

93

# HUTNIK

8

1954



CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA  
WYDAWNICTWO GÓRNICZO-HUTNICZE – STALINOGRÓD

# T R E Ś C

	Str.
INŻ. LEOPOLD JUSZCZYK, INŻ. FRANCISZEK NADACHOWSKI, INŻ. STANISŁAW PAWŁOWSKI, INŻ. STANISŁAW TOCHOWICZ. Sklepienie typu „zebra“ ważnym postępowaniem technicznym w stalownictwie . . . . .	245
DOC. DR INŻ. ZYGMUNT JASIEWICZ. Statystyczna zależność $Q_r$ od $R_r$ w stali TR2 ulepszonej cieplnie . . . . .	249
INŻ. BOHDAN KALINOWSKI, DR INŻ. ANDRZEJ GROSSMAN, INŻ. STANISŁAW ROJEK. Ustalanie gotowości koksu na podstawie pomiaru oporu elektrycznego bryły koksowej . . . . .	256
ADOLF BUJOK. Bezpieczeństwo i higiena pracy w metalurgii proszków . . . . .	259
NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA . . . . .	263
SŁOWNICTWO HUTNICZE . . . . .	272
NOTATKI BIBLIOGRAFICZNE . . . . .	273
PRZEGLĄD CZASOPISM . . . . .	275
KRONIKA . . . . .	276



## СОДЕРЖАНИЕ

Л. ЮШЫК, Ф. НАДАХОВСКИ, СТ. ПАВЛОВСКИ, СТ. ТОХОВИЧ. Свод типа «zebra» важным техническим успехом сталеплавильного производства

З. ЯСЕВИЧ. Статистическая зависимость  $Q_r$  от  $R_r$  в стали TR2 улучшенной термически

Б. КАЛИНОВСКИ, А. ГРОССМАН, СТ. РОЕК. Определение готовности кокса на основании измерения электрического сопротивления коксового куска

А. БУИОК. Безопасность и гигиена труда в порошковой металлургии

НОВОСТИ ИЗ ОБЛАСТИ МЕТАЛЛУРГИИ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ

ХРОНИКА

## CONTENTS

L. JUSZCZYK, F. NADACHOWSKI, ST. PAWŁOWSKI, ST. TOCHOWICZ. Furnace roof of „zebra“ type an important progress in steel production

Z. JASIEWICZ. Statistical dependency of  $Q_r$  on  $R_r$  in TR2 steel after its thermal improvement

B. KALINOWSKI, A. GROSSMAN, ST. ROJEK. Establishment of coke aptness on the basis of measurement of the electric resistance of a coke block

A. BUJOK. Safety and hygiene of labour in the metallurgy of powders

METALLURGICAL NEWS

METALLURGICAL NOMENCLATURE

BIBLIOGRAPHICAL NOTES

REVIEW OF PERIODICALS

CHRONICLE

ADRES REDAKCJI I ADMINISTRACJI: STALINOGRÓD, UL. STAWOWA 19. TEL. 324-44/45  
KOLPORTAŻ: PPK „RUCH“ STALINOGRÓD, UL. 3 MAJA 16. TEL. 375-43

WARUNKI PRENUMERATY: ABONAMENT: OPLATA NORMALNA ROCZNIE 108,— ZŁ

KONTO PKO STALINOGRÓD III-13763/110. CENA ZESZYTU POJEDYNCZEGO 9,— ZŁ

# HUTNIK

CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA

ROCZNIK XXI

STALINOGRÓD — SIERPIEŃ 1954

NR 8

Inż. LEOPOLD JUSZCZYK,  
inż. FRANCISZEK NADACHOWSKI,  
inż. STANISŁAW PAWŁOWSKI,  
inż. STANISŁAW TOCHOWICZ

669. 183. 211. 36

## Sklepienie typu „zebra“ ważnym postępem technicznym w stalownictwie

*Zasady konstrukcji sklepień typu „zebra“. — Dotychczasowe doświadczenia. — Problemy związane ze stosowaniem sklepień typu „zebra“. — Wyniki prób w stalowniach krajowych i wnioski.*

### Uwagi wstępne

Jednym z najważniejszych ostatnich osiągnięć w dziedzinie martenowskich sklepień krzemionkowych jest nowy typ sklepienia, tzw. sklepienie „zebra“. Jest to sklepienie krzemionkowe wzmocnione pasami z kształtek chromitowo-magnezytowych. System ten stosowano początkowo wyłącznie do małych sklepień (tzw. skosów) w piecach Venturiego, po czym z dużym powodzeniem zastosowano go do części głównego sklepienia krzemionkowego od strony ściany tylnej, tj. tam, gdzie sklepienia pieców martenowskich wszystkich typów najszybciej się przegrzewają i zużywają. Należy dodać, że między kształtkami krzemionkowymi i chromitowo-magnezytowymi nie występuje wzajemna korozja przy wysokich temperaturach. Wyniki ostatnich badań [1] wskazują, że na granicy obu wymienionych tworzyw występuje dopiero w zakresie 1600 ÷ 1650 °C słaba reakcja, która jednak nie wywiera na nie niszczącego wpływu.

Według obserwacji autorów i informacji z krajowych stalowni martenowskich wyburzone po normalnej kampanii zwykle sklepienie krzemionkowe liczy od strony ściany tylnej 30 do 50 mm grubości, w środku sklepienia około 100 do 150 mm, a od strony ściany przedniej 200 do 250 mm. Z liczb tych widać jakie korzyści można osiągnąć zwiększając trwałość sklepienia w jego najbardziej zużywającej się części, tj. wyrównując stopień zużycia na całej jego szerokości.

Układ „zebra“, którego koszt niewiele przewyższa koszt normalnego krzemionkowego sklepienia, umożliwia racjonalne wyzyskanie najistotniejszych zalet obu typów wyrobów ogniotrwałych. Cegły krzemionkowe, odznaczające się dużą ogniotrwałością pod obciążeniem, tworzą szkielet całego układu, nadając mu dobrą wytrzymałość mechaniczną przy wysokich temperaturach, natomiast wyroby chromitowo-magnezytowe, odporne na korozję chemiczną i najwyższe temperatury panujące w piecach mar-

tenowskich, niejako osłaniają kształtki krzemionkowe, chroniąc je przed nadmiernym wytapianiem się.

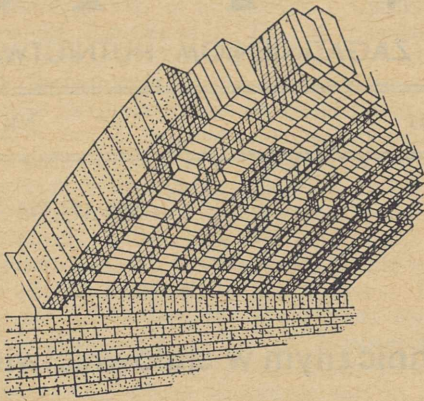
### Dotychczasowe doświadczenia za granicą

Wszechstronne próby systemu „zebra“ w piecu martenowskim o pojemności 100 ÷ 110 t opisał między innymi Poht [2]. Próby robiono w zakładach Massilon (USA), stosując różne kombinacje pasów krzemionkowych i chromitowo-magnezytowych (w okładzinach z blachy żelaznej). Wykonano tylną część sklepienia z dwóch pasów krzemionkowych i jednego chromitowo-magnezytowego, z dwóch pasów krzemionkowych i dwóch chromitowo-magnezytowych oraz z trzech pasów krzemionkowych i jednego chromitowo-magnezytowego. Prócz systemu pasów wypróbowano również system mozaikowy (na wzór szachownicy). Stwierdzono, że najlepsze wyniki daje sklepienie złożone z jednego pasa krzemionkowego i jednego chromitowo-magnezytowego, jednakowej szerokości.

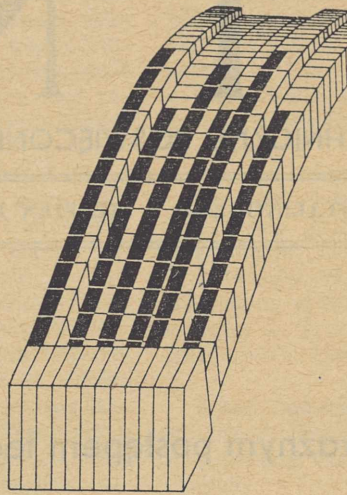
Kilka najlepszych rozwiązań konstrukcji sklepień systemu „zebra“ przedstawiają rys. 1 ÷ 3.

Zastosowanie sklepienia „zebra“ w jednym z przypadków (piec o pojemności 100 t) przyniosło następujące korzyści:

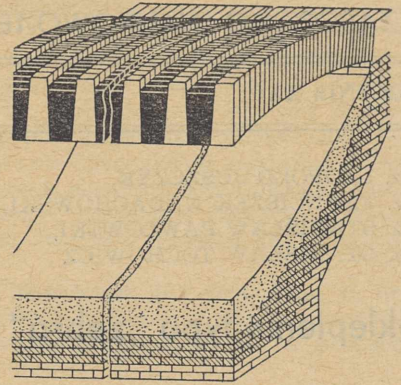
1. Wytrzymałość sklepienia zwiększyła się o 45 % (normalne sklepienie krzemionkowe wytrzymało 188 wytopów, sklepienie „zebra“ wytrzymało 277 wytopów).
2. Zużycie wyrobów ogniotrwałych na naprawę sklepienia zmniejszyło się mniej więcej trzykrotnie (w przeliczeniu na 1 t stali).
3. Produkcja pieca podczas kampanii wzrosła o 60 % (przy zastosowaniu normalnego sklepienia krzemionkowego uzyskiwano 19 000 t stali, przy zastosowaniu zaś sklepienia „zebra“ 31 000 t stali na jedną kampanię pieca).
4. Ponieważ wytrzymałość sklepienia „zebra“ była znacznie większa od wytrzymałości innych części pieca, ograniczono grubość



Rys. 1. Gładkie sklepienie „zebra“, konstrukcja „zębata“



Rys. 2. Żeberkowe sklepienie „zebra“, konstrukcja „zębata“



Rys. 3. Sklepienie „super-zebra“, w którym pasy chromitowo-magnezytowe ciągną się przez całą szerokość pieca

sklepienia z 380 do 300 mm, zachowując grubość kształtek zeberkowych (grzebieniastych) 400 mm. Racjonalizacja grubości sklepienia przyniosła duże zmniejszenie całkowitego ciężaru sklepienia, co wpłynęło na wzmocnienie konstrukcji całego pieca.

5. Postoje pieca ograniczono do minimum.

Przytoczony przykład, wyraźnie dowodzący zalet systemu „zebra“, nie dotyczy odosobnionego przypadku. Podobne wnioski wynikają z obszernego materiału statystycznego zgromadzonego za pomocą ankiety w przemyśle stalowym USA [3]. W 1951 r. 80 stalowni amerykańskich dysponujących 635 piecami wypróbowało sklepienia typu „zebra“ i stosuje je mniej wię-

cej w połowie ogólnej liczby pieców: 13 stalowni, w których czynnych jest 147 pieców, podkreśliło w odpowiedzi na ankietę fakt wzrostu produkcji stali o  $2 \div 10\%$ , a w niektórych przypadkach nawet więcej. W 8 stalowniach przyjęto system „zebra“ jako standard dla wszystkich pieców, 7 zakładów doniosło o zmniejszeniu kosztów produkcji stali dzięki stosowaniu sklepienia „zebra“.

Dodatnią ocenę sklepień tego typu można znaleźć również w literaturze radzieckiej [4].

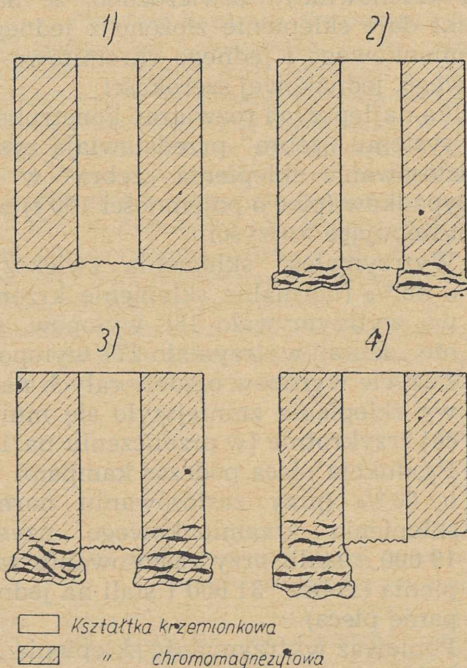
#### Mechanizm zużywania się sklepień typu „zebra“

Procesy zużywania się sklepienia typu „zebra“ omawia Grigsby [3]. W pierwszej fazie pracy sklepienia kształtki krzemionkowe i chromitowo-magnezytowe mają jednakową długość (rys. 4, poz. 1). Podczas pracy nieco wcześniej wytapiają się i zużywają kształtki krzemionkowe, kształtki zaś chromitowo-magnezytowe zaczynają pęcznieć na końcach. Zjawisko „pęcznienia“ związane jest, jak wiadomo, z rozpuszczaniem się magnetytu w spinelach zawartych w ziarnach chromitu, przede wszystkim  $FeO \cdot Cr_2O_3$ .

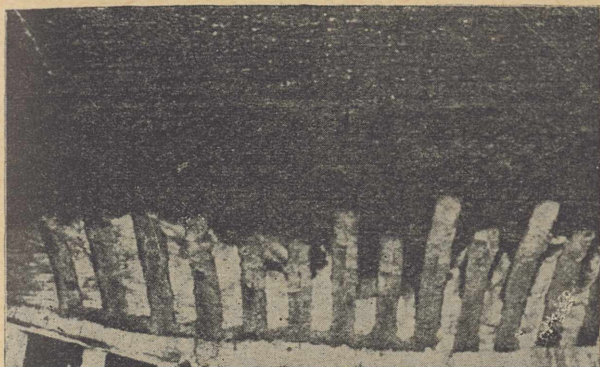
Spęczniałe końce cegieł chromitowo-magnezytowych osłaniają przed szkodliwym działaniem płomieni, promieniowania i pyłu wsunięte nieco w głąb kształtki krzemionkowe (rys. 4, poz. 2 i 3). Kształtki krzemionkowe z kolei przytrzymują spękanne końce kształtek chromitowo-magnezytowych, chroniąc je przed przedwczesnym odpadnięciem.

W miarę zużywania się kształtek krzemionkowych odpadają spęczniałe i spękanne końce kształtek chromitowo-magnezytowych (rys. 4, poz. 4) i cykl przemian zaczyna się od początku, tj. od stanu 1 (rys. 4).

Rysunek 5 przedstawia zużyte sklepienie „zebra“ po 279 wytopach. Można stwierdzić wy-



Rys. 4. Cykl przemian zachodzących podczas zużywania się sklepień typu „zebra“



Rys. 5. Wygląd zużytego sklepienia „zebra“ po 279 wytopach

rażną różnicę między grubością sklepienia w miejscu stosowania pasów chromitowo-magnezytowych a grubością pozostałej części sklepienia.

#### Niektóre problemy związane ze stosowaniem sklepień typu „zebra“

*Długość i szerokość pasów chromitowo-magnezytowych.* Ogólnie rozpowszechniony jest pogląd, że opłacalność sklepień systemu „zebra“ zależy w dużym stopniu od racjonalnego doboru długości pasów z cegieł zasadowych, jak wiadomo znacznie droższych od wyrobów krzemionkowych, „zembrę“ należy więc stosować jedynie w strefie najintensywniejszego zużycia, która najczęściej, jak wspomniano, przylega do tylnej ściany pieca.

Nie tak zgodne są opinie co do tzw. konstrukcji „zębatej“, polegającej na stosowaniu na przemian pasów kształtek zasadowych dwóch lub nawet trzech różnych długości (rys. 1 i 2) w celu rozłożenia ciężaru pasów chromitowo-magnezytowych (wyroby te są mniej więcej o połowę cięższe od wyrobów krzemionkowych) na większą powierzchnię sklepienia, w razie bowiem, gdy stosuje się ciężkie pasy chromitowo-magnezytowe o jednakowej długości, występuje ostro granica silnego obciążenia sklepienia krzemionkowego. Siły ciężkości działające na jednej linii mogą być powodem przedczesnego oberwania się i zapadnięcia się części sklepienia obciążonej kształtkami chromitowo-magnezytowymi.

Oprócz tego mówi się o możliwości powstania na jednej linii wyżartego wgłębienia w sklepieniu tworzącego się wskutek reakcji między wyrobami w miejscu zakończenia pasów chromitowo-magnezytowych.

Przeciwnicy konstrukcji „zębatej“ uważają niebezpieczeństwo wzajemnej reakcji obu typów wyrobów za minimalne (por. wstęp), podkreślają natomiast, że w końcowych odcinkach dłuższych pasów chromitowo-magnezytowych wyroby te niejako marnują się, gdyż nie mogą już odpowiednio „osłonić“ cegieł krzemionkowych ze względu na zbyt dużą wzajemną odległość.

Jeśli chodzi o szerokość pasów „zebra“, za najlepsze uważa się na ogół pasy „czarne“

i „białe“ jednakowej szerokości. Gdy szerokość pasów krzemionkowych jest większa, zanika efekt „przesłaniania“ ich przez pasy chromitowo-magnezytowe, w przeciwnym zaś razie zużywa się więcej droższych cegieł zasadowych niż w rzeczywistości potrzeba. Grigsby [3] zaleca zużycie możliwie jak najwęższych pasów czarno-białych (maksymalny efekt „przesłaniania“), np. klinów płaskich o wymiarze  $l$  około 75 mm (por. rys. 2).

*Zagadnienie jakości wyrobów i zastosowania przekładek z blachy.* Ważną przesłanką znacznego zwiększenia żywotności sklepień w układzie „zebra“ stanowi odpowiedni dobór wyrobów ogniotrwałych. Wyroby chromitowo-magnezytowe powinny mieć dobre wskaźniki jakościowe, przede wszystkim dużą odporność na raptowne zmiany temperatury i na pęcznienie pod wpływem tlenków żelaza. Doniosłą rolę odgrywa również zwartość tworzywa i ogniotrwałość pod obciążeniem. Masa chromitowo-magnezytowa powinna zawierać 60 ÷ 70 % chromitu i być odpowiednio uziarniona: ziarno chromitu powinno być grube (przynajmniej powyżej 0,5 mm albo lepiej powyżej 1 mm), natomiast mączka magnezytowa drobna (poniżej 0,2 mm).

Również jakość wyrobów krzemionkowych wywiera wpływ na trwałość układu „zebra“ jako całości. W USA uzyskano najlepsze wyniki stosując cegły krzemionkowe typu „super-duty“ o minimalnej zawartości domieszek.

Ważnym problemem jest kwestia przekładek z blachy żelaznej, powszechnie stosowanych w sklepieniach całkowicie zasadowych. Przekładki reagując z tworzywem zasadowym przechodzą po utlenieniu w dość wysokoogniotrwały magnezjoferryt ( $MgO \cdot Fe_2O_3$ ), spajający sklepienie w rodzaj monolitu, natomiast w miejscu zetknięcia się blachy z tworzywem krzemionkowym należy się obawiać intensywnej reakcji niszczącej. Potwierdziły to wstępne próby przeprowadzone w Instytucie Materiałów Ogniotrwałych. Źródła amerykańskie [3] zalecają jednak stosowanie przekładek zarówno między poszczególnymi cegłami zasadowymi (podwójne), jak i na granicy zetknięcia się pasów „czarnych“ z „białymi“ (pojedyncze). Użycie wyrobów chromitowo-magnezytowych w okładzinach z blachy, również polecane w układzie „zebra“, oznacza w praktyce to samo.

W razie stosowania podwójnych pasów chromitowo-magnezytowych stosowanie żelaznych przekładek między nimi nie budzi oczywiście żadnych zastrzeżeń.

*Atmosfera pieca.* Ponieważ pęcznienie wyrobów chromitowo-magnezytowych występuje zasadniczo w atmosferze utleniającej, należy zwracać uwagę na wielkość nadmiaru powietrza w spalinach pieca martenowskiego. Próby stosowania sklepień „zebra“ dawały gorsze wyniki, gdy nadmiar powietrza był za duży (10 %,  $n = 1,1$ ). Należy się również wystrzegać atmosfery redukującej, która bardzo szkodliwie oddzia-

ływa na kształtki krzemionkowe. Sklepienie „zebra“ pracuje więc dobrze w razie gdy nadmiar powietrza jest mały. Oprócz tego należy mieć na uwadze temperaturę panującą w piecu, a zwłaszcza temperaturę sklepienia. Forsowanie temperatury sklepienia do  $1700 \div 1710^{\circ}\text{C}$ , dopuszczalne, a nawet pożądane gdy sklepienia są całkowicie zasadowe, jest niewłaściwa, gdy chodzi o sklepienia „zebra“. Należy pamiętać o tym, że sklepienie „zebra“ służy wyłącznie do przedłużania kampanii pieca, nie zaś do bezpośredniego zwiększania produkcji przez stosowanie wyższych temperatur procesu.

### Dotychczasowe doświadczenia krajowe i wnioski

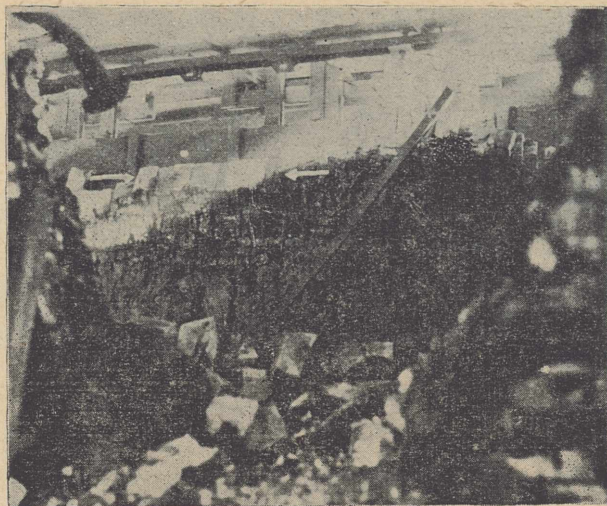
Zachęcające wyniki uzyskane za granicą stały się bodźcem do wypróbowania systemu „zebra“ w polskim hutnictwie stali.

Próby rozpoczęto w ubiegłym roku.

W pierwszym etapie prób umieszczono w sklepieniu krzemionkowym jedną kształtkę chromitowo-magnezytową typu Radex A. Po udanej próbie wykonano około  $2 \text{ m}^2$  sklepienia „zebra“ od strony ściany tylnej.

Po wyburzeniu sklepienia zmierzono jego grubość w miejscu pasów chromitowo-magnezytowych i w miejscu gdzie sklepienie zbudowane było wyłącznie z materiału krzemionkowego. W pierwszym przypadku grubość sklepienia wynosiła 240 mm, w drugim tylko około 60 mm. Grubość „zebry“ była więc około cztery razy większa. Wyniki tego doświadczenia przedstawia rys. 6. Pole sklepienia „zebra“ wskazują na fotografii dwie strzałki. Na prawo od dobrze zachowanych grubych pasów „zebry“ widać cienkie, przepalone sklepienie krzemionkowe.

Na podstawie tych wyników postanowiono przeprowadzić próby w skali technicznej w kil-

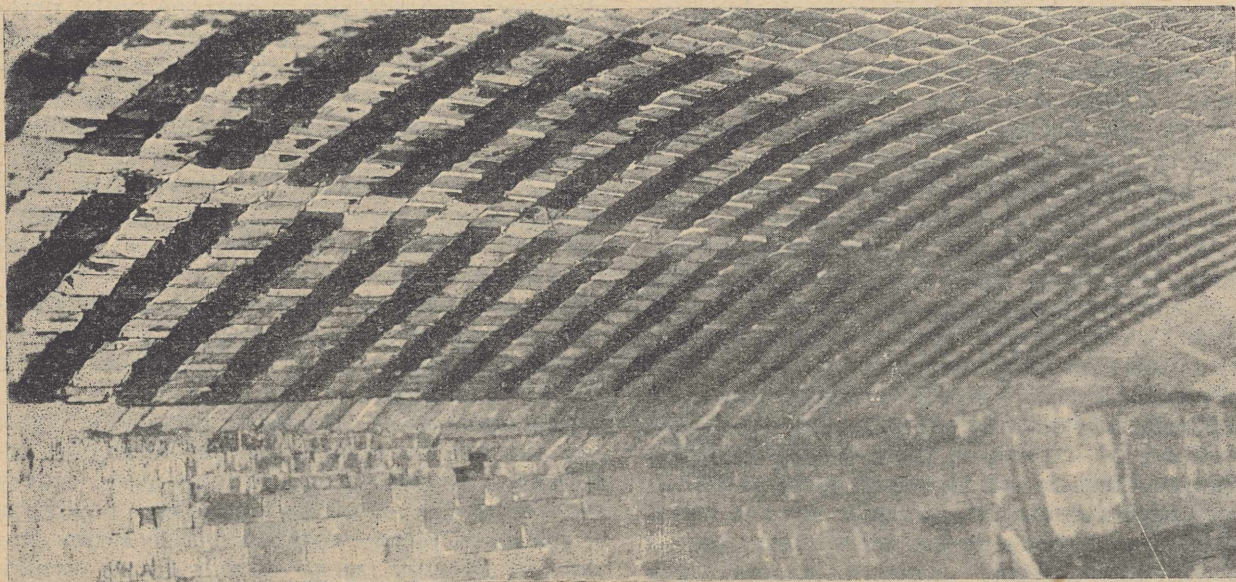


Rys. 7. Przekrój sklepienia w jednej z hut krajowych po próbie. Białe strzałki ukazują zasięg odcinka „zebra“

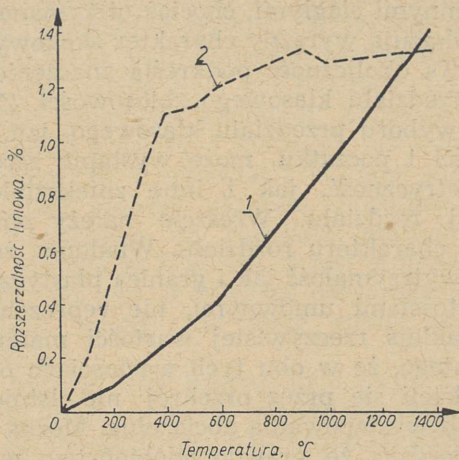
ku większych piecach martenowskich, stosując system „zebra“ na całej długości sklepienia od strony ściany tylnej, ze szczególnym uwzględnieniem miejsc nad otworem spustowym, gdzie normalne sklepienie krzemionkowe najszybciej się zużywa.

