieprzerobionego węgla. Węgiel miele się na małe cząstki, nieprzewyższające średnicy 2 *mm*, i miesza się potem z ciężkiemi resztkami ropy, pozostałemi od uprzedniej operacji; otrzymuje się w ten sposób materjał mający konsystencję gęstego ciasta. W tej formie materjał może być wtłoczony zapomocą specjalnie do tego zbudowanych pomp do naczyń o wysokiem ciśnieniu. Naczynia te z zawartem w nich ciastem i ropą, która uprzednio w nich się znajdowała, ogrzewają się aż do temperatury reakcji. Wodór napompowują z tej strony naczynia, która jest zaopatrzona w mieszadło Kilka takich naczyń może być połączonych między sobą. Cała masa po ukończonej reakcji, — gaz, płynny węgiel, węgiel nieprzerobiony i popiół—wybierają z naczynia i po ochłodzeniu i zredukowaniu ciśnienia, oddzielają gaz od cieczy i twardego materjału. Przyrząd średniej wielkości, który się teraz używa do badań nad rozmaitemi ga-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

tunkami węgla, posiada zawartość dwóch małych ton na 24 godziny. Na naszej doświadczalnej placówce w Mannheim—Rheinau posiadamy dwie jednostki tego rodzaju; taka sama stacja doświadczalna jest obecnie budowana przez Brytyjski Urząd do badań nad paliwem.

W roku 1916 zaczęliśmy budowę większego aparatu dla wysokiego ciśnienia i temperatur od 400° do 500°C.

Ciśnienie, potrzebne do tej fabrykacji, wynosi przynajmniej 150 atm, albo lepiej 200 atm., czyli od 2 200 funtów angielskich do 3 000 funtów na kwadratowy cal. Sposób pracy na tym dużym aparacie zasadniczo jest taki sam, jak na opisanym wyżej. Ogrzewanie tego przyrządu z zewnątrz jest rzeczą niemożliwą, ponieważ wytrzymałość żelaznych ścian przy roboczej temperaturze nie jest bardzo duża i ta okoliczność wymaga zastosowania środków dla zabezpieczenia ścianek od przegrzania. Nowy sposób ogrzewania, wypracowany specjalnie dla tego procesu, polega na użyciu jako środowiska dla przewodu ciepła sprężonego gazu chemicznie obojętnego, takiego, jak bezwodnik kwasu węglowego, albo azotu, który jest wprowadzony w obieg zapomocą pompy tłoczącej. Skutkiem wymiany ciepła między tym chłodnym gazem i gorącemi produktami reakcji, te ostatnie ochładzają się, podczas gdy gaz nagrzewa się. Otrzymawszy niezbędną końcową temperaturę w specjalnem palenisku, gaz do wymiany ciepła wchodzi do płaszcza, otaczającego komorę dla reakcji i nierozszerzając się wraca do pompy. Urządzenie ogrzewania tego rodzaju robi możliwem regulowanie ciepła i temperatury, ponieważ w rzeczywistości całe ciepło jest odzyskane.

Jakość surowca.

Surowcem jest węgiel lub lignit. Ponieważ węgiel musi być używany mielony, oczywiście praktyczną rzeczą jest użycie miałkiego węgla i odsiewków, które są niemal odpadkami. Jeżeli węgiel posiada dużo popiołu lub żużli, przemyciem wodą można go zrobić podatnym materjałem dla procesu. Drugim surowcem jest wodór i w produkcji jego leży punkt ciężkości ekonomji procesu. Jeżeli upłynnienie węgla ma zależeć od zwykłych sposobów fabrykacji wodoru, to byłoby rzeczą trudną wyrabiać ropę z węgla, która mogłaby konkurować z naturalną ropą. Węglik może się łączyć z wodorem, jeżeli ten ostatni występuje zmieszany z gazami zimnemi, dopóki wodór jest dostatecznie skoncentrowany. Na tej zasadzie oparty został nowy proces otrzymywania wodoru w celu upłynnienia węgla; polega on na tem, że ogrzewają gazowe produkty reakcji zapomocą pary i w ten sposób potrzebny wodór jest znowu otrzymywany.

Podstawą chemiczną tego procesu jest reakcja, zachodząca między metanem i wodą. Przy temperaturze około 1 100°C jedna drobina metanu działa na jedną drobinę wody, wydając trzy drobiny pary przy temperaturze około 700°C; w obecności katalizatora przerabia się na bezwodnik kwasu węglanego i wodór tak, że teoretycznie skutek ostateczny reakcji wyraża się w przeistoczeniu jednej drobiny metanu w cztery drobiny wodoru. Zupełnie podobną do niej jest reakcja między etanem i parą. Zapomocą tych środków można było otrzymać dostateczną ilość wodoru z gazów procesu upłynnienia węgla. Oprócz węgla, użytego dla reakcji, oczywiście potrzebną była pewna ilość węgla dla ogrzewania i dla otrzymania mocy, niezbędnej do sprężania wodoru.

Po wielu latach doświadczeń i po wydaniu kilku miljonów dolarów na urządzenie stacji dla badań, używając przeciętnie 150 ludzi, został wypracowany proces upłynnienia węgla w sposób, dający się zastosować technicznie i zadawalniający pod względem ekonomicznym. Ostatni ten warunek został spełniony w r. 1925 i tylko po tem można było przystąpić do budowy dwóch dużych fabryk dla upłynnienia węgla w Niemczech: jednej na terytorjum lignitu pod auspicjami grupy fabryk barwników, drugiej na terytorjum Rury przez Gesellschaft für Teer Verwertung pod kierunkiem Dr. Spilkera. Całkowita roczna produkcja obu tych fabryk ma wynosić miljon baryłek (1 ang. baryłka = = 163,5 litr) rozmaitych wytworów olejowych węgla.

Kwestja wytwarzania gazu.

Około 15% do 20% węgla, napełniającego aparat wytwórczy przerabia się na metan i etan. Wyrażając wartość tych gazów w kalorjach otrzymamy, że gaz, wytworzony w czasie procesu upłynnienia węgla, jest równoważny gazowi, otrzymanemu zapomocą koksowania w czasie dystylacji węgla dla otrzymania gazu świetlnego. Innemi słowy zakład, wyrabiający płynny węgiel, może być uważany jako w wysokim stopniu ulepszona wytwórnia zwyczajnego gazu z tego powodu, że gaz w niej otrzymany ma tę samą wartość cieplną, tymczasem gdy uboczny produkt, mianowicie ropa jest warta znacznie więcej niż koks, otzymany w zwyczajnej gazowni.

Oprócz tego do tego ubocznego produktu wyższej wartości trzeba dodać inną zaletę nowego procesu z punktu widzenia gospodarczego mianowicie, że do niego używa się surowiec niższej wartości, a zatem tańszy, niż w zwyczajnej gazowni. W wypadku gazowni dla płynnego węgla naturalnie część koksu, otrzymanego w piecu koksowni, czyli zakładu o niskiej temperaturze musi być wzięta dla otrzymania wodoru, niezbędnego do upłynniania. W ten sposób kombinacja istniejących gazowni z fabryką wodoru przedstawia świetne widoki na przyszłość.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Z przeglądu wydawnictw.

„Inżeniernyj Rabotnik", Nr 2—3, luty—marzec 1927.

Inż. górn. G. Gojchman: „O pracy maszyny wrębowej „Siskol".

A. Worożko: „O elektrycznej maszynie wrębowej „Siskol", typu lekkiego".

Inż. górn. W. Goleniszczew: „Wyrażenie analityczne kosztów własnych otrzymanego produktu, jako funkcji obciążenia przedsiębiorstwa".

K. Hatzfeld, przekład *E. Majera*: *„Stosowanie pyłu obojętnego w kopalniach węgla kamiennego".*

Inż, górn. G. Jełanczyk: „Maszyny wydobywalne z podwójnie walcowostożkowemi (bicylindrokonicznemi) bębnami" (ciąg dalszy).

I. Kozłowski, pod redakcją prof. A. Spiwakowskiego: „Elektryczny podpychacz dla załadowywania i wyładowywania klatek".

I Kozłowski: „Automatyczne zamknięcie szybowe systemu „Carlshütte".

P. Pirocki: „Do zagadnienia o sygnałach elektrycznych dla maszyn wydobywalnych".

Inż. górn. B. Szestinkow: „Zaprowadzenie odstawy elektrycznej na kop. "Artem" Własowskiego zarządu kopalnianego".

Prof. L. Szewiakow. i inż. górn. N. Polakow: „Elementarne obliczenia odstawy kopalnianej".

Artykuł ten można zalecić uwadze studentów i inżynierów, projektujących odstawy w kopalniach.

Inż. górn. J. Rafal: „Porównanie kosztów ładowania lamp benzynowych i akumulatorowych".

Inż. górn N. Ubrusow: „Próby stosowania maszyny wrębowej „Knapp" przy upadzie pokładu 20° i słabym stropie".

Inż. górn. W. Michajłow: „Do zagadnienia o organizacji kontroli pracy maszyn wrębowych oraz o dziale sprawozdawczym z mechanizacji robót górniczych".

