

Biblioteka
Politechniki Wrocławskiej

A 1108 II

Centrum Wiedzy i Informacji
Naukowo-Technicznej Politechniki Wrocławskiej



100100531645

Biblioteka
Politechniki Wrocławskiej

A 1108 II

A 11084

HUTNIK

CZASOPISMO POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA POLSKIEGO

ROCZNIK XIX

1952

REDAKTOR NACZELNY: INŻ. TADEUSZ MALKIEWICZ



WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE
KATOWICE

SPIS RZECZY

ARTYKUŁY GŁÓWNE

	Str.
Bazan J.	Kształcenie inżyniera walcownika w kraju przodującej techniki — ZSRR 340
Byrtus F.	Przydatność koksu do użycia w wielkim piecu z punktu widzenia stosowanych metod badań 253
Czarny J.	Planowanie wykonawcze w hutach żelaza 300
Geras A.	Zależność dobowej produkcji surówki odlewniczej od średniej zawartości krzemu 206
Gębicki Wl.	Obsługa i dozór pieców przemysłowych opalanych gazem 15
Górecki J.	Średni współczynnik wydłużenia liniowego przy walcowaniu 197
Gregorzczak S.	Metoda fotometryczna oznaczania wolframu i krzemu w stali 80
Gryksztas Wl.	Prezydent Polskiej Ludowej 117
	1 Maja — Święto Pracy 157
	Manifest Lipcowy 237
	Manifestacja Jedności Narodu 337
	W 35 rocznicę Wielkiej Rewolucji 338
	Zagadnienie kosztów własnych w hutnictwie żelaza 428
Horoch L.	Automatyzacja w hutnictwie 353
Horoszko E.	Szybkie metody analizy chemicznej stali 77
Inglot J.	Najkorzystniejsze warunki eksploatacji walcarek blach grubych 168
Jaglarz Z.	Wytrącanie metali metalami w hydrometalurgii 383
Kamecki J., Sędzimir J.	Staloskopia 86
Klimecki W.	Nowe wytyczne współzawodnicstwa gwarancją wykonania planów produkcyjnych w przemyśle hutniczym 122
Kowalski H.	Analiza stechiometryczna procesu wielkopiecowego 377
Kuczewski Wl., Dragan W., Moszoro K.	Zagadnienie blach transformatorowych w świetle najnowszych badań 7
Markuszewicz M.	Stal niskowęglowa o specjalnych własnościach magnetycznych 423
Markuszewicz M. i Groyecki J.	Z badań nad procesem produkcji aluminium wysokiej czystości metodą elektrorafinacji 312
Maślanka-Orman Z.	Podział i planowanie czasów w walcowni 42
Murski C.	Postęp techniczny w ostatnim dziesięcioleciu w zakresie wielkopiecownictwa 242
Ofiok A.	VII Plenum 239
Oleński S.	Zagadnienie kadr autorskich w polskiej literaturze technicznej 297
Pląskowski J.	Aktualne zagadnienia mechanizacji pracy w hutnictwie 345
Radwan Mieczysław	Metody i urządzenia do kontroli zawartości gazów w metalach 95
Rutkowski K.	Zastosowanie polarografii do badań metali 90
Schmidt K.	Możliwość zastosowania ciągłego odlewania stali 1
Schneider M. i Zalesiński E.	Przenikanie ciepła do wsadu w piecach przemysłowych 159
Senkara T.	Spiekanie rud żelaza — rozwój w ostatnich latach oraz wyniki prac własnych 260
Seweryński B.	Wytapianie stali na blachy transformatorowe 124
Stankiewicz M.	Urządzenie do elektrolitycznego polerowania oraz wytrawiania zgładów metalograficznych 174
Staub F., Olewicz E., Zaborowski G.	Z badań nad platerowaniem blach stalowych 202
Staub F. i Szram J.	Napięcie i silniki asynchroniczne w hutnictwie 306
Tarnowski L.	Zmniejszenie poboru mocy elektrycznej w przemyśle hutniczym 359
Terlecki E.	Nowe poglądy na sposób nagrzewania stali do przeróbki plastycznej 37
	Zagadnienie tworzenia się i usuwania zgorzeli w piecach grzewczych 388
Tochowicz St., Andrejew L. i Polak P.	Metody kontroli żużla w procesie martenowskim 418
Witkowski H.	Walczymy o najoszczędniejszą gospodarkę metalami nieżelaznymi 119
Zmihorski E.	Wytyczne do budowy hartowni dla obsługi warsztatów mechanicznych 48
	Racjonalna gospodarka w hartowniach 127

NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA

	RUDY	Str.
Ofiok A. Seweryński B.	Rozwój kopalnictwa w ZSRR Badania nad spiekaniem rud dokonane w Szwecji Przygotowanie rudy do spiekania na ruszcie	362 268 271
MATERIAŁY OGNIOTRWALE		
Szymborski W. Warczewski Z.	Zależność między zużywaniem się wyrobów ogniotrwałych a niemetalicznymi wtrąceniami w stali Grafityzowanie czerepu szamotowego wyrobów hali odlewniczej Wyroby ogniotrwałe do budowy wielkiego pieca Materiały ogniotrwałe dla nowych hut	213 317 363 212
WIELKIE PIECE		
Dyakowski S. Madej W. Sabela W. Warczewski Z.	Teoria i sposób wdmuchiwania topnika przez dysze wielkiego pieca oraz opis urządzeń Produkcja żelrudy w Kralowym Dworze Otrzymywanie surowki z cynkonośnych wypalków pirytowych metodą Stuerzelberg Odsiarczanie surowki wielkopiecowej sproszkowanym wapnem Odkrzemianie surowki wielkopiecowej Wielkopieczownictwo w Stanach Zjednoczonych	132 365 433 215 431 435
STALOWNICTWO		
Natkaniec J. Stankiewicz M.	Jonowa struktura żużli stalowniczych Indukcyjne mieszanie kąpieli w piecu łukowym Jonowa struktura żużli stalowniczych. Równowaga reakcji między żużlem a kapielą stalową z punktu widzenia teorii jonowej Użycie ładunków wybuchowych do otwierania otworów spustowych w piecach martenowskich Ocena jakości sklepieniowych cegieł pieca martenowskiego przez pomiar temperatury sklepienia Objawy i powody nadmiernego nadtapiania się cegieł w sklepieniu pieca martenowskiego Wytrzymałość sklepień pieców martenowskich w Niemczech w okresie 1937—1949 r. Dane porównawcze o biegu kilku pieców martenowskich w okresie jednej kampanii	54 57 217 226 23 134 136 392
WALCOWNICTWO		
Andrejew L. Malkiewicz T.	Nowy typowy zgniatacz „1000“ Produkcja i kontrola wirników turbin i generatorów elektrycznych w Anglii	138 143
KUŹNICTWO		
Czarny J.	Fundamentowanie ciężkich młotów matrycowych	60
METALE NIEŻELAZNE		
Bojarski Z. Orman M. Razumowski B. Zalesiński E.	Przykłady technicznego zastosowania izotopów radioaktywnych Produkcja, własności i stopy cyrkonu Molibden jako materiał żaroodporny Odzysk cyny z otoczek brązowo-babbitowych	275 273 321 318
METALOZNAWSTWO		
Drozd W. Tomaszczyk W.	Spawanie niestabilizowanych stali kwasoodpornych Badanie pełzania	402 27