Próby te podjęto jednocześnie w dwu hutach. W pierwszej z nich (piec 50-tonnowy) zastosowano układ „zębaty“, w drugiej zaś (piec 70-tonnowy) układ krótkich, równej długości pasów „czarnych“ mijających się wzajemnie, przedstawiony na rys. 7. Przez analogię do uskoku tektonicznych, w których poszczególne warstwy terenu są przesunięte równolegle względem siebie, nazwano ten system „uskokowym“. Przekładek z blachy żelaznej nie stosowano.

Jeszcze przed ukończeniem kampanii zdołano zaobserwować wybitne zwiększenie się trwałości



Rys. 6. Sklepienie „zebra“ w jednej z naszych hut przed rozpoczęciem kampanii. Konstrukcja typu „uskokowego“



Rys. 8. Przykłady krzywych rozszerzalności wyrobów chromitowo-magnezytowych i krzemionkowych

1 — wyroby chromitowo-magnezytowe „Ankrom”, 2 — wyroby polskie krzemionkowe.

omówionych wyżej sklepień. W piecu 70-tonnowym po połowie normalnej kampanii zużycie cegieł odcinka „zebra” oceniono na  $6 \div 7$  cm, co odpowiada zaledwie około  $\frac{1}{4}$  grubości sklepienia. Można zatem przewidywać przedłużenie trwałości sklepienia o  $50 \div 100$  %.

Zasięg prowadzonych prób rozszerza się coraz bardziej, tak że obecnie pracuje już w Polsce pięć sklepień typu „zebra”, w tym jedno w piecu 100-tonnowym.

Dość ważną trudnością, którą napotkano podczas pracy sklepień typu „zebra”, było rozmaite zachowanie się pasów krzemionkowych i chro-

mitowo-magnezytowych w okresie nagrzewania pieca. Jak widać z wykresu rozszerzalności liniowej materiałów krzemionkowych i chromitowo-magnezytowych (rys. 8), materiały te zachowują się w okresie nagrzewania niejednakowo: rozszerzalność materiałów krzemionkowych w zakresie do  $600$  °C jest gwałtowna, a później nieznaczna, natomiast rozszerzalność materiału chromitowo-magnezytowego jest równomierna w całym zakresie nagrzewania. Dlatego w razie stosowania sklepień typu „zębatego” należy się zawsze liczyć z niebezpieczeństwem obsunięcia się pasów chromitowo-magnezytowych, nawet jeśli poszczególne pasy są dokładnie podklinowane. Jeśli chodzi o sklepienia systemu „uskokowego”, niebezpieczeństwo to jest minimalne, dzięki takiej samej rozszerzalności każdego z poszczególnych pasów, zbudowanych zawsze z obu gatunków wyrobów.

Materiał doświadczalny, który dotychczas zebraliśmy, nie jest zbyt obszerny, niemniej uprawnia do wszczęcia szeroko zakrojonej akcji próbnego zastosowania sklepień typu „zebra” we wszystkich naszych stalowniach. Dotychczasowe doświadczenia przemawiają za stosowaniem systemu „uskokowego”. Próby na większą skalę, które teraz prowadzimy w różnych stalowniach, pozwolą nam wysnuć ostateczne wnioski.

Nie ulega wątpliwości, iż zastosowanie sklepień „zebra” może przynieść naszemu hutnictwu wielkie korzyści przez zmniejszenie zużycia materiałów i liczby napraw oraz przez wzmocnienie produkcji stali.

Doc. dr inż. ZYGMUNT JASIEWICZ

669. — 15 : 620. 172. 24 : 31

## Statystyczna zależność $Q_r$ od $R_r$ w stali TR2 ulepszonej cieplnie

Badania statystyczne danych wytrzymałościowych traktowały dotychczas zbiorowość jak całość, nie analizując czynników wpływających na jej charakter. W pracy niniejszej dokonano próby wywypuklenia grupy czynników, które wpływają na charakter zbiorowości statystycznej wytrzymałościowych, a nie charakteryzują samego materiału. Grupę tę stanowią błędy badania. Jeśli chodzi o badania przemysłowe, błędy te bywają często dość znaczne. Rozpatrywana tu zbiorowość dotyczy bardzo doborowego materiału. Na rozsiew wartości wpływają głównie czynniki związane z obróbką cieplną. Powstaje wielka różnorodność drobnych, niekiedy niedostrzegalnych przyczyn, które wpływają na zmianę właściwości stali obrabianej cieplnie. Badana zbiorowość została zebrana w ciągu trzech lat na podstawie stałych obserwacji autora.

Gdy wraz z inż. S. Hefnerem pisaliśmy pracę pt. „Rozsiewy wartości własności wytrzymałościowych pewnych stali konstrukcyjnych”<sup>1)</sup> brakowało odpowiednich danych statystycznych o stalach chromowo-molibdenowych, jako nowych, i dlatego pominęliśmy je w owej pracy. Od tego czasu zastosowanie stali chromowo-molibdenowych stało się powszechniejsze, a po drugiej wojnie światowej zdobyły one w wielu krajach przewagę nad stalami chro-

mowo-niklowo-molibdenowymi, zarówno ze względu na swe własności mechaniczne, jak i mniejszy koszt wytwarzania. W ciągu ostatnich trzech lat udało mi się zgromadzić materiał statystyczny, który może przynajmniej w części uzupełnić istniejącą lukę. Warunki zbierania tego materiału były inne niż warunki przedwojenne i analiza statystyczna musi być odmienna od poprzednich. Badania ograniczono tylko do jednego gatunku stali chromowo-molibdenowej (TR2) o wymaganym składzie chemicznym: C  $0,3 \div 0,37$  %, Mn  $0,5 \div 0,8$  %, Si maks.  $0,35$  %, P maks.  $0,035$  %, S maks.

<sup>1)</sup> Przegląd Mechaniczny, 1937, nr 18 — 19, str. 638 do 648.

0,035 %, Cr 0,9 ÷ 1,2 %, Mo 0,15 ÷ 0,25 %. Ze stali tej wykonywano pręty kute okrągłe o średnicy 160 mm i około 3000 mm długości. W prętach wiercono otwory osiowe o średnicy około 80 mm. Wytworzone w ten sposób rury miały ścianki grubości około 40 mm. Z rur tych cięto tuleje długości około 400 mm, a u początku i końca każdej rury odcinano pierścienie długości około 150 mm, które służyły za odcinki próbne; z nich pobierano próbki wytrzymałościowe. Dwa odcinki próbne wraz z tulejami wzięte z jednej rury stanowiły partię. Każdą partię obrabiano cieplnie, tak aby uzyskać własności:  $R_r = 90 \div 105 \text{ kG/mm}^2$ ,  $Q_r$  min.  $70 \text{ kG/mm}^2$ ,  $A_5$  min. 14 %, C min. 50 %, U min.  $9 \text{ kG/cm}^2$ , a następnie mierzono twardość każdej próbki. Zbadano 45 wytopów. Ponieważ podczas produkcji zaginęły numery rozpoznawcze niektórych tulei lub rur, zbadano ponownie ich skład chemiczny i potraktowano je oddzielnie, nie włączając ich do istniejących już wytopów. Takich analiz kontrolnych przeprowadzono 14. Wahania składu chemicznego 45 wytopów i 14 analiz kontrolnych przedstawia tablica 1.

Tablica 1

	Pierwiastek						
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo
Minimum	0,27	0,52	0,18	0,009	0,008	0,64	0,16
Maksimum	0,41	0,71	0,33	0,040	0,029	1,18	0,29
Średnio	0,34	0,62	0,26	0,018	0,012	1,05	0,23

Jak widać, istniały wytopy, których skład przekraczał przepisane granice, jakkolwiek tylko jeden wytop zawierał 0,22% C, a jeden 0,41 % C.

Z tego wynika, że zasadniczymi czynnikami wpływającymi na rozsiew własności wytrzymałościowych mogły być jedynie skład chemiczny i obróbka cieplna. Ani warunki przerobu plastycznego, ani też wpływ wymiarów nie mogły odgrywać poważniejszej roli, ponieważ były za mało zmienne. Oprócz końcowej obróbki cieplnej mogło jeszcze wpływać wyżarzanie przed wierceniem środka pręta. Wpływ końcowej obróbki cieplnej zasłaniał jednak całkowicie wpływ tego wyżarzania i wpływ składu chemicznego. Prób przeprowadzono 545. Liczba ta obejmuje zarówno próby zakwalifikowane jako odpowiadające warunkom odbiorczym, jak i te, które warunkom tym nie odpowiadały.

Przed zajęciem się samą analizą statystyczną trzeba podkreślić pewne twierdzenie. A więc statystyka matematyczna winna opierać się na uprzedniej analizie jakościowej zbiorowości statystycznej i nie można się nią posługiwać w oderwaniu od rzeczywistego charakteru badanej zbiorowości. W badanym przedmiocie zarówno wytrzymałość jak i granica plastyczności

są zmiennymi ciągłymi, chociaż otrzymane wyniki wykazują wyraźny charakter skokowy (losowy). Ta okoliczność podkreśla znaczenie doboru przedziału klasowego zbiorowości. Zależnie od wyboru przedziału klasowego, tzn. jego wielkości i początku, może wystąpić zarówno niesymetryczność, jak i inne zniekształcenia krzywej rozdziału. Wreszcie należy omówić sprawę charakteru rozdziału. Wiadomo, że zarówno wytrzymałość jak i granica plastyczności są wartościami umownymi, nie reprezentującymi jakiegokolwiek rzeczywistej wartości materiałowej dlatego, że w obu tych wartościach obciążenie dzieli się przez przekrój nie istniejący w chwili występowania obciążenia. Można więc np. twierdzić, że prawdopodobieństwo występowania wytrzymałości stali równej zeru lub ujemnej jest równe prawdopodobieństwu występowania wytrzymałości równej  $400 \text{ kG/mm}^2$ , a więc równe w obu przypadkach zeru. Można więc założyć, że krzywa rozkładu może odpowiadać rozkładowi normalnemu. Rozkład normalny jest w moim przypadku uwarunkowany dużą ilością drobnych przyczyn wpływających na wartości zmiennych. Przyczynami tymi są: temperatura pieca i jej pomiar, temperatura i warunki chłodzenia w cieczy chłodzącej, warunki klimatyczne, czynnik osobowy, wzajemny stosunek temperatury nagrzania, jej pomiaru, temperatury cieczy chłodzącej i sposobu chłodzenia podczas hartowania do takichże warunków podczas odpuszczania. W ciągu trzech lat, podczas których przeprowadzano badania, zmieniały się wszystkie te czynniki, przebudowywano piec, zmieniali się hartownicy, inaczej przebiegała obróbka cieplna w różnych porach roku, zmieniały się cieczy chłodzące itp. Niektóre z nich, jak czynnik osobowy i warunki klimatyczne, wywierały znaczny wpływ na wyniki przeprowadzanych operacji, większość jednak wpływała na nie w mniejszym stopniu, dając podstawę do utworzenia, wobec tak dużej ilości prób, rozkładu normalnego.

Przy rozważaniu statystycznym nasuwa się następujący tok postępowania: dobranie odpowiedniego rozkładu na klasy wytrzymałości, a dopiero potem ustalenie zależności statystycznej pomiędzy wytrzymałością a granicą plastyczności. Odpowiedni rozkład na klasy pozwala wyeliminować lub rozpoznać przynajmniej wpływy nie związane z badanymi własnościami lub też zwykłe pomyłki. Przeprowadzono więc szereg podziałów, a najbardziej interesujące przedstawiono na wykresach 1 ÷ 3. Na wykresach tych wartości wytrzymałości stanowią odciecie, a ilości prób odpowiadające danemu przedziałowi rzędne. Skale rzędnych poszczególnych krzywych przesunięto w celu uzyskania większej przejrzystości rysunków. Przesunięcia początków wszystkich wykresów wynoszą  $0,5 \text{ kG/mm}^2$ , jest to bowiem najmniejsze przesunięcie podziału, które wpływało na charakter krzywej. Wielkość przedziału klaso-



wego, jak widać z rysunków, wywiera znaczny wpływ na charakter krzywej. Dążeniem moim było obranie jak najmniejszego przedziału klasowego, aby można było jak najściślej odtworzyć ciągły charakter zmiennej. Zarówno jednak przedział klasowy 1 kG/mm<sup>2</sup>, jak i przedstawiony na rys. 1 przedział 2 kG/mm<sup>2</sup> nie odzwierciedlały żadnego ułożenia chociażby graficznie podobnego do rozkładu normalnego. Dopiero krzywa nr 3 na rys. 2 jest jednowierzchołkowa. Na rys. 3 (wykres dotyczący klasy 4 kG/mm<sup>2</sup>) mamy już dwie takie krzywe (nr 5 i 7).

Zajmijmy się więc krzywą nr 3 z rys. 2, mającą przy najmniejszym przedziale klasowym 2 kG/mm<sup>2</sup> charakter geometrycznie podobny do krzywej normalnej. W tabelicy 2 podano wyniki obliczeń parametrów opisowych, sprawdzianu Charliera dla powyższych obliczeń i ocenę rozbieżności z układem normalnym za pomocą kryterium  $\lambda$  (Kołmogorowa). W tabelicy tej oznaczają  $z$  — wartości środkowe przedziału wytrzymałości,  $n$  — częstość występowania wytrzymałości w danym przedziale,  $x$  — zmienną pomocniczą,  $M'$  — momenty początkowe zmiennej  $x$ ,  $m'$  — momenty centralne zmiennej  $x$ ,  $m$  — momenty centralne zmiennej  $z$ ,  $\bar{z}$  — średnią arytmetyczną wartości  $z$ ,  $\sigma$  — średnie od-

chylenie,  $\Phi$  — wartość funkcji  $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z -\frac{t^2}{e^2} dt$ ,

gdzie

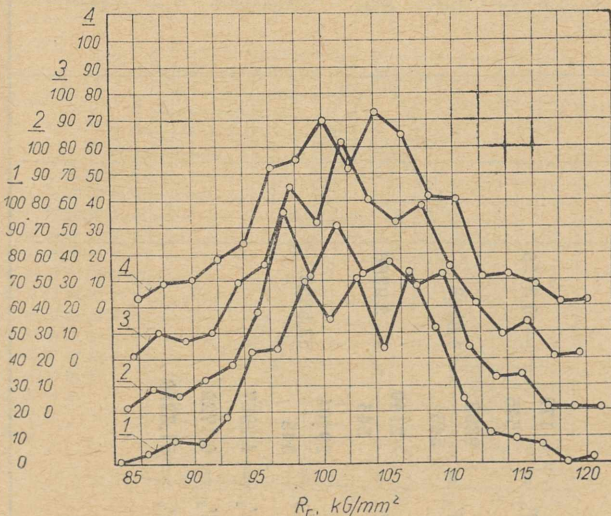
$$t = \frac{z - \bar{z}}{\sigma}$$

$\Delta$  — bezwzględną wartość różnicy pomiędzy wartością kumulacyjną częstości doświadczalnej a odpowiednią wartością całki,

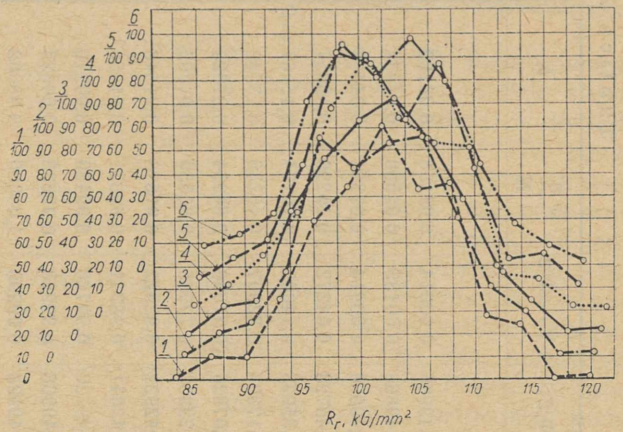
$N$  — całkowitą liczbę prób = 545,

$D$  — największą różnicę z podanych.

Jak widać z tabelicy, zgodność badanego rozkładu z rozkładem normalnym jest zerowa.



Rys. 1. Diagram dla klasy 2 kG/mm<sup>2</sup>



Rys. 2. Diagram dla klasy 3 kG/mm<sup>2</sup>

Takie same wyniki otrzymano przy badaniu zgodności krzywych nr 5 i 7 (z rys. 3) z rozkładem normalnym. Fakt ten zmusił mnie do poszukiwania przyczyn niezgodności.

Należało przeanalizować sposoby zbierania materiału statystycznego i ich wpływ na wyniki analizy statystycznej. Rury wykonywał jeden ośrodek produkcyjny, przerób rur na tuleje i ich obróbkę cieplną wykonywał inny ośrodek, wreszcie same badania własności wytrzymałościowych wraz z przygotowaniem próbek do tych badań jeszcze inny ośrodek produkcyjny. Wszystkie trzy ośrodki produkcji były od siebie całkowicie niezależne, nie było więc tendencji do „retuszowania“ wyników. Warunki produkcji w pierwszych dwóch ośrodkach stanowiły zresztą treść samej analizy statystycznej, nie było więc potrzeba rozpatrywać ich oddzielnie. Inaczej miała się rzecz z warunkami badań wytrzymałościowych. Można by było nie rozpatrywać ich, gdyby chodziło o rozkład jednej własności, np. wytrzymałości, jeśli jednak rozpatrywać będziemy zależność statystyczną pomiędzy dwoma lub więcej własnościami, np. w naszym przypadku zależność granicy plastyczności od wytrzymałości, to warunki badania mogą zaciemnić istotną zależność i odtwarzają jedynie sytuację w danym miejscu badania i w danym okresie badania, gdyż nawet w tym samym miejscu badania, warunki te zmieniają się z czasem. Warunki badania uwydatnią się tym silniej na krzywych rozkładu, im mniejsze będą przedziały klasowe. Stosowanie natomiast dużych przedziałów klasowych wpływa na dokładność sformułowania zależności statystycznej.

A więc trzeba było rozpatrzeć warunki badań wytrzymałościowych. Badania te przeprowadzono w jednym z przodujących zakładów badawczych naszego przemysłu. Technika przeprowadzania tych prób była następująca: próbki wytaczano w warsztacie pomocniczym według wzorów próbek okrągłych pięciokrotnych; średnica części pomiarowej wynosiła 10 mm. Dopuszczalne odchyłki średnicy próbek wynosiły  $+ 0,03 \div 0,02$  mm. Tak wykonane próbki na rozciąganie sprawdzała kontrola warszta-

Tablica 2

Z	n	x	xn	x <sup>2</sup> n	x <sup>3</sup> n	x <sup>4</sup> n	x <sup>5</sup> n	x <sup>6</sup> n	(x-1) <sup>n</sup>	z-z	$\frac{z-z}{\delta}$	Φ/2	1/2 - Φ/2	$\sum \frac{n}{N}$	Δ
85	1	-6	6	36	216	1296	625	625	-17,05	-3,64	-0,49886	0,00014	0,00183	0,00169	
88	13	-5	65	325	1625	8125	3328	3328	-14,05	-3,00	-0,49865	0,00135	0,02569	0,02434	
91	15	-4	60	240	960	3840	1215	1215	-11,05	-2,36	-0,49086	0,00914	0,05321	0,04407	
94	54	-3	162	486	1458	4374	864	864	-8,05	-1,72	-0,45728	0,04272	0,15229	0,10957	
97	76	-2	152	304	608	1216	76	76	-5,05	-1,08	-0,35993	0,14007	0,29174	0,15167 = D	
100	93	-1	93	93	93	93	0	0	-2,05	-0,44	-0,17003	0,32997	0,46239	0,13242	
103	102						102	102	0,95	0,20	0,07926	0,57926	0,64954	0,07028	
106	85	1	85	85	85	85	1360	1360	3,95	0,84	0,29955	0,79955	0,80550	0,00595	
109	59	2	118	236	472	944	4779	4779	6,95	1,47	0,42922	0,92922	0,91376	0,01546	
112	30	3	90	270	810	2430	7680	7680	9,95	2,13	0,48341	0,98341	0,96881	0,01460	
115	14	4	56	224	896	3584	8750	8750	12,95	2,77	0,49720	0,99720	0,99450	0,00270	
118	1	5	5	25	125	625	1296	1296	15,95	3,41	0,49968	0,99968	0,99633	0,00335	
121	2	6	12	72	432	2592	4802	4802	18,95	4,05	0,49998	0,99998	1,00000	0,00002	
	545		-172	2396	-2140	29204	34877	34877							
$M'_1 = \frac{-172}{545} = -0,3156$							$\sum x^4 n = 29204$								
$M'_2 = \frac{2396}{545} = 4,3963$							$\sum 6x^2 n = 14376$								
$M'_3 = \frac{-2140}{545} = -3,9266$							N = 545								
$M'_4 = \frac{29204}{545} = 53,5853$							$\sum 4x^3 n = 8560$								
$m'_2 = 4,2967$							$\sum 4x n = 688$								
$m'_3 = 0,1729$							$\frac{34877}{34877}$								
$m'_4 = 51,2259$															

$$\lambda = D \cdot \sqrt{N} = 0,15167 \cdot 23,345 = 3,54$$

$$P(\lambda) = 1 - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot e^{-2k} \cdot 2^k}{k} = 0$$

$$z = 103 - 3 \cdot 0,3156 = 102,05$$

$$m_2 = m'_2 \cdot 3^2 = 38,6706 \sigma = 6,2186$$

$$m_3 = m'_3 \cdot 3^3 = 4,669$$

$$m_4 = m'_4 \cdot 3^4 = 4149,301$$

towa; później już ich nie mierzono, co oczywiście powodowało błąd pomiaru. Próbkę mierzono tylko w tych nielicznych przypadkach, gdy warsztat wykonał próbki o wymiarach przekraczających wyżej wspomniane odchyłki graniczne. W ciągu trzyletniego okresu badań tylko dwie próbki miały wymiary mniejsze od dopuszczalnych.

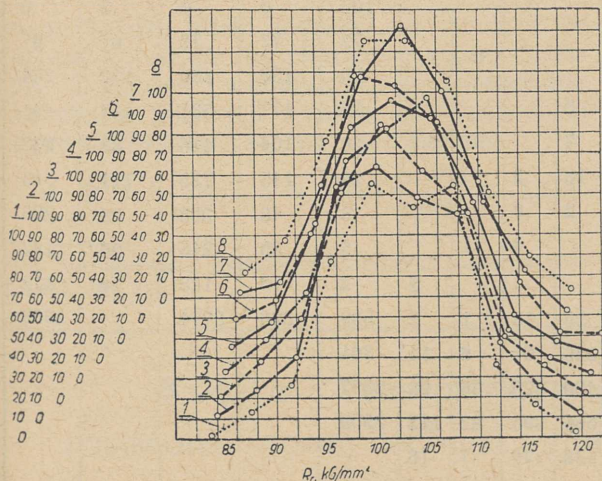
Drugim rodzajem błędów były błędy samej maszyny do rozciągania. Wahały się one w różnych okresach czasu od 0,6 do 0,9 % wobec dopuszczalnego błędu 1 %. Wreszcie trzeci rodzaj błędów badania, tzw. błędy odczytu, polegały na tym, że skala maszyny obejmowała zakres do 20 t z podziałkami co 100 kg, a każdy odczyt zaokrąglano do wartości 50 kg. Wytrzymałość obliczano za pomocą tablic, w których wartości obciążeń zmieniały się co 50 kg. Tablice te obejmowały zakres do 114 kG/mm<sup>2</sup>. Powyżej tej wartości obliczano wytrzymałość za pomocą suwaka, posługując się w dalszym ciągu zaokrągleniami odczytów obciążeń do 50 kg. Wszystkie te uproszczenia oraz związane z nimi błędy pomiaru i odczytu wynikały z konieczności przeprowadzania dużej liczby prób. Obliczmy więc wielkość, a raczej granice błędów spowodowanych opisaną techniką badania. Błąd pomiaru o górnej wartości 0,05 mm dla 90 kG/mm<sup>2</sup> daje 1,2 kG/mm<sup>2</sup>, a dla 115 kG/mm<sup>2</sup> daje 1,5 kG/mm<sup>2</sup>. Rozłożenie tego błędu w zbiorowości statystycznej nie ma postaci stałej, jest jednak ze względu na swą wielkość dość do niej zbliżone. Górną granicę błędu maszyny trzeba w myśl przepisów przyjąć jako równą 1 %, co dla naszych wartości wyniesie 0,9 kG/mm<sup>2</sup> dla 90 kG/mm<sup>2</sup> i 1,2 kG/mm<sup>2</sup> dla 115 kG/mm<sup>2</sup>. Prawdopodobieństwo występowania tego błędu jest praktycznie biorąc stałe. Wreszcie wartość 50 kg przeliczona na przekrój wynosi 0,6 kG/mm<sup>2</sup> dla całego zakresu badania. Prawdopodobieństwo występowania tego błędu odczytu jest stałe w całym zakresie. Sumując występujące błędy badania otrzymamy wartość graniczną 2,7 kG/mm<sup>2</sup> dla 90 kG/mm<sup>2</sup>

i 3,3 kG/mm<sup>2</sup> dla 115 kG/mm<sup>2</sup>. Rozumowanie powyższe stoi w sprzeczności ze zwykle stosowanymi określeniami wytrzymałości z dokładnością do jednej dziesiątej kG/mm<sup>2</sup>. Nie oznacza to, że każda zbiorowość prób wytrzymałościowych ma tego rodzaju błędy nie związane z właściwościami materiału, występują one jednak w wielu zbiorowościach pochodzących z laboratoriów przemysłowych. Przyczyną ich powstawania jest wspólna dla wszystkich laboratoriów przemysłowych, a jest nią masowość prób codziennie wykonywanych. Powyższy sposób określania błędów można zastosować podczas analizy granicy plastyczności, występuje przy tym jednak dodatkowe źródło błędów: niepewność oznaczenia granicy plastyczności, tym większa, im wyżej leży granica plastyczności.