Inż. górn. A. Gusiew: „Kursy praktyczne dla przygotowania maszynistów maszyn wrębowych na kopalni Rutczenkowskiej".

Starszy insp. techn. M. Goldenberg: „Wypadki przerywania się wody w przemyśle górniczym okręgu Stalińskiego".

Inż. P. Pirocki: „Do zagadnienia o stratach powietrza w gospodarce pneumatycznej kopalni skutkiem nieszczelności rurociągów".

W. Philippi, przekł. E. Majera: „O wyborze natężenia dla podziemnych urządzeń elektrycznych".

Referaty.

Prof. W. Guśkow: Przegląd artykułów, zamieszczonych w tomie CXXXI „Colliery Guardian" (1 stycznia do 30 czerwca r. 1926).

1. James S. Carson: „System mechanicznej odbudowy węgla kamiennego przy stosowaniu odbudowy składanemi stemplami stalowemi".

2. M. J. Burgess and R. V. Wheeler: „Granice zdolności zapalania się metanu i powietrza".

3. R. Lessing: „Popiół węgla kamiennego i czysty węgiel" („Coal Ash and clean Coal").

I. Powstawanie i skład węgla kamiennego.

Jak wiadomo, szkodliwe domieszki w węglu kamiennym zasługują na większą uwagę, niż poświęcano im dotąd; badanie tych domieszek jest nierozłącznie związane ze studjowaniem właściwej materji węgla kamiennego.

Straty, ponoszone wskutek zawartości zbytecznych ilości popiołu w węglu kamiennym, dadzą się rozbić na następujące kategorje: wydatki, zawarte w cenie węgla za ten szkodliwy składnik paliwa oraz w opłacie za przewóz dodatkowego nieużytecznego ciężaru; obniżenie zdolności cieplnej węgla; pogorszenie wydajności i wartości koksu.

W stosunku do ogólnej produkcji węgla, wydatki te wyrażają się w bardzo wysokich sumach.

Autor przedstawia wpływ związków nieorganicznych na powstawanie węgla kamiennego, rozpatrując z osobna związki pochodzenia roślinnego i związki osadowe, czyli obce.

Poza tem zwraca on uwagę na postać domieszek mineralnych, spotykanych w węglu kamiennym.

Autor przyjmuje podział węgla kamiennego na te cztery części składowe *(„ingredjenty")*, które ustalone zostały przez d-ra *Marie Stopes*, a mianowicie:

„Vitrain" — węgiel błyszczący (blask smolisty), złom muszlowy.

„Clarain" — węgiel błyszczący, podzielony wzajemnie prostopadłemi płaszczyznami łupliwości.

„Durain" — smolisty węgiel matowy lub z blaskiem jedwabistym.

„Fusain" — węgiel proszkowaty, w postaci cienkich warstewek, często nie do rozróżnienia okiem nieuzbrojonem. Węgiel ten często nazywają skamieniałym węglem drzewnym lub też macierzą węgla kamiennego.

Równolegle przytoczone są poglądy badacza amerykańskiego *R. Thiessen'a*, uznającego tylko trzy składniki *(Fusain, Attritus* i *Antraxylon)* oraz *W. A. Bone*, odróżniającego tylko błyszczące i matowe części składowe węgla kamiennego.

Wyżej wymienione cztery składniki co do zawartości popiołu i składu jego, dzielą się jak następuje:

„Vitrain" — 1,11% popiołu, koloru biało-gliniastego,

„Clarain" — 1,22% popiołu, koloru czerwono-brunatnego,

„Durain" — 6,26% popiołu, koloru czystego blado-szarego lub białego,

„Fusain" — 15,59% popiołu, koloru ciemno-brunatno-szarego.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Popiół „*vitrain'u*" i „*clarain'u*" stanowi wyłącznie popiół roślinny (konstytucyjny) w ilości od 1,1% do 1,3%; popiół ten składa się głównie z materji rozpuszczalnych w wodzie oraz niewielkiej ilości osadu nierozpuszczalnego w kwasach.

Popiół „*durain'u*" w ilości 6%—7% składa się z krzemianów glinu.

„*Fusain*" zawiera bardzo zmienne ilości popiołu (4% do 30%); popiół ten składa się z węglanów wapnia, żelaza i magnu; szczeliny i przerosty w kawałkach węgla zawierają te same związki.

Piryt i markazyt spotyka się w różnych ilościach i różnych postaciach (ziarna, przerostki, blaszki i t. p.).

Na zakończenie tego rozdziału autor wyraża nadzieję, że przy badaniu domieszek mineralnych węgla odda usługi użytkowanie promieni „X". Metoda taka daje możność badania prób węgla bez naruszania jego składu. W miarę udoskonalenia tego sposobu można spodziewać się w dziedzinach tego zagadnienia takich odkryć, które obecnie nie są dostępne dla wzroku badacza.

W rozdziale II: „*Składniki mineralne a odbudowa*", autor wskazuje na źródła zanieczyszczania węgla kamiennego przy urabianiu go; źródła te znajdują się w skałach, stykających się z węglem, to znaczy w stropie i spągu, jak również w przerostach różnej grubości, występujących równolegle do płaszczyzny zalegania pokładów węgla oraz wypełniających szczeliny w innych kierunkach, (płaszczyzny, łupliwości). Przerosty składają się z łupku węglistego, podczas gdy szczeliny w różnych kierunkach wypełnione są węglanem wapnia lub też mieszaniną tego węglanu z węglanami żelaza i magnu. Wypełnienia te autor wyjaśnia osadami z wody, przepływającej przez szczeliny, a odkładającej sole węglanowe.

Dla oświetlenia tego zjawiska autor podaje skład chemiczny soli, wypełniających szczeliny w węglu z „*Garswood*". Próby zawierały CaO, MgO, FeO, MnO, CO_2, SiO_2, Fe_2O_3, SO_3, co odpowiada składnikom $CaCo_3$, $MgCO_3$, $FeCO_3$, $MnCO_3$, SiO_2, Fe_2O_3, $MnCO_3$, SiO_2, Fe_2O_3, $CaSO_4$.

Opierając się na takim składzie domieszek mineralnych, często przenikających gęstą siecią odłamy węgla, autor zaprojektował sposób oddzielania węgla zapomocą działania kwasów w słabym roztworze. W samej rzeczy poszczególne odłamy węgla mogą być rozdrobione na drobne kawałki zapomocą przepuszczania przez nie kwasu siarkowego.

Takie przedwstępne rozdrabianie węgla kwasem okazało się bardzo skutecznym sposobem laboratoryjnym dla wyodrębnienia części składowych węgla kamiennego; dla celów praktycznych sposób ten okazał się jednak nierealnym. (d. n.).

Polonia-Italia.

Izba Handlowa Polsko-Włoska przystąpiła do wydawania czasopisma pod tytułem „Polonia-Italia", które ma na celu informowanie sfer gospodarczych Polski i Włoch o postępach i przemianach, dokonywujących się w gospodarce narodowej obydwu krajów, oraz zapoznanie ich z rodzajem i jakością produkcji krajowej, źródłami zakupu i organizacją sprzedaży. Inicjatywa wydawania tego czasopisma została podyktowana coraz bardziej wzmagającemi się stosunkami gospodarczemi polsko-włoskiemi oraz potęgującem się zainteresowaniem we Włoszech Polską jako rynkiem gospodarczym.

Redaktorem naczelnym wspomnianego wydawnictwa jest *Dr. Leon Pączewski*, w skład zaś Komitetu Redakcyjnego wchodzą pp.: Dr. A. Menotti-Corvi, Radca Handlowy Poselstwa Włockiego, Dr. A. Barigiani, jego zastępca, J. Werner, Prezes Izby, J. Brygiewicz, Wiceprezes Izby, inż. Dworzańczyk, Prezes Oddziału Izby w Katowicach i Dr. W. Olszewicz.

Na treść zeszytu pierwszego, odznaczającego się niezmiernie estetyczną szatą i obfitującego w bogate materjały informacyjne, dotyczące życia gospodarczego Polski i Włoch, składają się następujące artykuły: Dr. A. Menotti-Corvi'ego „O tradycjach historycznych stosunków gospodarczych Polsko-Italskich", rzucający światło na stosunki gospodarcze polsko-włoskie w czasach dawniejszych i obecnych i wskazujący na możliwości rozwojowe w tej dziedzinie, dr. W. Olszewicza o stosunkach górnośląsko-włoskich, prof. Antoniego Kryńskiego w sprawie zastąpienia wyrazu „Włochy" wyrazem „Italia", dyr. B. Miklaszewskiego o przemyśle płyt klejonych w Polsce, dr. E. Kosteckiego o hodowli nasion w Polsce, T. Janiszowskiego o bilansie handlowym Polski w r. 1926, L. P. o nowych podstawach organizacji przemysłowej we Włoszech, omawiający zagadnienie syndykatów we Włoszech, W. F. o włoskim przemyśle tytoniowym i jego organizacji w Italji, S. K. o przemyśle jedwabnym w Italji i t. p. Interesującą treść pierwszego numeru uzupełniają bardzo obfite kroniki, włoska i polska, dział oficjalny Izby oraz głosy prasy polskiej i italskiej.