	METALURGIA PROSZKÓW	Str.
Bryjak E.	Dwadzieścia pięć lat spiekanych węglików	396
ANALIZA HUTNICZA		
Buciewicz J.	Kwas nadchlorowy w laboratoriach przemysłowych	107
	Miareczkowe oznaczenie molibdenu w żelazomolibdenie błękitem metylenowym	227
Klimecki W.	Nowe techniki w analizie spektralnej	179
Wrzesińska E.	Oznaczenie gazów w płynnej stali	102
RÓŻNE		
Foryst J.	Nowoczesne kadzie do wytrawiania	404
	Wytrawianie stali w gazach	405
Radźwidzki K.	Nowy proces wytwarzania stali w zasadowym konwertorze	403
DZIAŁ NORMALIZACYJNY		
Wusatowski Z.	Wyniki sześciu lat pracy Komisji Wyrobów Walcowanych ze Stali	438
Polskie normy z dziedziny hutnictwa 22, 53, 109, 184, 264, 369, 406		
Wśród książek 31, 67, 111, 146, 187, 228, 279, 326, 370, 407, 442		
Notatki bibliograficzne 153, 234, 291, 335, 412, 448		
Przegląd czasopism 76, 155, 195, 235, 293, 415, 452		
Kronika 115, 236, 295, 336, 373		



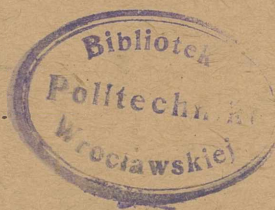
A 11087

30

HUTNIK

1

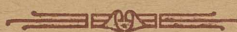
1952



CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA
WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE - KATOWICE

T R E Ś C

	Str.
INŻ. M. SCHNEIDER i INŻ. E. ZALESIŃSKI. Możliwość zastosowania ciągłego odlewania stali	1
INŻ. MIECZYŚLAW MARKUSZEWICZ. Zagadnienie blach transformatorowych w świetle najnowszych badań	7
INŻ. WŁADYSŁAW GĘBICKI. Obsługa i dozór pieców przemysłowych opalanych gazem	15
NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA	23
WSRÓD KSIĄŻEK	31



СОДЕРЖАНИЕ.

- М. ШНЕЙДЕР и Е. ЗАЛЕСИНСКИ: Возможности применения непрерывной разливки стали.
- М. МАРКУШЕВИЧ: Вопрос о трансформаторном листовом железе СОГЛАСНО новейшим исследованиям.
- В. ГЕМБИЦКИ: Обслуживание и досмотр промышленных газовых печей.
- Новости из области металлургии.
- Критика.

CONTENTS

- M. SCHNEIDER i E. ZALESIŃSKI. The possibility of the continuous pouring of steel
- M. MARKUSZEWICZ. The problem of transformer sheets in the light of new research
- W. GĘBICKI. Attendance and supervision of gas-fired industrial furnaces
- METALLURGICAL NEWS
- CURRENT LITERATURE

ADRES REDAKCJI I ADMINISTRACJI: KATOWICE, UL. STAWOWA 19, TEL. 324-44/45
KOLPORTAŻ: PPK „RUCH“, KATOWICE, UL. 3 MAJA 23, TEL. 317-75

WARUNKI PRENUMERATY: PRZEDPŁATA KWARTALNA NORMALNA 27,— zł, ULGOWA 9,— zł

KONTO PKO KATOWICE III 12000/110. CENA ZESZYTU POJEDYNCZEGO 9,— zł

Format A4. Obj. ark. druk 4,5. Nakład 2300 egz.

Papier, druk. sat. kl. V, 61×86, 60 g/m²

Numer zamówienia 3992 z dnia 30. 11. 51 r. Druk ukończono 18. 1. 52 r.

Drukarnia: Robotnicza Spółdzielnia Wydawnicza „Prasa”, Katowice, ul. Sobieskiego 11

R-3-12507

51

A1108^u

H U T N I K

CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA

ROCZNIK XIX

KATOWICE — STYCZEŃ 1952

NR 1

1952 EO 1648

Inż. M. SCHNEIDER i inż. E. ZALESIŃSKI

K. D. 669.14 : 621.74

Możliwość zastosowania ciągłego odlewania stali

Różnica technologii procesu ciągłego odlewania wlewków stalowych i metali nieżelaznych. — Określenie charakterystycznych wielkości podstawowych dla teoretycznego opracowania procesu ciągłego odlewania stali. — Ekonomiczne nauki zastosowania ciągłego odlewania stali. — Wyniki badań oraz wnioski dla praktycznego zastosowania ciągłego odlewania stali.

Metoda ciągłego odlewania, rozpowszechniająca się coraz bardziej w metalurgii metali nieżelaznych i ich stopów, nie znalazła dotychczas zastosowania w odlewnictwie stali. Nasuwa się pytanie, dlaczego przemysł stalowy nie stosuje tego tak ekonomicznego i technologicznie prostego sposobu odlewania, mimo że pierwsze próby [1, 2] ciągłego odlewania wykonano już około sto lat temu, a wiele zgłoszonych patentów [3] świadczy o żywym zainteresowaniu metalurgów tą metodą. Składają się na to następujące przyczyny:

1. topienie i odlewanie stali odbywają się przy temperaturach znacznie wyższych aniżeli topienie i odlewanie metali i stopów nieżelaznych;
2. przewodnictwo cieplne żelaza i stali jest znacznie mniejsze aniżeli przewodnictwo cieplne przeważnej ilości stopów i metali nieżelaznych;
3. piece stosowane do topienia stali mają znacznie większą pojemność i wydajność aniżeli piece do topienia metali nieżelaznych;
4. w przemyśle metali nieżelaznych coraz bardziej rosną wymagania stawiane jakości wytwarzanego produktu, podczas gdy w metalurgii stali dotychczas stosowane metody dają na ogół zadowalające rezultaty;
5. koszty odlewania odgrywają w produkcji stali węglowych dużą rolę ze względu na niskie ceny gotowego produktu.

Rozpatrzmy po kolei poszczególne punkty.

1. Wobec wysokich temperatur topienia i odlewania stali, sięgających 1450 — 1650° C, zasadniczym zagadnieniem jest wybór urządzeń do odlewania ciągłego, a przede wszystkim materiałów ceramicznych, wysoce odpornych na temperaturę i chemiczne oddziaływanie stali.

Oprócz tego, ażeby uniknąć w czasie odlewania strat cieplnych, z reguły powodujących za-

marzanie ciekłego metalu w kanałach, którymi przepływa, potrzeba wysokowartościowych materiałów izolacyjnych.

Zasobniki cieplne płynnego metalu, które znalazły tak wielkie zastosowanie w odlewaniu ciągłym metali kolorowych, nie są pożądane przy odlewaniu stali, za długi bowiem czas odstania ciekłej stali umożliwia reagowanie metalowej kąpieli z żużlem, co może spowodować zmianę składu chemicznego gotowej stali.

2. Tablica I podaje przewodnictwo temperatury i ciepła stali, miedzi, aluminium i mosiądzu. Dla porównania zestawiono również w tej tablicy ciepło topnienia i zawartości cieplne wymienionych metali w stanie ciekłym. Porównując odpowiednie wartości z tablicy I widzimy, że przewodnictwo ciepła gorącej stali λ wy-

nosi $\cong \frac{1}{10}$, a przewodnictwo temperatury

$\alpha \cong \frac{1}{15}$ odpowiednich wartości dla miedzi.

Ilość ciepła potrzebna do stopienia 1 dm³ stali i miedzi jest prawie taka sama, lecz już z obliczonych różnic można wnioskować, że przebieg procesów krzepnięcia tych metali będzie inny.

Chcąc więc odprowadzić w kierunku osiowym z krzepnącego wlewka stalowego takie same ilości ciepła jak z wlewka miedzianego tych samych wymiarów, musielibyśmy zastosować między wlewkami stalowym a otoczeniem spadek temperatury prawie dziesięciokrotnie większy niż w przypadku miedzi.