Z powyższego rozważania wynika, że prawdopodobieństwo błędów badania jest prawie jednakowe. Zastosujmy do tego przypadku zasadę kompozycji prawdopodobieństw, przyjmując rozkład prawdopodobieństwa wytrzymałości jako normalny, a rozkład prawdopodobieństwa błędów badania jako stały (jednakowy) w zakresie na razie nie oznaczonym. Przypadek taki został już opracowany przez Dlina,<sup>4)</sup> pominię więc wywód wzoru, poprzestając na jego zastosowaniu do badanego przypadku. W tabelicy 3 podano wyniki badania zgodności takiego rozkładu z rozkładem otrzymanym doświadczalnie. Oprócz oznaczeń użytych w tabelicy 1 mamy tu oznaczenia następujące: *a* — dolny zakres przedziału prawdopodobieństwa jednakowego, *b* — górny zakres przedziału prawdopodobieństwa jednakowego,  $\Phi_a$  — funkcja rozkładu dla dolnego zakresu,  $\Phi_b$  — funkcja rozkładu dla górnego zakresu.

$$F_n = \sum_{n=1}^n \frac{\Phi_a + \Phi_b}{\Sigma (\Phi_a + \Phi_b)}$$

$\sigma_n$  — średnie odchylenie dla nowego rozkładu w odróżnieniu od poprzedniego. Jako sprawdzian zgodności użyto i tutaj kryterium Kołmogorowa ( $\lambda$ ). Tablica 3 odnosi się do krzywej nr 3 z rys. 2, a więc do tego samego przypadku, który pokazano w tabelicy 2. Zgodność danych doświadczalnych z krzywą wyprowadzoną na podstawie powyższych założeń jest całkowita. Podobne obliczenia dotyczące krzywych 5 i 7 z rys. 3 dały identyczne wyniki. Dowodzi to, że zgodność obu krzywych, a więc słuszność założeń, nie wynika z przypadku, lecz opiera się na właściwości samej zbiorowości statystycznej. Ze względu na to badaną zbiorowość można uważać za normalną. Uwzględniając powyższe zastrzeżenia nie potrzeba uciekać się do sztucznych rozkładów nie uzasadnionych warunkami rzeczywistymi, a dzięki temu można uniknąć błędnych wniosków. Z powyższego wynika rów-



Rys. 3. Diagram dla klasy 4 kG/mm<sup>2</sup>

<sup>4)</sup> A. M. Dlin. Matematyčeskaja statistika w tiechnike, 1951, str. 78.

Tablica 3

$$\bar{z} = 102,05 = \frac{a+b}{2} \quad \sqrt{\frac{5}{2} m_2^3 - \frac{5}{6} m_4} = 16,7569 = \left(\frac{b-a}{12}\right)^2$$

$$\sigma = m^2 = m_2 = \sqrt{\frac{5}{2} m_2^2 - \frac{5}{6} m_4} = 21,9137$$

$$a = 94,96 \quad b = 19,14 \quad \sigma_n = 4,6812$$

z	$\frac{z-a}{\sigma_n}$	$\frac{b-z}{\sigma_n}$	$\Phi_a$	$\Phi_b$	$\Phi_a + \Phi_b$	F	$\frac{\sum n}{N}$	$\Delta$
85	-2,13	5,16	-0,96682	1	0,03318	0,00351	0,00183	0,00168
88	-1,49	4,52	-0,86378	1	0,13622	0,01794	0,02569	0,00775 = D
91	-0,85	3,88	-0,60468	0,99990	0,39522	0,05979	0,05321	0,00658
94	-0,21	3,23	-0,16634	0,99876	0,83242	0,14793	0,15229	0,00436
97	0,44	2,59	0,34006	0,99040	1,33046	0,28882	0,29174	0,00292
100	1,08	1,95	0,71986	0,94882	1,66868	0,46552	0,46239	0,00313
103	1,72	1,31	0,91456	0,80980	1,72436	0,64811	0,64954	0,00143
106	2,36	0,67	0,98172	0,49714	1,47886	0,80471	0,80550	0,00079
109	3,00	0,03	0,99730	0,02394	1,02124	0,91848	0,91376	0,00472
112	3,64	-0,61	0,99973	-0,45814	0,54158	0,97020	0,96881	0,00139
115	4,28	-1,25	1	-0,78870	0,21130	0,99257	0,99450	0,00193
118	4,92	-1,89	1	-0,94124	0,05879	0,99879	0,99633	0,00246
121	5,56	-2,53	1	-0,98860	0,01140	1,00000	1,00000	0,00000

$\lambda = D \cdot \sqrt{N} = 0,00775 \cdot 23,3452 = 0,1809$   
 $P(\lambda) = 1$

Tablica 4

Q <sub>r</sub>	R <sub>r</sub>												n <sub>y</sub>	n <sub>y</sub> Δ <sub>y</sub>	n <sub>y</sub> Δ <sub>y</sub> <sup>2</sup>	x	x Δ <sub>y</sub>	
	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	115	118						121
70	1	3												4	-24	144	-17	102
73		7	1											8	-40	200	-31	155
76		2	7	3										12	-48	192	-35	140
79		1	5	23	3									32	-96	288	-68	204
82			1	21	21	3								46	92	184	-66	132
85			1	7	30	21	2							61	-61	61	-45	45
88					21	54	24	1						100	0	0	5	0
91					1	21	50	9						72	72	72	67	67
94						2	21	45	7					75	150	300	132	264
97							3	27	26	3				59	177	531	147	441
100								2	17	7				26	104	416	83	332
103									8	18	3			29	145	725	111	555
106										2	6			8	48	288	38	228
109											4	1		5	35	245	26	182
112													2	2	16	128	14	112
n <sub>x</sub>	1	13	15	54	76	92	100	84	58	30	13	1	2	539	386	3774		2959
n <sub>x</sub> Δ <sub>x</sub>	-5	-52	-45	-108	-76	0	100	168	174	120	65	6	14	361				
n <sub>x</sub> Δ <sub>x</sub> <sup>2</sup>	25	208	135	216	76	0	100	336	522	480	325	36	98	2557				
n <sub>xy</sub> · Δ <sub>x</sub> Δ <sub>y</sub>	30	256	153	260	80	0	99	376	600	556	395	42	112	2959				
Y	-6	-64	-51	-130	-80	-11	99	188	200	139	79	7	16					
Y Δ <sub>x</sub>	30	256	153	260	80	0	99	376	600	556	395	42	112	2959				

niez, że 500 prób w tych warunkach jest liczbą raczej za małą, by można było zmniejszyć przedziały klasowe do wartości mniejszych niż 3 kG/mm<sup>2</sup>. Dlatego też dla zależności korelacyjnej obrałem właśnie ten przedział klasowy.

Tablicę zależności korelacyjnej ułożono zakładając ten sam przedział klasowy dla granicy plastyczności, co dla wytrzymałości, ponieważ jednak podczas oznaczania granicy plastyczności mogły powstać dodatkowe błędy spowodowane trudnością odczytu, zastosowano do każdego zbioru wartości granicy plastyczności, odpowiadającego jednemu klasowemu przedziałowi wytrzymałości, eliminację za pomocą reguły 3σ. Dlatego w tablicy 4 skreślono sześć wartości; wartości tych, jako błędnych, nie uwzględniono w dalszych obliczeniach. W tablicy 4 użyto następujących oznaczeń: litery ze wskaźnikiem  $x$  odnoszą się do wartości wytrzymałości, litery ze wskaźnikiem  $y$  odnoszą się do wartości granicy plastyczności,  $n$  — oznaczają sumy częściowe,  $\Delta$  — różnice w porównaniu do wartości założeniowej (dla  $R_r = 100$  i dla  $Q_r = 88$ ),  $X$  oraz  $Y$  — wartości do sprawdzania zgodnie ze sposobem podanym przez S. Świętosławskiego.<sup>1)</sup> W dalszych wywodach kreseczka pozioma nad literą oznacza wartość średnią. A więc

$$\bar{x} = 100 + 3 \cdot \frac{361}{539} = 102,0093,$$

$$\bar{y} = 88 + 3 \cdot \frac{386}{539} = 90,1484,$$

$$\sigma_x^2 = \frac{2557}{539} - \left(\frac{361}{539}\right)^2 = 4,2954,$$

$$\sigma_x = 2,0725,$$

$$\sigma_y^2 = \frac{3774}{539} - \left(\frac{386}{539}\right)^2 = 6,4890,$$

$$\sigma_y = 2,5474$$

Na tej podstawie obliczono wartość współczynnika korelacji

$$r = \frac{\frac{2959}{539} - \frac{386}{539} \cdot \frac{361}{539}}{2,5474 \cdot 2,0725} = 0,949.$$

Jest on bardzo bliski jedności, co oznacza, że zależność  $Q_r$  od  $R_r$  ma charakter raczej funkcyjny. Z założeń i z charakteru rozmieszczenia zależności w tablicy 4 wynika, że zależność ta jest prawie liniowa. Można więc napisać

$$Q = a \cdot R + b, \text{ gdzie } a = 0,949 \cdot \frac{2,5474}{2,0725} = 1,166.$$

Wstawiając za  $y$  oraz  $x$  ich wartości średnie otrzymamy  $90 \cdot 15 = 1,166 \cdot 102 + b$ , stąd zaś  $b = -28,78$ , czyli

$$Q = 1,166 \cdot R - 28,78$$

Drugie równanie regresji dla  $a = \frac{2,5474}{0,949 \cdot 2,0725} = 1,295$  przybierze postać

$$Q = 1,295 \cdot R - 41,96$$

Nożyce korelacyjne obu równań zawierają kąt zaledwie 2° 55' 22". Wobec tak małego kąta nożyc można bez popełnienia większego błędu zastosować średnie:

$$Q = 1,23 \cdot R - 35,3$$

Uzasadnia to uproszczenie również rozmieszczenie częstości w tablicy 4, odchylenia powodują bowiem brzegowe wartości zbiorowości, które ze względu na małą liczebność mogą zawierać błędy przypadkowe, nie dające się tą metodą wyeliminować.

Otwarta pozostaje przy tym sprawa charakteru odchylen brzegowych wartości zbiorowości:  $Q_r$  ma tendencję do wzrostu przy brzegowych górnych wartościach  $R_r$ , a tendencję do spadku przy brzegowych dolnych wartościach  $R_r$ . Oba odchylenia liczone od wartości „średniej“. Wszystkie trzy równania przedstawiające zależność  $Q_r$  od  $R_r$  są ważne tylko w badanym zakresie. Na podstawie ostatniego wzoru można ułożyć tablicę zależności  $Q_r$  od  $R_r$ , jako wartości średnich, a dodając i odejmując od tych średnich wartości 3σ, można ułożyć tablicę minimalnych i maksymalnych wartości  $Q_r$ . Warto jeszcze sprawdzić, czy wymagania minimum  $Q_r$  są uzasadnione na podstawie powyższych badań. Norma wymaga  $R_r$  minimum 90 kG/mm<sup>2</sup>,  $Q_r$  minimum 70 kG/mm<sup>2</sup>. Z ostatniego wzoru podanej wytrzymałości odpowiada  $Q_r = 75,4$  kG/mm<sup>2</sup>. Odejmując od tej wartości wartość 3σ ~ 6 kG/mm<sup>2</sup> otrzymamy 69,4 kG/mm<sup>2</sup>, a więc wartości bardzo bliskie podanej w normie.

Opisanego sposobu obliczania teoretycznej krzywej rozkładu nie można stosować do wszystkich statystycznych zbiorów wartości wytrzymałościowych, każdy jednak zbiór wymaga zbadania, czy na określanie tych wartości nie wpływały czynniki bądź to nie mające nic wspólnego z własnościami materiału, bądź też stanowiące systematyczne błędy, na co nie zawsze w badaniach tego rodzaju zwraca się dostateczną uwagę.

<sup>1)</sup> S. Romanowski: Podstawy statystyki matematycznej, 1952, str. 111.

Książka i czasopisma techniczne ułatwiają poznanie i zastosowanie nowej techniki, umożliwiają skuteczne posługiwanie się nową techniką.

Inż. BOHDAN KALINOWSKI, dr inż. ANDRZEJ GROSSMAN  
i inż. STANISŁAW ROJEK

662. 74 : 53/. 54

## Ustalanie gotowości koksu na podstawie pomiaru oporu elektrycznego bryły koksowej

*Z uwagi na znaczenie gospodarcze ustalania właściwego czasu koksowania i trudności napotymane przez przemysł koksowniczy z powodu braku odpowiedniej metody pomiaru, wykorzystano zależność przewodnictwa elektrycznego koksu od stopnia wyprażenia. — Opierając się na tym opracowano metodę pozwalającą ustalać w warunkach przemysłowych gotowość koksu i przykładowo zastosowano ją do wykazania wpływu zawartości wilgoci we wsadzie na czas odgazowania.*

Proces koksowania należy kończyć zaraz po całkowitym skoksowaniu węgla aż do środka wsadu komory, tj. po osiągnięciu zupełnej gotowości koksu. Zarówno niedoprażenie, jak i nadmierne przegrzanie pogarsza jakość koksu. Ponadto zbędne przetrzymywanie koksu w komorach jest równoznaczne ze zmniejszeniem się zdolności przerobu baterii. Stąd wynika, że umiejętność oceny gotowości koksu umożliwiająca ustalanie właściwego czasu prażenia, ma bardzo duże znaczenie dla koksownictwa ze względu na jakość i wielkość produkcji.

Określanie stopnia wyprażenia koksu po wyładowaniu komory nie następuje trudności. Dobrym wskaźnikiem jest m. in. zawartość części lotnych w koksie, a zwłaszcza w sortymencie 0 ÷ 20 mm (według Obuchowskiego). [1]

Dotychczas nie rozwiązano natomiast należyście kontroli postępu prażenia koksu przebywającego jeszcze w komorze, aby wyznaczyć właściwy moment wyładunku. Cel ten osiąga się rozmaitymi sposobami.

I. *Obserwacja bezpośrednia* jest sposobem stosowanym powszechnie i stale we wszystkich koksowniach. Polega ona na ocenie stopnia wyprażenia koksu na podstawie wyglądu wolnej przestrzeni w komorze lub barwy płomienia na rurze wznoszącej. Jeśli przez wzierniki w drzwiach komory widzi się wyraźne przeciwległe drzwi i ściany komory oraz górną warstwę bryły koksowej, to nastąpiło dostateczne wyprażenie, w przeciwnym bowiem razie płomienie w przestrzeni podsklepieniowej utrudniają obserwację.

O gotowości koksu świadczy także równomierne rozżarzenie powierzchni bryły koksowej widzianej przez otwory w sklepieniu komory. Ponadto bładny, jasnożółty kolor płomienia gazu zapalającego się na rurze wznoszącej po otwarciu pokrywy jest oznaką dostatecznego wyprażenia: płomień dłuższy, świecący, żółtopomarańczowy wskazuje, że koks nie jest jeszcze gotowy.

Nie trzeba dowodzić, że taki sposób postępowania jest prymitywny i niedokładny, a ocena bardzo subiektywna. Zależy ona zarówno od wprawy pracowników, jak i od zewnętrznych warunków oświetlenia. Ścisłe pomiary czasu koksowania na tej podstawie są zawsze wątpliwe, a stopień wyprażenia koksu na poszczególnych zmianach wykazuje przeważnie duże wahania.

II. *Obliczanie*. W literaturze fachowej [2, 3, 4] znajdujemy wiele sposobów obliczania czasu koksowania. Opierają się one na różnorodnych założeniach i obliczeniach teoretycznych oraz obserwacjach doświadczalnych, które autorzy usiłowali powiązać w mniej lub bardziej dokładne zależności ujęte wzorami lub wykresami.

We wzorach tych występują najrozmaitsze parametry i współczynniki dotyczące rodzaju i wymiarów komór, charakteru wsadu i gazu opałowego oraz warunków temperatury procesu. Do nich m. in. należą: szerokość komór i grubość ścianek oddzielających komory od kanałów gazowych, ciężar nasypowy i zawartość wilgoci we wsadzie, współczynniki przewodnictwa cieplnego gazu i ścian komory, ciepło właściwe węgla i koksu, ciepło koksowania, obciążenie użytkowej powierzchni grzewczej, ilość ciepła doprowadzana przez gaz, temperatura kanałów grzewczych i końcowa temperatura koksowania, sprawność pieca itd.

Jest rzeczą zrozumiałą, jak trudno matematycznie ująć zjawiska zachodzące podczas odgazowania węgla w komorach koksowniczych i ustalić właściwe wielkości poszczególnych parametrów. Porównanie czasów koksowania ustalonych teoretycznie na podstawie wykresu Koppersa lub wzorów Litterscheidta, Stedinga lub Cassana z czasami wyznaczonymi doświadczalnie wykazuje [2] odchylenia dochodzące do około  $\pm 20\%$ .

Obliczenia teoretyczne prowadzą więc do wartości przybliżonych, które należy uważać za orientacyjne. Są one niewątpliwie pożyteczne przy projektowaniu i uruchomieniu nowych baterii, nie podobna jednak na ich podstawie ściśle określać zakończenia procesu koksowania. Realną gotowość koksu trzeba ustalać doświadczalnie.

III. *Pomiar końcowej temperatury koksowania*. Metoda ta, opisana przez Obuchowskiego, [1] polega na pomiarze temperatury na trzech wysokościach w środkowej, podłużnej pionowej płaszczyźnie bryły koksowej, czyli w przyszłym szwie koksowym. Koks uważa się za dostatecznie wyprażony i nadający się do wyładunku z komory wówczas, gdy temperatura w punktach pomiaru osiągnie 950 °C.

Dla wypróbowania tej metody wykonano kilka doświadczeń używając termopar trójpunktowych Ni-CrNi w osłonie ze stali chro-

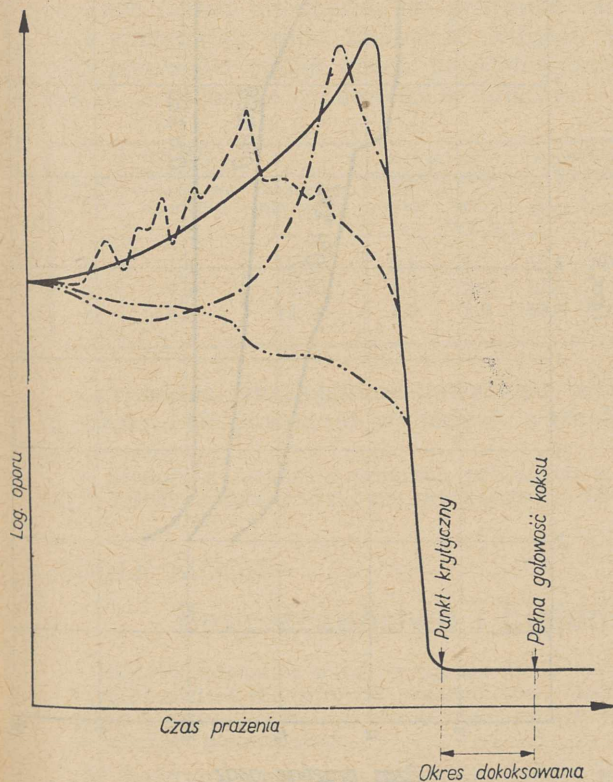
mowo-niklowej, umożliwiających pomiar temperatury:

1. 300 mm nad tokiem komory,
2. 300 mm poniżej górnej powierzchni wsadu,
3. pośrodku, między tymi dwoma punktami.

Przekonano się, że w stosunku do tej metody, jakkolwiek znacznie dokładniejszej od poprzednio wymienionych, należy wysunąć pewne zastrzeżenia, a mianowicie:

1. pomiar temperatur w punktach nie wykazuje ewentualnych nie doprażonych gniazd koksu powstających w razie niejednorodności mieszanki wsadowej. Z tej samej przyczyny nie określa dokładnie gotowości koksu, gdy wskutek nierównomiernego ogrzewania komór nastąpi przesunięcie boczne szwu kokсового;
2. dość kosztowna instalacja szybko się zużywa;
3. zakładanie termopar jest uciążliwe.

IV. *Pomiar oporu elektrycznego bryły koksowej.* Ponieważ określanie gotowości koksu na podstawie pomiaru temperatury końcowej budziło zastrzeżenia, spróbowaliśmy wykorzystać do tego celu zmiany przewodności elektrycznej węgla, zachodzące w nim podczas koksovania. Zależność oporności elektrycznej koksu od wartości części lotnych, pozostałych w nim po wyprażeniu przy różnych temperaturach, podają Mott i Wheeler [5]. Powiązanie przewodnictwa koksu ze stopniem wyprażenia wynika również z prac Sandora [6], a przede wszyst-



Rys. 1. Schematyczny wykres zależności oporu elektrycznego bryły koksowej od czasu prażenia (linia ciągła) i jego warianty (linie przerywane)

kim z prac Onusajtisa i Juriewskiej [8]. O praktycznych możliwościach zastosowania tego zjawiska wspomina m. in. Syskow [7] w referacie wygłoszonym w Gliwicach w 1953 r.

Wykonaliśmy około 25 prób polegających na mierzeniu oporu elektrycznego bryły koksowej, znajdującej się w komorze, za pomocą dwóch elektrod węglowych, wprowadzonych do wsadu przez otwory w przeciwległych drzwiach komory i połączonych z mostkiem Wheatstone'a. Z wykonanych doświadczeń wynika, że wykres zmian oporu bryły koksowej podczas odgazowania ma charakterystyczny przebieg (rys. 1).

Bepośrednio po załadunku opór bryły węglowej waha się od kilku do kilkunastu tysięcy omów. W miarę prażenia opór przeważnie wzrasta, po czym, w pewnym momencie następuje wyraźny i raptowny spadek, a następnie ustalenie się oporu na bardzo niskim poziomie, który się już nie zmienia. Z tą główną obserwacją wiążą się inne:

1. Wielkość oporu bryły węglowej bezpośrednio po załadunku zależy w dużym stopniu od gęstości wsadu i jego wilgotności.

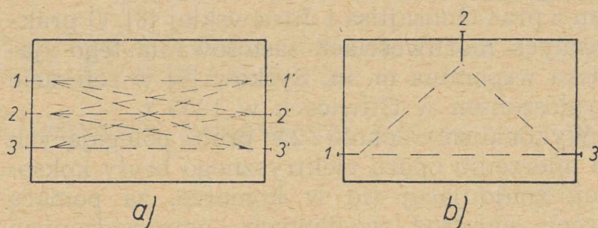
2. Kształt krzywej przed raptownym spadkiem oporu wykazuje wiele rozbieżności. Zdarza się, że wspomniany poprzednio wzrost oporu poprzedzony jest powolnym i niezbyt dużym zmniejszeniem się go. Niekiedy maksymalne wartości przypadają na początek, a następnie krzywa łagodnie opada lub nieznacznie waha się aż do chwili charakterystycznego spadku, nieraz zaś zachodzą wielokrotne ostre załamania. Nie szukaliśmy przyczyn tych rozbieżności ani nie ustaliliśmy wpływu na nie poszczególnych czynników, sądząc że nie jest to istotne, skoro w zalecanej metodzie ustalania gotowości koksu tej części krzywej nie uwzględniamy.

3. W każdym pomiarze zaznacza się raptowny spadek oporu z kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu tysięcy omów do poziomu około 1 oma. Zdarza się to w okresie, gdy temperatura w płaszczyźnie wykonania pomiarów wynosi  $700 \div 800^\circ\text{C}$ .

4. Załamanie krzywej między okresem spadku a ustabilizowanym poziomem końcowym jest wyraźne i łatwe do ustalenia, jakkolwiek przed osiągnięciem wartości stałej obserwuje się niekiedy nieznaczne wahania.

5. Jeżeli chodzi o parametry owego charakterystycznego załamania (nazwanego przez nas „punktem krytycznym“) należy stwierdzić, co następuje:

- a. położenie na osi rzędnych (wartości oporu końcowego) zależy od oporu elektrycznego urządzenia, czyli przewodów, przełączników itd., wpływ warunków doświadczenia przy tej samej instalacji pomiarowej jest natomiast niewielki. Nie stwierdzono uchwytłych wahań oporu końcowego nawet przy dłuższym przetrzymaniu



Rys. 2. Schematy mierzenia oporów między elektrodami

koksu w komorze. Zachodzące niewątpliwie w tych warunkach zmiany oporu spowodowane stopniem zgrafitowania koksu, są zapewne małe i znajdują się w granicach błędu pomiaru;

b. położenie na osi odciętych (moment osiągnięcia oporu końcowego) wykazuje w tych samych warunkach doświadczenia dużą stałość. Wahania nie przekraczają 15 minut, jeżeli oznaczenie wykonano prawidłowo.

6. Od chwili osiągnięcia oporu końcowego aż do uzyskania należytej gotowości koksu upływa pewien okres czasu („okres dokoksowania“), który należy wyznaczyć doświadczalnie. Ma on wartość stałą dla każdej baterii. Gotowość koksu stwierdzaliśmy oznaczeniem części lotnych w sortymencie poniżej 20 mm.

7. Warunki techniczne nie pozwoliły na porównanie oporów mierzonych jednocześnie między elektrodami umieszczonymi parami na trzech różnych wysokościach wsadu (rys. 2a). Zamierzano w ten sposób stwierdzić, czy i w jakim stopniu położenie elektrod wpływa na przebieg pomiarów, wykonano natomiast pomiary między elektrodami umieszczonymi według rys. 2b. Stwierdzono, że krzywe zmian oporu mierzone między elektrodami 1—2, 1—3 i 2—3 wykazują początkowo pewne nieznaczne różnice (mogące wynikać z niejednorodności wsadu lub nieco odmiennych warunków koksovania), w okresie końcowym zaś, tj. spadku oporu, krzywe pokrywają się niemal zupełnie, a położenia punktu krytycznego są jednakowe. Z tego wnioskujemy, że położenie elektrod ma znaczenie drugorzędne i, że ewentualna niejednorodność mieszanki oraz pewne wahania temperatury w kanałach grzewczych nie mają decydującego wpływu na pomiar (przy wprowadzeniu elektrody pionowej trzeba oczywiście odpowiednio ją izolować, aby uniknąć bezpośredniego przewodnictwa przez górną warstwę koksu oraz zanurzyć ją dostatecznie głęboko, aby jej koniec przez cały okres koksovania znajdował się poniżej górnej warstwy plastycznej).