Zeszyt drugi przeznaczony jest Międzynarodowym Targom w Medjolanie, w których Polska bierze poraz pierwszy udział, wystawiając eksponaty we własnym pawilonie, zbudowanym przez rząd polski. Wydany jest on w znacznie zwiększonej objętości i zawiera bardzo cenne materjały informacyjne. Na treść jego złożyły się artykuły p. Ministwa Przemysłu i Handlu, inż. E. Kwiatkowskiego o „Międzynarodowych Targach w Medjolanie", d-ra A. Menotti Corvi'ego o tradycjach historycznych stosunków gospodarczych polsko-włoskich, d-ra W. Olszewicza o stosunkach górnośląsko-włoskich, inż. T. Czaplickiego o Elektryfikacji Włoch, L. P. o bogactwach kopalnianych Włoch, A. Siebeneichena o polskiej flocie handlowej, dr. H. Sanda o polskim przemyśle cynkowym w r. 1926, d-ra L. Pączewskiego o polskim przemyśle drzewnym, d-ra S. Ungra o przemyśle naftowym w Polsce i wywozie jego przetworów do Włoch, T. Janiszow-

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

skiego o rozwoju stosunków handlowych polsko-włoskich, wreszcie artykuły o Monopolach Tytoniowym i Spirytusowym.

Na oddzielnej planszy zamieszczony jest autograf Posła Majoni'ego do Redaktora wydawnictwa, w którym Poseł włoski wyraża zadowolenie z powodu ukazania się wydawnictwa „Polonia-Italia".

W dziale kroniki znajdujemy liczne notatki informacyjne o przejawach życia gospodarczego Polski i Włoch.

Numer ten, obfitujący nadto w ilustracje, odtwarzające nasze objekty przemysłowe, przedstawia się niezmiernie okazale i stanowi cenne źródło informacyjne o życiu gospodarczem Polski dla Włoch.

Wydawnictwo „Polonia-Italia" z tego względu zasługuje na wydatne poparcie naszych sfer gospodarczych, zainteresowanych w ożywieniu stosunków gospodarczych polsko-włoskich.

Adres Redakcji: Górnośląska 18, tel. 310—43, Administracji: Ś-to Krzyska 15, tel. 37—93 i 37—98.

Kronika bieżąca.

Ruch służbowy w Ministerstwie Przemysłu i Handlu.

Mianowani:

Inż. gór. *Matkowski Jan*, pracownik kontraktowy Okręgow. Urzędu Górniczego w Drohobyczu — Referendarzem w VIII st. sł. z dniem 24. XI. r. 1926.

Dr. Praw *Womela Leopold*, Naczelnik Wydziału Departamentu górn.-hutn. w VI st. sł., Naczelnikiem Wydziału w V st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Inż górn. *Wiszniewski Benedykt*, starszy referent p. o. Naczelnika Okręgowego Urzędu Górniczego w Rybniku w VI st. sł., Naczelnikiem Okręgowego Urzędu Górniczego w Rybniku w VI st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Inż. górn. *Kieszek Feliks*, urzędnik w VII st. sł. Okręgowego Urzędu Górniczego w Królewskiej Hucie, Radcą Górniczym w VI st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Inż. górn. *Kossuth Stanisław*, Referendarz w VII st. sł w Okręgowym Urzędzie Górniczym w Katowicach, Radcą Górniczym w VI st, sł, z dniem 1. I. r. 1927.

Inż. techn *Morawski Bronisław*, urzędnik w VII st. sł. Okręgowego Urzędu Górniczego w Jaśle, Radcą Górniczym w VI st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Inż. górn. *Czechowicz Tadeusz*, urzędnik w VIII st. sł. Okręgowego Urzędu Górniczego w Królewskiej Hucie, Referendarzem w VII st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Smereczański Romuald, prowiz. urzędnik X st. sł. Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach, urzędnikiem X st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Tatara Klemens, miernik w X st. sł. w Państwowej Żupie Solnej w Wieliczce, urzędnikiem IX st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Białkowski Marjan, urzędnik XI st. sł. Państwowej Żupy Solnej w Bochni, urzędnikiem X st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Pauliczek Antoni, urzędnik XI st. sł. Państwowej Żupy Solnej w Wieliczce, urzędnikiem X st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Köppel Franciszek, urzędnik XII st. sł. Państwowej Żupy Solnej w Wieliczce, urzędnikiem XI st. sł. z dniem 1. I. r. 1927.

Zwolnieni.

Inż. *Tyralik-Michalski Jan*, praktykant referendarski w Wyższym Urzędzie Górniczym w Krakowie z dniem 1. XI. r. 1926.

Inż. *Noakowski Feliks*, urzędnik VI st. sł. Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach na własną prośbę z dniem 15. I. r. 1927.

Inż. górn. *Tarnowski Stefan*, Radca w Wydziale Przemysłu i Handlu Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego w VI st. sł. na własną prośbę z dniem 31. XII. r. 1926.

Stowarzyszenie Dozoru Kotłów Parowych w Katowicach.

Pan Minister Przemysłu i Handlu reskryptem z dnia 3-go marca roku 1927-go, Nr. PA//411 zatwierdził na zasadzie postanowień §-u 3-go przepisów niemieckich z dnia 16 go grudnia roku 1909-go (Dziennik ministerjalny str. 555 o udzielaniu pozwoleń na ustawianie i używanie kotłów), inż. *Obrąpalskiego Jana*, Naczelnym Inżynierem Stowarzyszenia Dozoru Kotłów Parowych w Katowicach.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

STATYSTYKA.

Dane Departamentu Górniczo-Hutniczego M. P. i H.

Wydobycie węgla w Polsce w marcu r. 1927

(w tonach).

Węgiel kamienny.

Nazwa okręgu górniczego i kopalni	r. 1927 Marzec	r. 1927 Od początku roku do końca marca	r. 1926 Marzec	r. 1926 Od początku roku do końca marca
Okrąg górniczy Katowicki.				
Zjedn. kop. Aleksander	36 615	135 707	21 072	65 040
Boer	40 020	137 662	29 973	94 766
Brade	32 623	132 205	25 178	76 913
Karol[1])	1 486	4 118	22	62
Kleofas	70 302	230 819	61 896	183 175
Emanuel	54 846	194 122	25 979	80 453
Emilja	—	—	—	—
Ferdynand	42 770	183 740	39 075	115 025
Jerzy	21 416	66 688	19 567	60 800
Giesche szyb południowy i północny	88 546	447 192[2]	119 096	356 750
Giesche—szyb Carmer	55 926			
Szyby Piast (Henryk)	11 203	41 846	6 859	16 831
Hohenlohe-Fanny	14 616	39 574	7 435	25 252
Huta Laury i szyby Rychtera.	115 920	363 408	87 799	263 758
Maks	57 522	208 957	42 039	125 867
Mysłowice	69 577	264 019	70 095	215 823
Nowa Przemsza	—	—	189	504
Wujek	71 998	261 221	55 166	173 713
Silesia	15 478	46 853	21 911	59 581
Waleska	3 130	28 242	11 775	34 287
Leopoldyna[1])	424	2 296	—	—
Alma[1])	284	888	—	—
Ligendza[1])	3	945	—	—
Polska[1])	207	207	—	—
Waldemar[1])	—	910	—	—
Razem	804 906	2791619[2]	645 126	1948 600
% wydobycia w r. 1913-ym	75,20	86,93	60,27	60,68
Okrąg górniczy Tarnowskich Gór.				
Andaluzja	25 831	88 324	18 805	47 073
Florentyna	40 790	151 380	27 500	77 630
Radzionków	36 616	179 281	23 692	74 926
Razem	103 237	418 985	69 997	199 629
% wydobycia w r. 1913-ym	72,57	98,17	49,20	46,77

Nazwa okręgu górniczego i kopalni	r. 1927 Marzec	r. 1927 Od początku roku do końca marca	r. 1926 Marzec	r. 1926 Od początku roku do końca marca
Okrąg górniczy Rybnicki.				
Anna	72 042	225 078	53 352	173 436
Bielszowice	35 599	134 633	24 947	94 260
Blücher	46 607	151 111	39 124	110 819
Charlotta	65 596	208 159	38 794	124 168
Donnersmarck	22 201	76 467	—	—
Dębieńsko	53 236	150 475	42 386	114 248
Ema	64 140	193 797	38 062	116 364
Ewa	323	1 444	502	989
Hoym	47 006	143 968	45 786	127 338
Knurów	45 643	123 854	36 438	105 090
Römer	45 142	135 264	33 685	97 925
Razem	497 535	1544 250	353 076	1064 637
% wydobycia w r. 1913-ym	118,08	122,16	83,79	84,22
Okrąg górniczy Królewskiej Huty.				
Wawel (Bronibor)	60 993	227 031	63 658	197 463
Niemcy	55 736	176 032	46 473	136 805
Eminencja	28 423	92 597	23 646	66 520
Pokój	53 700	175 500	41 000	116 300
Godulla	35 056	124 147	15 459	55 839
Gotthard	50 535	168 608	36 979	112 894
Błogosławieństwo Boże	—	—	12 140	33 141
Hrabina Laura	46 288	141 270	36 486	99 913
Hillebrand	54 619	163 599	43 639	133 813
Hugo (Menzel)	34 509	128 445	23 399	78 380
Piast	21 481	81 119	15 219	56 608
Wyzwolenie	22 593	88 368	18 916	74 010
Św. Barbara	32 651	120 128	19 663	77 086
Św. Jacek	52 000	181 894	36 012	135 393
Lithandra	43 349	138 880	30 200	78 594
Matylda	57 237	176 232	52 438	160 475
Śląsk	56 251	179 951	40 450	126 650
Wolfgang	57 438	188 136	33 415	93 342
Razem	762 859	2551 937	589 192	1833 226
% wydobycia w r. 1913-ym	72,80	81,18	56,23	58,32