Tak mała przewodność cieplna i temperatury jest też przyczyną, że przy odlewaniu ciągłym stali odpływ ciepła odbywa się głównie promieniowo, a nie osiowo jak przy odlewaniu metali kolorowych. Na skutek promieniowego odpływu ciepła, należy też oczekiwać, że transkrystaliczna warstwa we wlewku odlanym w sposób ciągły niewiele będzie się różniła strukturalnie od tejże

Tablica I

Przewodnictwo ciepła λ , przewodnictwo temperatury α , ciężar właściwy γ , ciepło właściwe C, punkt topliwości σ_s , ciepło topienia Q_s , Q_e i zawartość cieplną ciekłego metalu (stali i innych metali)

	λ $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	α $\frac{\text{m}^2}{\text{h}}$	γ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	C $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$	σ_s $^\circ\text{C}$	Ciepło topienia		Zawartość cieplna ciekłego metalu	
						Q_s $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$	Q_e $\frac{\text{kc l}}{\text{dcm}^3}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{dcm}^3}$
Stal przy 20° C	44	0,048	7810	0,116	~ 1460	~ 65	490	330	2500
Stal przy 1200° C	29	0,024	~ 7550	0,160	—	—	—	—	—
Miedź	~ 300	0,347	~ 8930	0,097	1080	~ 50	451	176	1570
Aluminium	~ 165	~ 0,272	~ 2700	~ 0,25	650	92	248	263	710
Mosiądz	~ 90	~ 0,114	~ 8530	0,092	900	~ 44	374	160	1360

warstwy we wlewkach stalowym odlanym do zwykłej wlewnicy. Wskutek tego nie uzyskamy też korzystnych warunków (brak transkrystalizacji promieniowej) przy późniejszej przeróbce plastycznej wlewków stalowych odlanych w sposób ciągły.

3. Piece różnych typów do topienia stali mają następującą przeciętną pojemność:

- elektryczne piece łukowe od 6 do 50 ton,
- piece indukcyjne wysokiej częstotliwości od 3 do 8 ton,
- głównie stosowane w przemyśle stalowym piece martenowskie od 25 do 250 ton.

Kästner [4] przypuszcza, że szybkość odlewania ciągłego stali, na skutek jej niskiego przewodnictwa cieplnego, musi być znacznie mniejsza aniżeli szybkość odlewania ciągłego metali i stopów nieżelaznych. Jednak zakładając nawet, że szybkość opuszczania wlewka stalowego w czasie odlewania ciągłego jest o połowę mniejsza od szybkości stosowanej do ciągłego odlewania brązu i mosiądzu, otrzymamy wydajności równe: 1 t/godz dla wlewka stalowego ϕ 100 mm, 1,5 t/godz dla wlewka ϕ 170 mm i 2 t/godz dla wlewka ϕ 250 mm. Czas opróżniania pieca pojemności 100 ton przy ciągłym odlewaniu stali będzie zatem wynosił 50 do 100 godzin.

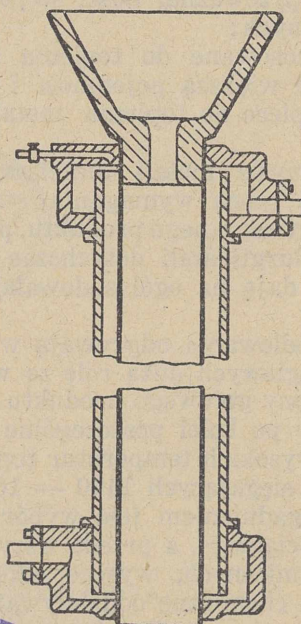
Zakładając dalej, że stalownia ma cztery piece martenowskie pojemności 100 ton i miesięczną wydajność 20 000 — 25 000 ton stali musieliśmy rozlewać przeciętnie 33 do 40 ton stali na godzinę. Oznacza to, że stalownia taka musiałaby mieć 30 do 50 urządzeń do ciągłego odlewania stali oraz piece-zasobniki pojemności od 200 do 300 ton. W tym tkwi przyczyna, że stalownicy niezbyt interesują się sprawą ciągłego odlewania stali. Inaczej nieco przedstawiają się warunki odlewania ciągłego stali stopowych, do których wytapiania na ogół stosuje się małe piece, o mniejszych wydajnościach. Tu metoda ciągłego odlewania może znaleźć większe zastosowanie.

4. Jak już wyjaśnialiśmy, odlewanie ciągłe stali nie obiecuje korzystnych zmian w strukturze wlewka. Ta okoliczność również osłabia zainteresowanie stalowników metodą odlewania ciągłego.

5. Odlewanie ciągłe stali stopowych będzie ekonomiczne, jeżeli:

- będzie można odlewać wlewki w wymiarach nadających się do bezpośredniej przeróbki plastycznej,
- powierzchnia odlanych wlewków nie będzie wymagała dodatkowej obróbki mechanicznej przed walcowaniem lub inną przeróbką plastyczną,
- nie będzie jamy usadowej (z tej strony nie ma trudności przy odlewaniu ciągłym),
- będzie można osiągnąć większe szybkości odlewania aniżeli szybkości odlewania metali i stopów nieżelaznych,
- odlewanie ciągłe będzie się odbywało bezpośrednio z pieców, aby nie trzeba było stosować zasobników cieplnych.

Celem zbadania, czy tych warunków można dopełnić, różni autorzy [5] przeprowadzili doświadczenia, posługując się półtechnicznym urządzeniem do odlewania ciągłego stali (rys. 1). Stwierdzili oni, że bezpośrednio po wlewnicy następuje gwałtowny odpływ ciepła przez ściankę wlewnicy, powodujący, że metal krzepnie gwałtownie do pewnej grubości, a następnie na skutek skurczu odrywa się od jej ścianek. Na skutek powstania szczeliny między skrzepłą



Rys. 1.

warstwą stali a ścianką wlewnicy, odpływ ciepła znacznie się zmniejsza. Według B. Matuszka [6] skurcz ten i odrywanie się metalu od ścianki wlewnicy następuje już po upływie około 1 minuty. Grubość skrzepłej warstwy wynosi według tego autora 2 — 3 cm [7].

Obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła [5] między płynną (lub skrzepłą) stalą a ścianką wlewnicy wynosił 1000 — 2000 kcal/m² · h · °C.

Do doświadczenia użyto wlewnicy według patentu amerykańskiego (nr 648 091 z roku 1898) I. O. E. Trotza (rys. 2). Zasadniczą częścią tego urządzenia jest cienkościenna wlewnica metalowa dobrze wypolerowana i otoczona płaszczem wodnym.

Przepływ ciepła między wlewkiem a wodą określono na podstawie obliczonego współczynnika przewodzenia ciepła dla układu wlewk-ścianka wlewnicy, dla ścianki wlewnicy i dla układu wlewnica-woda, jak również na podstawie różnicy temperatur między powierzchnią skrzepłego wlewka a wodą. Całkowity współczynnik ciepła k obliczono ze wzoru:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{s}{\lambda}}$$

gdzie

- α_1 — współczynnik przewodzenia ciepła dla układu wlewk-wlewnica,
- α_2 — współczynnik przewodzenia ciepła dla układu wlewnica-woda,
- λ — przewodnictwo cieplne materiału ścianki wlewnicy,
- s — grubość ścianki wlewnicy.

W czasie odlewania należy się starać, żeby czynniki $\frac{1}{\alpha_2}$ i $\frac{s}{\lambda}$ w stosunku do $\frac{1}{\alpha_1}$ były jak najmniejsze. Współczynnik α_2 przy wystarczającym chłodzeniu (przepływ wody w płaszczu wodnym turbulentny) może osiągnąć 20 000 do 30 000 $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$.

Jeżeli zastosujemy wlewnicę miedzianą ze ścianką grubości 5 mm, to $\frac{s}{\lambda} = 0,000 017$; dla

wlewnicy żelaznej ze ścianką grubości 3 mm, będzie $\frac{s}{\lambda} = 0,000 067$. Przyjmując więc jako

wartość $\alpha_1 = 2000 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$ i obliczając całkowity

współczynnik przewodzenia ciepła dla przepływu ciepła między krzepnącym wlewkiem a wodą chłodzącą ściankę wlewnicy, otrzymamy dla wlewnicy miedzianej

$$k = \frac{1}{\frac{1}{2000} + \frac{1}{25000} + 0,000 017} \cong 1790 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$$

a dla wlewnicy żelaznej

$$k = \frac{1}{\frac{1}{2000} + \frac{1}{25000} + 0,000 067} \cong 1640 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$$

Rys. 2 przedstawia schematycznie przekrój urządzenia doświadczalnego. Ażeby obliczyć przepływ ciepła przez ściankę wlewnicy, dokonano [5] pomiaru temperatury w różnych miejscach ścianki wlewnicy w ten sposób, że w sześciu miejscach ścianki przylutowano druty konstantanowe. Drugim biegunem termopary była sama ścianka wlewnicy.