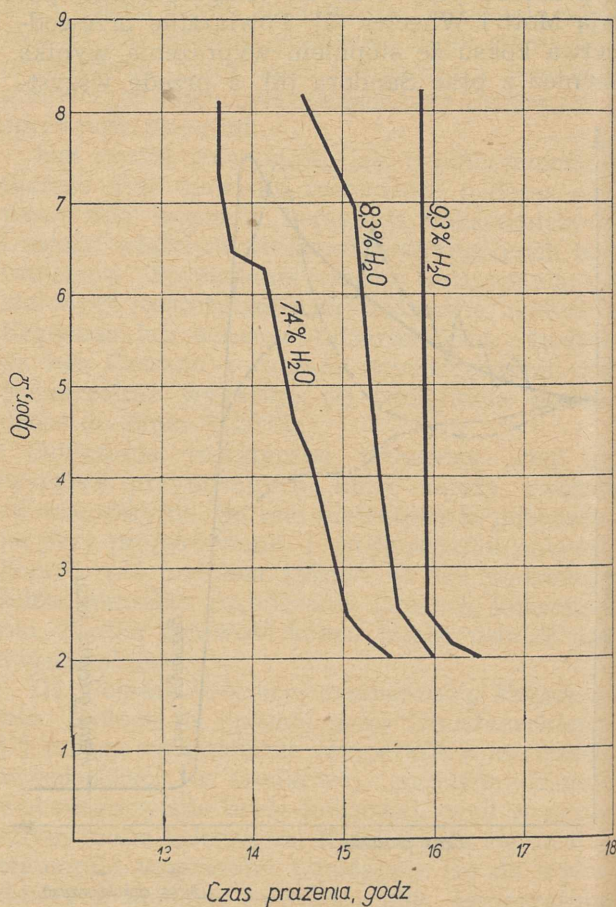
Sposób wykonania pomiaru jest prosty i łatwy. Dwie elektrody węglowe o średnicy 80 mm, długości 1200 mm, wprowadza się na głębokość 700 mm do placka węglowego: jedną po stronie maszyny, drugą zaś po stronie koksowej przez przygotowane w tym celu otwory w drzwiach komory. W naszym przypadku ot-

wory te były umieszczone o 300 mm nad dnem komory.

W celu wprowadzenia elektrod do wsadu należy wywiercić w nim kanały zaraz po załadowaniu węgla do komory, przy zamkniętych drzwiach komory i otwartej wyduszkce. Kanały wierci się przez otwory w drzwiach komory rurą żelazną o średnicy odpowiadającej średnicy elektrody. Następnie do wywierconych kanałów wprowadza się elektrody, izolując je od drzwi i uszczelnia się sznurem azbestowym. Wyduszkę usuwa się i komora zostaje przyłączona do odbieralnika, elektrody zaś łączy się z urządzeniem pomiarowym przewodami miedzianymi.

Założenie jednej elektrody wymaga zaledwie dwu, trzech lub czterech minut. Należy zwrócić uwagę na trudności związane niekiedy ze skurczem wsadu, który może spowodować nawet pęknięcie elektrod. Z tego względu trzeba obsadzać elektrody w otworach piecowych sposobem elastycznym i wprowadzać je kierując ich końce nieco ku górze, aby po ustaleniu się skurczu miały położenie poziome.

Wystarczy wykonywać odczyty w okresie spodziewanego spadku oporu dla uchwycenia momentu dolnego załamania (tj. punktu krytycznego). Stałe określanie gotowości każdej komory tym sposobem, czyli prowadzenie ru-



Rys. 3. Wycinek wykresu zależności oporu od czasu prażenia przy różnych zawartościach wilgoci we wsadzie



chu baterii według wskazań tej metody nie jest celowe. Mimo prostoty wykonania pomiarów skomplikowałyby to niewątpliwie eksploatację baterii, co byłoby nie uzasadnione tym bardziej, że znacznie ważniejsze jest utrzymanie seryjności opróżniania komór niż dokładne przestrzeganie gotowości każdego ładunku.

Opisana metoda nadaje się natomiast doskonale do tego, aby (określiwszy wstępnie „okres dokoksowania“) ustalić następnie dość ściśle i obiektywnie właściwy czas prażenia oraz korygować go zależnie od wprowadzanych zmian technologicznych, jak np. składu mieszanki, przemiału, ubicia itd. Umiejętne stosowanie metody ujawni znaczne rezerwy produkcyjne przez usunięcie zbędnego przetrzymywania koks w komorze i wpłynie na poprawę jakości chroniąc koks zarówno od przeprażenia, jak i niedoprażenia. Jest jednak oczywiste, że zupełnie wykorzystanie tych możliwości wiąże się z postulatem uregulowania warunków temperatury i ciśnienia baterii, nie podobna bowiem oczekiwać, aby wskazania wynikające z dokładnego ustalenia czasu koksowania mogły mieć zastosowanie do baterii rozregulowanych.

Opisaną metodę stosuje się również z powodzeniem do badania wpływu poszczególnych parametrów (np. temperatury ścian grzewczych itd.) na przebieg koksowania; oparliśmy się na nich przy określaniu zależności czasu prażenia od zawartości wilgoci we wsadzie ubijanym. W tym celu wykonano serię trzech prób w tej samej komorze w możliwie analogicznych warunkach (skład mieszanki, jej przemiał, uciecie itp.) zmieniając tylko zawartość wilgoci. Wyniki pomiarów zmian oporu przedstawiono na rys. 3, a pozostałe oznaczenia w tablicy:

Numer próby	Średnia za wartość wilgoci we wsadzie <sup>1)</sup> %	Czas koksowania, godz.	Zawartość części lotnych		Bębnowanie koks	
			kęsy %	sort. 0-20 %	M-40	M-10
1	7,4	18;30	1,1	2,2	53,6	10,0
2	8,3	19;00	1,3	2,4	52,8	9,8
3	9,3	19;30	1,0	2,2	53,8	9,2

Jak widać, zmniejszenie zawartości wilgoci o około 1% powoduje w danych warunkach

<sup>1)</sup> Średnia z dwunastu oznaczeń pobranych z różnych miejsc wsadu: rozrzut nie przekraczał  $\pm 0,8$  %.

przesunięcie punktu krytycznego na osi rzędnych o około 30 minut, co — jeżeli oprzemy się na poprzednich wywodach — wskazuje, że o tyle skraca się okres prażenia. W konkretnym przypadku baterii Still o komorach średniej szerokości 440 mm, na której wykonywano pomiary, oznacza to skrócenie cyklu produkcyjnego o ponad 2,5%. Dla ścisłości należy zaznaczyć, że nie zdołano utrzymać w każdym oznaczeniu ściśle jednakowych temperatur, co wpłynęło oczywiście nieco na czasy prażenia, które należy uważać za orientacyjne. Należy natomiast zwrócić uwagę (p. tablicę) na bardzo daleko posuniętą zgodność zawartości części lotnych w koksie i jego parametrów wytrzymałości. Zgodność tę uzyskano za pierwszym razem określając moment wyładunku komór na podstawie pomiarów oporu. Wyniki te świadczą o jednakowym stopniu wyprażenia porównywanych ładunków i najlepiej dowodzą sprawności metody oznaczania gotowości koks na podstawie pomiaru oporu elektrycznego. Dotąd wypróbowano ją tylko w jednej koksowni. Prawdopodobnie w miarę rozpowszechniania się tej metody i użycia jej w rozmaitych warunkach zarówno sposób postępowania jak i interpretacja wyników usprawnią się podkreślając jej niewątpliwie zalety.

#### Literatura

1. *Obuchowski J. M.* Sowremiennyje metody wydadzi koks iz pieczej (1951).
2. *Veit P.* Sonderdruck aus Brennstoff-Chemie. 1950, nr 1—2.
3. *Golczewski S.* Wybór typu pieca koksowniczego, Hutnik, 1951, nr 12.
4. *Filipow B. S.* Teoretyczne drogi określania czasu koksowania. Koks i Chemia 6, 1938.
5. *Mott R. A. i Wheeler R. V.* Kaczestwo koks (tłum. z ang.), Moskwa 1947.
6. *Sandor J.* The Electrical Conductivity of Carbonized Coal. Proceedings of a Conference on the Ultra-fine Structure of Coals and Cokes, B. C. U. R. A., Londyn 1944.
7. *Syskow K. I.* Naukowe zasady poprawy jakości koks. Zagadnienia chemicznej przeróbki węgla (wyd. Wyd. III PAN, w druku).
8. *Onusajtis B. A. i Juriemskaja N. P.* Izw. Akad. Nauk. ZSRR 1946, nr 7 i 11; 1947, nr 7 (według Z. Szklarskiej: Prace Gł. Inst. Meł. 1951, nr 3 pt. „Struktura węgla i koks“).

ADOLF BUJOK

621. 775. 72 : 614. 8

## Bezpieczeństwo i higiena pracy w metalurgii proszków<sup>1)</sup>

*Niebezpieczeństwa pracy w wytwórniach metalurgii proszków i ich zwalczanie. — Hałas. — Pyły — niebezpieczeństwo dla zdrowia pracowników, możliwość wybuchów. Gazy. — Różne możliwości poprawienia higieny i bezpieczeństwa pracy w wytwórniach metalurgii proszków. — Dotychczasowe osiągnięcia na tym polu w polskich wytwórniach.*

W każdym warsztacie pracy, w każdej gałęzi gospodarki kładzie się coraz większy nacisk na bezpieczeństwo i higienę pracy. W tej akcji pogłębienia i realizacji zasad bezpieczeństwa i hi-

gieny pracy nie można pominąć nowej i rozbudowującej się gałęzi naszego przemysłu —

<sup>1)</sup> Referat wygłoszony na I Krajowym Zjeździe Metalurgii Proszków.

metalurgii proszków. Gdybyśmy chcieli krótko określić dzisiejszą rzeczywistość w zakresie higieny pracy w metalurgii proszków, to może najtrafniej wyrazilibyśmy ją słowami: o ile wzięliśmy duży rozmach w rozbudowie i opanowaniu tego nowego u nas przemysłu, o tyle wolnym krokiem podążamy w akcji ochrony pracy. Miarą wyników tej akcji są osiągnięcia instrukcyjno-szkoleniowe w zakładach pracy oraz działalność wydawnicza, badawcza i wreszcie ustawodawcza. Tych osiągnięć mamy dotychczas niewiele.

Przejdźmy poszczególne etapy produkcji w metalurgii proszków z punktu widzenia ochrony pracy. Mechaniczne zgrubne lub drobne rozdrabnianie proszków wymaga stosowania różnego rodzaju kruszarek i młynów. Na tych stanowiskach pracy panuje największy hałas. Hałas wpływa ujemnie na organizm ludzki, zwłaszcza gdy jego natężenie przekracza 70 fonów i gdy jego wysokość oraz natężenie stale się wahają. Hałas nie tylko wywiera ujemny wpływ na wydajność pracowników, lecz wywołuje ogólną nerwowość i podniecenie oraz uszkadza narząd słuchu. Należy podkreślić, że hałas powyżej 100 fonów jest prawie nie do wytrzymania dla ucha, a próg słyszenia wynosi 10 fonów.

Hałas należy zwalczać środkami technicznymi. Walka ta jest trudna, ale koniecznie potrzebna, gdyż hałas można zmniejszyć poniżej granicy szkodliwości. Ponieważ młyny są na ogół prostej konstrukcji, a czas obróbki jednego wsadu jest długi, bo dochodzi do dziesiątków godzin, obsługa nie potrzebuje stale przebywać w pomieszczeniu młynów. Z tego też powodu wsady do rozdrabniania nie powinny być przygotowywane w pomieszczeniu młynów, lecz w osobnym, dobrze izolowanym od hałasu pokoju. Młyny do rozdrabniania ciągłego powinny być zasilane automatycznie od wewnątrz.

Dalszym niebezpieczeństwem jest pył metalowy. Ponieważ w metalurgii proszków stosuje się proszki o ziarnistości równej ziarnistości pyłu, przez pył — (w celu rozgraniczenia tych pojęć) — należy rozumieć drobne cząstki substancji stałej unoszące się w powietrzu wskutek jego ruchu. Należy podkreślić, że pył jest niebezpieczniejszy i szkodliwszy niż proszek. Pyłem metali interesujemy się z trzech względów:

1. jest on szkodliwy dla zdrowia,
2. może być przyczyną niebezpiecznych wybuchów,
3. może być przyczyną pożarów.

Zapylenie powietrza występuje w całym cyklu produkcyjnym. Zawartość pyłu w powietrzu w miastach i osiedlach podmiejskich wynosi  $0,5 \div 1 \text{ mg/m}^3$ , w dużych miastach  $2 \text{ mg/m}^3$ , a w ośrodkach przemysłowych nawet  $4 \text{ mg/m}^3$ . Maksymalne zapylenie dopuszczalne ze względu na zdrowie wynosi  $5 \div 10 \text{ mg/m}^3$ . Zauważyć należy, że w przemyśle hutniczym

zapylenie wynoszące  $40 \div 50 \text{ mg/m}^3$  nie należy do rzadkości.

Jak przedstawia się zapylenie na poszczególnych stanowiskach pracy w zakładach metalurgii proszków?

W literaturze nie spotyka się danych na ten temat, ale uważam, że na niektórych stanowiskach pracy zapylenie przekracza dopuszczalną granicę, zwłaszcza jeśli nie dba się o dobre działanie odciągów.

Często słyszy się zdanie, że np. w przemyśle węglików spiekanych nie ma żadnych chorób zawodowych spowodowanych pyłem metali. Czy to zdanie, oparte na opinii kierowników zagranicznych zakładów i lekarzy, jest słuszne i czy możemy uznać je za pewnik? Uważam że nie, gdyż nie brano pod uwagę wielkości zapylenia w zakładach. Jeśli prowadzono tam skutecznie walkę z zapyleniem, nic dziwnego, że pracownicy nie szwankowali na zdrowiu. Należałoby porównać zapylenie naszych zakładów z zapyleniem zakładów zagranicznych, aby można było wysunąć pewne wnioski. Nasi pracownicy są co pół roku badani przez lekarzy zakładowych i też dotychczas według relacji lekarzy nie stwierdza się u nich szkodliwego wpływu pyłów metali używanych do produkcji węglików spiekanych. Nie powinno to uspić naszej troski o zdrowie pracowników, a tym samym troski o dobrą i stałą konserwację urządzeń odciągowych i wentylacyjnych. Musimy pamiętać o tym, że schorzenia pyłowe występują zazwyczaj dopiero po upływie dłuższego czasu.

Należy sobie również zdawać sprawę z tego, że pył metali działa nie tylko na drogi oddechowe, ale i na inne narządy, jak oczy, skóra, żołądek itp. Do zrozumienia szkodliwości pyłu na drogi oddechowe niech posłużą dane o wielkości ziarn proszków i naturalnych filtrach w organizmie człowieka. W metalurgii proszków rozróżniamy następujące klasy proszków:

1. najgrubszy o ziarnie powyżej 300 mikronów,
2. gruboziarnisty od 100 do 300 mikronów,
3. średnioziarnisty od 60 do 100 mikronów,
4. drobnoziarnisty od 5 do 60 mikronów,
5. najdrobniejszy od 0,2 do 5 mikronów,
6. ultraprostek o ziarnie poniżej 0,2 mikrona.

Pierwszy filtr, którym jest nos, zatrzymuje pył o ziarnie powyżej 100 mikronów, natomiast ziarn wielkości od 100 do 10 mikronów zatrzymuje tylko do 70 %. Ziarna o wymiarach powyżej 10 mikronów dochodzą tylko do tchawicy, natomiast ziarna o wymiarach od 10 do 5 mikronów zatrzymują dopiero oskrzeliki. Do pęcherzyków płucnych przedostają się jedynie cząstki mniejsze od 5 mikronów. A więc cząstki wielkości od 5 mikronów są najszkodliwsze i o tej granicy szkodliwości należy pamiętać. Ponieważ do wyrobu wolframu i spiekanych węglików używa się proszków najdrobniejszych, tj. od 0,2 do 5 mikronów, dlatego w tych

działach należy dbać o jak najmniejsze zapylenie.

Działanie niektórych pyłów metali jest również toksyczne. Sprawa toksycznego działania pyłów metali jest dotychczas mało znana personelowi inżyniersko-technicznemu, a powinna być tak znana, jak np. niebezpieczeństwo pracy na szlifierkach w warsztatach mechanicznych, gdyż ma się z nim codziennie do czynienia. Również nasze piśmiennictwo na ten temat jest niesłychanie ubogie. Brak nam podręcznika toksykologii przemysłowej z zakresu metalurgii proszków, toteż tym skrupulatniej powinniśmy gromadzić wszelkie dostępne nam dane, aby z biegiem czasu opracować całościowy kształt zagadnienia toksyczności pyłów metali.

Zanim jednak poznamy to zagadnienie, należy przedsięwziąć pewne środki zapobiegawcze, którymi powinny być:

1. Zakaz zatrudniania w zakładach metalurgii proszków ludzi cierpiących na schorzenia dróg oddechowych, skóry, oczu i serca.
2. Stosowanie tłuszczowej osłony skóry przez nacieranie jej oliwą.
3. Noszenie szczelnych, odpowiednio dopasowanych ubrań roboczych.
4. Stworzenie jak najlepszych warunków sanitarnych.
5. Jak największe zmechanizowanie produkcji i jej hermetyzacja.
6. Okresowe badania lekarskie.

Drugim niebezpieczeństwem, którym grozi pył metalowy, jest niebezpieczeństwo wybuchów. Jest to temat mało znany i zbadany, a wskutek tego rzadko poruszany w piśmiennictwie technicznym.

Trzydzieści lat temu sądzono, że wybuch pyłu może nastąpić tylko w razie jeśli atmosfera otaczająca pył zawiera jakieś palne gazy. Badania, zwłaszcza nad pyłem węglowym w górnictwie, obaliły ten pogląd.

Na rodzaj i siłę wybuchu pyłu wpływają takie czynniki, jak chemiczne i fizyczne własności pyłu, stężenie i jednorodność kłębow pyłu, skład atmosfery, źródła zapłonu.

Jeśli chodzi o klasyfikację pyłów metali pod względem wybuchowości, to można je podzielić na trzy grupy:

1. pyły silnie wybuchowe,
2. pyły średnio wybuchowe,
3. pyły słabo wybuchowe lub niewybuchowe.

Do grupy pierwszej należą: cyrkon, magnez, glin, tytan i pewne stopy magnezu z glinem. Kłęby pyłu tych metali mogą się zapalać od słabych iskier elektrycznych i od przedmiotów mających temperaturę nawet poniżej 650 °C, i to w atmosferze dwutlenku węgla w stężeniu spotykanym w zakładzie. Szczególnie niebezpieczne są wodorki cyrkonu i tytanu.

Do grupy drugiej, tj. do pyłów średnio wybuchowych zalicza się: wanad, czyste żelazo (z karbonylku żelaza, elektrolityczne, gąbczaste itp.), mangan, kadm, krzem, cynk, żelazowanad,

żelazotytan i żelazokrzem. Pyły te zapalają się przy temperaturach od 315 do 850 °C.

Do pyłów słabo wybuchowych lub niewybuchowych należą molibden, wolfram, kobalt, nikiel, miedź, zanieczyszczone żelazo i chrom. Do tej grupy można również zaliczyć pyły wszystkich szlachetnych metali (piszę „można“, ponieważ pyły tych metali nie są dostatecznie zbadane).

Przyczyną zapalania się proszków czy pyłów metali jest zawsze pewne źródło zapłonu. Źródła te mogą być pochodzenia elektrycznego, jak iskrzenie, łuki elektryczne i wyładowania elektrostacyjne, mechaniczne, jak iskrzenie powstające podczas szlifowania, uderzenia i tarcia, a wreszcie pochodzenia fizyko-chemicznego, jak reakcje chemiczne, otwarty ogień, światło itp.

Niektóre proszki metali, zwłaszcza o uziarnieniu do 1 mikrona, mają własności piroforyczne. Proszki kobaltu, żelaza i niklu wytwarzane na drodze redukcji szczawianów oraz wolframu mają szczególnie duże skłonności do samozapalania się.

Ze zjawiskiem samozapalania się proszku metalowego można spotkać się na każdym kroku i trzeba być na to przygotowanym. Jako przykład przytoczę wypadek samozapalania się mielonej zgorzeliny walcowniczej redukowanej w atmosferze wodoru przy 400 ÷ 600 °C. Gdy wyciągano z pieca puszki ze zredukowanym proszkiem, proszek zetknąwszy się z powietrzem natychmiast się zapalał, pomimo że puszki przebywały około jednej godziny w komorze chłodzącej i wychodziły z pieca całkiem zimne. Ten sam proszek redukowany przy 700 do 900 °C nie zapalał się w zetknięciu z powietrzem. Po zbadaniu okazało się, że w proszku redukowanym przy wyższych temperaturach nastąpił rozrost ziarn, co zmniejszyło jego własności piroforyczne.

Proszki wytwarzane na drodze redukcji tlenków w atmosferze wodoru często zawierają pewną ilość wodoru zaadsorbowanego i absorbowanego. Proszki te łatwo się zapalają, jeśli zetkną się ze źródłem zapłonu.

Aby zmniejszyć niebezpieczeństwo pożaru lub poparzeń pracowników, należy stosować następujące środki ostrożności:

1. nie dopuszczać do tworzenia się kłębow pyłu;
2. nie tolerować żadnych źródeł zapłonu w miejscach, w których produkuje się lub gromadzi proszek;
3. tam gdzie to jest możliwe wprowadzać do szczelnych urządzeń z proszkami gaz obojętny zamiast powietrza;
4. proszki o własnościach piroforycznych pokrywać na czas magazynowania powłokami ochronnymi, jak np. kwasem tłuszczowym lub innymi środkami;
5. zbiorniki do magazynowania proszków wyposażać w urządzenia alarmowe dzia-

łające pod wpływem wzrostu temperatury;

6. dodawać do proszków substancji zmniejszających piroforyczność;
7. niebezpieczne miejsca zaopatrywać w odpowiednie środki gaśnicze.

Walka z zapyleniem ma również znaczenie produkcyjno-ekonomiczne; np. niepożądane z czysto technologicznego punktu widzenia jest zapylenie pomieszczeń służących do produkcji węglików spiekanych.

Walkę z zapyleniem powietrza ułatwiają:

1. Odpowiednie wykonanie i wyposażenie hal (gładkość ścian i podłóg, jak najmniejsza ilość wystających ze ścian rurociągów itp.).
2. Odpowiednio wykonane odciągi pyłu i wentylacja nie powodująca przeciągów. Trzeba pamiętać, że urządzenia odciągowe i wentylacja są w zakładach metalurgii proszków równie niezbędne jak maszyny do produkcji i energia do ich poruszania.
3. Pedantyczny porządek i czystość (konieczne jest codzienne dokładne sprzątanie i zamiatanie na mokro).

Oprócz pyłów metali mamy do czynienia jeszcze z innymi pyłami, jak np. z sadzą, pyłem grafitowym i sproszkowanym węglem drzewnym. Pył grafitowy wytwarza się podczas obróbki rur i matryc grafitowych. Z sadzą spotykamy się np. podczas syntezy węglika wolframu, a z węglem drzewnym podczas wymiany rur grzewczych w piecach Tammana.

Baczną uwagę należy zwracać na zapylenie sadzą. Skutki jej działania objawiają się przeważnie pod postacią chorób skóry; niekiedy powstaje pod jej wpływem rak skóry i innych organów. Sadza jest materiałem palnym, ma ona skłonność do samozapalania się i może tworzyć z powietrzem mieszaniny wybuchowe.

Dalsze niebezpieczeństwo — i to najgroźniejsze — kryje w sobie stosowanie atmosfery gazowej do spiekania prasówek w piecach przemysłowych. Jako atmosfery ochronnej używa się gazów redukujących, mieszanin gazów redukujących lub gazów obojętnych. Najczęściej używanym gazem redukującym jest wodór. Oprócz niego używa się amoniaku, gazu świetlnego, gazu generatorowego z węgla drzewnego itp. Wszystkie te gazy w połączeniu z powietrzem tworzą mieszaniny wybuchowe.

Przewody gazowe powinny być całkiem szczelne i zaopatrzone w bezpieczniki zabezpieczające przed wybuchem w razie cofnięcia się płomienia. Należy pamiętać o konieczności okresowego badania szczelności przewodów gazowych.

Istnieją dwa zasadnicze typy instalacji wodorowej: o zamkniętym obiegu wodoru (system obiegowy) i o obiegu nie zamkniętym. System obiegowy jest mniej bezpieczny i należy baczyć, aby wodór w piecu nie został zanieczysz-

czony powietrzem, ponowne bowiem wprowadzenie do pieca tej mieszaniny grozi wybuchem. Ubytek wodoru uzupełnia się wodorem świeżym.

W małych wytwórniach stosuje się nie zamknięty obieg wodoru (wodór po przejściu przez piec spala się).

Wielkiej ostrożności wymaga uruchomienie pieców. Jakimkolwiek sposobem piec się uruchomi, należy w pierw przepuścić przez niego gaz, aby wyprzeć powietrze. Czas przedmuchiwania pieca należy określić doświadczalnie.

Jeśli chodzi o napełnianie, ustawianie, przechowywanie i transport butli, zasilanie stanowisk pracy w gazy, zasady budowy central gazowych, sposoby wykonywania instalacji gazowych, układanie rurociągów gazowych i wykonywanie prób rurociągów przed oddaniem ich do użytku lub w czasie ruchu, to regulują je dokładne instrukcje. Nasz dorobek w tej dziedzinie jest wcale bogaty; należy tylko dostosować istniejące instrukcje do potrzeb metalurgii proszków (chodzi zwłaszcza o instrukcje dotyczące czynności związanych z normalną obsługą oraz czynności w razie niebezpieczeństwa).

Posługując się gazami należy stale mieć na uwadze ich szkodliwość dla zdrowia z powodu zawartości trujących (tlenek węgla) i duszących składników (dwutlenek węgla, wodór i azot). Wodór i azot powodują niedobór tlenu w tkankach organizmu. Powietrze o zawartości powyżej 0,2% tlenku węgla zagraża śmiertelnym zatruciem.

Do ochrony organizmu przed szkodliwym działaniem gazów stosuje się urządzenia odciągowe. Wentylację ssącą należy stosować w miejscu powstawania szkodliwych gazów; uzupełniać ją powinien ogólny system wentylacji.

Do technologicznych procesów metalurgii proszków stosuje się mnóstwo różnych maszyn i urządzeń, jak młyny, sita, prasy, piece, obrabiarki, piaszczarki, urządzenia elektryczne itp. Ponieważ maszyny te są podobne do maszyn używanych w innych przemysłach opracowanie instrukcji nie będzie nastęrczało trudności.