[1]) Kopalnia płytka.
[2]) Skreślono przy sprawdzaniu zapasów 2 000 ton.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Nazwa kopalni	Rok 1927		Rok 1926	
	Marzec	Od początku roku do końca marca	Marzec	Od początku roku do końca marca
Okrąg Górniczy Dąbrowski				
Kopalnie głębokie.				
Feliks	—	—	—	—
Flora	26 782	90 062	31 320	86 134
Ignacy	18 831	65 197	15 572	43 183
Jakób	13 440	50 551	13 625	40 046
Jerzy	28 205	97 541	17 900	52 513
Juljusz	47 640	153 940	33 601	99 503
Kazimierz	47 300	146 000	28 438	86 002
Klimontów I	17 344	61 941	16 421	50 235
Klimontów II	1 137	3 133	1 094	3 357
Koszelew i Paryż	48 515	174 991	39 579	117 357
Modrzejów	24 041	80 596	20 341	60 201
Reden	40 011	101 165	20 184	56 557
Razem	313 246	1025 117	238 075	695 088
Kopalnie płytkie.				
Alwina I	—	—	210	210
Baśka	730	2 385	138	365
Halina	3 830	14 068	4 582	13 237
Jawor	—	—	—	—
Józefa	140	332	—	—
Karol	2 733	9 482	1 791	6 934
Krystyna	—	150	300	507
Maksymiljan	622	2 527	220	1 011
Michał	270	2 453	1 394	4 291
Neptun	817	2 784	642	1 541
Orion	3 554	12 641	5 328	14 214
Porąbka	705	2 776	—	300
Stanisław	2 876	9 575	5 633	13 366
Staszic	—	—	—	1 294
Sobiesław (daw. Wanda)	17	496	—	—
Zdzisław I	—	220	—	33
Razem	16 294	59 889[1])	20 238	57 303
Z kopalń głębokich	313 246	1025 117	238 075	695 088
Z kopalń płytkich	16 294	59 889	20 238	57 303
Ogółem	329 540	1085 006	258 313	752 391
% wydobycia 1913 r.	126,61	137,28	99,24	95,20
O. g. Sosnowiecki.				
A. Kop. głębokie.				
Antoni	—	—	—	4 579
Czeladź	54 364	205 277	44 223	129 629
Grodziec I	9 755	25 911	7 734	20 471
Grodziec II	41 898	147 192	32 278	92 481
Hr. Renard	68 178	185 926	48 159	129 995
Jowisz	47 074	158 616	35 898	107 551
Mars	7 595	24 766	4 565	12 388
Saturn	43 567	146 483	30 640	95 563
Wiktor	35 285	118 805	27 025	78 180
Razem	307 716	1 012 976	230 522	670 837
B. Kop. płytkie.				
Mała Łagiszanka	—	—	—	—
Bory	408	2 039	—	—
Razem	408	2 039	—	—
Z kopalń głębokich	307 716	1 012 976	230 522	670 837
Z kopalń płytkich	408	2 039	—	—
Ogółem	308 124	1 015 015	230 522	670 837
% wydobycia 1913 r.	100,05	108,34	74,85	71,60
O. g. Krakowski				
Sobieski	16 236	62 906	15 669	41 178
Andrzej	45 395	124 356	29 381	90 491
Szczotki (Pokład.)	—	—	—	835
Jan Kanty	9 064	43 328	5 663	15 761
Kościuszko	20 691	86 081	17 228	47 226
Piłsudski	40 951	144 900	29 466	83 100
Janina	20 297	63 714	17 050	46 702
Artur	27 943	127 261	23 938	64 388
Krystyna	5 553	20 584	4 922	16 233
Zbyszek	9 598	29 187	8 667	25 321
Razem	195 728	702 317	151 984	431 235
% wydobycia 1913 r.	119,18	142,54	92,54	87,53
Okrąg górniczy Częstochowski				
Węgiel brunatny				
Gustaw	5 031	13 809	3 406	9 886
Kamila	167	1 442	639	1 756
Zygmunt (Hugo Fryderyk)	1 977	6 123	2 310	7 326
Stanisław	555	1 980	—	—
Razem	7 730	23 354	6 355	18 968
% wydobycia 1913 r.	59,81	51,45	49,17	41,79
Okrąg górn. Stanisławowski (Małopolska Wsch.)				
Alfred (Roman II)	—	—	141	1 147
Razem	—	—	141	1 147
% wydobycia 1913 r.	—	—	4,52	12,27

[1]) Przypisano przy sprawdzaniu zapasów na kopalni Michał 139 ton, na kopalni Neptun 13 ton

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Wydobycie węgla kamiennego i brunatnego w Państwie Polskiem w marcu r. 1927-go.

Rejony węglowe, Wyższe Urzędy i Okręgi Górnicze	Marzec				r. 1913	Od początku roku do końca marca				
	r. 1927		r. 1926		Przeciętne wydobycie miesięczne	r. 1927		r. 1926		r. 1913
	tony	1913=100	tony	1913=100	tony	tony	1913=100	tony	1913=100	tony
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rejon Śląski W. U. G. w Katowicach	**Węgiel kamienny**									
Okrąg G. Katowicki . . .	804 906	75,20	645 126	60,27	1070 399	2791619	86,93	1 948 600	60,68	3 211 197
„ C. Królewskiej Huty .	762 859	72,80	589 192	56,23	1047 817	2551937	81,18	1 833 226	58,32	3 143 451
„ G. Rybnicki	497 535	118,08	353 076	83,79	421 363	1544250	122,16	1 064 637	84,22	1 264 089
„ G. Tarnowskich Gór .	103 237	72,57	69 997	49,20	142 263	418985	98,17	199 629	46,77	426 789
Razem .	2 168 537	80,86	1 657 391	61,80	2 681 842	7 306 791	90,82	5 046 092	62,72	8 045 526
Przeciętna dzienna .	80 316	74,37	61 385	56,84	107 994	98 740	91,43	68 190	63,14	107 994
Rejon Dąbrowski W. U. G. w Warszawie										
Okrąg G. Dąbrowski . . .	329 540	126,61	258 313	99,24	260 285	1085 006[1]	137,28	752 391	95,20	790 364
„ G. Sosnowiecki . .	308 124	100,05	230 522	74,85	307 982	1015 015	108,34	670 837	71,60	936 882
Razem .	637 664	112,21	488 835	86,02	568 267	2100021[1]	121,58	1 423 228	82,40	1 727 246
Przeciętna dzienna .	23 617	102,17	18 105	78,32	23 116	28379	122,77	19 233	83,20	23 116
Rejon Krakowski W. U. G. w Krakowie										
Okrąg G. Krakowski . . .	195 728	119,18	151 984	92,54	164 233	702 317	142,54	431 235	87,53	492 699
Przeciętna dzienna .	7 249	109,62	5 629	85,12	6 613	9 491	143,52	5 828	88,13	6 613
Ogółem .	3 001 929	87,92	2 298 210	67,31	3 414 342	10109129[1]	98,48	6 900 555	67,22	10 265 471
Przeciętna dzienna .	111 182	80,73	85 119	61,80	137 723	136 610	99,19	93 251	67,71	137 723
Rejon Zawiercki	**Węgiel brunatny**									
Okrąg G. Częstochowski . .	7 730	59,81	6 355	49,17	12 924	23 354	51,45	18 968	41,79	45 392
„ G. Sosnowiecki . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Razem .	7 730	59,81	6 355	49,17	12 924	23 354	51,45	18 968	41,79	45 392
Przeciętna dzienna .	286	54,37	235	44,68	526	316	60,08	256	48,67	526
Rejon Wschod. Małopolski										
Okrąg G. Stanisławowski .	—	—	141	4,52	3 117	—	—	1 147	12,27	9 351
Przeciętna dzienna .	—	—	5	4,00	125	—	—	16	12,80	125
Rejon Poznańsko-Pomorski										
O. G. b. Dzielnicy Pruskiej	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Przeciętna dzienna .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ogółem .	7 730	48,19	6 496	40,50	16 041	23 354	42,66	20 115	36,74	54 743
Przeciętna dzienna .	286	43,93	240	36,87	651	316	48,54	272	41,78	651

[1]) Liczba poprawiona.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Obrót węgla kamiennego w Państwie Polskiem w marcu roku 1927 (w tonach).