Na tak skonstruowanym urządzeniu wykonano próby odlewania ciągłego zwykłych stali węglowych i stopowych przy różnych szybkościach odlewania wlewka. Przy stosowaniu wlewnicy żelaznej, o wysokości 300 mm i średnicy 80 mm, najkorzystniejszą okazała się szybkość opuszczania wlewka równa 0,6 m/min, co odpowiadało wydajności 1,4 t stali/godz.

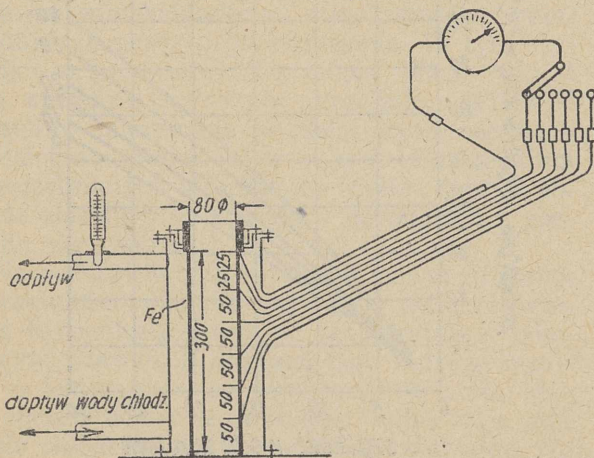
Wyniki pomiarów wykonanych przy odlewaniu stali węglowej (0,35 % C) były następujące:

Temperatury mierzone na zewnętrznej ściance wlewnicy w miejscach podanych na rys. 2, zestawione są na rys. 3. Rozrzuty w otrzymanym pomiarze temperatur sięgały 5 — 10 %, co przypisać należy niezupełnie osiowemu przepływowi wlewka przez wlewnicę. Główną rolę odgrywały tutaj także wahania zwierciadła ciekłej stali we wlewnicy, gdyż w urządzeniu pomiarowym nie zastosowano samoczynnej regulacji dopływu ciekłej stali. Dlatego też wahania zwierciadła we wlewnicy dochodziły do 30 mm, a w niektórych wypadkach nawet do 50 mm.

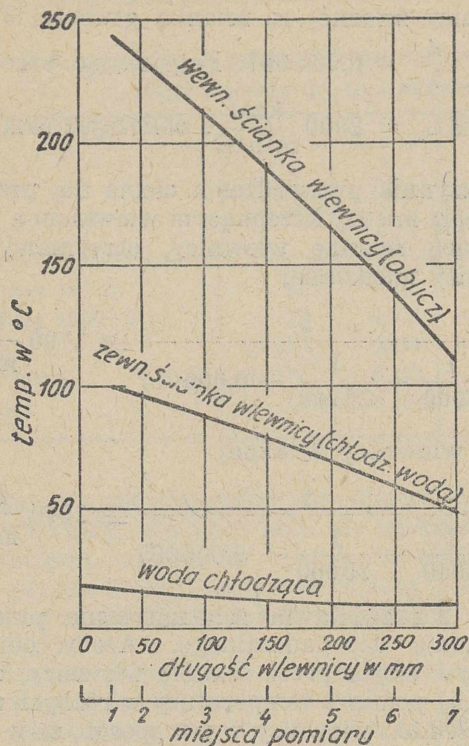
Rzecz jasna, że przy stosunkowo krótkiej wlewnicy, takie wahania zwierciadła ciekłej stali powodowały pewne różnice w rozkładzie temperatury mierzonej na zewnętrznej ściance wlewnicy.

Pomiary wykazały, że przy szybkości odlewania wynoszącej 23 kg/min, odpowiadającej szybkości opuszczania wlewka 0,6 m/min, ilość wody potrzebna do skrzepnięcia tej ilości ciekłej stali wynosiła 280 l/min. Woda ogrzewała się od 10 do 17° C, co odpowiada 2000 kcal/min. Z tego przeliczenia wynika, że z każdego kilograma od-

lanej stali należy odprowadzić $\frac{2000}{23} =$



Rys. 2.



Rys. 3.

$= 87 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ ciepła. Ilość ciepła, którą mamy odprowadzić, przypadająca na 1 kg odlewanej stali, jest więc stosunkowo nieznaczna (87 kcal).

Temperatura odlewania stali węglowej (0,35 % C) wynosi 1510°C . Jeżeli przyjmiemy (tabl. I), że ciepło topienia tej stali wynosi 65 kcal/kg, to pozostaje do odprowadzenia ze skrzepniętej warstwy wlewka $20 - 25 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$.

Przyjmując dalej, że ciepło właściwe stali (przy temperaturze 1200°C) wynosi 0,16 kcal/kg $^{\circ}\text{C}$, otrzymamy z równania $Q = G \cdot c (t_2 - t_1)$:

$$t_1 = 1486 - \frac{25}{0,16} = 1321^{\circ}\text{C},$$

gdzie 1486°C jest temperaturą krzepnięcia stali zawierającej 0,35 % C, zaś $t_1 = 1321^{\circ}\text{C}$ temperaturą skrzepłej warstwy stali na obwodzie wlewka.

Stąd wynika, że zarówno szybkość odprowadzania ciepła, jak i jego ilość, wystarczają do skrzepnięcia warstwy powierzchniowej wlewka. Ponieważ ilość odprowadzanego ciepła pozostaje dla wszystkich stali prawie taka sama, więc przy obliczaniu wlewnicy należy przyjmować 100 kcal ciepła, które należy odprowadzić z jednego kilograma stali w czasie krzepnięcia, przy założeniu, że będziemy odlewali stal do wlewnicy podobnych do wlewnicy przedstawionej na rys. 1.

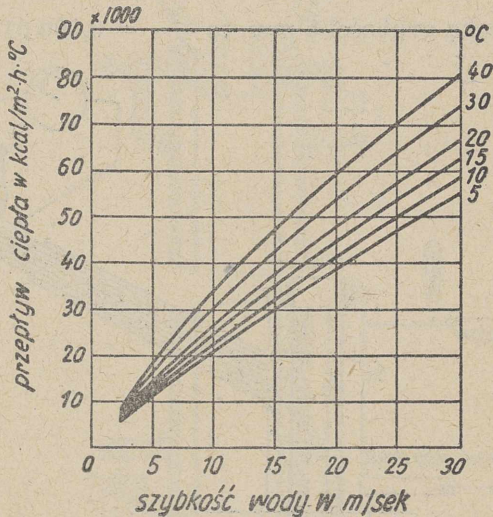
Zewnętrzna powierzchnia wlewnicy wynosi $\sim 0,08 \text{ m}^2$. Obliczona na tej podstawie ilość cie-

pła odprowadzanego przez ściankę wlewnicy wynosi około 1,5 miliona kcal/ $\text{m}^2 \cdot \text{h}$.