Na zakończenie chciałbym zwrócić uwagę na konieczność zastąpienia szkodliwych dla zdrowia materii nieszkodliwymi. Za przykład może służyć zwilżanie proszków metali przed prasowaniem w trakcie produkcji węglików spiekanych. Proszki zwilża się cieczami organicznymi, jak np. gliceryną, roztworem kamfory w benzynie lub benzenie, glikolem itp. Wszyscy kierują się tylko łatwością zaopatrzenia, nie zastanawiając się nad wyborem cieczy z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy. Dla przykładu porównajmy szkodliwość działania benzyny i benzenu. Wiadomo, że benzen czy to w postaci cieczy, czy par, bardziej szkodzi zdrowiu niż benzyna. Wniosek jest oczywisty: należy używać benzyny, a nie benzenu. Inny przykład, to

używanie rtęci jako uszczelnienia dzwonów spiekalniczych, zamiast uszczelnienia mechanicznego. Uszczelnienie mechaniczne jest możliwe — stosują je za granicą. Rtęć należy wyeliminować, gdyż szkodliwość jej par jest duża i ogólnie znana.

Należy jeszcze wspomnieć o wzmożonym działaniu trucizn przemysłowych na organizm człowieka podczas pracy przy wyższych temperaturach. Człowiek pracujący w tych warunkach ma przyspieszony oddech i przyspieszone krążenie krwi, wskutek czego szybciej wchłania trucizny. Mając to na uwadze należy dbać o utrzymywanie odpowiedniej temperatury za pomocą aparatów klimatyzacyjnych, które by równocześnie ochładzały powietrze, oczyszczaly je i odpowiednio nawilżały.

Pracy wielkiej częstotliwości stosowane do prasowania na gorąco nie stanowią specjalnego niebezpieczeństwa dla zdrowia, lecz mimo to wymagają uwagi. Pracownicy zatrudnieni przy prasowaniu na gorąco powinni dbać o ochronę oczu przed blaskiem.

Należałoby pokrótce wspomnieć o naszych osiągnięciach w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. Należą do nich:

1. Wstępne badania lekarskie decydujące o przyjęciu pracownika do pracy i półroczne badania wszystkich pracowników.
2. Nadzór lekarski nad wszystkimi urządzeniami, których obsługiwanie może szkodzić zdrowiu pracowników.
3. Pouczenie nowoprzyjętych pracowników w sprawach bezpieczeństwa pracy przez personel inżynieryjno-techniczny.

4. Opracowanie instrukcji bezpieczeństwa dla wszystkich miejsc pracy.
5. Zmiany konstrukcji pewnych urządzeń ze względu na bezpieczeństwo pracy, a mianowicie skonstruowanie obwodowego wlotu wodoru do pieców spiekalniczych w celu wyeliminowania wybuchów w czasie otwierania wylotu pieca przed wyciągnięciem wsadu oraz zastosowanie osobnej rury grzewczej w piecach Tammana w celu usunięcia uciążliwego wybierania i ponownego nasypywania węgla drzewnego podczas wymiany przepalanej rury grzewczej.
6. Próby zmniejszenia hałasu wywołanego przez młyny kulowe.
7. Ujęcie przez inż. Bryjaka akcji bezpieczeństwa i higieny pracy w jego podziale i systematyce oraz dokumentacji technologicznej w metalurgii proszków.

W projekcie budowy nowego zakładu metalurgii proszków uwzględniono najlepsze z punktu widzenia ochrony pracy rozwiązania budowlane, sanitarne i techniczno-produkcyjne, począwszy od doboru koloru wnętrza, a skończywszy na urządzeniach klimatyzacyjnych.

Gdyby niniejsza próba oświetlenia omawianego problemu miała zachęcić do krytyki lub opracowania tego problemu w oświetleniu odmiennym, autor przyjąłby je z wdzięcznością, uważając to za dowód, że niniejszy referat spełnił swoje zadanie.

Jestem wdzięczny mgr inż. Bryjakowi za przedyskutowanie ze mną niniejszej pracy oraz za udzielenie mi cennych wskazówek.

## NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA

### MATERIAŁY OGNIOTRWAŁE

#### Sklepienia krzemionkowe skrzynkowe w piecach martenowskich

Sklepieniom krzemionkowym pieców martenowskich stawia się obecnie bardzo wysokie wymagania. Powszecnie dotąd stosowane sklepienia żeberkowe (grzebieniaste) lub gładkie, wykonane nawet z najlepszych materiałów krzemionkowych, nie mogą już w pełni zadowolić stalowników. Doświadczenia lat 1948 do 1950 wykazały, że przez zastosowanie nowej konstrukcji, zwanej skrzynkową, można bardzo wydatnie zwiększyć wytrzymałość sklepienia martenowskiego. Dostyć dużo szczegółów dotyczących tego zagadnienia zawiera praca E. Meier-Cortes'a [1], podająca wyniki prób wykonanych w zakładach Iisede-Peine w Niemczech, gdzie zastosowano sklepienie skrzynkowe w piecu martenowskim o pojemności 40 t. Poprzednio piec ten miał normalne sklepienie żeberkowe, którego wytrzymałość wynosiła 500 do 600 wytopów.

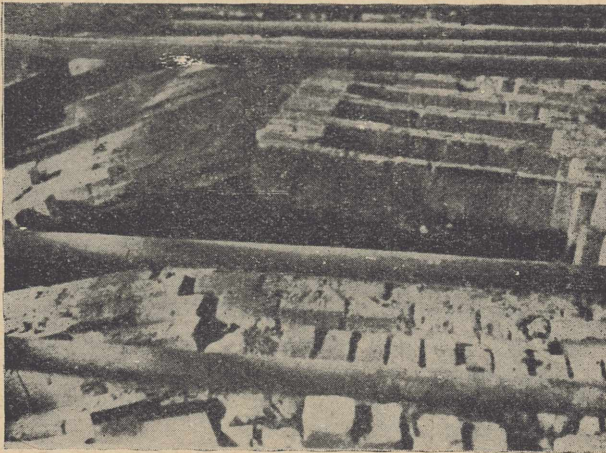
Do budowy sklepienia skrzynkowego zastosowano kształtki krzemionkowe Q-1 (300 mm), Q-3 (450 mm) oraz QA-3 (450 mm). Z pierwszych wykonano pola między żeberkami, z drugich podwójne żeberka poprzeczne,

a z trzecich pojedyncze żeberka podłużne. Widok sklepienia skrzynkowego z góry przedstawia rys. 1.

Piec uruchomiono bez żadnych trudności. Jego wydajność wynosiła  $6,0 \div 6,5$  t stali na godzinę. Przebieg kampanii pieca ze sklepieniem skrzynkowym był następujący:



Rys. 1. Sklepienie skrzynkowe. Widok z góry



Rys. 2. Sklepienie skrzynkowe po 774 wýtopach. Obok skrzynek widać pola wypełnione nasadzonymi kształtkami

Po 360 wýtopach zaczęły się rozgrzewać do temperatury ciemnoczerwonego żaru pierwsze pola sklepienia od strony tylnej ściany.

Po 375 wýtopach rozpoczęło chłodzenie niektórych pól strumieniami zimnego powietrza. Gdy po następnych 25 wýtopach (razem 400 wýtopów) rozgrzało się pięć dalszych pól, rozszerzono chłodzenie na wszystkie czerwone pola.

Po 545 wýtopach zatrzymano piec z powodu wypełnienia się żużlem komór żużlowych. Piec ochłodzono zachowując wszelkie środki ostrożności, których wymaga sklepienie krzemionkowe. Po wykonaniu naprawy równie ostrożnie nagrzano piec i podjęto normalną pracę.

Po 600 wýtopach stwierdzono konieczność wymiany pierwszych jedenastu pól skrzynkowych, po 620 wýtopach nasadzono dalsze cztery pola, po 624 wýtopach nasadzono dodatkowo dwa pola, a po 689 wýtopach wymieniono ostatnie dwa pola.

Piec zatrzymano po 774 wýtopach wskutek niespodziewanej przerwy w dostawie gazu koksowniczego, którym piec ten był ogrzewany. Sklepienie przedstawiało jeszcze wartość użytkową i według specjalistów mogło jeszcze wytrzymać około 80 wýtopów (rys. 2).

W czasie całej kampanii pieca wymieniono 19 pól skrzynkowych za 105 w całym sklepieniu.

Wytrzymałość sklepienia skrzynkowego, wyrażającą się liczbą 774 wýtopów, należy uważać za bardzo dobrą, zwłaszcza że nie było ani jednego dnia przerwy z po-

Tablica 2

## Wytrzymałość sklepień żeberkowych i skrzynkowych

Stalownia	Pojemność pieca t	Wytrzymałość sklepienia (liczba wýtopów)	
		żeberkowe	skrzynkowe
Bochum	60	180 ÷ 250	400
	30	350 ÷ 400	580
Köln-Mülheim	—	300 ÷ 334	520 ÷ 650

wodu naprawy sklepienia, ponieważ nasadzanie zużytych skrzynek odbywa się w czasie ruchu pieca.

Korzyści wynikające ze stosowania sklepienia skrzynkowego zamiast zwykłego sklepienia żeberkowego ilustruje tablica 1.

Inne stalownie martenowskie (Bochum, Köln-Mülheim) również donosiły o bardzo znacznym zwiększeniu wytrzymałości sklepień krzemionkowych po zastosowaniu konstrukcji skrzynkowej (tablica 2).

Z przytoczonych danych wynika, że wytrzymałość krzemionkowych sklepień martenowskich, po zastosowaniu konstrukcji skrzynkowej wzrosła w poszczególnych przypadkach o 47, 90, 54 i 84%, czyli średnio o około 68%. Wynik ten osiągnięto dzięki łatwemu nasadzeniu nowych kształtek oraz poważnemu wzmocnieniu konstrukcji sklepienia. System skrzynkowy, tj. system podłużnych i poprzecznych żeber, zapewnia sklepieniu wysoką wytrzymałość statyczną.

Pomimo nieco większego ogólnego ciężaru sklepienia skrzynkowego (mniej więcej o 20%) potrzeba na nie w porównaniu ze zwykłym sklepieniem żeberkowym znacznie mniejszej ilości wyrobów krzemionkowych na 1 t stali. Według tablicy 1 zużycie to zmniejszyło się z 1,40 kg/t stali na 1,10 kg/t stali. Według danych z Köln-Mülheim (tablica 2) zużycie wyrobów krzemionkowych na 1 t stali zmniejszyło się z 3,0 na 1,9 kg. Dodać należy, że od czasu wprowadzenia sklepień skrzynkowych nie zdarzyły się przestoje pieców z powodu naprawy sklepienia.

Stosując sklepienia skrzynkowe należy poświęcić szczególną uwagę technice nasadzania nowych kształtek w przegrzanych i zużytych polach sklepienia.

Nowe pola w poszczególnych skrzynkach sklepienia należy nasadzać w czasie mniej intensywnej pracy pieca. Nasadza się je w momencie, gdy kształtki krzemionkowe starej skrzynki mają około 30 mm grubości. Zewnętrzna temperatura sklepienia dochodzi w tych miejscach do około 1000 °C. W razie grubszego sklepienia, np. 60-milimetrowej grubości, (a więc niższej temperatury zewnętrznej) trudno uzyskać dostateczne spieczenie się nasadzonych kształtek. Nasadzane kształtki powinny być tej samej jakości, co normalne krzemionkowe klipy sklepieniowe.

Do wiązania nasadzanych kształtek należy stosować suchą zaprawę z pełnowartościowego mielonego kwarcytu z dodatkiem kwasu borowego (2%). Zaprawa taka spieka się bardzo dobrze i nadaje nowej części sklepienia wraz z otaczającymi ją starymi kształtkami zwartość monolitu.

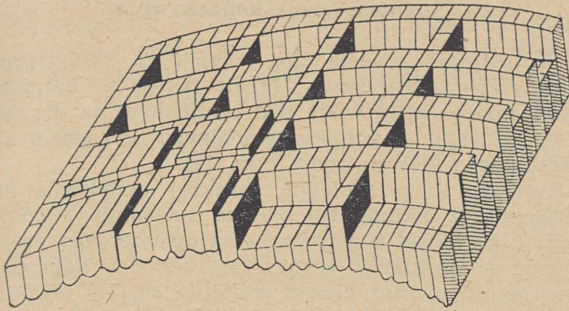
W technice nasadzania kształtek decydującą rolę odgrywa więc grubość starego sklepienia, a właściwie jego temperatura zewnętrzna oraz jakość stosowanej zaprawy. Chodzi bowiem o to, aby nowe kształtki spiekły się dostatecznie szybko z sobą i ze starym otaczającym je sklepieniem.

Zaprawa spieka się od dołu, zachowując od góry pierwotną postać proszku. W miarę zmniejszenia się grubości sklepienia spiekanie się zaprawy postępuje ku górze.

Tablica 1

## Charakterystyka dwóch kampanii 40 tonowego pieca martenowskiego z krzemionkowym sklepieniem żeberkowym i skrzynkowym

Charakterystyka kampanii	Sklepienie żeberkowe	Sklepienie skrzynkowe
Wytrzymałość sklepienia	528 wýtopów	774 wýtopy
Czas trwania kampanii	3 428 godzin	5 134 godziny
Produkcja stali	20 533 t	31,547 t
Wydajność pieca	6,00 t/godz	6,14 t/godz
Zużycie ciepła	1,140.10 <sup>6</sup> kcal/t stali	1,134.10 <sup>6</sup> kcal/t stali
Zużycie sklepienia	1,40 kg/t stali	1,10 kg/t stali



Rys. 3. Sposób nasadzania zużytych pól (skrzynek) w sklepieniu skrzynkowym

W razie stosowania nieodpowiednich zapraw nasadzane kształtki mogą się wysuwać.

Sposób nasadzania zużytych pól (skrzynek) w sklepieniu skrzynkowym przedstawia rysunek 3.

Dalszy rozwój sklepień skrzynkowych przyniósł specjalny system chłodzenia zagrożonych pól (skrzynek) sklepienia, do pewnego stopnia „zautomatyzowany”. Technika chłodzenia przewiduje instalację całego systemu rurociągów powietrznych, umieszczonych na stałe nad sklepieniem, co umożliwia szybką i sprawną interwencję w razie przegrzewania się sklepienia. Chłodzi się wyłącznie skrzynki przegrzane i ich bezpośrednie otoczenie.

Należy podkreślić, że sklepienie skrzynkowe uważa się za granicę za jedno z większych osiągnięć w dzie-

dzinie konstrukcji krzemionkowych sklepień martenowskich. Po okresie wstępnych prób i doświadczeń sklepienie skrzynkowe znalazło szerokie zastosowanie, dzięki czemu wytrzymałość krzemionkowych sklepień martenowskich wzrosła o 25 do 50 % [2].

Korzyści wynikające ze zwiększenia wytrzymałości sklepienia martenowskiego nawet o 25 % są olbrzymie i wyrażają się zwiększeniem produkcji stali jednego pieca o średniej pojemności o około 2000 t rocznie.

Wobec również pozytywnych wyników, jakie uzyskano za granicą dzięki zastosowaniu tzw. sklepienia „zebra” (sklepienie krzemionkowe z pasami chromitowo-magnezytowymi) wydaje się, że sklepienia skrzynkowe należałoby stosować w mniejszych piecach o pojemności około 50 tonn, natomiast w większych, o mniejszej wytrzymałości sklepień, należałoby stosować system „zebra” [3]. Zasady, zalety oraz wyniki pierwszych krajowych prób stosowania sklepień typu „zebra” są tematem osobnej publikacji [4].

#### Literatura

1. E. Meier-Cortes Stahl und Eisen 72, 1952, nr 1, s. 10 ÷ 12.
2. C. Kreutzer, A. Mund. Stahl und Eisen 73, 1953, nr 19, s. 1201 ÷ 12.
3. S. Pawłowski. Sprawozdanie IMO nr 7, Gliwice 1953.
4. S. Pawłowski. Hutnik, nr 8, 1954, str. 245 ÷ 249.

S. Pawłowski

## OBRÓBKA CIEPLNA

### Metody powierzchniowego utwardzania końców szyn kolejowych

#### Wstęp

Do 1938 r. metody powierzchniowego utwardzania szyn kolejowych nie były stosowane na większą skalę.

Przyczyną tego były przede wszystkim wątpliwości, jak tego rodzaju szyny będą się zachowywały w ciężkich i zmiennych warunkach pracy nawierzchni kolejowej, zwłaszcza w warunkach szczytowych przeciążeń, grożących niebezpieczeństwem pęknięć. Oprócz tego czynnikiem hamującym rozwój metod powierzchniowego utwardzania szyn były względy ekonomiczne, gdyż obróbka cieplna zwiększała koszty produkcji.

Od 1939 r. nastąpił przełom w poglądach na tę sprawę. Badania (CNII — Wszeczwiązkowego Naukowo-Badawczego Instytutu Transportu Kolejowego) wykazały, że dotychczasowe zastrzeżenia były nieuzasadnione. Szczególne znaczenie miało szerokie zastosowanie powierzchniowego utwardzania końców szyn kolejowych w ZSRR począwszy od 1948 r.

Czynnikami, które spowodowały szersze zastosowanie cieplnej obróbki szyn, były: masowy charakter produkcji szyn, zmniejszający koszty obróbki cieplnej, szybki wzrost zużycia szyn wskutek nieustannie zwiększających się nacisków na oś pojazdów kolejowych i wprowadzenie trakcji elektrycznej.

Nieutwardzone końce szyn zużywają się w stykach znacznie prędzej niż pomiędzy stykami. Jak wykazała praktyka radziecka, 98% szyn w ZSRR wymienia się jedynie z powodu zużycia się główek na końcach, a 50 % złamań przypada na koniec szyn.

Końce szyn trzeba utwardzać w taki sposób, aby szyny zużywały się równomiernie na całej długości. Za dużą twardość powoduje powstawanie garbu na końcu szyny, za małą — powstawanie wklęsłości. Wy-

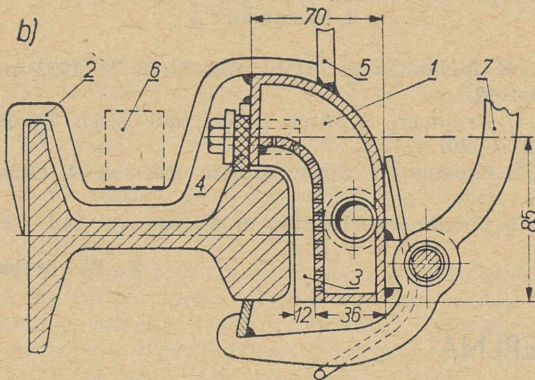
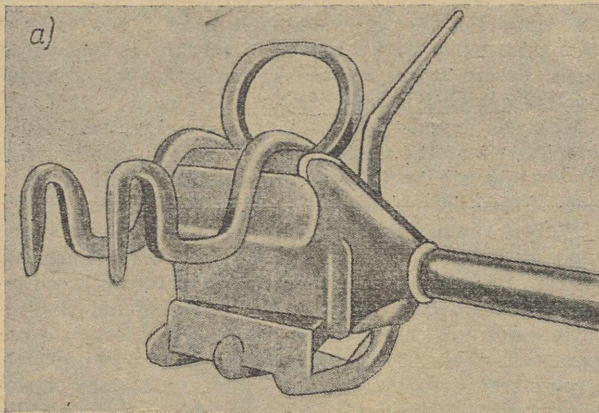
maganie co do optymalnej twardości, zapewniającej równomierne zużywanie się szyny na całej długości, są oczywiście różne, zależnie od różnych warunków pracy szyny, a przede wszystkim „przyjmującego” i „oddającego” końca szyny przy ruchu jednostronnym. Utwardzanie szyny na zbyt dużej długości niepotrzebnie zwiększa koszt obróbki cieplnej, a co gorsze może być przyczyną pęknięć hartowniczych.

Prawidłowe hartowanie końców szyn nie tylko zapobiega szybkiemu zużyciu się szyn na stykach, lecz również zmniejsza wielkość dynamicznych działań na styki, zwiększając wytrzymałość styków oraz wytrzymałość na zmęczenie szyny w najbardziej zagrożonym miejscu.

Końce szyn kolejowych można utwardzać zarówno w trakcie produkcji hutniczej, jak i podczas eksploatacji szyn na trasie. Rzecz jasna, że łatwiej o lepszą jakość obróbki cieplnej w warunkach masowej produkcji przemysłowej, które umożliwiają określenie składu chemicznego, temperatury itp., a tym samym zapewniają prawidłowy przebieg obróbki cieplnej. Jednak hartowanie końców szyn przynosi tak duże oszczędności na stali, że w ZSRR oprócz utwardzania podczas produkcji stosuje się również utwardzanie końców szyn znajdujących się na torach.

W produkcji hutniczej ZSRR przyjęto ostatnio następujące metody utwardzania końców szyn kolejowych:

1. chłodzenie od temperatury końca walcowania z samoczynnym odpuszczaniem,
2. utwardzanie przez nagrzewanie płomieniem acetylenowo-tlenowym,
3. utwardzanie przez nagrzewanie prądami wielkiej częstotliwości.



Rys. 1. Urządzenie do utwardzania końców szyn z wykorzystaniem ciepła walcowania  
a — widok, b — przekrój

Do szyn leżących w torach stosuje się obecnie wyłącznie utwardzanie końców płomieniem acetylenowo-tlenowym. Zastosowanie hartowania prądami wielkiej częstotliwości przewiduje się jedynie na liniach zelektryfikowanych (podobnie w NRD przewiduje się taką metodę hartowania całych szyn berlińskiej kolei miejskiej).

Utwardzanie przy wyzyskaniu ciepła walcowania zaczęto stosować w 1939 r., a w 1941 r. już 70 % ogólnej liczby wyprodukowanych szyn miało końce utwardzone tym sposobem. Obecnie metoda ta jest powszechnie stosowana. Warunki techniczne utwardzania końców szyn tą metodą określa norma GOST 4224-48, brak natomiast danych ilościowych o stosowaniu dwóch pozostałych metod w bieżącej produkcji ZSRR. Próby utwardzania szyn kolejowych płomieniem acetylenowo-tlenowym w torach zaczęto w ZSRR w latach 1938 do 1939; w tym czasie utwardzono 40 000 końców szyn, przy 12,5-metrowej długości szyny — około 50 km. Dopiero jednak od roku 1950 rozpoczyna się znaczny rozwój tej metody.

Specjaliści radzieccy najwięcej zalet przyznają metodzie hartowania końców szyn prądami wielkiej częstotliwości, nie obniżając jednak znaczenia pozostałych metod [1].

Do zalet metody hartowania końców przy wyzyskaniu ciepła walcowania prawie wyłącznie stosowanej aż dotychczas należy jej taniść i łatwość stosowania w każdym zakładzie produkcyjnym oraz mniejsza skłonność szyn do pęknięcia w czasie pracy, szczególnie w porównaniu do szyn hartowanych metodą płomieniową.

## 1. Utwardzanie końców szyn

Utwardzanie końców szyn kolejowych przy wyzyskaniu ciepła walcowania. Metoda polega na natryskiwaniu końca szyny wodą pod ciśnieniem, na długości około 200 mm, za pomocą specjalnego urządzenia natryskującego główkę szyny (rys. 1a).

Rysunek 1b przedstawia przekrój urządzenia natryskującego. Składa się ono ze specjalnie wygiętej rurki 1, do której przyspawane są dwa zaczepy dostosowane do wymiarów szyny oraz rączka 5. Naprzeciw powierzchni tocznej główki znajduje się 240 otworów o średnicy 2 mm dla wody chłodzącej.

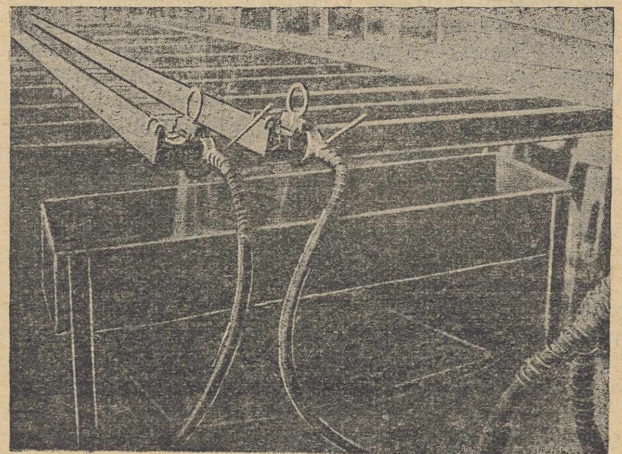
Stałą odległość urządzenia do powierzchni główki szyny zapewniają występy 3 opierające się o główkę szyny. Uszczelki azbestowe 4 zapobiegają przedostawaniu się wody do szyjki szyny, a tym samym jej zahartowaniu. Przyleganie urządzenia do główki szyny zapewnia dźwignia 7 dociskana sprężyną oraz ciężar 6 położony na zaczepach 2. Rączka 5 służy do przenoszenia urządzenia z jednej szyny na drugą.

Natryskiwanie odbywa się na chłodni, po przecięciu na pile (rys. 2), kiedy szyny mają jeszcze temperaturę  $850 \div 900^\circ\text{C}$ . Czas natryskiwania musi być tak dobrany, aby po zakończeniu natryskiwania ilość ciepła znajdująca się w główce szyny wystarczała na ogranie zahartowanej warstwy powierzchniowej do  $450$  do  $550^\circ\text{C}$ , w celu jej odpuszczenia i uzyskania struktury sorbitycznej. Na podstawie obszernych badań wytrzymałościowych, metalograficznych, zmęzeniowych i ścieralności badacze radzieccy określili optymalną twardość warstwy powierzchniowej: wynosi ona  $300 \div 375 H_B$  przy całkowitej grubości  $12 \div 15$  mm; wymagania te wprowadzono do wyżej wymienionej normy GOST. Rysunek 3a przedstawia widok końca szyny w przekroju podłużnym prawidłowo utwardzonego tą metodą, a rys. 3b — w przekroju poprzecznym po trawieniu. Rysunek 4 przedstawia średni spadek twardości w poprzecznym przekroju główki szyny w jej utwardzonym końcu.

Po opracowaniu odpowiedniej metody utwardzania, uwzględniającej nawet wahania składu chemicznego poszczególnych szyn, udało się już w 1941 r. uzyskać bardzo mały procent wybraków (3,9 %, z czego 0,3 % wskutek zmian wymiarów główki szyny, a 3,6 % z powodu przekroczenia granic twardości).