Rejony węglowe, Wyższe Urzędy i Okręgi Górnicze	Pozostałość z poprzedniego miesiąca	Wydobycie	Przypisano przy sprawdzeniu zapasów	Otrzymano z innych kopalń	Oddano do dyspozycji innym kopalniom	Skreślono przy sprawdzeniu zapasów	Ilość węgla do dyspozycji (2+3+4+5—6—7)	Rozchód							Pozostałość na następny miesiąc (8—15)
								Zbyt			Zużycie			Ogółem (11+14)	
								W kraju	Zagranicą	Razem (9+10)	Cele kopalń	Deputaty	Razem (12+13)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rejon Śląski W. U. G. w Katowicach															
O. G. Katowicki	418 227	804 906	41 020	26 023	28 078	13 795	1 248 303	368 311	278 111	646 422	70 197	15 136	85 333	731 755	516 548
„ Huty Królewskiej	145 768	762 859	—	275	275	—	908 627	412 603	252 587	665 190	36 937	12 772	49 709	714 899	193 728
„ Rybnicki	232 024	497 535	—	5 825	3 770	—	731 614	241 541	140 348	381 889	53 839	8 743	62 582	444 471	287 143
„ Tarnowskie Góry	57 854	103 237	—	—	—	—	161 091	50 085	25 352	75 437	12 918	1 805	14 723	90 160	70 931
Razem	853 873	2 168 537	41 020	32 123	32 123	13 795	3 049 635	1 072 540	696 398	1 768 938	173 891	38 456	212 347	1 981 285	1 068 350
% rozchodu	43,10	109,45	2,07	1,62	1,62	0,70	153,92	54,13	35,15	89,28	8,78	1,94	10,72	100,00	53,92
% wydobycia	39,38	100,00	1,89	1,48	1,48	0,64	140,63	49,46	32,11	81,57	8,02	1,77	9,79	91,36	49,27
Rej. Dąbrowski W. U. G. w Warszawie															
O. G. Dąbrowski	193 270	329 540	152	379	379	—	522 962	186 532	66 546	253 078	29 757	7 381	37 138	290 216	232 746
„ Sosnowiecki	127 765	308 124	—	—	—	—	435 889	182 835	73 639	256 474	32 227	6 476	38 703	295 177	140 712
Razem	321 035	637 664	152	379	379	—	958 851	369 367	140 185	509 552	61 984	13 857	75 841	585 393	373 458
% rozchodu	54,84	108,93	0,03	0,06	0,06	—	163,80	63,10	23,94	87,04	10,59	2,37	12,96	100,00	63,80
% wydobycia	50,35	100,00	0,02	0,06	0,06	—	150,37	57,93	21,98	79,91	9,72	2,17	11,89	91,80	58,57
Rej. Krakowski W. U. G. w Krakowie															
O. G. Krakowski	91 162	195 728	—	1 944	1 944	19	286 871	162 983	343	163 326	26 204	4 382	30 586	193 912	92 959
% rozchodu	47,01	100,94	—	1,00	1,00	0,01	147,94	84,05	0,18	84,23	13,51	2,26	15,77	100,00	47,94
% wydobycia	46,58	100,00	—	0,99	0,99	0,01	146,57	83,27	0,17	83,44	13,39	2,24	15,63	99,07	47,50
Ogółem:	1266 070	3 001 929	41 172	34 446	34 446	13 814	4 295 357	1 604 890	836 926	2 441 816	262 079	56 695	318 774	2 760 590	1 534 767
% rozchodu	45,86	108,74	1,49	1,25	1,25	0,50	155,59	58,13	30,32	88,45	9,49	2,06	11,55	100,00	55,59
% wydobycia	42,18	100,00	1,37	1,15	1,15	0,46	143,09	53,46	27,88	81,34	8,73	1,89	10,62	91,96	51,13

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Obrót węgla brunatnego w Państwie Polskiem w marcu r. 1927-go (w tonach).

Rejony węglowe i Okręgi Górnicze	Pozostałość z poprzedniego miesiąca	Wydobycie	Przypisano przy sprawdzeniu zapasów	Otrzymano z innych źródeł	Oddano do dyspozycji innym kopalniom	Skreślono przy sprawdzeniu zapasów	Ilość węgla do dyspozycji (2+3+4+5—6—7)	Rozchód: Zbyt: W kraju	Zbyt: Zagranicą	Zbyt: Razem (9+10)	Zużycie: Cele kopalni	Zużycie: Deputaty	Zużycie: Razem (12+13)	Rozchód: Ogółem (11+14)	Pozostałość na miesiąc następny (8—15)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rejon Zawiercki															
Okrąg Częstochowski .	669	7 730	—	—	—	—	8 399	7 505	—	7 505	237	255	492	7 997	402
Okrąg Sosnowiecki .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Razem .	669	7 730	—	—	—	—	8 399	7 505	—	7 505	237	255	492	7 997	402
Rej. Wschod.-Małopol.															
Okrąg Stanisławowski .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rejon Pozn.-Pomorski.															
Była Dzielnica Pruska .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ogółem .	669	7 730	—	—	—	—	8 399	7 505	—	7 505	237	255	492	7 997	402
% do rozchodu . .	8,37	96,66	—	—	—	—	105,03	93,85	—	93,85	2,96	3,19	6,15	100,00	5,03
% do wydobycia . .	8,65	100,00	—	—	—	—	108,65	97,09	—	97,09	3,06	3,30	6,36	103,45	5,20

Obrót brykietów w brykieciarniach Państwa Polskiego w marcu r. 1927-go (w tonach).

Nazwa brykieciarni	Pozostałość z poprzedniego miesiąca	Produkcja	Przypisano przy sprawdzeniu zapasów	Skreślono przy sprawdzeniu zapasów	Ilość brykietów do dyspozycji (2+3+4—5)	Rozchód: Zbyt: W kraju	Zbyt: Zagranicą	Zbyt: Razem (7+8)	Zużycie: Cele brykietowni	Zużycie: Deputaty	Zużycie: Razem (10+11)	Rozchód: Ogółem (9 + 12)	Pozostałość na miesiąc następny (6—13)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Emma	267	6 763	—	—	7 030	5 128	295	5 423	—	—	—	5 424	1 606
Król	931	2 477	—	—	3 408	1 889	—	1 889	—	1	1	1 889	1 519
Wujek	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rymer	—	16 847	—	—	16 847	15 807	—	15 807	—	—	—	15 807	1 040
Dziedzice	610	—	—	—	610	—	—	—	—	—	—	—	610
T-wo Francusko-Włoskie .	2 621	—	—	—	2 621	93	—	93	—	—	—	93	2 528
Razem .	4 429	26 087	—	—	30 516	22 917	295	23 212	—	1	1	23 213	7 303
% do rozchodu . . .	19,08	112,38	—	—	131,46	98,73	1,27	100,00	—	—	—	100,00	31,46
% do wytwórczości . .	16,98	100,00	—	—	116,98	87,85	1,13	88,98	—	—	—	88,98	28,00

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Obrót koksu w koksowniach w Państwie Polskiem w marcu r. 1927-go (w tonach).

Nazwa koksowni	Pozostałość z poprzedniego miesiąca	Produkcja	Przypisano przy sprawdzeniu zapasów	Skreślono, przy sprawdzeniu zapasów	Ilość koksu do dyspozycji (2+3+4—5)	Rozchód: Zbyt: W kraju	Zbyt: Zagranicą	Zbyt: Razem (7+8)	Zużycie: Cele koksowni	Zużycie: Deputaty	Zużycie: Razem (10+11)	Ogółem (9+12)	Pozostałość na miesiąc następny
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Czerwionka	5	4 655	—	—	4 660	4 142	129	4 271	2	4	6	4 277	383
Ema	56 010	21 672	—	—	77 682	22 858	3 282	26 140	—	1	1	26 141	51 541
Falva	970	5 656	—	—	6 626	5 400	—	5 400	31	—	31	5 431	1 195
Pokój	749	21 019	—	—	21 768	20 793	—	20 793	—	—	—	20 793	975
Gothard	113	9 948	—	—	10 061	9 128	854	9 982	—	—	—	9 982	79
Hubert	—	10 309	—	—	10 309	9 252	937	10 189	—	—	—	10 189	120
Knurów	460	17 676	—	—	18 136	15 690	1 545	17 235	43	—	43	17 278	858
Królewska Huta	1 492	9 028	—	—	10 520	8 510	—	8 510	—	11	11	8 521	1 999
Wolfgang	14 048	15 233	—	—	29 281	21 660	1 127	22 787	63	2	65	22 852	6 429
Razem	73 847	115 196	—	—	189 043	117 433	7 874	125 307	139	18	157	125 464	63 579
% do rozchodu	58,86	91,81	—	—	150,67	93,60	6,28	99,88	0,11	0,01	0,12	100,00	50,67
% do produkcji	64,10	100,00	—	—	164,10	101,94	6,84	108,78	0,12	0,01	0,13	108,91	55,19

Zbyt koksu z koksowni w Państwie Polskiem w marcu r. 1927-go w/g sortymentów (w tonach).