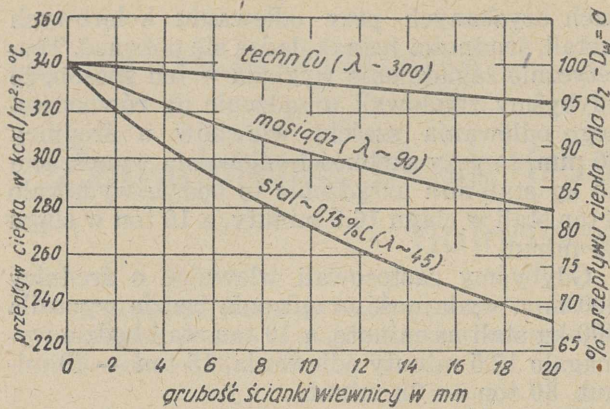
Na podstawie temperatury zmierzonej na zewnętrznej ściance wlewnicy obliczono współczynnik przewodzenia ciepła w układzie woda-ścianka wlewnicy na $22\,000 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$. Z temperatury na zewnętrznej ściance wlewnicy można również — przyjmując obliczony poprzednio współczynnik przewodzenia ciepła — obliczyć strumień ciepła przepływający przez ściankę, a stąd temperaturę na wewnętrznej ściance wlewnicy (rys. 3). Ilość wody chłodzącej (jeśli założymy, że jest ona równa pięćdo dziesięciokrotnej ilości odlewanej stali) nie ma specjalnego znaczenia, duże natomiast znaczenie ma szybkość wody przepływającej między ściankami wlewnicy. Na rys. 4 przedstawiony jest wpływ szybkości przepływu wody na zmianę współczynnika przewodności cieplnej. Obliczenie jest oparte na wzorze Schacka [8].

$$L = 2900 \cdot W^{0,85} (1 + 0,014 t_{\text{cieczy}}).$$

Z wykresów widać, jak wielki wpływ wywiera szybkość przepływu wody, natomiast wpływ temperatury wody nie ma znaczenia, ponieważ nieznaczne podwyższenie temperatury wody zwiększa równocześnie przepływ ciepła. Wnioskując z wykresów na rys. 4, należy stosować taką szybkość przepływu wody, ażeby wielkość przepływu ciepła wynosiła co najmniej $20\,000 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$. Dlatego budując wlewnicę do ciągłego odlewania stali, należy uwzględnić wszystkie czynniki, ażeby szybkość przepływu wody była maksymalna. Samo podwyższenie ilości przepływającej wody zwiększa oczywiście szybkość jej przepływu, ale zwiększa również koszty. Korzystne będzie zastosowanie turbulentnego przepływu wody, ale należy unikać straty na ciśnieniu. Przepływ musi być więc tak urządzony, ażeby można było osiągnąć równomierne chłodzenie na całej powierzchni wlewnicy; zarazem należy zważać na czystość wody, ażeby uniknąć wszelkiego zakłócenia przepływu ciepła.



Rys. 4.



Rys. 5.

Rys. 5 przedstawia wpływ materiału i grubości ścianki wlewnicy na przepływ ciepła. Jak widać, grubość ścianki wlewnicy miedzianej (na skutek dobrej przewodności cieplnej) nie wpływa na przepływ ciepła, natomiast wpływ grubości ścianki wlewnicy mosiężnych i stalowych na przepływ ciepła jest zupełnie wyraźny. Z tych względów grubość ścianki wlewnicy mosiężnych nie powinna przekraczać 5 mm, a stalowych 3 mm. Ponieważ wewnętrzna powierzchnia wlewnicy musi być doskonale wyszlifowana, mosiądz jest materiałem nadającym się doskonale do budowy wlewnicy. Przy obliczaniu przepływu ciepła specjalną uwagę należy zwrócić na współczynnik przewodnictwa ciepła w układzie wewnętrzna ścianka wlewnicy-wlewki; współczynnik ten wynosi około $1500 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$, jest więc niski w porównaniu do współczynnika, który znalazł Lueg [9], co jest jednak zrozumiałe, gdyż skrzepła warstewka stopu nie ma powierzchni gładkiej, lecz lekko falistą.

Jak dalej stwierdzono, współczynnik ten zmniejsza się po 30 sekundach ochładzania do $1000 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$, a po 1 minucie do $750 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$. To współczynnik przewodnictwa ciepła jest zrozumiałe, jeżeli przyjmiemy, że przy spadku temperatury stal kureczy się i pozostaje szczelina między wlewkiem a ścianką wlewnicy. Jeżeli obliczymy współczynnik przewodnictwa ciepła uwzględniając szparę, będzie on wielokrotnością współczynnika przewodnictwa przez promieniowanie. W tym wypadku w przewodnictwie ciepła bierze udział gaz wytwarzający się w szczelinie. Wielkość szczeliny mierzy się w dziesiątych częściach milimetra; przewodnictwo gazowego medium w szczelinie jest stosunkowo wielkie (gaz w połowie złożony jest z wodoru powstałego z rozkładu pary wodnej).

Na podstawie tych rozważań można za pomocą rachunku różniczkowego [10] obliczyć przebieg krzepnięcia i rozkład temperatur w odlewanej wlewce. Z obliczeń tego rodzaju wynika, że temperatura na powierzchni wlewki, który opuścił wlewnicę, wzrasta; widać więc, jak silnie chłodzony on był w samej wlewnicy. Na podstawie obliczeń i wzrostu temperatury na powierzchni wlewki można również wnioskować,

że wewnątrz wlewki, który opuszcza wlewnicę, jest jeszcze ciekły.

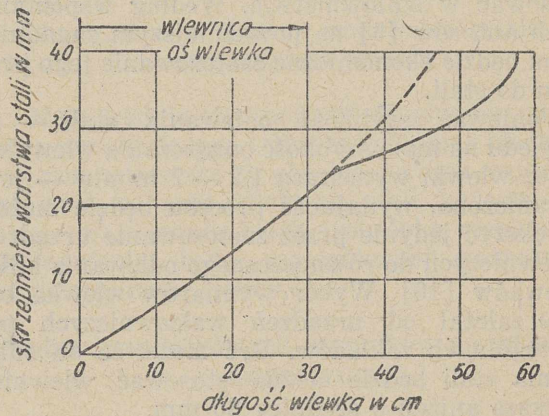
Rys. 6 przedstawia przebieg krzepnięcia, gdy wlewki przechodzi przez wlewnicę, rys. 7 — gdy wlewki opuścił wlewnicę. Rysunki wykazują, że po wylaniu metalu do wlewnicy, tworzy się z początku cienka warstewka skrzepłego metalu, której grubość w miarę chłodzenia stopniowo wzrasta. Małe nachylenie skrzepłej warstewki metalu względem osi wlewnicy jest dowodem, że odpływ ciepła odbywa się praktycznie głównie w kierunku promienia wlewki. Widać też, że wewnątrz wlewki krzepnie głównie poza wlewnicą.

Ażeby metal mógł skrzepnąć w samej wlewnicy, musiałaby ona być dwa razy dłuższa a odprowadzanie ciepła z wlewnicy prawie dwa razy większe.

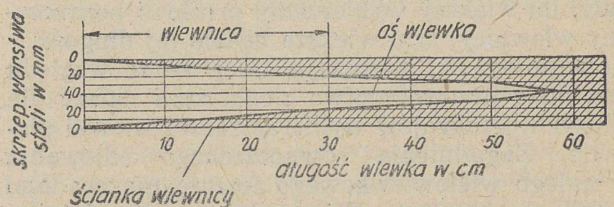
Chcąc uniknąć jam usadowych we wlewce, należy stosować wlewnice o ściankach zbieżnych (nachylenie ścianek 3 — 5%); kąt nachylenia ścianek wlewnicy do jej osi wynosi wtenczas 1,5 — 2°. Nasuwa się wniosek, że jeżeli zastosujemy wyższe wlewnice i bardzo gwałtowne chłodzenie, jamy usadowej we wlewce nie będzie. Do badań nad tym zagadnieniem stosowano wlewnice o średnicy 80 mm i długości 1000 i 1400 mm; wlewki opuszczały wlewnice z szybkością 1,2 — 2 m/min.

Należy nadmienić, że szybkość opuszczania wlewnicy przez wlewki należy dostosować do gatunku odlewanej stali. Średnio należy liczyć, że dla wlewnicy podanej długości, szybkość opuszczania ich przez wlewki wynosi 1,5 m/min przy szybkości odlewania 60 kg/min.