Podczas eksploatacji szyn nie stwierdzono na ich końcach żadnych pęknięć, ich zużycie wskutek ścierania było 1,3 do 2 razy mniejsze niż zużycie nie utwardzonego środka szyny (dokładniejsze dane w ustępie 3).

Utwardzanie końców szyn za pomocą indukcyjnego ogrzewania prądami wielkiej częstotliwości. Badania



Rys. 2. Natryskiwacz chłodzący koniec główki szyny



nad tą metodą utwardzania końców szyn kolejowych rozpoczęto w 1948 r. w jednym z zakładów metalurgicznych w ZSRR przy współudziale Ukraińskiego Instytutu Naukowo-Badawczego Metali. Badania te pozwoliły na wprowadzenie tej metody do produkcji masowej.

Do nagrzewania stosuje się generator maszynowy o mocy 30 kW i częstotliwości 500 okr./sek oraz induktor obejmujący główkę szyny na długości 80 mm.

Na podstawie licznych prób szyn pochodzących z 20 wytopów, po obszernych badaniach twardości, mikrostruktury i makrostruktury, udarności w różnych strefach przekroju główki szyny i przy niskich temperaturach, a wreszcie wytrzymałości na zmęczenie, ustalono następującą optymalną charakterystykę warstwy utwardzonej:

- długość warstwy zahartowanej 85 mm
- grubość warstwy zahartowanej 14 mm
- twardość warstwy powierzchniowej  $302 \div 420 H_B$

Spadek twardości jest bardzo łagodny. Szerokość warstwy utwardzonej o twardości  $H_B$  poniżej 285 wynosi 85 % całkowitej jej grubości.

Rysunek 5 przedstawia widok warstwy utwardzonej w przekroju poprzecznym w odległości 12, 28 i 44 mm od czoła szyny (a, b, c) oraz w przekroju podłużnym d po trawieniu. Rysunek 6 przedstawia spadek twardości warstwy powierzchniowej mierzony w osi symetrii główki w różnych odległościach od czoła szyny. Rysunek 7 wykazuje wielką równomierność utwardzenia w każdym przekroju.

Wyniki te osiągnięto przy następujących warunkach:

1. moc w induktorze 25 kW,
2. zużycie energii elektrycznej na nagrzanie jednego końca szyny 0,35 kWh,
3. czas nagrzewania 40 sek,
4. ośrodek chłodzący — emulsja o temperaturze 38 do 40 °C,
5. czas chłodzenia 30 sek (zużycie emulsji na jeden zahartowany koniec szyny 6,2 litra),
6. odstęp induktora od krawędzi czoła szyny 7,5 mm.

Cały cykl obróbki cieplnej jest całkowicie zautomatyzowany.

Utwardzanie za pomocą nagrzewania płomieniem acetylenowo-tlenowym. Utwardzanie końców szyn płomieniem acetylenowo-tlenowym w produkcji hutniczej stosuje się w różnych krajach już od dłuższego czasu [7].

Do tego celu służą palniki smoczkowe, używane zazwyczaj do spawania, o wydajności 3000 litrów acetylenu na godzinę.

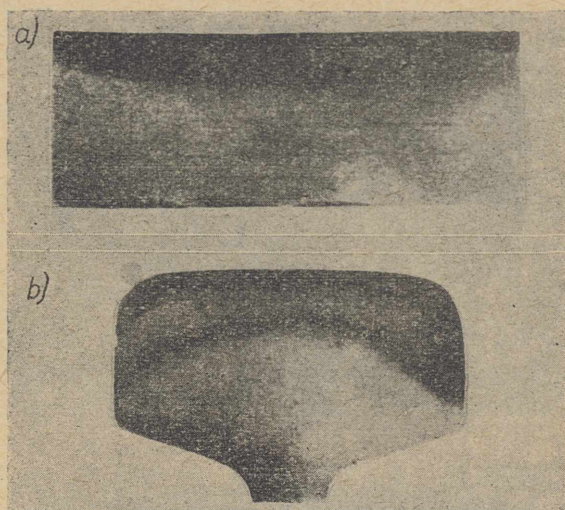
Koniec szyny ogrzewa się na długości 40 mm przesuwając palnik ruchem wahadłowym (od końca szyny do linii wykonanej uprzednio w odległości 40 mm od końca) dotąd, aż cała powierzchnia główki nagrzej się do temperatury hartowania.

Chłodzi się wodą rozpyloną, przy czym do rozpylania służy tlen doprowadzony do palnika.

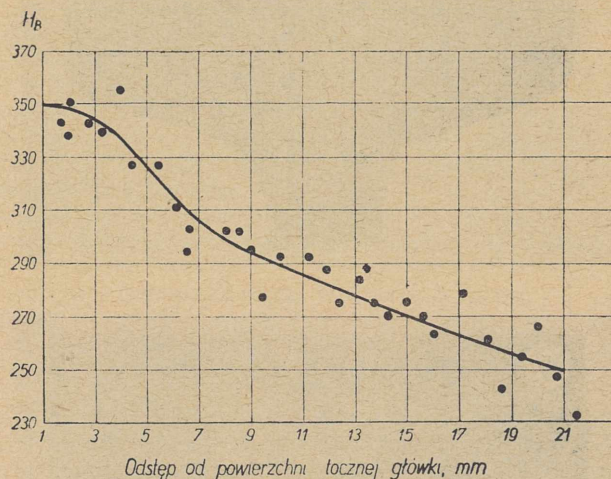
Wodę doprowadza się do rozpylacza zawsze w stałej, ściśle określonej, ilości, tak że nagrzana powierzchnia nie ostyga całkowicie, a energia cieplna zmagazynowana w główce szyny powoduje odpuszczenie zahartowanej warstwy powierzchniowej.

Rysunek 8 przedstawia rozkład twardości na przekroju poprzecznym i podłużnym utwardzonego końca szyny wykonanej ze stali o zawartości 0,46 % C i 0,84 % Mn przy następujących warunkach:

- odstęp palnika od toczonej powierzchni główki 50 mm
- kąt pochylenia palnika względem toczonej powierzchni główki 70°
- czas nagrzewania 2 min 45 sek
- objętość wody rozpylonej 500 cm<sup>3</sup>
- zużycie wody rozpylonej 90 litrów/godzinę



Rys. 3. Widok utwardzonej warstwy powierzchniowej z wykorzystaniem ciepła walcowania w przekroju podłużnym a i poprzecznym b po trawieniu



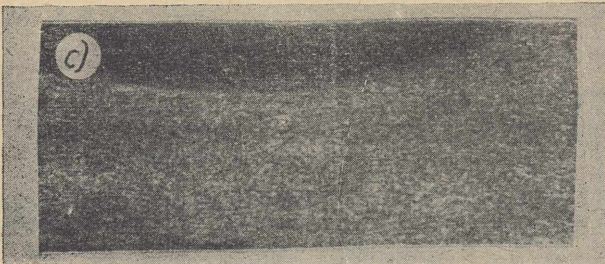
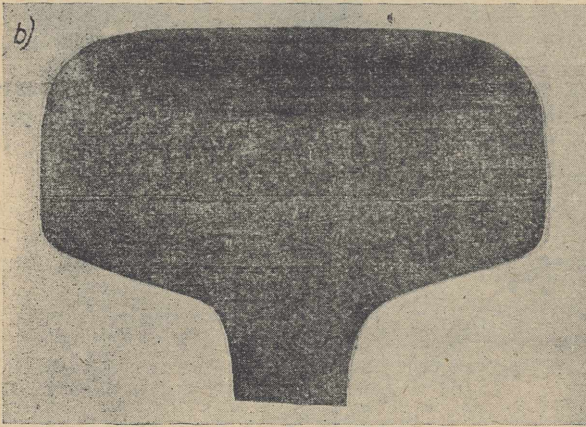
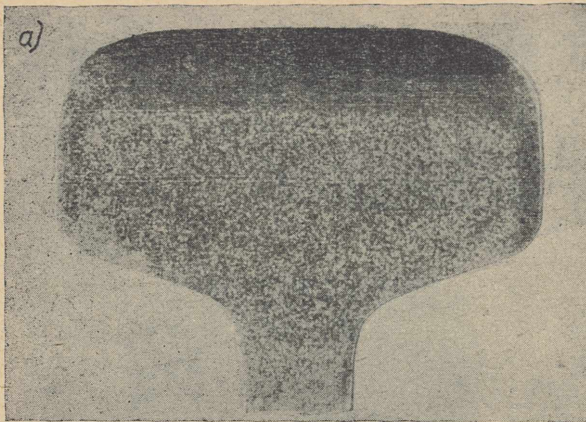
Rys. 4. Spadek twardości w przekroju poprzecznym główki w końcu szyny po utwardzeniu z wykorzystaniem ciepła walcowania

## 2. Metody utwardzania szyn w torach kolejowych płomieniem acetylenowo-tlenowym

Utwardzanie końców szyn w ZSRR. Od 1949 r. zaczęto w ZSRR szeroko stosować powierzchniowe utwardzanie końców szyn w torach kolejowych palnikami acetylenowo-tlenowymi.

W 1949 r. zahartowano już tą metodą 70 000 końców szyn, a w 1950 r. wielokrotnie więcej. Prace te wykonuje specjalne przedsiębiorstwo, Ministerstwa Komunikacji ZSRR, które wyszkoliło personel inżyniersko-techniczny oraz hartowników w hartowaniu końców szyn płomieniem acetylenowo-tlenowym, technice bezpieczeństwa pracy itp. oraz uruchomiło specjalne wagony i uchwyty do transportu aparatury wzdłuż torów, przenoszenie przez tory itp.

Urządzenie do tego celu składa się z wytwornicy acetylenowej o wydajności 2000 ÷ 2500 litrów na godzinę, kilku butli tlenowych, szlifierki ręcznej, węży tlenowych i acetylenowych (po 20 m), palnika średniego ciśnienia o wydajności 1850 ÷ 1950 litrów acetyleno na godzinę, ze specjalną końcówką wielopłomienną o płomieniu szerokości 30 mm, odpowiadającej szerokości główki szyny, tudzież z lejka do polewania wodą nagrzanej powierzchni.



Rys. 5. Widok warstwy utwardzonej indukcyjnie *a*, *b*, *c*, *d*, prądami wielkiej częstotliwości w odległości 12, 28 i 44 mm od czoła szyny *a*, *b*, *c* oraz w przekroju podłużnym *d*

Utwardzanie powierzchniowe stosuje się wyłącznie do końców:

1. szyn typu Ia i IIa (GOST 3542-47), walcowanych z normalnej stali martenowskiej lub besemerowskiej, będących już pewien czas w użyciu, jeżeli zużycie pionowe nie przekracza 1,5 mm,
2. szyn starego typu ze złączami spawanymi,
3. nowych szyn ułożonych na trasie, przy czym jako zasadę przyjęto:
  - długość hartowania szyny 75 mm licząc od końca, grubość warstwy zahartowanej 4 ÷ 6 mm.

Niedozwolone jest hartowanie końców szyn, które były przedtem hartowane lub napawane, albo wykazują wady w postaci pęknięć, rozwarstwień, wykruszeń, odtupań itp.

Szyny utwardza się nie przerywając ruchu pociągów; w tym celu wystawia się sygnalistów i oznacza miejsca pracy specjalnymi znakami. Nie pracuje się przy temperaturze poniżej 0 °C, podczas mgły, deszczu i w nocy.

Kolejność czynności podczas hartowania przedstawia się następująco:

1. Jeżeli boczne powierzchnie szyny wykazują wypływy, zeszlifowuje się je, a następnie na czołowej krawędzi główki wykonuje się pilnikiem fazkę o promieniu  $r = 2$  do 3 mm, w celu zabezpieczenia krawędzi od przegrzania.
2. W odległości 75 mm od końca szyny rysuje się linię kredą.
3. Po zapaleniu palnika reguluje się ciśnienie tlenu na 4,5 atm, a następnie płomień na obojętny.
4. Szynę nagrzewa się do 800 ÷ 900 °C w czasie 100 do 120 sek.

Palnik przesuwają się od końca szyny do oznaczonej linii i z powrotem ręcznie, zwiększając stopniowo szybkość ruchu posuwowego.

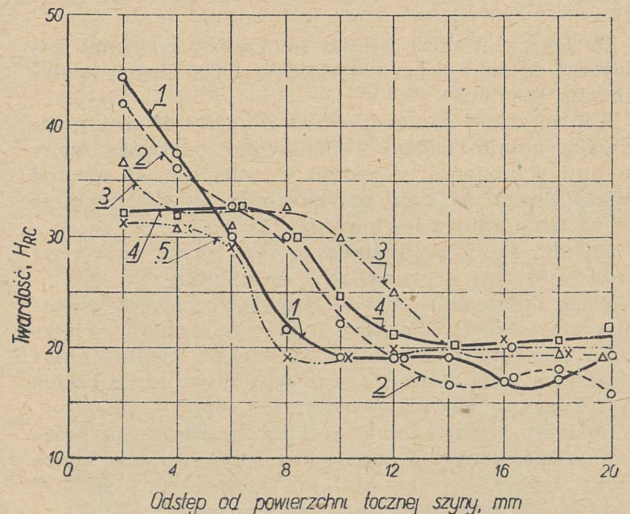
Do ustalania 2-milimetrowej odległości jądra płomienia od toczonej powierzchni główki służy specjalny opór.

5. Szynę chłodzi się wodą przez 10 sek za pomocą specjalnego lejka z otworkami o średnicy 0,5 mm. W tym czasie nagrzana powierzchnia osiąga temperaturę około 500 °C. Następnie chłodzi się szynę do około 200 °C na powietrzu w ciągu około 120 sek.
6. Kończy się hartowanie podgrzewając powierzchnię szyny tym samym palnikiem do 500 ÷ 600 °C przez 20 ÷ 25 sek i studząc ją na powietrzu.

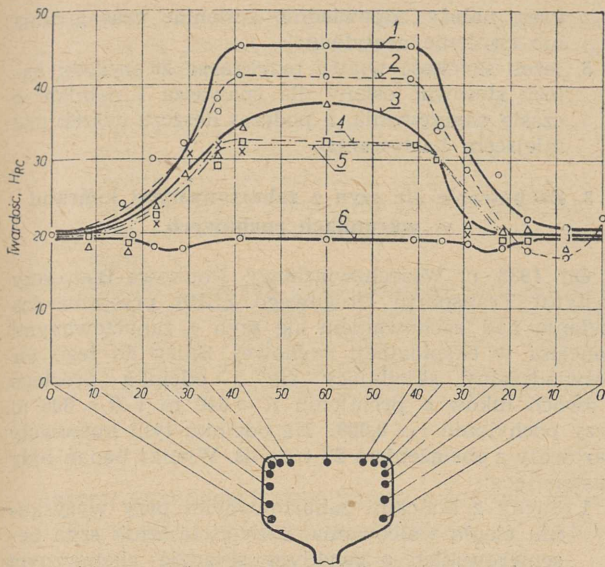
Badania metalograficzne wykazały, że po takiej obróbce cieplnej utwardzona warstwa ma strukturę troostytczno-sorbityczną. Twardość powierzchni wynosi 270 ÷ 385  $H_B$ , a spadek krzywej twardości od warstwy utwardzonej do rdzenia szyny o strukturze ferrytyczno-perlitycznej jest łagodny. Do kontroli twardości używa się młotka Poldi, badając cztery końce dowolnie wybrane z odcinka toru długości 300 mm, przy czym na każdym końcu wykonuje się trzy odciski twardości (norma GOST 4224-48).

Przy jednoczesnej pracy dwóch brygad na jedną zmianę, jedna brygada utwardza końce 12,5-milimetrowych szyn na długości 300 metrów, co odpowiada 24 stykom, czyli 48 końcom szyn.

Ze względu na bardzo dobre zachowanie się tak utwardzonych szyn, Ministerstwo Komunikacji ZSRR postawiło w 1950 r. przedsiębiorstwu hartującemu końce szyn następujące zadania:



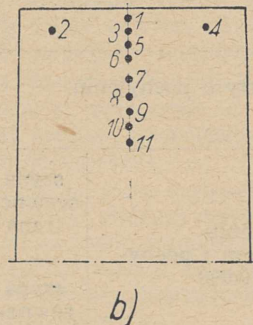
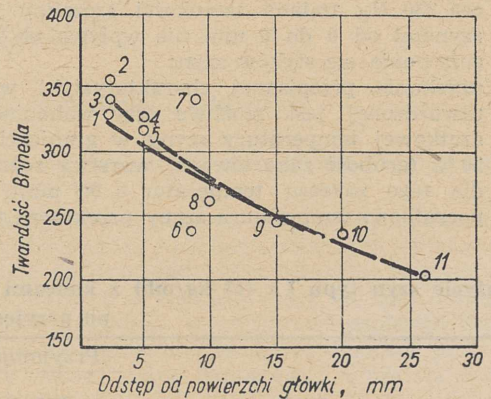
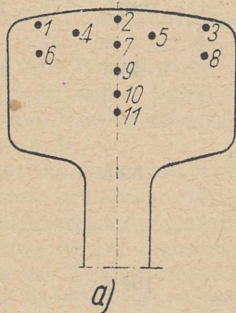
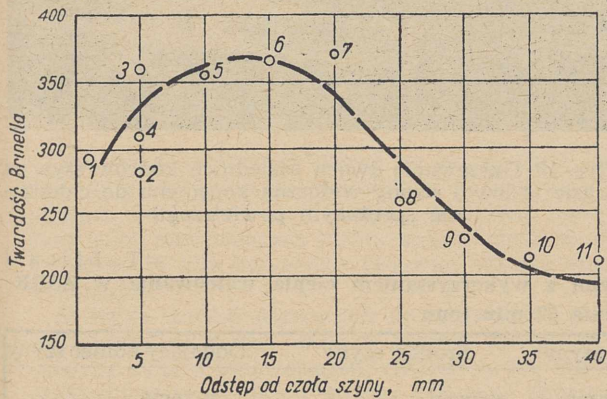
Rys. 6. Spadek twardości warstwy utwardzonej mierzonej w przekrojach położonych w różnych odległościach od czoła szyny przy stosowaniu nagrzewania prądami wielkiej częstotliwości i chłodzenia emulsją o temp. 40 °C 1 ÷ 16 mm, 2 ÷ 32 mm, 3 ÷ 48 mm, 4 ÷ 64 mm, 5 ÷ 80 mm od czoła szyny



Rys. 7. Wykres twardości na obwodzie główki mierzonej na przekrojach położonych w różnych odległościach od czoła szyny przy stosowaniu ogrzewania prądami o wysokiej częstotliwości i chłodzeniu emulsją 40 °C (oznaczenia jak w rys. 6)

1. ulepszenie i przyspieszenie metod hartowania końców szyn przez zastosowanie grzania posuwowego oraz mechanizacji robót hartowniczych;
2. zastosowanie wydajniejszych, a więc ekonomiczniejszych palników;
3. opracowanie metody utwardzania płomieniowego główek całych szyn na łukach;
4. opracowanie metody płomieniowego utwardzania rozjazdów kolejowych.

Do pracy nad wykonaniem tych zadań wciągnięto instytut naukowo-badawcze.



Rys. 8a i b. Wykres twardości w przekroju poprzecznym a) i podłużnym b) końca główki szyn po utwardzeniu płomieniem acetylenowo-tlenowym

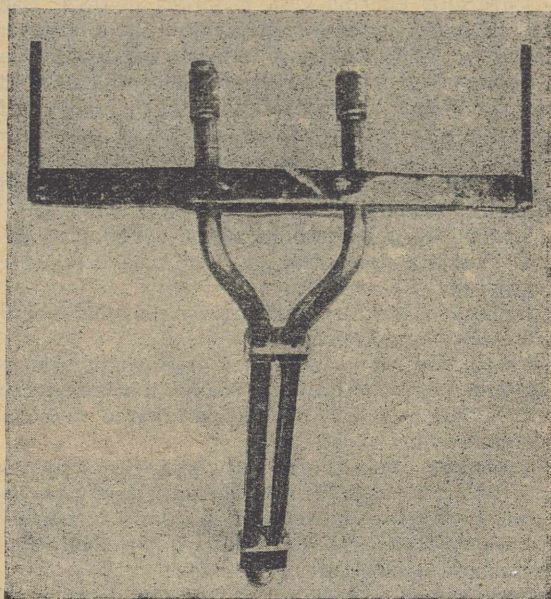
Utwardzanie końców szyn w torach w USA. Badaniami nad powierzchniowym utwardzaniem szyn zajmuje się w USA specjalny Komitet Amerykańskiego Stowarzyszenia Inżynierów Kolejowych (AREA), który na podstawie badań laboratoryjnych i dwunastoletniej praktyki hartowania końców szyn płomieniem acetylenowo-tlenowym oraz obserwacji ich zachowania się w ruchu wydał następujące przepisy co do stosowania tej metody:

1. Hartowana powierzchnia winna obejmować 37 do 87 mm końcowej długości szyny na całej szerokości główki.
2. Grubość zahartowanej warstwy nie powinna być mniejsza niż 6 mm.
3. Chłodzenie od temperatury hartowania nie powinno wywoływać przemiany martenzytycznej w materiale szyny. Nie można używać wody jako środka chłodzącego.
4. Twardość główki po utwardzeniu zmierzona w odległości  $6 \div 12$  mm od końca szyny po usunięciu warstwy odwęglonej powinna wynosić: szyny o ciężarze do 50 kg/mb  $331 \div 401 H_B$ , szyny cięższe  $341 \div 415 H_B$ .
5. Szybkość chłodzenia winna być tak dobrana, aby nie wywoływała nagłej zmiany twardości w strefie przejściowej od zahartowanej warstwy powierzchniowej do miękkiego rdzenia.

Wymaganiom tym czyni się obecnie z powodzeniem zadość w praktyce, stosując powierzchniowe nagrzewanie końców szyn płomieniem acetylenowo-tlenowym i chłodząc je w strumieniu sprężonego powietrza lub też naturalnym sposobem na powietrzu.

Szczegółowe badania wpływu zmiennych czynników na wyniki hartowania (ogółem 25 czynników), między nimi:

1. odchyłek zawartości węgla w materiale szyny,
2. wielkości profilu szyny (przekroju poprzecznego szyny),
3. wielkości szczeliny między szynami,



Rys. 9. Końcówka palnika do jednoczesnego ogrzewania dwóch sąsiednich końców szyn w złączu

4. początkowej temperatury szyny,  
5. czynników atmosferycznych,  
wykazały, że

1. odchyłki zawartości węgla nie stanowią przeszkody do otrzymania przepisanej twardości powierzchniowej główki;
2. lżejsze szyny o mniejszej powierzchni profilu, można hartować za pomocą tych samych urządzeń, stosując krótszy czas nagrzewania przed hartowaniem (np. do szyn 13 kg/mb 50 sek zamiast 60);
3. jeżeli twardość powierzchniowa główki przekracza 330  $H_B$  zmiana szerokości szczeliny między szynami od 0 do 6 mm nie wpływa na stopień zużywania się styków szyn;
4. uzyskanie przepisanej charakterystyki warstwy utwardzonej jest możliwe przy wahaniami początkowej temperatury szyny w granicach 0 do 50 °C (grubość zahartowanej warstwy różniła się dla tego zakresu temperatur o 0,8 mm); jeżeli początkowa temperatura szyny przekracza ten za-

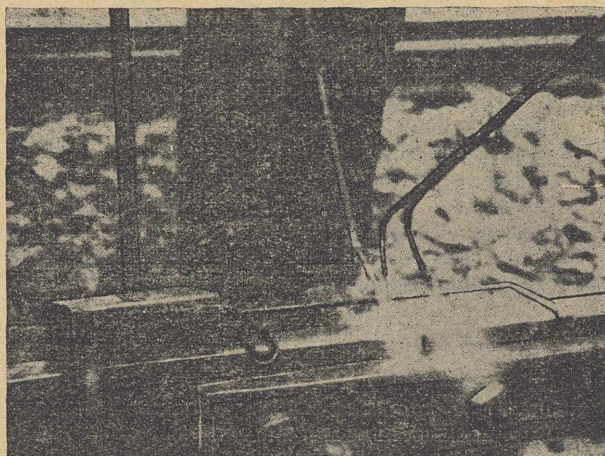
kres, należy odpowiednio zmieniać czas grzania lub ciśnienie acetylenu;

5. jeżeli szybkość wiatru przekracza 20 m/godz, należy stosować osłony dla spawacza i palnika w czasie nagrzewania, a podczas deszczu daszek nad miejscem hartowania.

### 3. Zachowanie się szyn z zahartowanymi końcami w warunkach ruchowych

Od 1938 r. Wszechzwiązkowy Naukowo-Badawczy Instytut Transportu Drogowego ZSRR przeprowadza badania nad zachowaniem się szyn z zahartowanymi końcami w eksploatacji ruchowej. Służy do tego tor doświadczalny składający się z odcinka prostego i dwóch łuków o promieniu  $R = 640$  m i  $R = 896$  m przy pochyleniu  $i = 0,008$ . Na odcinku tym kursowały parowozy z obciążeniem 20 t na oś. Wyniki badań były następujące:

1. Szyny z końcami zahartowanymi przy uzyskaniu ciepła walcowania. Szesnaście sztuk szyn beseмеровских o zwykłym składzie chemicznym (0,45 % C, 0,80 % Mn), po których w ciągu trzech miesięcy przewieziono około 52 mln t, wykazały zużycie podane w tablicy 1. Szerokość główki na stykach wzrosła wskutek wpływów o 4 mm, w



Rys. 10. Ogrzewanie dwóch sąsiednich końców szyn na trasie (z lewej strony widoczna końcówka do chłodzenia sprężonym powietrzem)

Tablica 1

Zużycie szyn typu Ia (43 kg/mb) z końcami hartowanymi z wykorzystaniem ciepła walcowania w ZSRR po przyjęciu obciążenia 52 mln tonn

Rodzaj odcinka toru	Przyjmujący koniec szyny		Środek szyny		Oddający koniec szyny		
	zużycie pionowe mm	powierzchnia <sup>1)</sup> zużycia mm <sup>2</sup>	zużycie pionowe mm	zużycie mm <sup>2</sup>	zużycie pionowe mm	zużycie mm <sup>2</sup>	
Odcinek prosty o pochyleniu $i = 0,008$	0,90	38,0	1,07	44,5	0,94	38,5	
Łuk o promieniu $R = 640$ mm i pochyleniu $i = 0,008$	szyna wewnętrzna	0,90	51,4	1,60	89,8	1,44	68,3
	szyna zewnętrzna	1,54	78,1	1,98	104,5	1,5	70,8

1) Różnica między powierzchnią przekroju poprzecznego szyny przed zużyciem i po zużyciu.