Zbyt	Gatunki: Gruby	Kostka I i II	Orzech I	Orzech II	Groszek	Drobny	Pospółka	Koksik	Miał	Razem	% do zbytu ogólnego
I. W kraju.	81 343	12 095	5 319	2 495	2 222	984	5 082	7 893	—	117 433	93,72
II. Zagranicę.											
Do Niemiec	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Austrji	517	1 080	823	471	—	—	—	—	—	2 891	2,31
„ wolnego miasta Gdańska	452	402	95	—	—	—	—	—	—	949	0,76
„ Węgier	803	44	147	—	—	—	—	—	—	994	0,79
„ Rumunji	944	95	51	195	—	—	—	280	—	1 565	1,25
„ Czechosłowacji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ wolnego miasta Kłajpedy	35	—	—	—	—	—	—	—	—	35	0,03
„ Szwajcarji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Danji	25	202	328	—	—	—	—	—	—	555	0,44
„ Włoch	80	27	—	—	—	—	—	—	—	107	0,08
„ Jugosławji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Szwecji	275	35	135	—	—	—	—	—	—	445	0,36
„ Litwy	30	—	—	—	—	—	—	—	—	30	0,02
„ Łotwy	303	—	—	—	—	—	—	—	—	303	0,24
„ Bułgarji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Norwegji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Razem zagranicę	3 464	1 885	1 579	666	—	—	—	280	—	7 874	6,28
Ogółem	84 807	13 980	6 898	3 161	2 222	984	5 082	8 173	—	125 307	100,00
% do zbytu ogólnego	67,68	11,16	5,50	2,52	1,77	0,79	4,06	6,52	—	—	—

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Zbyt węgla kamiennego w kraju z kopalń Państwa Polskiego w marcu r. 1927 według odbiorców.

Rodzaj odbiorców	Rejony węglowe						Razem	
	Śląski		Dąbrowski		Krakowski			
	tony	%	tony	%	tony	%	tony	%
I. Przemysł.								
Metalurgiczny—żelazny	102 476	9,55	41 162	11,14	20	0,01	143 658	8,95
Metalurgiczny—innych metali	76 288	7,11	7 421	2,01	—	—	83 709	5,21
Koksownie	153 512	14,31	—	—	—	—	153 512	9,57
Brykietownie	26 005	2,42	—	—	—	—	26 005	1,62
Gazownie	29 070	2,71	250	0,07	—	—	29 320	1,83
Górniczy (kopalnie rud i kopalnie nie mające węgla własnego)[1]	9 422	0,88	2 435	0,66	1 030	0,63	12 887	0,80
Naftowy	18 118	1,69	281	0,08	2 995	1,84	21 394	1,33
Solny	640	0,06	1 403	0,38	7 980	4,90	10 023	0,62
Cementowy i ceramiczny oraz cegielnie i wapien.	40 313	3,76	12 848	3,48	8 375	5,14	61 536	3,83
Obróbczy (metalowy i inne)	7 204	0,67	5 231	1,42	96	0,06	12 531	0,78
Chemiczny	25 491	2,38	15 027	4,07	6 511	3,99	47 029	2,93
Garbarski i przetworów zwierzęcych	1 490	0,14	135	0,03	81	0,05	1 706	0,11
Rolniczy (przetw. rolne, browary, młyny i gorzelnie)	40 227	3,75	12 243	3,31	633	0,39	53 103	3,31
Cukrowniczy	6 092	0,57	2 182	0,59	—	—	8 274	0,52
Papierniczy	14 676	1,37	10 706	2,90	1 544	0,95	26 926	1,68
Włókienniczy	25 577	2,39	27 926	7,56	110	0,07	53 613	3,34
Inne gałęzie przemysłu	86 652	8,08	13 401	3,63	415	0,25	100 468	6,26
S_1 Razem przemysł[1]	663 253	61,84	152 651	41,33	29 790	18,28	845 694	52,69
II. Inni odbiorcy.								
Koleje żelazne	214 545	20,00	132 598	35,89	104 001	63,81	451 115	28,11
Żegluga	90	0,01	955	0,26	—	—	1 045	0,07
Instytucje miejskie (elektrownie, tramwaje, wodociągi, i inne oprócz gazowni)	21 571	2,01	12 726	3,44	5 500	3,37	39 797	2,48
Wojskowość	24 192	2,26	4 539	1,23	1 220	0,75	29 951	1,87
Instytucje państwowe	1 814	0,17	372	0,10	775	0,48	2 961	0,18
Opał domowy[2]	81 960	7,64	22 351	6,05	9 294	5,70	113 605	7,08
Pośrednicy	65 115	6,07	43 204	11,70	12 403	7,61	120 722	7,52
S_2 Razem inni odbiorcy[2]	409 287	38,16	216 716	58,67	133 193	81,72	759 196	47,31
S_3 Ogółem w kraju S_1+S_2 [1] i [2]	1 072 540	100,00	369 367	100,00	162 983	100,00	1 604 590	100,00

[1]) Bez zużycia własnego na cele techniczne kopalń, które wynosi: dla rej. Śląskiego 173 891 ton, dla rej. Dąbrow. 61984 ton, dla rej. Krakow. 26204 ton.
[2]) „ „ „ na deputaty 38456 „ „ 13857 „ „ „ „ 4382 „

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Eksport węgla kamiennego z kopalń Państwa Polskiego
w marcu r. 1927.

Do krajów	Rejony Węglowe: Śląski			Dąbrowski			Krakowski			Razem	
	tony	% eksportu z rejonu Śląskiego	% ogólnego eksportu	tony	% eksportu z rejonu Dąbrowskiego	% ogólnego eksportu	tony	% eksportu z rejonu Krakowskiego	% ogólnego eksportu	tony	% ogólnego eksportu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Do Austrji	137 362	19,72	16,41	18 777	13,39	2,25	178	51,90	0,02	156 317	18,68
„ Węgier	28 915	4,15	3,46	6 475	4,62	0,77	—	—	—	35 390	4,23
„ Szwecji	140 974	20,24	16,84	56 648	40,41	6,77	—	—	—	197 622	23,61
„ Czechosłowacji	47 520	6,82	5,68	7 932	5,66	0,95	165	48,10	0,02	55 617	6,65
„ Gdańska	14 341	2,06	1,72	3 630	2,59	0,43	—	—	—	17 971	2,15
„ Danji	95 938	13,78	11,46	9 370	6,68	1,12	—	—	—	105 308	12,58
„ Jugosławji	4 743	0,68	0,57	4 270	3,05	0,51	—	—	—	9 013	1,08
„ Łotwy	16 549	2,38	1,98	135	0,10	0,01	—	—	—	16 684	1,99
„ Włoch	110 257	15,83	13,17	5 035	3,59	0,60	—	—	—	115 292	13,77
„ Rumunji	8 638	1,24	1,03	3 568	2,55	0,43	—	—	—	12 206	1,46
„ Litwy	2 058	0,30	0,24	—	—	—	—	—	—	2 058	0,24
„ Szwajcarji	15 709	2,26	1,88	1 130	0,81	0,13	—	—	—	16 839	2,01
„ Kłajpedy	1 745	0,25	0,21	—	—	—	—	—	—	1 745	0,21
„ Francji	—	—	—	10 507	7,49	1,26	—	—	—	10 507	1,26
„ Holandji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Finlandji	1 400	0,20	0,17	2 100	1,50	0,25	—	—	—	3 500	0,42
„ Estonji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Norwegji	21 432	3,08	2,56	9 200	6,56	1,10	—	—	—	30 632	3,66
„ Anglji	4 000	0,57	0,48	—	—	—	—	—	—	4 000	0,48
„ Belgji	25 790	3,70	3,08	1 408	1,00	0,17	—	—	—	27 198	3,25
„ Niemiec	1 449	0,21	0,17	—	—	—	—	—	—	1 449	0,17
„ Islandji	1 515	0,22	0,18	—	—	—	—	—	—	1 515	0,18
węgiel okrętowy	16 063	2,31	1,92	—	—	—	—	—	—	16 063	1,92
Ogółem	696 398	100,00	83,21	140 185	100,00	16,75	343	100,00	0,04	836 926	100,00
Ogólny eksport w lutym roku 1927-go	769 689	100,00	87,13	113 193	100,00	12,81	547	100,00	0,06	883 429	100,00
Ogólny eksport w marcu roku 1926-go	520 049	100,00	85,41	88 316	100,00	14,50	537	100,00	0,09	608 902	100,00

[1]) Liczba poprawiona.

Aleksander Stein.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Dane statystyczne o wypadkach nieszczęśliwych w większych kopalniach węgla kamiennego w zagłębiu Dąbrowskiem i Krakowskiem w roku 1925-ym.