Stosując większą szybkość odlewania otrzymamy gładszą powierzchnię wlewki, należy



Rys. 6.



Rys. 7.

jednak zważać, ażeby żużel nie dopływał z pieca do wlewnicy.

Dalsze badania nad ciągłym odlewaniem stali dotyczyły wpływu temperatury odlewania na przebieg procesu. Stwierdzono, że różnica w temperaturze odlewania wynosząca 20—30°C nie wpływa ujemnie na przebieg krzepnięcia, dlatego że zmiana temperatury o 30°C zmienia pojemność cieplną ciekłej stali zaledwie o około 5 kcal, co odpowiada około 5% ilości ciepła, którą mamy odprowadzić.

To stwierdzenie jest bardzo ważne, gdyż wskazuje na fakt, że zasobniki ciepłe o stałej temperaturze nie są konieczne, jeśli urządzenia odlewnicze wykonamy w taki sposób, ażeby osiągnąć pewną określoną wydajność odlewania (np. jeśli w ciągu 20 minut będziemy odlewali 6 ton, a w ciągu 30 minut 10 ton stali). Następnie zbadano, jak będą się zachowywały odlane w sposób ciągły wlewkę stalowe podczas przeróbki plastycznej na gorąco i czy można je obrabiać tak jak kęsy lub kęsiska. Kucie i walcowanie wlewków różnych gatunków stali wykazały, że walcują się one i kują doskonale. Wydaje się to dość zrozumiałe, gdyż wlewkę stali, których przeróbka plastyczna na gorąco jest trudna tym lepiej się przerabia, im przekrój ich jest mniejszy. Struktura małych wlewków jest na wskroś transkryystaliczna, co jest jeszcze jednym dowodem, że odpływ ciepła odbywa się głównie promieniowo.

Autorzy [5], którzy przeprowadzili badania nad odlewaniem ciągłym stali nie twierdzą, że sposób ten można by obecnie zastosować do produkcji stali. Obserwując jednak wyniki prac nad odlewaniem ciągłym stali, można dojść do wniosku, że proces ten po przezwycięzeniu różnych trudności, będzie można z powodzeniem zastosować w stalownictwie. Według wspomnianych autorów [5] najpoważniejszym zagadnieniem będzie ekonomiczne zastosowanie tego procesu do stali.

Ponieważ szybkość odlewania stali — ze względu na małą szybkość opuszczania wlewnicy przez wlewkę wynoszącą 1,2 — 2 m/min — jest ograniczona, wydajność procesu będzie można zwiększyć jedynie przez zastosowanie urządzeń odlewniczych do równoczesnego odlewania kilku wlewków [10]. Wybór wymiarów wlewkę będzie zależał od urządzeń walcowniczych poszczególnych zakładów. Być może, że do odlewania stali będzie można stosować wlewnice większe aniżeli o średnicy 80 mm.

Również przekrój wlewków nie potrzebuje być koniecznie okrągły. Należy jednak zawsze pamiętać, że przy odlewaniu stali w sposób ciągły, im większy wybierzemy przekrój poprzeczny wlewnicy, tym większa będzie jej długość.

Autorzy [5] wskazują dalej, że ze względu na małe przewodnictwo ciepła stali należy dla dużych przekrojów wybierać raczej wlewkę płaskie. Zagadnienia równoczesnego odlewania ciągłego wielowlewkowego jeszcze nie zbadano i nie opracowano. Nie można go również dokładnie wzorować na doświadczeniach i wyni-

kach uzyskanych przy odlewaniu kolorowych metali, trudności jednak dadzą się pokonać. Teoretycznie zagadnienie wygląda w ten sposób, że gdybyśmy zbudowali urządzenie do równoczesnego odlewania sześciu wlewków o średnicy 80 mm, to przy szybkości odlewania wynoszącej 60 kg stali/min urządzenie to będzie wydawało 6 ton stali w ciągu 16,5 minuty, a 10 ton w ciągu 28 minut.

Gdybyśmy zastosowali wlewnicę o średnicy 100 mm, wydajność urządzenia będzie wynosiła 800 kg stali na minutę, a 10 ton stali będzie wymagało 12,5 minuty odlewania, 15 ton — 19 minut, 30 ton — 38 minut.

Tak szybkie odlewanie nie wymaga stosowania zasobników cieplnych, które znalazły szerokie zastosowanie w ciągłym odlewaniu metali nieżelaznych i ich stopów. Jeżeli nie uda się praktycznie rozwiązać problemu odlewania wielowlewkowego, to warunkiem ekonomicznego procesu dopełnimy również, odlewając po kilka wlewków równocześnie.

Na dorocznym Zjeździe Institute of Metals, który się odbył 29 i 30 marca 1950 r. w Londynie, wywiązała się dyskusja nad odlewaniem ciągłym, w której poruszono również zagadnienie ciągłego odlewania stali. Irving Rossi (Nowy Jork), który wybudował w Stanach Zjednoczonych 20 urządzeń do ciągłego odlewania, zaznaczył, że ciągłe odlewanie stali we wlewnicy miedzianej nie nastęca żadnych trudności. I. Thexton (Mond Nickel Co) przedstawił dane dotyczące odlewania ciągłego stali i niklu, wskazując na celowość zastosowania cienkościennych wlewnic miedzianych do odlewania stali.

Stwierdzono, że po 30 sekundach grubość skrzepłej warstwy stali we wlewku wynosi 2 cm. Zarys krzepnięcia stali we wlewku podczas odlewania będzie miał kształt litery V, a tym samym głębokość ciekłej stali będzie stosunkowo znaczna. Jeżeli dolewanie metalu odbywa się w sposób ciągły, nie ma to większego znaczenia, gdyż powoduje tylko konieczność odcinania nieco większej głowy wlewkę po odlaniu.

L i t e r a t u r a

1. T. W. Lippert. Iron Age 145, 1940, nr 14, str. 31/39, nr 15, str. 44/47.
2. T. W. Lippert. Iron Age 162, 1948, nr 8, str. 72/80, i 159/61.
3. E. Herrmann. Strangiessen und verwandte Verfahren. Berlin 1940, Nachtrag: Berlin 1941, Aluminium-Arch, Bd 16.
4. H. Küstner. Stahl und Eisen 66/67, 1947, str. 10/19.
5. H. Krämer i B. Tarmann. Stahl und Eisen 69, 1949, nr 23, str. 813.
6. B. Matuschka. Archiv Eisenhüttenwes. 2, 1928/29, str. 405/13.
7. B. Matuschka. Archiv Eisenhüttenwes. 6, 1932/33, str. 1 12.
8. Der industrielle Wärmeübergang 3. Aufl. Düsseldorf 1948, str. 145.
9. Lueg. Mitt. Kaiser Wilhelminst. Eisenforschung 23, 1941, str. 121/22, Stahl und Eisen, 61, 1941, str. 881/83.
10. M. Schneider, E. Zalesiński. Odlewanie ciągłe metali nieżelaznych. Prace badawcze GIMO 1950, str. 49.

Inż. MIECZYŚLAW MARKUSZEWICZ

K.D 669.14.018 583 - 415

Zagadnienie blach transformatorowych w świetle najnowszych badań¹

Wymagania stawiane blachom transformatorowym.— Wpływ różnych czynników na własności magnetyczne. — Analiza procesu w stalowni i walcowni oraz analiza obróbki cieplnej. — Polerowanie prób i kwalifikacja materiału. — Wnioski.

Wytwarzanie blach transformatorowych jest jedną z najtrudniejszych i najbardziej skomplikowanych gałęzi produkcji hutniczej. Trudności te wynikają głównie z następujących przyczyn:

1. cykl produkcyjny jest długi (kilkanaście operacji), a oceniać można właściwie dopiero gotowe blachy;
2. własności magnetyczne zmieniają się zależnie od najdrobniejszych zmian zachodzących w materiale (ilości i postaci zanieczyszczeń, naprężeń itd.);
3. zjawiska powierzchniowe, ze względu na małą grubość blach (0,35 mm), wywierają bardzo poważny wpływ na ich własności.