- środku szyny o 7 mm. Nie stwierdzono żadnych wad w postaci pęknięć lub odłupań w warstwie utwardzonej ani w całych szynach.
2. Szyny z końcami zahartowanymi prądem wielkiej częstotliwości: Trzydzieści sześć szyn martenowskich po przetoczeniu około 40 mln t wykazało średnie zużycie podane w tablicy 2. Z badań wynika, że dzięki hartowaniu końców udało się uzyskać równomierne zużycie szyn na całej jej długości.
  3. Szyny z końcami zahartowanymi płomieniem acetylenowo-tlenowym na trasie: Dwadzieścia tysięcy styków zahartowanych w latach 1938 ÷ 1940 za pomocą dwupłomiennego palnika acetylenowo-tlenowego wykazało minimalne zużycie, bez pę-

Tablica 2

Zużycie szyn typu P 50/50 kg/mb z końcami hartowanymi prądami wielkiej częstotliwości w ZSRR po przetoczeniu obciążenia 40 mln t

Przyjmujący koniec szyny		Środek szyny		Oddający koniec szyny	
zużycie pionowe	powierzchnia zużycia	zużycie pionowe	powierzchnia zużycia	zużycie pionowe	powierzchnia zużycia
mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>
1,00	45	1,25	46	0,75	39

knięć, odłupań i wykruszeń. Za strefą zahartowaną występowało rozszerzenie główki o 1 do 1,5 mm. Zużycie szyn z miękkimi końcami było 1,5 do 2 razy większe.

### Wnioski

1. Doświadczenia radzieckie oraz innych krajów uprzemysłowionych dowodzą, że metoda powierzchniowego utwardzania końców szyn kolejowych zarówno podczas produkcji hutniczej, jak i w torach, daje dobre wyniki, zmniejszając zużycie szyn wskutek ścierania o 50 do 100 %, a tym samym przynosząc znaczną oszczędność na stali.

2. Określone na podstawie badań metalograficzno-wytrzymałościowych i kontroli zużycia szyn w warunkach ruchowych wymagania co do jakości szyn z utwardzonymi końcami są całkowicie sprawdzone. W ZSRR istnieje nawet norma na szyny utwardzone (GOST 4224-48).

3. Ze względów ekonomicznych i produkcyjnych najbardziej celowe wydaje się stosowanie metody utwardzania końców szyn przy wyzyskaniu ciepła walcowania w czasie produkcji, a metody obróbki cieplnej płomieniem acetylenowo-tlenowym do utwardzania końców szyn znajdujących się już w torach kolejowych.

### Literatura

1. Tiermicheskaja obrabotka relsow. Moskwa 1950. Zbiór artykułów pod redakcją I. P. Bardina.
2. Powyszenije ustalostnoj procznosti dietalej maszin powierzchnostnoj obrabotkoj. Moskwa 1952. Zbiór artykułów pod redakcją S. W. Serensena.
3. F. Szarow, E. L. Guralnik. Powierzchnostnaja zakałka koncow relsow na żeleznodorożnych putiach. Awtogiennoje Dieło, 1950, nr 9, str. 25.
4. La Motte Grover. Control of Rail-End Herdening. The Welding Journal, 1952, nr 1.
5. A. Wójcik. Powierzchniowe hartowanie głowki szyn kolejowych. Hutnik 1951, nr 5, str. 189.
6. Normy GOST 4224-48 i 3542-47.
7. Materiały fabryczne firmy L'oir liquide. Paryż 1936. **K. Pogórecki**

## METALE NIEŻELAZNE

### Produkcja drutów siluminowych do spawania i lutowania

Drutów siluminowych używa się do spawania odlewów siluminowych oraz jako lutowia do lutowania aluminium. Dotychczas do lutowania aluminium używano stopów Al zawierających kadm, będący metalem deficytowym. W tym przypadku jest więc silumin stopem zastępczym.

Średnica drutów używanych do lutowania i spawania wynosi do 8 mm, chociaż silumin zalicza się do dobrych stopów odlewniczych, odlewanie tak cienkich prętów jest kłopotliwe i drogie. Ponieważ dotychczas w kraju nie przerabia się plastycznie siluminu a brak danych o tym w literaturze, Zakład Metali Lekkich IMN przeprowadził próby w celu opracowania technologii produkcji prętów siluminowych.

Topienie i odlewanie wlewków nie nastęrcza trudności. Przedmiotem badań była więc przeróbka plastyczna siluminium tzn. wyciskanie prętów z wlewków i następnie ciągnięcie.

Do próby wyciskania przygotowano wlewki o średnicy 132 mm, które wytopiono w piecu koksowym używając tygla grafitowego o pojemności 50 kg; jako materiału wsadowego użyto zaprawy Al-Si 13 i aluminium rafinowanego. Temperatura odlewanego stopu wynosiła około 720 °C. Stop odlewano do żeliwnicy wlewnicy okrągłej o średnicy 132 mm i wysokości 600 mm. Temperatura wlewnicy wynosiła przed odlewaniem około 200 °C. Po odlaniu wlewki oskórowano (zdej-

mując warstwę około 3 mm) odcięto około 40 mm jamy usadowej.

Następnie przystąpiono do prób wyciskania na prasie hydraulicznej o ciśnieniu roboczym 300 atm. i o maksimum nacisku tłoka 1000 t. Używano matrycy mającej sześć otworów o średnicy oczek 8,8 mm, którą przed użyciem dokładnie wyszlifowano papierem ściernym; otwory wysmarowano grafitem. Podczas prób wyciskania badano wpływ temperatury materiału oraz szybkości wyciskania na jakość prętów. W wyniku prób okazało się, że wyciskanie prętów siluminowych nie jest łatwe. Pręty miały bowiem powierzchnię chropowatą i niekiedy popękana wykazującą drobne rysy.

Przyczyną tej chropowatości jest lepienie się metalu w otworach matrycy przy czym charakterystycznym jest, że początki prętów wychodzących z matrycy są gładkie, a końce chropowate.

Przed włożeniem do prasy matryca ma temperaturę około 150 °C, a później podczas wyciskania szybko się nagrzewa; wywnioskowano stąd, że z chwilą nagrzania matrycy przyczepność metalu do niej rośnie i następuje klejenie. Podczas wyciskania należy więc matrycę chłodzić po każdym wlewkę.

Próbowano wyciskać przez matrycę nie smarowaną grafitem, lecz zgodnie z przewidywaniem powierzchnia prętów była gorsza.

W wyniku wykonanych prób stwierdzono, że optymalna temperatura wyciskania wynosi  $440 \div 460$  °C, a szybkość  $3 \div 4$  m/min (szybkość wypływu prętów). Wysoka temperatura wlewka i duża szybkość wyciskania pogarszają powierzchnię prętów. Zbyt mała szybkość wyciskania również nie jest wskazana, ponieważ wyciskanie wlewka trwa dłużej i matryca nadmiernie się nagrzewa, co powoduje chropowatość pręta.

W celu zmniejszenia średnicy prętów i wygładzenia powierzchni ciągnięto otrzymane pręty. W wyniku prób stwierdzono, że pręty siluminowe ciągną się bardzo dobrze, powierzchnia ich po ciągnięciu jest gładka i czysta. Również pręty o powierzchni chropowatej po ciągnięciu są zupełnie gładkie.

Po wyciskaniu pręty dają się ciągnąć z  $\phi = 8,8$  mm do 6 mm w  $4 \div 6$  ciągach bez pośredniego żarzenia zmniejszającego. Odpowiada to łącznemu zginiotowi 53%. Dopuszczalny zginiot w jednym ciągu wynosi  $10 \div 15$  %. Po przekroczeniu tego zginiotu pręty zrywają się przy ciągnięciu. Chcąc ciągnąć pręty na mniejszą średnicę, należy stosować pośrednie wyżarzenie zmniejszające i następnie ciągnąć w ten sposób, aby zginioty poszczególnych ciągów nie przekraczały 15 %.

Próby lutowania i spawania przeprowadzone przez Instytut Spawalnictwa wykazały, że wyprodukowane w ten sposób pręty w zupełności odpowiadają stawianym wymaganiom.

S. Zaczekowski

## SŁOWNICTWO HUTNICZE

### W sprawie wyrażenia „temperatura topnienia“

Na str. 167 nru 5 „Hutnika“ z br. zakwestionowano poprawność terminu „topnienie“ w odniesieniu do metali, żużli i innych ciał stałych (prócz lodu i śniegu, które mogą „tajać“). Prof. dr W. Łoskiewicz proponuje stosować miano „topienie“ metali uważając tę nazwę za utartą w gwarze robotniczej, a zatem za właściwszą. Ten punkt widzenia nie jest — zdaniem moim — słuszny, gdyż na tej samej podstawie moglibyśmy mówić „śrubstak“, „messel“, mówimy wszakże „imadło“, „ścianak“.

Słowo „topnienie“ oznacza przechodzenie ciała stałego w stan ciekły przy stałej temperaturze. Jest to więc określenie fizyczne, słowo zaś „topienie“ oznacza doprowadzanie ciepła do ciała stałego umieszczonego w tyglu, piecu, itp. w celu jego upłynnienia. Jest to więc określenie technologiczne. Dlatego należy mówić „temperatura topnienia“, a nie „temperatura topienia“,

która dotyczy kaźdoczesnej temperatury w tyglu oraz piecu, lecz nie temperatury przechodzenia ciała ze stanu stałego w ciekły.

Zależnie od celu należy używać albo jednego, albo drugiego słowa. Jednym zaś ograniczać się nie sposób. Sądzę, że zamiast „topienia“ lepiej byłoby używać miana „roztapianie“ lub „stapianie“ w odróżnieniu od „topienia“ czegoś, np. „w powodzi słów“. W języku rosyjskim równoznacznikiem „topienia“ jest „pławlenije“, równoznacznikiem zaś „roztapiania“ — „raspławlenije“. Otrzymywana przy tym płynna masa zwie się „raspław“. „Pławka stali“ — to wytapianie stali lub jej pojedynczy wytop. Dlatego wyrażenie „piece do topnienia“ jest nonsensem, mówimy natomiast „piece do wytapiania lub roztapiania“ stali (zależnie od potrzeby), lecz nie do topienia stali.

Prof. dr Wł. Kuczewski

### Tworzywo, eutektyka, żelazo

W słownictwie hutniczym prócz błędów i zniekształceń wynikających z zachwaszczenia języka polskiego wyrazami obcymi (przeważnie pochodzenia niemieckiego), prawdopodobnie nie wiele mniejszą grupę stanowią błędy natury pojęciowej polegające na używaniu niewłaściwych słów w celu określenia pewnego pojęcia lub obejmujące zbyt szeroki czy też zbyt wąski zakres znaczeniowy dla danego słowa, np. słowo „tworzywo“, wydaje się jasne, że należy je stosować gdy chodzi o materiał, z którego wykonany jest dany przedmiot. W „Słowniku języka polskiego“ Karłowicza, Kryńskiego i Niedźwiedzkiego podane jest znaczenie: „materiał do tworzenia, materiał, watek“, a dla słowa tworzyć — znaczenie: „kształtować, formować, urabiać, wyrabiać, robić, fabrykować, produkować“.

Wynikałoby stąd, że słowo „tworzywo“ należy odnosić do materiału gotowych wyrobów lub do materiału, z którego mogą powstać wyroby gotowe.

Stosowanie go do wszelkich surowców, z których otrzymujemy tworzywa w znaczeniu wyżej podanym, jest niewłaściwe. Na przykład ruda lub topniki nie są w żadnym razie tworzywem, lecz surowcami, gdyż z nich nie wyrabia się gotowych wyrobów czy półwyrobów. Natomiast stal, żeliwo czy mosiądz są typowymi tworzywami.

W dziedzinie metaloznawstwa, której typowe błędy językowe podał w jednym z ostatnich numerów Hutnika prof. T. Malkiewicz, prócz wymienionych wyżej

nie zawsze właściwie używane jest słowo „eutektyka“. Stosują je różni autorzy na określenie:

1. stopu o składzie eutektycznym,
2. punktu na wykresie równowagi,
3. struktury stopu o składzie eutektycznym.

Które wyrażenia powinno się stosować dla każdego z podanych wyżej trzech pojęć? Opierając się na dotychczasowej literaturze metaloznawczej i biorąc pod uwagę poprawność językową, można powiedzieć, że słuszne jest stosowanie następujących określeń:

1. dla pierwszego znaczenia — stop eutektyczny,
2. dla drugiego — punkt eutektyczny lub eutektyka,
3. dla trzeciego — struktura eutektyczna lub mieszanina eutektyczna.

Należałoby też uporządkować znaczenie pojęciowe terminu „eutektoid“ i określeń pochodnych (stop eutektoidalny, punkt eutektoidalny, struktura eutektoidalna) oraz terminu „perytektyka“ i pochodnych.

Na zakończenie pragnąłbym jeszcze przypomnieć nieraz już wytykany błąd, a mianowicie pokutujące dotąd niekiedy pojęcie (zwłaszcza w budownictwie) „żelaza handlowego“, „kwadratowego“, „okrągłego“ itp. Oczywiście mowa tu o prętach ze stali węglowej, a więc po prostu o „prętach stalowych“, które w zależności od przekroju nazywamy w skrócie „prętami stalowymi“, „kwadratowymi“, „okrągłymi“ itp.

Żelazo natomiast było, jest i będzie jedynie pierwiastkiem chemicznym.

J. Czermiński

## NOTATKI BIBLIOGRAFICZNE

**Mechanik.** Poradnik techniczny. Tom trzeci, część 1—2. Wydanie trzecie całkowicie przerobione. Obróbka plastyczna metali. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format B6, str. 512 wraz z wielu rysunkami i tablicami, cena w opr. płóc. 42 zł.

**Treść.** Podstawy obróbki plastycznej metali (T. Pełczyński). — Klasyfikacja procesów obróbki plastycznej (Z. Marciniak). — Walcowanie na gorąco (Z. Wusatowski). — Walcowanie na zimno (F. Tychowski). — Walcowanie gwintów (H. Tracz). — Przeciąganie (T. Pełczyński). — Kuźnictwo. Wiadomości wstępne. Kucie swobodne na prasach i młotach. Kucie matrycowe. Matryce. Maszyny kuźnicze (K. Bosiacki). — Piece kuźnicze (P. Bukowski). — Tłoczenie. Tłoczniaki (K. Szopski). — Prasy do tłoczenia (T. Księżycki i L. Gosztott). — Wyoblanie (K. Szopski).

Tom ten obejmuje zagadnienia obróbki plastycznej metali pod kątem widzenia potrzeb przetwórczego przemysłu metalowego. Poradnik techniczny Mechanik jest przeznaczony dla inżynierów i techników-mechaników pracujących na polu naukowym i w dziedzinie wytwórczości oraz dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych szkół technicznych.

**Metaloznawstwo i obróbka cieplna.** Kornel Wesołowski. Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Warszawa 1954. Wydanie drugie. Format B5. Część I. Str. 203, rys. 147, tabl. 32, cena w opr. kart. 12 zł 10 gr. — Część II. Str. 174, rys. 141, tabl. 19, cena w opr. kart. 10 zł 70 gr.

**Treść części I.** Wstęp. — Wiadomości ogólne. — Analiza cieplna (termiczna). — Badania makro- i mikro- i rentgenograficzne. — Badania własności mechanicznych. — Otrzymywanie surówki. — Surówki i żeliwa. — Otrzymywanie stali. — Układ żelazo-cementyt. — Staliwo i stal. — Miedź i jej stopy. — Nikiel i jego stopy. — Aluminium i magnez oraz ich stopy. — Ołów i cyna oraz ich stopy. — Cynk i jego stopy. — Korozja i ochrona przed korozją.

**Treść części II.** Definicje obróbki cieplnej. — Metody służące do określania właściwej temperatury obróbki cieplnej. — Zasady przeróbki plastycznej na zimno. — Przemiany zachodzące w stali podczas ogrzewania, wygrzewania i chłodzenia. — Wyżarzanie. — Hartowanie. — Odpuszczanie i odprężanie. — Przesycanie i starzenie. — Obróbka cieplno-chemiczna. — Stale i ich obróbka cieplna. — Obróbka cieplna żeliwa. — Urządzenia i ośrodki do obróbki cieplnej. — Technika obróbki cieplnej. — Kontrola obróbki cieplnej. — Projektowanie oddziało obróbki cieplnej. — Literatura.

Książka ta została zatwierdzona do użytku szkolnego przez Centralny Urząd Szkolenia Zawodowego jako podręcznik dla wszystkich wydziałów techników mechanicznych kl. II i III.

Notatkę bibliograficzną o pierwszym wydaniu tej książki zamieściliśmy w „Hutniku“ 1954 r., nr 2, str. 53.

**Zastosowanie mikroskopu do badania stali i żeliwa.** Wydanie 2. Biblioteka Racjonalizatora. Prof. inż. Fryderyk Staub. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format B6, str. 81, tabl. 2, cena 2 zł 50 gr.

**Zastosowanie mas plastycznych i drewna w urządzeniach hutniczych.** Mgr inż. Jerzy Folfasiński. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 124, rys. 95, tabl. 19, cena 9 zł.

**Treść.** Wstęp. — Masy plastyczne. — Drewno w budowie maszyn. — Elementy konstrukcji i budowy łożysk niemetalicznych. — Istniejące rozwiązania konstrukcyjne łożysk niemetalicznych. — Użytkowanie łożysk niemetalicznych. — Zastosowanie materiałów niemetalicznych w budowie kół zębatych.

łożysk niemetalicznych. — Zastosowanie materiałów niemetalicznych w budowie kół zębatych.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników zatrudnionych w hutnictwie lub przemyśle tworzyw sztucznych i może stanowić pomoc dla studentów wyższych uczelni technicznych.

**Wady odlewów stalowych.** Mgr inż. Jerzy Lutosławski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format B5, str. 236, rys. 107, tabl. 36, cena w opr. kart. 24 zł.

**Treść.** Część I. Wady odlewów. Pojęcia ogólne (Wiadomości wstępne. — Ogólne warunki powstawania wad i ich analiza. — Analiza rysunku i warunków technicznych.) — Część II. Wady odlewów stalowych. Wykrywanie. Zapobieganie. Naprawa (Grupa 1. Wady kształtu. — Grupa 2. Wady powierzchni surowej. — Grupa 3. Przerwy ciągłości. — Grupa 4. Wady wewnętrzne. — Grupa 5. Wady materiału. — Naprawa wadliwych odlewów).

Książka zawiera opis wad odlewów stalowych, sposoby ich wykrywania, przyczyny powstawania oraz zapobieganie tym wadom. Podano w niej również metody napraw odlewów wadliwych. Przeznaczona jest dla inżynierów i techników.

**Polerowanie elektrolityczne.** Inż. Janusz Dobrowolski i inż. Jan Rottengruber. Biblioteka Ochrony Pracy. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format A5, str. 48, rys. 22, cena 3 zł.

**Treść.** Istota i zastosowanie polerowania elektrolitycznego. — Szkodliwość materiałów stosowanych w polerowniach elektrolitycznych. — Bezpieczeństwo techniczne i higiena zakładowa. — Bezpieczeństwo i higiena osobista. — Pierwsza pomoc w razie wypadku. — Wykaz piśmiennictwa.

Książka przeznaczona jest dla techników, mistrzów i wykwalifikowanych robotników, zatrudnionych przy polerowaniu elektrolitycznym oraz dla kierownictwa zakładów.

**Metalizacja natryskowa.** Mgr inż. A. Grabiec i mgr inż. E. Markiewicz. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format A5, str. 197, rys. 148, tabl. 40, cena 14 zł.

**Treść.** Wstęp. — Proces technologiczny natryskiwania. — Własności natryskanych powłok metalowych. — Aparatura i urządzenia do metalizowania natryskowego. — Przygotowanie powierzchni do natryskiwania. — Zastosowanie metalizacji natryskowej. — Zagadnienie bezpieczeństwa i higieny pracy przy metalizacji natryskowej. — Projektowanie warsztatów metalizacyjnych.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników.

**Niskotemperaturowe rozdzielanie gazów.** Mgr inż. Jan Sobolewski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954, Format A5, str. 70, rys. 41, tabl. 3, cena 5 zł.

W pracy tej omówiono podstawy teoretyczne rozdzielania gazów w niskiej temperaturze i podano opisy działania najbardziej typowych aparatów stosowanych do tego celu.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników zatrudnionych w przemyśle wielkiej syntezy chemicznej.

**Chemia nieorganiczna.** Włodzimierz Trzebiatowski. Tom drugi. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1954. Format B5, str. 373 ÷ 742, rys. 213, tabl. 118, cena w opr. kart. 28 zł.

Podręcznik ten zatwierdzony został decyzją Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego do użytku w szkołach Wyższych.

**Treść.** Stan metaliczny metali. — Potasowce. — Wapniowce. — Glinowce. — Cyna, ołów, bizmut. — Podgrupy układu okresowego. — Miedziowce. — Cynkowce. — Skandowce i lantanowce. — Tytanowce. — Wanadowce. — Chromowce i transurany. — Manganowce. — Żelazowce. — Platynowce. — Chemia jądrowa.

O pierwszym tomie tego dzieła umieściliśmy notatkę bibliograficzną w nrze 3 „Hutnika“ z br. (str. 85).

**Chemia nieorganiczna łącznie z zasadami chemii ogólnej.** *Stanisław Tołłoczko i Wiktor Kemula.* Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1954. Format B5, str. 512 z licznymi rysunkami i tablicami, cena w opr. kart. 48 zł.

Jest to dziesiąte wydanie dawnego podręcznika profesorów Ludwika Brunera i Stanisława Tołłoczki, opracowane przez prof. Wiktora Kemulę. Książka ta została zatwierdzona przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego do użytku w szkołach wyższych.

**Chemia fizyczna.** Podręcznik dla studentów farmacji i biologii. *Dr M. Łąźniewski*, prof. Uniwersytetu Łódzkiego i *dr J. Kroh*, prof. Politechniki Łódzkiej. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich. Warszawa 1954. Format B5, str. 324, rys. 158, tabl. 95, cena w opr. płóc. 29 zł 70 gr.

Ministerstwo Zdrowia zatwierdziło ten podręcznik do użytku studentów Akademii Medycznych.

**Kurs technologii budowy maszyn.** Część II. Technologia obróbki części maszynowych. (Kurs technologii maszynostrojenia. — Technologia obróbki dietalej maszyn i ich elementów.) *Prof. A. P. Sokołowski*, doktor nauk technicznych. Przetłumaczył z języka rosyjskiego mgr inż. Włodzimierz Wasiljew. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format B5, str. 438, rys. 259, tabl. 11, cena 28 zł.

**Treść.** Przedmowa. — Wstęp do technologii obróbki części maszyn. — Obróbka wałów. — Obróbka otworów. — Obróbka części maszyn o powierzchniach współśrodkowych i wieloosiowych. — Obróbka płaszczyn. — Obróbka powierzchni kształtowych. — Podstawy technologii montażu.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów technológów pracujących w biurach fabrykacyjnych i w zakładach produkcyjnych przemysłu maszynowego oraz może służyć jako pomoc dla studentów Wydziałów Mechanicznych — Technologicznych Wyższych Uczelni Technicznych.

**Elektryczne aparaty rozruchowe i regulacyjne. Montaż — obsługa — naprawa.** *Mgr inż. J. Elbaum* i *mgr inż. J. Reicher*. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format A5, str. 215 wraz z wielu rysunkami i tablicami, cena 12 zł.

**Ogólne zasady projektowania elektrowni parowych.** (Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken.) *Dr Ludwik Musil*. Przetłumaczyli z języka niemieckiego mgr inż. Ignacy Dąbrowski i mgr inż. Czesław Dąbrowski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format B5, str. 420, rys. 281, cena w opr. płóc. 42 zł.

Książka zawiera materiał do projektowania elektrowni parowych. Jest przeznaczona dla doświadczonych projektantów i ekonomistów pracujących w dziedzinie inwestycji energetycznych.

**Przemysłowe badania maszyn elektrycznych.** (Промышленные испытания электрических

машин.) *G. K. Żerwie*. Przetłumaczył z języka rosyjskiego mgr inż. Tadeusz Koter. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format B5, str. 303, rys. 173, tabl. 8, cena w opr. kart. 26 zł.

**Treść.** Próby ogólne. — Badanie maszyn prądu stałego. — Badanie maszyn synchronicznych. — Badanie maszyn asynchronicznych.

Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników zatrudnionych w zakładach wytwórczych maszyn elektrycznych i w elektrowniach oraz dla inżynierów zatrudnionych w innych działach przemysłu przy eksploatacji maszyn elektrycznych.

**Trakcja elektryczna w kopalni.** *Prof. dr inż. Ludger Szklarski*. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format B5, str. 412 wraz z wielu rysunkami i tablicami. Cena w opr. kart. 45 zł.

**Sól i jej produkcja.** *Mgr inż. Jan Jurkiewicz*. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 127, rys. 56 wraz z wielu tablicami, cena w opr. kart. 4 zł 80 gr.

Pismem Centralnego Urzędu Szkolenia Zawodowego książka została zatwierdzona w charakterze podręcznika zastępczego dla zasadniczych szkół zawodowych górniczych oraz książki pomocniczej dla wydziałów eksploatacyjnych technikum górniczych.

**Pierwsze kroki i roboty w kopalniach węgla.** *Inż. Ludwik Orłowski*. Biblioteczka Górnicza. Tomik 43. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 76, rys. 69, cena 4 zł 50 gr.

**Książeczka strzałowego w kopalni.** *Inż. Józef Dudek*. Biblioteka Ochrony Pracy. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format B6, str. 48, rys. 14, cena 2 zł.

**Książeczka budowacza ścianowego.** *Inż. Stefan Chojnacki*. Biblioteka Ochrony Pracy. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format B6, str. 43, rys. 20, cena 1 zł.

**Maszynoznawstwo dla wiertaczy.** *Mgr inż. Stanisław Karlic*. Biblioteczka Naftowca. Tomik 9. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 104, rys. 94, tabl. 5, cena 5 zł 50 gr.