Zagłębie Dąbrowskie. **Węgiel kamienny.**

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																					
	Wskutek zwału (spadku) kamienia lub węgla	zatrudnionych robotników na 1 000	ton wydobytego węgla na 10 000	w szybach: podczas jazdy: drabinami	podczas jazdy: schodami	podczas jazdy: dozwolonej klatką	podczas jazdy: zabronionej klatką	przy robotach w szybie i na podszybiu	w szybach: Razem	zatrudnionych robotników na 1 000	ton wydobytego węgla na 10 000	przy odstawie w podszybiach: wskutek upadku	wskutek urządzenia dobywczego w pochyleniach albo wózkiem	z innych powodów	Razem	zatrudnionych robotników na 1 000	ton wydobytego węgla na 10 000	przy odstawie na kolej. poziom.: przy odstawie mechanicznej	przy odstawie końmi	przy odstawie ręcznej	Razem	zatrudnionych robotników na 1 000	ton wydobytego węgla na 10 000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	9	0,36	0,02	—	—	—	—	1	1	0,04	0,00	—	3	2	5	0,20	0,01	1	—	—	1	0,04	0,00
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	2	0,08	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	0,08	0,00	—	1	3	4	0,16	0,01
częściową niezdolnością do pracy: od 5% do 50%	35	1,41	0,07	1	—	—	—	1	2	0,08	0,00	—	10	7	17	0,68	0,05	5	7	12	24	0,97	0,05
częściową niezdolnością do pracy: powyżej 50%	3	0,12	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,04	0,00
Wyzdrowieniem zupełnem	458	18,44	0,92	1	—	2	—	67	70	2,82	0,14	27	204	151	382	15,38	0,77	101	84	315	500	20,13	1,01
Wynikiem niewiadomym	20	0,81	0,04	1	—	—	—	—	1	0,04	0,00	1	6	4	11	0,44	0,02	6	3	9	18	0,72	0,04

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																					
	wskutek wybuchu: wskutek gazów kopalnian. lub pyłu węglow.	wskutek wybuchu: wskutek gazów powstał. przy pożarze	wskutek wybuchu: Razem	wskutek wybuchu: zatrudnionych robotników na 1000	wskutek wybuchu: ton wydobytego węgla na 10000	wskutek zepsutego powietrza: gazy pożarowe bez eksplozji	wskutek zepsutego powietrza: gazy kopalniane bez eksplozji	wskutek zepsutego powietrza: gazy powstałe przy strzałach i inne	wskutek zepsutego powietrza: Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy robocie strzelniczej	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	wskutek zalewu wodą	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	inne przyczyny	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Razem na dole	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,04	0,00	2	0,08	0,00	—	—	—	1	0,04	0,00	20	0,81	0,04
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,04	0,00	—	—	—	—	—	0,00	1	0,04	0,00
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,04	0,00	—	—	—	4	0,16	0,01	13	0,52	0,03
częściową niezdolnością do pracy: od 5% do 50%	1	1	2	0,08	0,00	—	—	2	2	0,08	0,00	4	0,16	0,01	—	—	—	12	0,48	0,02	98	3,95	0,20
częściową niezdolnością do pracy: powyżej 50%	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,04	0,00	—	—	—	—	—	—	2	0,08	0,00	7	0,28	0,01
Wyzdrowieniem zupełnem	2	4	6	0,24	0,01	1	—	2	3	0,12	0,01	24	0,97	0,05	—	—	—	293	11,80	0,59	1 736	69,89	3,50
Wynikiem niewiadomym	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	0,44	0,02	61	2,46	0,12

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Zagłębie Dąbrowskie — Na powierzchni. — Węgiel kamienny.

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH: przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych			przy lokomotywach i wozach			przy ładowaniu wagonów			inne przyczyny			Razem na powierzchni			Ogółem na dole i na powierzchni		
	przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy lokomotywach i wozach	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy ładowaniu wagonów	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	inne przyczyny	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Razem na powierzchni	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Ogółem na dole i na powierzchni	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	—	—	—	—	—	—	1	0,04	0,00	2	0,08	0,00	3	0,12	0,01	23	0,93	0,05
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,04	0,00
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	2	0,08	0,00	1	0,04	0,00	1	0,04	0,00	—	—	—	4	0,16	0,01	17	0,68	0,03
częściową niezdolnością do pracy: od 5% do 50%	11	0,44	0,02	17	0,68	0,03	6	0,24	0,01	12	0,48	0,02	46	1,85	0,09	144	5,80	0,29
częściową niezdolnością do pracy: powyżej 50%	—	—	—	1	0,04	0,00	—	—	—	—	—	—	1	0,04	0,00	8	0,32	0,02
Wyzdrowieniem zupełnem	241	9,70	0,49	236	9,50	0,48	69	2,78	0,14	293	11,80	0,59	839	33,78	1,69	2575	103,67	5,19
Wynikiem niewiadomym	5	0,20	0,01	13	0,52	0,03	2	0,08	0,00	10	0,40	0,02	30	1,21	0,06	91	3,66	0,18

Zagłębie Krakowskie. — Na dole. — Węgiel kamienny.

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH: Wskutek zwału (spadku) kamienia lub węgla	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	w szybach: podczas jazdy drabinami	podczas jazdy schodami	podczas jazdy dozwolonej klatką	podczas jazdy zabronionej klatką	przy robotach w szybie i na podszybiu	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy odstawie w podszybiach: wskutek upadku	wskutek urządzenia dobywczego w pochyl. albo wózkiem	z innych powodów	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy odstawie na kolej. poziom.: przy odstawie mechanicznej	przy odstawie końmi	przy odstawie ręcznej	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	5	0,60	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0,12	0,01	1	—	1	2	0,24	0,01
Zupełną niezdolnością do pracy	3	0,37	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,12	0,01
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	6	0,72	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	6	0,72	0,04
częściową niezdolnością do pracy: od 5% do 50%	9	1,08	0,06	—	—	—	1	—	1	0,12	0,01	—	2	1	3	0,37	0,02	1	1	5	7	0,84	0,04
częściową niezdolnością do pracy: powyżej 50%	3	0,37	0,02	—	—	—	1	—	1	0,12	0,01	—	—	—	—	—	—	2	—	2	4	0,48	0,02
Wyzdrowieniem zupełnem	160	19,24	0,99	4	—	4	3	16	27	3,25	0,17	17	75	53	145	17,43	0,90	94	24	148	266	31,98	1,65
Wynikiem niewiadomym	7	0,84	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	0,24	0,01	1	1	5	7	0,84	0,04

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Zagłębie Krakowskie. **Na dole.** **Węgiel kamienny.**

Rodzaje wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																				
	wskutek wybuchu					wskutek zepsutego powietrza					przy roboc. strzel			wskutek zalew. wod.			inne przyczyny			Razem na dole		
	wskutek gazów kopalnianych lub pyłu węglowego	wskutek gazów powstałych przy pożarze	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	gazy pożarowe bez eksplozji	gazy kopalniane bez eksplozji	gazy powstałe przy strzałach i inne	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy robocie strzelniczej	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	wskutek zalewu wodą	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	inne przyczyny	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Razem na dole	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,12	0,01	9	1,08	0,06
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,12	0,01	—	—	—	—	—	—	5	0,60	0,03
częściową niezdolnością do pracy poniżej 5%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0,48	0,02	16	1,92	0,10
częściową niezdolnością do pracy od 5% do 50%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,36	0,02	23	2,77	0,14
częściową niezdolnością do pracy powyżej 50%	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0,12	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1,20	0,06
Wyzdrowieniem zupełnem	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,12	0,01	1	0,12	0,01	—	—	—	134	16,11	0,83	744	89,46	4,60
Wynikiem niewiadomym	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	1,32	0,07	—	—	—	9	1,08	0,06	25	3,01	0,15

Na powierzchni.

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																
	przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych			przy lokomotywach i wozach			przy ładowaniu wagonów			inne przyczyny			Razem na powierzchni			Ogółem na dole i na powierzchni		
	przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy lokomotywach i wozach	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy ładowaniu wagonów	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	inne przyczyny	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Razem na powierzchni	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Ogółem na dole i na powierzchni	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	1,08	0,06
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	1	0,12	0,01	—	—	—	1	0,12	0,01	6	0,72	0,04
częściową niezdolnością do pracy poniżej 5%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,12	0,01	1	0,12	0,01	17	2,04	0,06
częściową niezdolnością do pracy od 5% do 50%	1	0,12	0,01	—	—	—	3	0,36	0,02	3	0,36	0,02	7	0,84	0,04	30	3,61	0,19
częściową niezdolnością do pracy powyżej 50%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,12	0 01	1	0,12	0,01	11	1,32	0,07
Wyzdrowieniem zupełnem	13	1,56	0,08	16	1,92	0,10	20	2,40	0,12	83	9,98	0,51	132	15,87	0,82	876	105,33	5,42
Wynikiem niewiadomym	1	0,12	0,01	—	—	—	—	—	—	4	0,48	0,02	5	0,60	0,03	30	3,61	0,19

Zestawienie dotyczące zagłębia Dąbrowskiego nie obejmuje wypadków nieszczęśliwych z T-wa Francusko-Włoskiego.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Dane statystyczne o wypadkach nieszczęśliwych w większych kopalniach węgla kamiennego w zagłębiu Dąbrowskiem i Krakowskiem w roku 1926-ym.