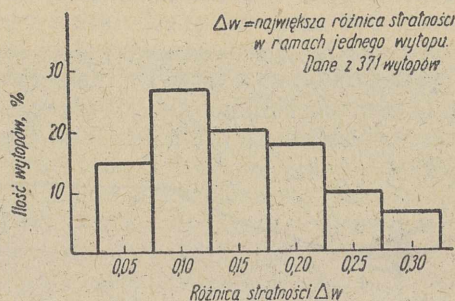
Blachy transformatorowe wytwarza się obecnie dwoma sposobami:

1. za pomocą walcowania na gorąco (ewentualnie z małym gniotem na zimno);
2. za pomocą walcowania na zimno (najlepiej w taśmach).

Drugi sposób ma więcej zalet niż pierwszy (mniejsze rozrzuty wymiarów i własności, dobra powierzchnia), wymaga jednak bardzo kosztownych urządzeń, a wytwarzany materiał wykazuje — przynajmniej na razie — obok bardzo małej stratności w kierunku walcowania (około 0,65 W/kg), stosunkowo dużą stratność w kierunku poprzecznym [1]. Dlatego nawet w krajach wysoko uprzemysłowionych, pomimo dużego postępu w produkcji taśmy anizotropowej, popyt na wysokogatunkowe blachy krzemowe, walcowane na gorąco, jest ciągle duży. Dla nas polepszenie własności blach walcowanych na gorąco ma znaczenie zasadnicze.

Od materiału wysokiej jakości wymagamy przede wszystkim: małej stratności obok odpowiedniej indukcji oraz wysokiego współczynnika zapełnienia. Wysoki współczynnik zapełnienia jest stosunkowo łatwy do osiągnięcia; zależy on głównie od wykończania blach (powierzchni walców, sposobu trawienia i gniotu na zimno). Trudniej uzyskać małą stratność; wymaga to odpowiedniego obracowania i należytego przebiegu całego cyklu produkcyjnego. Za granicą osiągnięto już 0,9 — 1,0 W/kg, a nawet poniżej 0,9 W/kg [2]. Osiągane wyniki oczywiście zaw-

sze wykazują pewien rozrzut i można je ująć w krzywe częstotliwości. Kształt tych krzywych charakteryzuje w sposób ogólny jakość produkcji pod względem danej własności. Rozrzut wyników w obrębie jednego gatunku występuje nie tylko w różnych wytopach; różnice własności występują również w obrębie jednego wytopu. Na rys. 1 przedstawiono rozrzut wyników w granicach poszczególnych wytopów w jednej z hut krajowych. Mała średnia stratność wytopu oraz jak najmniejszy rozrzut wyników są celem, do którego powinni dążyć producenci blach.



Rys. 1. Rozrzut wyników stratności w granicach poszczególnych wytopów

Mała średnia stratność zależy głównie od procesu stalowniczego i obróbki cieplnej blach. Na rozrzut własności w obrębie wytopu wpływają głównie warunki odlewania stali, końcowe operacje walcowania blach i obróbka cieplna. Te zagadnienia będą szczegółowiej rozpatrzone w dalszej części pracy.

Wpływ poszczególnych czynników na własności magnetyczne

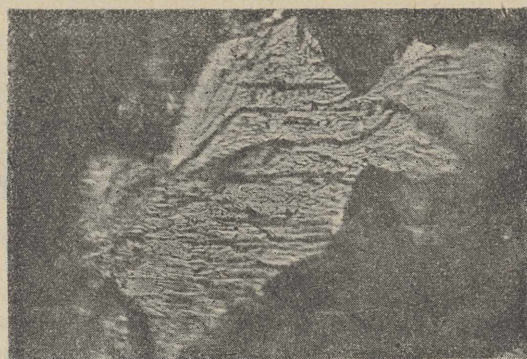
Własności magnetyczne zależą od składu chemicznego, z uwzględnieniem szkodliwych domieszek i postaci ich występowania, wielkości ziarn, orientacji krystalograficznej oraz naprężeń wewnętrznych.

1. *Skład chemiczny.* Jedynym składnikiem pożytecznym jest krzem; wszystkie inne domieszki są mniej lub więcej szkodliwe i należy je uważać za zanieczyszczenia (z wyjątkiem glinu, co do którego zdania są podzielone). Zawartość krzemu musi być ograniczona, ponieważ powoduje

¹ Referat wygłoszony dnia 20. V. 51 r. na zebraniu Koła Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego przy CZPH, Katowice.

on spadek nasycenia, a więc spadek indukcji w silnych polach oraz wzrost kruchości. Jakkolwiek w literaturze spotyka się wzmianki o stosowaniu w USA stali o zawartości około 5 % Si, jednak na ogół jako górną granicę przyjmuje się 4,5 % Si. Należy zaznaczyć, że przyczyną kruchości blach może być nie tylko zbyt duża zawartość Si, lecz i inne czynniki, jak silne utlenienie materiału w czasie przeróbki plastycznej lub obróbki cieplnej (np. wskutek zasysania powietrza w czasie żarzenia); może też ona zależeć od postaci zanieczyszczeń. Wybitny wzrost kruchości powoduje obróbka cieplna przeprowadzona w pewnych warunkach. Zmienia się przy tym przełom i biegnie nie poprzez ziarna, lecz wzdłuż ich granic (rys. 2, 3, 4, 5).

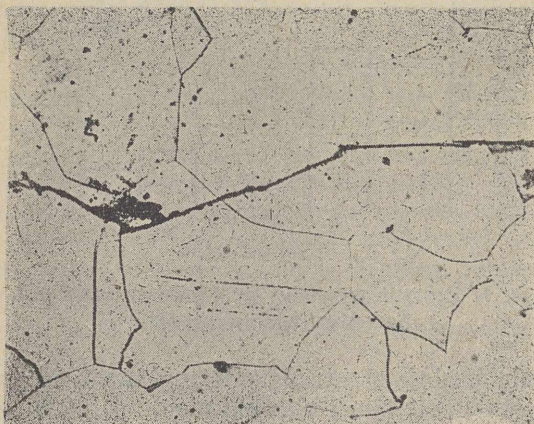
Kruchość materiału zależy również w dużym stopniu od temperatury. Np. porównanie liczby przecięć blachy transformatorowej przy 22° i 60° C dało przeciętnie siedmiokrotny wzrost liczby przecięć (z 2½ do 15). Sprawa ta jest szczególnie ważna dla użytkowników blach transformatorowych. Z zanieczyszczeń najszkodliwsze są węgiel, siarka i tlen. Nikiel, chrom i molibden również działają ujemnie. Mangan, fosfor i miedź mają mniejsze znaczenie. Wodór jest szkodliwy, jeżeli dostanie się do materiału po obróbce cieplnej. Azot wpływa ujemnie, jednak za pomocą dodatku glinu można



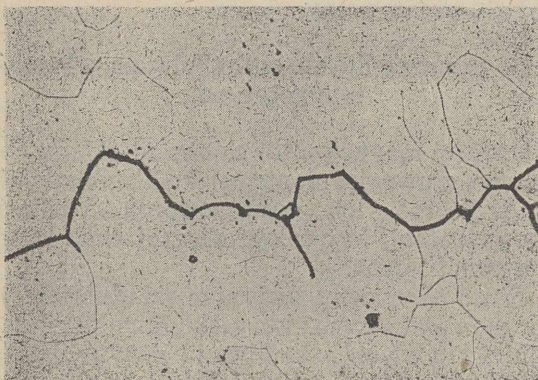
Rys. 4. Przełom przez ziarno. Fraktogram. Pow. $\times 500$



Rys. 5. Przełom wzdłuż granicy ziarna. Fraktogram, Pow. $\times 500$



Rys. 2. Przełom przez ziarna. Traw. 4 % HNO_3 . Pow. $\times 125$



Rys. 3. Przełom wzdłuż granic ziarn. Traw. 4 % HNO_3 . Pow. $\times 125$

go związać i uczynić nieszkodliwym. Co do wpływu glinu zdania są podzielone: jedni uważają dodatek tego składnika za pożyteczny, a nawet niezbędny, inni starają się produkować stal wolną od glinu i przywiązują do tego duże znaczenie.