**Wiertnica „Trauzl”.** *Mgr inż. Andrzej Badak*. Biblioteczka Naftowca. Tomik 8. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 68, rys. 39, tabl. 5, cena 4 zł 50 gr.

**Wysokowydajne wiercenie i nacinanie gwintów.** *Inż. mech. Andrzej Józefik* i *inż. mech. Jan Kaczmarek*. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format A5, str. 43, rys. 32, tabl. 16, cena 2 zł 50 gr.

**Ostrzenie i napawanie utwardzające świrdrów wiertniczych.** *Mgr inż. Jerzy Wojnar*. Biblioteczka Naftowca. Tomik 10. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 72, rys. 46, tabl. 8, cena 4 zł 30 gr.

**Organizacja robót budowlanych w oparciu o harmonogramy tygodniowo-dobowe.** (Organizacja stroitielno-montażnych rabot po niedielno-sutocznym grafikam.) *J. A. Faktoriowicz*, kandydat nauk technicznych. Przełożyli z rosyjskiego Romana i Bolesław Kalińscy. Polskie Wydawnictwa Gospodarcze. Warszawa 1954. Format A5, str. 158, rys. 17, tabl. 69, cena 10 zł 80 gr.

Autor omawia doświadczenia ośmiu wielkich organizacji budowlanych ZSRR w zakresie stosowania sy-



stemu dyspozytorskiego wraz z planowaniem operatywnym. Przeprowadzając analizę tych doświadczeń podaje on najważniejsze metody organizacji robót. Książka przeznaczona jest dla personelu inżynierjino-technicznego centralnych zarządów i zjednoczeń.

**Węgiel.** Wiadomości o własnościach i badaniu. *Mgr inż. Tadeusz Mielecki.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1954. Format B6, str. 64, rys. 12, tabl. 6, cena 4 zł.

**Węgiel kamienny.** Przeróbka i użytkowanie. *Prof. dr inż. Błażej Roga.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1954. Format B5, str. 440, rys. 272, tabl. 94, cena w opr. kart. 42 zł.

W książce omówiono całokształt zagadnień związanych z genezą, występowaniem, składem, klasyfikacją, wydobywaniem, przeróbką i użytkowaniem węgla kamiennego. Główny nacisk położono na chemię i chemiczną technologię węgla kamiennego.

Książka przeznaczona jest dla użytkowników węgla kamiennego, średniego i wyższego dozoru zakładów

chemicznej, mechanicznej i energetycznej przeróbki węgla kamiennego oraz dla pracowników naukowych.

**Walka z wydzielaniem się gazów w kopalniach węgla.** (Gazowydzielenia w uogólnych szachtach i miery borby s nimi.) *G. D. Lidin,* dr nauk technicznych. Przełożył mgr inż. Kazimierz Izdebski. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 60, rys. 19, cena 4 zł.

**Składowanie węgla na placu fabrycznym.** *Paweł Janikowski.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1954. Format A5, str. 92, rys. 44, tabl. 5, cena 5 zł.

**Zabezpieczenia przed porażeniami w urządzeniach elektrycznych w górnictwie.** *Prof. Stanisław Bładowski,* dr nauk technicznych. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze. Stalinogród 1954. Format A5, str. 148, rys. 73, tabl. 28, cena 10 zł 30 gr.

## PRZEGLĄD CZASOPISM

**Prace Instytutów Ministerstwa Hutnictwa.** Rok 1954, nr 3. *M. Markuszewicz, J. Groyecki i A. Zawada.* Wytwarzanie blach transformatorowych walcowanych na gorąco o małej stratności. — *Z. Wusatowski i S. Bala.* Porównanie metod obliczania nacisku walców w procesie walcowania na gorąco. — *W. Rutkowski.* Spiekane magnesy trwałe. Część II. Spiekane magnesy zawierające aluminium i kobalt. — *S. Balicki.* Badania łozyskowych stopów o osnowie cynkowej i aluminiowej. — *H. Rutkowska i B. Winsch.* Alsifery — proszkowe materiały magnetyczne.

**Wiadomości Hutnicze.** Rok 1954, nr 6. *Wł. Gryk-sztas.* Dziesięciolecie Polski Ludowej. — Dziesięciolecie hutnictwa w Polsce Ludowej. — *Prof. dr Wł. Kuczewski.* Rozwój wielkopiecownictwa w Polsce Ludowej. — *Inż. St. Tochowicz.* Nagrzewanie chromomagnezytowych pieców martenowskich. — *Inż. J. Mikulski.* O ekonomiczne prowadzenie pieców wglębnych.

**Przegląd Techniczny.** Rok 1954, nr 6. *A. Firgane.* Zadania inżynierów i techników w świetle uchwał III Kongresu Związków Zawodowych. — *Inż. D. Gajewski.* O roli aktywu inżyniersko-technicznego w opracowaniu i realizacji zakładowych umów zbiorowych. — *Inż. G. Hain.* Braterska współpraca między klasą robotniczą a inteligencją w Niemieckiej Republice Demokratycznej. — *Inż. J. Świtkowski.* Obecny stan prac nad poprawnym polskim słownictwem technicznym. — *Prof. J. Bukowski.* Muzeum Techniki. — *Inż. I. Baran.* O wpływie barw na bezpieczeństwo i wydajność pracy. — Nowoczesna technologia i oszczędność energii (Z techniki Węgierskiej Republiki Ludowej). — *Inż. W. Czetwertyński.* O publikowaniu prac instytutów naukowo-badawczych. — *K. O.* O poprawę przygotowywania maszynopisów i lepszą pracę drukarni. — *Inż. M. Żegwa.* „Rzutujmy na przejrzystość wzajemnych powiązań“.

**Techniczny Biuletyn Biprohotu.** Rok 1954, maj — czerwiec. *Prof. mgr inż. Z. Wernicki.* Wybrane przesłanki teoretyczne nowych konstrukcji pieców przemysłowych. — *K. Suchoń.* Nasze osiągnięcia w dziedzinie projektowania nowoczesnych pieców przepychowych.

— *M. Tomiak.* Zmodyfikowane i unowocześnione piece z wysuwnymi trzonami. — *J. Pawlik.* Wymuszony obieg spalin w piecach dla niskich temperatur. — *Inż. K. Dybał.* Osiągnięcia w dziedzinie projektowania pieców wglębnych walcowniczych. — *Inż. K. Dybał.* Suche prowadzenie pieców wglębnych. — *K. Suchoń.* Rury promieniujące i ich zastosowanie w projektowanych przez nas piecach do obróbki cieplnej. — *Inż. T. Zachara.* Piece z obracającymi się trzonami czy piece przepychowe. — *Inż. St. Kowalczyk i inż. St. Matus.* Automatyka pieców grzewczych w oparciu o wzory radzieckie. — *Inż. St. Matus.* Centralne sterowanie i kontrola pracy pieców przemysłowych. — *Inż. T. Kochan.* Rekuperatory metalowe igłowe.

**Wiadomości PKN.** Rok 1954, nr 6. *Przegląd Językowy Normalizacji nr 6.* (K. Z. „W temperaturze“ czy „przy temperaturze“. — *Mgr J. Zienkiewicz.* „Konstruować“ — „projektować“. — *Z. K.* „Nieodłączny“ — „nierozłączny“. — *Inż. B. Błocki.* „Wiertnia“ czy „szyb naftowy“. — *Dyr. Wł. Bieńkowski,* List do Redakcji.)

**Energetyka.** Rok 1954, nr 3. *Inż. Sz. Markowicz.* O wyższy poziom eksploatacji, o bezawaryjną pracę w energetyce. — *Inż. B. Tittenbrun.* Wilgoć w transformatorach i jej usuwanie. — *Inż. T. Frank.* Zagadnienie bezpieczeństwa i higieny pracy w elektrowniach. — *J. Waksman.* Elektrownia wodna w Genissiat na Rodanie. — *T. Brück.* System czy układ elektroenergetyczny?

**Przegląd Geologiczny.** Rok 1954, nr 7. Na progu nowego dziesięciolecia 22. VII. 1944 — 22. VII. 1954. — *M. Budkiewicz.* Geneza niektórych złóż kaolinu rejonu Świdnicy. — *A. Stoga.* Uwagi o budowie i zadaniach planu geologii na 1954 r. w dziedzinie rozpoznania złóż. — *W. Narębski.* Zastosowanie zasad chemii organicznej w analizie rud, skał i minerałów. — *A. Graniczny.* W sprawie terminologii i zakresu pojęć niektórych podstawowych czynności geologicznych.

**Wiadomości Chemiczne.** Rok 1954, nr 5. *J. Dąbrowski.* O pracach uczonych polskich w dziedzinie chemii barwników krwi i liści. — *B. A. Geller i G. P. Miktuchin.* Izotopy azotu w chemii.

**Chemik.** Rok 1954, nr 6. *J. Ordon.* Normalizacja w przemyśle chemicznym.

**Cement, Wapno, Gips.** Rok 1954, nr 6. *Prof. inż. J. Grzymek.* Perspektywy niektórych nowych zagadnień w produkcji spoiw. — Wypał wapna w piecach obrotowych.

**Nafta.** Rok 1954, nr 6. *Inż. St. Depowski.* Nauka i technika radziecka (Organizacja służby geologicznej przemysłu naftowego w Związku Radzieckim.). — *Mgr H. Mosurski.* Dodatki do olejów i inhibitory.

**Ekonomika i Organizacja Pracy.** Rok 1954, nr 7. *J. Elbanowski.* Organizacja kontroli wykonania planu rozwoju techniki. — Narada Redakcji „Ekonomiki i Organizacji Pracy” z czytelnikami i autorami — Kraków 25. V. 1954 r. — *Z. Kowalski.* Środki łączności dyspozytorskiej w przedsiębiorstwach przemysłowych.

**Stahl und Eisen.** Rok 1954, nr 1. *K. H. Hüser.* Zagadnienie remontów w hutach i jego wpływ na koszty. — *P. Metz.* Przyczynę do poprawy trwałości wyprawy konwertorów zasadowych. — *R. Gregoire* i *A. Decker.* Korzystny wpływ węgla na trwałość skokowanych mas smołowo-dolomitowych. — *A. Michalski.* Przenikalność ultradźwięku w stali i jej znaczenie dla wyników badania metodą echa impulsów. — *H. Priester.* Gospodarka wodą w stalowniach S. A. Bochum. — Nr 2. *K. Bungardt, H. Kiessler* i *E. Kunze.* Hartowność i własności wytrzymałościowe stopowych stali konstrukcyjnych. — *R. Thienhaus.* Złóża rud w Maroku i Mauretanii. — *A. Driller.* Stan i postępy regulacji elektrod pieców łukowych. — *G. Eichert.* Doświadczenia z termo-elementami zanurzonymi. — Nr 3 (poświęcony przeróbce plastycznej na zimno). *F. W. Neumann* i *E. Siebel.* Walcowanie na zimno rur w walcach pielgrzymowych. — *R. Zinser.* Pełzanie drutów stalowych pod obciążeniem pulsującym nałożonym na obciążenie

stałe. — *K. Meister.* Nowoczesny regulowany napęd walcarki drutu. — *E. Siebel.* Docisk przy głębokim tłoczeniu. — *B. Heimansberg.* Kontrola statystyczna akordów. — Nr 4. *A. Mundt.* Doświadczenia angielskie z piecami martenowskimi o całkowicie zasadowej wyprawie. — *H. Bernhardt.* Ustalanie czasu walcowania w walcowni stali specjalnych. — *F. Benesovsky.* Postępy w dziedzinie metali rzadkich i o wysokiej temperaturze topnienia. — *E. A. Scheibe.* Złóża rud żelaza w Conakry (Francuska Gwinea). — *G. Laurisch.* Szkolenie zawodowe w przemyśle niemieckim. — Nr 5. *W. Koch* i *F. Wever.* Przyczynę do przeprowadzania odtleniania stali. — *H. Wübbenhorst.* Doświadczenia z generatorami o płaszczu parowym dla pieców martenowskich. — *I. Ljungberg.* Otrzymywanie i własności proszku żelaza elektrolytycznego. — *N. Waastein.* Organizacja rachunkowości w szwedzkim przedsiębiorstwie hutniczym. — *G. Ufer.* Najważniejsze złóża rud w Tunisie. — Nr 6. *F. Wesemann.* Spostrzeżenia dotyczące gospodarki cieplnej i ruchowej w USA. — *G. Leiber.* Natryskiwanie sklepień krzemionkowych w piecach martenowskich. — *R. Grimm* i *A. Krüger.* Wpływ składu chemicznego i temperatury hartowania na wzrost wytrzymałości drutu sprężynowego z nieuspokojonej stali tomasowskiej. — *G. Zapf.* Techniczne materiały spiekania z układu żelazo-miedź. — Nr 7. *H. Rollermeier* i *T. Kootz.* O metalurgii świeżenia dmuchem górnym. — *H. Ponnath.* Łożyska toczne w hucie z punktu widzenia utrzymania ruchu. — *W. Heiligenstaedt.* Wytrzymałość na gorąco cegieł szamotowych. — *H. K. Vellguth.* Przepływ wartości w przedsiębiorstwie i jego przedstawienie w układzie kont. — Nr 8 (poświęcony przeróbce plastycznej na zimno). — *J. Billigmann* i *A. Pomp.* Badanie wpływu szybkości walcowania na nacisk na walce, własności wytrzymałościowe i grubość taśmy walcowanej na zimno. — *A. Zastera.* Praktyczne pomiary temperatury drutu w wielociągach. — *J. Kohlgrüber, J. Leutbecher* i *T. Türk.* Przykłady sposobów ogrzewania wanien do cynkowania.

## KRONIKA

**Narada naukowo-techniczna w Gliwicach.** W dniu 10 czerwca 1954 r. odbyła się w Gliwicach narada naukowo-techniczna, zorganizowana przez Sekcję Walcowniczą SITPH i Koło SITPH przy Instytucie Metalurgii pod hasłem „Walczymy o lepsze pręty na śruby i nity”.

Po krótkim zagajeniu zebrania przez kol. inż. Zygmunta Polka przewodnictwo obrad objął kol. inż. Cezary Murski.

Podczas narady wygłoszono następujące referaty:

1. Inż. Roman Wusatowski — Nowoczesne kierunki przy walcowaniu prętów na śruby i nity.
2. Inż. Jerzy Nowosielski — Metody kalibrowania przy walcowaniu prętów na śruby i nity.
3. Inż. Stanisław Struk — Wpływ sposobu kalibrowania na jakość wyrobu.
4. Inż. Jerzy Haas — Badanie metalograficzne prętów na śruby i nity.

W ożywionej dyskusji, w której brało udział 16 kolegów, wyjaśniono wiele zagadnień związanych z praktyką walcowania śrub i nitów.

Dyskusję podsumował kol. C. Murski zwracając szczególną uwagę zebranych na nowe sposoby kalibrowania żelaza okrągłego i możliwości praktycznego ich stosowania, co pociągnie za sobą poprawę jakości materiału na śruby i nity.

Podczas krótkiej przerwy zebrani zapoznali się z bogato urządzonym i wyposażonym Zakładem Przeróbki Plastycznej Instytutu Metalurgii kierowanym przez dra inż. Z. Wusatowskiego.

Liczny udział członków SITPH w tej naradzie (36 obecnych) i ożywiona dyskusja świadczą o celowości tego typu narad, mających na celu współpracę praktyków walcowników z naukowcami.

Artykuły drukowane w Hutniku są wyrazem indywidualnych poglądów autorów, które nie zawsze pokrywają się z zapatrywaniami Redakcji lub Wydawcy

# KOMUNIKAT

Zgodnie z § 2 Zarządzenia Ministra Finansów z dnia 6. IX. 1952 r. (Monitor Polski Nr A 88 poz. 1374) w sprawie ewidencji towarowej i zasad fakturowania w Państwowym Przedsiębiorstwie Kolportażu „Ruch“, sprzedaż towarów prenumeratorom, winna się odbywać po cenie detalicznej na zasadzie pełnych przedpłat.

W związku z powyższym zawiadamiamy, że zamówienia na prenumeratę dzienników i czasopism na rok 1955 dla potrzeb urzędów, instytucji i przedsiębiorstw uspołecznionych, będą realizowane jedynie na warunkach pełnych przedpłat.

Przy składaniu zamówień ustala się następujące zasady:

Wszystkie zamówienia i przedpłaty na rok 1955, należy kierować do urzędów pocztowych w nieprzekraczalnym terminie do dnia 10 grudnia 1954 r.

Instytucje, urzędy i przedsiębiorstwa zamawiające prenumeratę dla podległych jednostek według rozdzielnika i opłacające ją z kredytów centralnych mogą zamówienia kierować bezpośrednio do PPK „Ruch“ nie później jednak jak do dnia 1 listopada 1954 r.

Zamówienia należy w tym wypadku sporządzić w dwóch egzemplarzach i wycenić, podając tytuły zamawianych czasopism, ilość egzemplarzy, cenę i wartość oraz ogólną sumę wartości całego zamówienia.

PPK „Ruch“ po sprawdzeniu zamówienia, potwierdzi na kopii do dnia 20 listopada 1954 r. przyjęcie prenumeraty do realizacji, podając ostateczną sumę należności, którą należy uregulować do dnia 10 grudnia 1954 r.

Ze względu na to, że PPK „Ruch“ nie będzie wystawiało faktur, potwierdzenie zamówienia posłuży za podstawę do uregulowania należności.

Zaznacza się, że PPK „Ruch“ będzie mogło realizować tylko te zamówienia, które zostaną złożone w ustalonym terminie, tj. do dnia 1 listopada br. i będą poparte przedpłatą do dnia 10 grudnia br.

W związku z powyższym, należy uwzględnić w preliminarzu budżetowym na IV kwartał 1954 r. odpowiednie sumy potrzebne do opłacenia prenumeraty czasopism na 1955 rok.

Ponadto wyjaśniamy co następuje:

a. Zakłady pracy zgodnie z treścią pisma okólnego PKPG nr 5 z 12. 7. 49 znak TE 8—5 powinny prenumerować branżowe czasopisma techniczne na poziomie popularno-technicznym w ilości 1 egz. na 50 pracowników, a na poziomie inżyniersko-naukowym w ilości 1 egz. na 20 inżynierów i techników.

b. Prenumeratę normalną zamawia się przez dokonanie przedpłaty na pocztie lub przez listonoszów podając adres wysyłkowy, tytuł czasopisma, ilość zamówionych egzemplarzy i okres prenumeraty (np. I kwartał, II kwartał, I półrocze, II półrocze). Prenumeratę normalną można również zamawiać przez dokonanie przelewu przedpłaty na konto PPK „Ruch“ w PKO III-13763/110, przy czym na przelewie podać wyżej wymienione dane.

c. Zbiorową prenumeratę ulgową w zakładach produkcyjnych zamawia się za pośrednictwem oddziałów zakładowych NOT, mężów zaufania NOT lub Klubów Techniki i Racjonalizacji, wpłacając z góry za prenumeratę. W zgłoszeniu prenumeraty należy podać dane wymienione w punkcie b.

Do zgłoszenia należy załączyć zestawienie osób zamawiających prenumeratę zbiorową z podaniem ich adresów. Komórki wymienione w punkcie c. wpłacają prenumeratę na konto PKO III-13763/110 przysyłając równocześnie zestawienie prenumeratorów pod adresem: Wojewódzki Oddział PPK „Ruch“ Dział Techniki i Rozliczeń, Stalinogród, ul. 3 Maja nr 16.

Uczniowie szkół zawodowych zgłaszają ulgową prenumeratę zbiorową na tych samych zasadach za pośrednictwem dyrekcji szkoły. Studenci szkół wyższych zgłaszają ulgową prenumeratę przez Koła Naukowe Uczelni lub inne stowarzyszenia Szkół Wyższych.

d. Zamówienia dokonane bez równoczesnej przedpłaty nie będą przez PPK „Ruch“ uwzględnione. Terminy zamówień są następujące: na prenumeratę półroczną, roczną i I kwartał 1955 r. do dnia 10. XII. 1954 r., na prenumeratę II kwartału do dnia 10. III. 1955 r., na prenumeratę III kwartału do dnia 10. VI. 1955 r., na prenumeratę IV kwartału do dnia 10. IX. 1955 r.

e. Wysokość prenumeraty czasopism wydawanych przez WGH jest następująca:

Lp.	Czasopismo	Opłata normalna, zł			Opłata ulgowa, zł		
		roczna	półroczna	kwartalna	roczna	półroczna	kwartalna
czasopisma inżynierskie naukowo-techniczne							
1	Przegląd Górniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
2	Hutnik	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
3	Przegląd Odlewnictwa	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
4	Nafta	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
5	Cement-Wapno-Gips	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
6	Energetyka	72,—	36,—	—	36,—	18,—	—
czasopisma popularno-techniczne							
7	Wiadomości Górnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
8	Wiadomości Hutnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
9	Chemik	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
10	Gospodarka Węglem	36,—	18,—	9,—	—	—	—

# Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze

- ANDREJEW L. i PIEKUTOWSKI Z.: Oczyszczalnia gazu wielkopieczowego i jej obsługa 1953, s. 108, zł 7,—.
- ANDREJEW L. i SOBCZYK Z.: Obsługa przepychowych pieców walcowniczych 1953, s. 100, zł 6,70.
- BOŁCHOWITINOW N. F.: Metaloznawstwo i obróbka cieplna. Tłum. z ros. C. Niewiadomski 1953, s. 310, zł 29,—.
- CHODKOWSKI S.: Metalurgia żelaza w zarysie 1953, s. 359, zł 35,50.
- CIAS W.: Jakość stali obrabianej cieplnie 1953 s. 76, zł 5,—.
- DURRER R.: Przeróbka hutnicza rud żelaza oprócz przeróbki w wielkim piecu na koksie. Tłum. z niem. M. Grabania i F. Zieliński 1953 s. 148 zł 10,50.
- MAZANEK T.: Murowanie i naprawa pieców martenowskich 1953, s. 95, zł 7,—.
- STANKIEWICZ M.: Wytapianie stali w elektrycznych piecach łukowych 1953, s. 103, zł 7,—.

## Nowości wydawnicze

- BIELAJEW A. J.: Metalurgia lekkich metali. Tłum. z ros. Ryży W. 1954, s. 312, zł 31,—.
- CEJDLER A. A.: Metalurgia miedzi i niklu. Tłum. z ros. Niewiadomski C. 1954, s. 291, zł 29,—.
- GIERDZIEJEWSKI K.: Zarys dziejów odlewnictwa polskiego 1954, s. 276, zł 25,50.
- GRYKSZTAS W.: Hutnicy Kraju Rad 1954, s. 103, zł 6,—.
- MAZANEK E.: Bezpieczeństwo pracy przy wielkich piecach 1954, s. 87, zł 4,—.
- MAZANEK E.: Metalurgia surówki. Tom I. Konstrukcja wielkiego pieca i urządzenia pomocnicze 1954, s. 318, zł 33,—.
- PAWŁOWSKI S. i SZYMBORSKI W.: Ceramiczne tworzywa izolacji cieplnej 1954, s. 204, zł 16,—.
- Piece grzewcze walcownicze i kuźnicze. Tom I. Praca zbiorowa pod red. Wusatowskiego Z. 1954, s. 262, zł 28,50.
- RYSZKA E.: Mierzenie temperatur w urządzeniach hutniczych, 1954, s. 92, zł 6,20.
- RADWAN M.: Wielkopieczownictwo w Zagłębiu Staropolskim w połowie XIX wieku 1954, s. 84, zł 9,60.
- SZAŁUKWADZE W. S.: Automatyczne spawanie pod topnikiem zbiorników i przewodów rurowych. Tłum. Potok M. 1954, s. 118, zł 9,—.

# Państwowe Wydawnictwa Techniczne

- BIEKAREWICZ A. M., MIESZCZERIAKOW J. S.: Technika bezpieczeństwa i higiena przemysłowa w odlewniach żeliwa. Tłum. z ros. J. Holtorp. Biblioteka Ochrony Pracy. Warszawa PWT. S. 167, zł 12,—.
- BŁAŻEWSKI S.: Wytrzymałość materiałów. Wyd. 2 Warszawa PWT. S. 304, zł 20,— (w oprawie)
- JEWTIUCHOW K. S.: Technika bezpieczeństwa transportu wewnątrzzakładowego. Tłum. z ros. W. Czarnocka i J. Dobrzański. Warszawa PWT. S. 181, zł 13,—.
- JÓZEFIK A., KACZMAREK J.: Wysokowydajne frezowanie metali. Warszawa PWT. S. 44, zł 2,—.
- JÓZEFIK A., KACZMAREK J.: Wysokowydajne toczenie metali. Warszawa PWT. S. 98, zł 4,—.
- KAHL T.: Obliczenia mechaniczne elektroenergetycznych linii napowietrznych. Warszawa PWT. S. 267, zł 12,—. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ.
- KUŁAKOWA G. N.: Nalutowywanie płytek z węglików spiekanych na narzędzia skrawające. Tłum. z ros. R. Kolman. Warszawa PWT. S. 54, zł 3,—.
- LOBACZENKO N., GULAJEW M., ZUDIN B.: Zdmuchiwanie powierzchni ogrzewalnych kotłów. Tłum. z ros. K. Smolaga i H. Weberman. Warszawa PWT. S. 141, zł 10,30.
- MEDICUS L.: Ćwiczenia z analizy technicznej. Tłum. i uzup. z niem. G. Szabo. Warszawa PWT. S. 233, zł 9,—. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ.
- MOSZYŃSKI W.: Wykład elementów maszyn. Część III. — Napędy. Wyd. 3 uzupełnione i poprawione. Warszawa PWT. S. 212, zł 24,—.
- PAWLIKOWSKI J.: Struganie. Seria „Będę fachowcem”. Warszawa PWT. S. 42, zł 2,40.
- PEŁCZEWSKI W.: Wzmocniacze elektromaszynowe. Warszawa PWT. S. 156, zł 11,—.
- PILARCZYK J.: Kurs spawania elektrycznego w pytaniach i odpowiedziach. Wyd. 4. Warszawa PWT. S. 91, zł 2,50.
- SZCZUREK M.: Poradnik radioamatora. Wiadomości ogólne i części radiowe. Warszawa PWT. S. 463, zł 28,— (w oprawie)
- ZUKOWSKI S.: Sprężyny. Warszawa PWT. S. 208, zł 18,80.

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki i u kolporterów zakładowych