Zagłębie Dąbrowskie. **Na dole.** **Węgiel kamienny.**

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																					
				w szybach								przy odstawie w podszybiach						przy odstawie na kolej. poziom.					
				podczas jazdy																			
	Wskutek zwału (spadku) kamienia lub węgla	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	drabinami	schodami	dozwolonej klatką	zabronionej klatką	przy robotach w szybie i na podszybiu	Razem	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	wskutek upadku	wskutek urządzenia dobywczego w pochyliniach albo wózkiem	z innych powodów	Razem	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	przy odstawie mechanicznej	przy odstawie końmi	przy odstawie ręcznej	Razem	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla
		na 1 000	na 10 000							na 1 000	na 10 000					na 1 000	na 10 000					na 1 000	na 10 000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	21	0,95	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	6	0,27	0,01	3	—	—	3	0,14	0,00
Zupełną niezdolnością do pracy	1	0,05	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	3	0,14	0,00	—	—	—	—	1	1	0,05	0,00	—	4	—	4	0,18	0,01	—	1	1	2	0,10	0,00
od 5% do 50%	45	2,04	0,07	—	—	—	—	2	2	0,10	0,00	2	9	5	16	0,72	0,03	7	5	17	29	1,31	0,05
powyżej 50%	5	0,23	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,05	0,00
Wyzdrowieniem zupełnem	607	27,47	0,98	2	—	2	—	30	34	1,54	0,06	59	158	116	333	15,07	0,54	102	89	354	545	24,67	0,88
Wynikiem niewiadomym	49	2,22	0,08	—	—	—	—	2	2	0,10	0,00	7	8	5	20	0,91	0,03	10	7	14	31	1,40	0,05

Na dole.

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																					
	wskutek wybuchu					wskutek zepsutego powietrza						przy robocie strzelniczej			wskutek zalewu wodą			inne przyczyny			Razem na dole		
	wskutek gazów kopalnian. lub pyłu węglow.	wskutek gazów powstał. przy pożarze	Razem	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	gazy pożarowe bez eksplozji	gazy kopalniane bez eksplozji	gazy powstałe przy strzałach i inne	Razem	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	przy robocie strzelniczej	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	wskutek zalewu wodą	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	inne przyczyny	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla	Razem na dole	zatrudnionych robotników	ton wydobytego węgla
				na 1000	na 10000					na 1000	na 10000		na 1000	na 10000		na 1000	na 10000		na 1000	na 10000		na 1000	na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	2	—	2	0,10	0,00	—	—	2	2	0,10	0,00	1	0,05	0,00	—	—	—	1	0,05	0,00	36	1,63	0,06
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,05	0,00	—	—	—	—	—	—	2	0,10	0,00
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,14	0,00	13	0,59	0,02
od 5% do 50%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	0,36	0,01	—	—	—	12	0,54	0,02	112	5,07	0,18
powyżej 50%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,05	0,00	—	—	—	—	—	—	7	0,32	0,01
Wyzdrowieniem zupełnem	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,05	0,00	28	1,27	0,05	—	—	—	368	16,66	0,60	1 916	86,73	3,11
Wynikiem niewiadomym	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0,23	0,01	—	—	—	18	0,81	0,03	125	5,66	0,20

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Zagłębie Dąbrowskie — Na powierzchni. — Węgiel kamienny.

LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych: przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	przy lokomotywach i wozach: przy lokomotywach i wozach	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	przy ładowaniu wagonów: przy ładowaniu wagonów	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	inne przyczyny: inne przyczyny	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	Razem na powierzchni: Razem na powierzchni	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	Ogółem na dole i na powierzchni: Ogółem na dole i na powierzchni	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	2	0,10	0,00	4	0,18	0,01	1	0,05	—	2	0,10	0,00	9	0,41	0,01	45	2,04	0,07
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,10	0,00
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	—	—	—	1	0,05	0,00	—	—	—	1	0,05	0,00	2	0,10	0,00	15	0,68	0,02
częściową niezdolnością do pracy: od 5% do 50%	14	0,63	0,02	9	0,41	0,01	4	0,18	0,01	17	0,77	0,03	44	1,99	0,07	156	7,06	0,25
częściową niezdolnością do pracy: powyżej 50%	1	0,05	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,05	0,00	8	0,36	0,01
Wyzdrowieniem zupełnem	185	8,37	0,30	233	10,55	0,38	65	2,94	0,11	352	15,93	0,57	835	37,79	1,35	2 751	124,52	4,46
Wynikiem niewiadomym	15	0,68	0,02	29	1,31	0,05	8	0,36	0,01	31	1,40	0,05	83	3,76	0,13	208	9,41	0,34

Zagłębie Krakowskie. — Na dole. — Węgiel kamienny.

LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	Wskutek zwału (spadku) kamienia lub węgla	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	w szybach — podczas jazdy: drabinami	podczas jazdy: schodami	podczas jazdy: dozwolonej klatką	podczas jazdy: zabronionej klatką	przy robotach w szybie i na podszybiu	Razem	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	przy odstawie w podszybiach — wskutek upadku	wskutek urządzenia dobywczego w pochyl. albo wózkiem	z innych powodów	Razem	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000	przy odstawie na kolej. poziom. — przy odstawie mechanicznej	przy odstawie końmi	przy odstawie ręcznej	Razem	zatrudnionych robotników: na 1000	ton wydobytego węgla: na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	12	1,55	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0,13	0,00	—	—	1	1	0,13	0,00
Zupełną niezdolnością do pracy	2	0,26	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
częściową niezdolnością do pracy: poniżej 5%	3	0,39	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	6	0,77	0,03	—	—	3	3	0,39	0,01
częściową niezdolnością do pracy: od 5% do 50%	13	1,68	0,06	—	—	2	—	1	3	0,39	0,01	—	3	3	6	0,77	0,03	6	1	4	11	1,42	0,05
częściową niezdolnością do pracy: powyżej 50%	9	1,16	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	0,26	0,01
Wyzdrowieniem zupełnem	236	30.42	1,05	4	—	—	—	20	24	3,09	0,11	14	57	47	118	15,21	0,53	93	19	202	314	40,47	1,40
Wynikiem niewiadomym	17	2,19	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	5	0,64	0,02	4	1	—	5	0,64	0,02

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/

Zagłębie Krakowskie. Na dole. Węgiel kamienny.

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																				
	wskutek wybuchu					wskutek zepsutego powietrza					przy roboc. strzel			wskutek zalew. wod			inne przyczyny			Razem na dole		
	wskutek gazów kopalnianych lub pyłu węglowego	wskutek gazów powstałych przy pożarze	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	gazy pożarowe bez eksplozji	gazy kopalniane bez eksplozji	gazy powstałe przy strzałach i inne	Razem	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy robocie strzelniczej	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	wskutek zalewu wodą	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	inne przyczyny	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Razem na dole	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,13	0,00	—	—	—	—	—	—	15	1,93	0,07
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,26	0,01	—	—	—	—	—	—	4	0,52	0,02
częściową niezdolnością do pracy poniżej 5%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0,64	0,02	17	2,19	0,08
częściową niezdolnością do pracy od 5% do 50%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,26	0,01	35	4,51	0,16
częściową niezdolnością do pracy powyżej 50%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0,52	0,02	15	1,93	0,07
Wyzdrowieniem zupełnem	—	—	—	—	—	—	—	3	3	0,39	0,01	5	0,64	0,02	—	—	—	205	26,42	0,91	905	116,64	4,03
Wynikiem niewiadomym	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	2,32	0,08	45	5,80	0,20

Na powierzchni.

Rodzaj wypadków nieszczęśliwych	LICZBA WYPADKÓW NIESZCZĘŚLIWYCH																	
	przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych			przy lokomotywach i wozach			przy ładowaniu wagonów			inne przyczyny			Razem na powierzchni			Ogółem na dole i na powierzchni		
	przy maszynach lub innych urządzeniach technicznych	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy lokomotywach i wozach	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	przy ładowaniu wagonów	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	inne przyczyny	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Razem na powierzchni	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000	Ogółem na dole i na powierzchni	zatrudnionych robotników na 1000	ton wydobytego węgla na 10000
W roku sprawozdawczym zaszło wypadków nieszczęśliwych zakończonych śmiercią	—	—	—	1	0,13	0,00	2	0,26	0,00	2	0,26	0,00	5	0,64	0,02	20	2,58	0,09
Zupełną niezdolnością do pracy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0,52	0,02
częściową niezdolnością do pracy poniżej 5%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	2,19	0,08
częściową niezdolnością do pracy od 5% do 50%	1	0,13	0,00	—	—	—	—	—	—	8	1,03	0,04	9	1,16	0,04	44	5,67	0,20
częściową niezdolnością do pracy powyżej 50%	2	0,26	0,00	—	—	—	1	0,13	0,00	5	0,64	0,02	8	1,03	0,04	23	2,96	0,10
Wyzdrowieniem zupełnem	32	4,12	0,14	10	1,29	0,04	27	3,48	0,12	81	10,44	0,36	150	19,33	0,67	1 055	135,97	4,70
Wynikiem niewiadomym	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,26	0,00	2	0,26	0,00	47	6,06	0,21

Zestawienie dotyczące zagłębia Dąbrowskiego nie obejmuje wypadków nieszczęśliwych z T-wa Francusko-Włoskiego. *A. D.*

Wydawca: Rada Zjazdu przemysłowców górniczych. Redaktor: inż. Walery Janota.
W drukarni Edmunda Mirka i S-ki.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH http://www.bg.agh.edu.pl/