Ilość wtrąceń niemetalicznych powinna być jak najmniejsza, ponieważ oddziałują one bezpośrednio na własności magnetyczne (zmniejszenie objętości ferromagnetyku), jak również hamują rozrost ziarn, powodują naprężenia itd.

2. *Wielkość ziarn.* Na ogół większym ziarnom odpowiadają lepsze własności magnetyczne, ale zachodzi tu oddziaływanie pośrednie, ponieważ wielkość ziarn jest ściśle związana z czystością materiału, która jest czynnikiem decydującym.

3. *Orientacja krystalograficzna.* Na podstawie badań pojedynczych kryształów stopów Fe-Si stwierdzono, że własności magnetyczne zależą od kierunków krystalograficznych. Stosując specjalne warunki walcowania i żarzenia udało się uzyskać w materiale wielokrystalicznym silnie zaznaczoną teksturę, zbliżoną do pojedynczego kryształu, co obecnie jest podstawą produkcji blach i taśm krzemowych walcowanych na zimno. Fakt, że blachy walcowane na gorąco mają lepsze własności magnetyczne wzdłuż kierunku walcowania niż w kierunku poprzecznym, zależy prawdopodobnie od trzech czynników, a mianowicie:

1. granic ziarn,
2. wtrąceń niemetalicznych,
3. orientacji krystalograficznej.

Oczywiście czynnik 3 gra tu znacznie mniejszą rolę niż w przypadku materiałów walcowanych na zimno. Prawdopodobnie przeprowadzona obróbka cieplna wyklucza praktycznie wpływ granic ziarn. Przy normalnych warunkach przeróbki stratność wzdłuż kierunku walcowania jest niższa od stratności w kierunku prostopadłym o około 10%. Własność tę mogą wyzyskać użytkownicy blach, konstruując urządzenia w taki sposób, aby strumień magnetyczny przebiegał równoległe do kierunku walcowania.

4. *Naprężenia wewnętrzne.* Wszelkie naprężenia wewnętrzne pogarszają własności magnetyczne. Naprężenia mogą być różnego rodzaju:

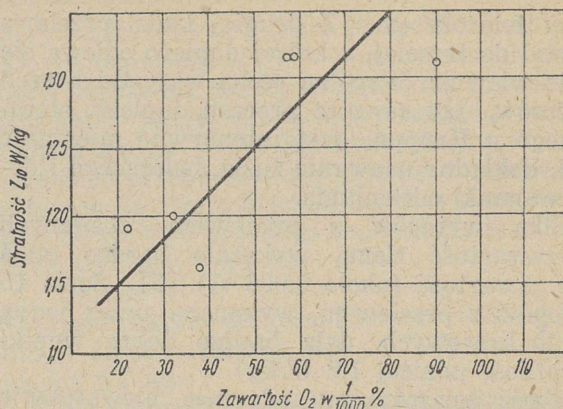
1. mechaniczne poniżej granicy sprężystości,
2. spowodowane odkształceniem trwałym,
3. spowodowane obecnością obcych atomów w siatce krystalograficznej,
4. wywołane magnetostrykcją,
5. na granicach ziarn.

Sprawa naprężeń mechanicznych jest szczególnie ważna dla przetwórców blach transformatorowych. Jeżeli np. przy budowie transformatora powstają naprężenia w materiale, wówczas stratność wzrasta. Naprężenia powstają wskutek odkształceń plastycznych, np. wskutek wycinania wykrojów, można usunąć jedynie przez następne żarzenie. Jak wykazały ostatnie badania radzieckie [4] materiał taki odzyskuje początkowe własności magnetyczne dopiero po rekrytalizacji. Stwierdzono, że każdej temperaturze żarzenia odpowiada pewna graniczna wielkość odkształcenia, powyżej którego dopiero następuje odzyskanie własności magnetycznych. Należy więc wycinać blachy surowe i żarzyć gotowe wykroje, tylko wówczas bowiem można mieć pewność, że ogólny zgniot, któremu poddana będzie blacha (zgniot z walcowania i z obróbki mechanicznej) przekroczy próg odkształcenia. Przy rozważaniu tego zagadnienia u nas, należy również wziąć pod uwagę, że blachy surowe są na ogół mniej kruche niż blachy żarzone i że z gospodarczego punktu widzenia korzystniejsze jest żarzenie wykrojów niż całych blach, których część w postaci obcinków przechodzi do złomu.

Analiza procesu produkcyjnego

1. *Proces stalowniczy.* Stal transformatorową wytapia się najczęściej w piecach elektrycznych, rzadziej w martenowskich. Stosowany bywa również proces dupleks, w którym płynny metal, pochodzący z zasadowego pieca martenowskiego lub zasadowego konwertora, wykończy się w zasadowym piecu elektrycznym. W W. Brytanii produkuje się obecnie stal zawierającą 4% Si i 0,5% Al w piecach martenowskich, stosując odpowiednią technikę mieszania w kadzi, przy czym uzyskuje się stratność 0,9 — 1,0 W/kg¹.

Wielkość stosowanych do tego celu pieców elektrycznych wynosi zazwyczaj 6 — 25 t; nie wywiera ona zasadniczego wpływu na średnią



Rys. 6. Zależność stratności od zawartości tlenu

stratność, może natomiast — co wynika z dalszych rozważań — wywierać wpływ na rozrzut wyników.

Wsad powinien stanowić dobry, ciężki złom kawałkowy (np. odpadki platyn ze stali węglowej), z dodatkiem surówki, odłamków elektrod i mielonego koksu, tak aby ilość węgla po roztopieniu była nie niższa niż 0,2 — 0,3% C (najlepiej 0,3 — 0,5%). Podczas świeżenia, które powinno być intensywne na początku, konieczne jest kilkakrotne ściąganie żużła, aby dostatecznie zmniejszyć zawartość węgla, manganu, fosforu i siarki. Ruda powinna być wysokoprocenowa i nie powinna zawierać zanieczyszczeń, zwłaszcza siarki. Poglądy co do świeżenia węgla nie są zgodne: jedne zakłady starają się wypalać węgiel do jak najniższych zawartości, inne dopuszczają zawartość węgla w wytopie do 0,1%. Dążenie do osiągnięcia jak najniższych zawartości węgla wydaje się niecelowe, ponieważ prowadzi do przedlenienia kąpieli, a węgiel może się wypalać w czasie dalszej przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Zawartość fosforu, a szczególnie siarki, powinna być jak najniższa. Co do wykończania pod białym żużlem zdania są podzielone, sposób ten jest wszakże — jak się wydaje — celowy.

Badania własne [5], wykonane na 35 wytopach, stwierdziły istnienie zależności między zawartością tlenu w wytopie i stratnością blach oraz dodatni wpływ wykończania pod białym żużlem (rys. 6).

Okazało się również, że obniżenie zawartości siarki poniżej 0,010% nie przedstawia poważnych trudności. Niektóre stalownie niemieckie (Thyssen, Eisen u. Hüttenwerke) stosowały przelewanie stali z pieca do kadzi i z powrotem do pieca. W czasie przelewania do pieca dodawano żelazokrzemu, tworzone białe żużle, wytrzymywano stal około 1 godzinę i spuszczano. Z literatury amerykańskiej² wynika, że stosowane tam bywa dwukrotne przelewanie stali transformatorowej przy wytopie w piecu martenowskim, a mianowicie stal przelewa się z jednej kadzi do drugiej (bez wylewu), do której dodaje się przedtem odpowiednio przygoto-

¹ I. Iron Steel Inst. 167, 1951, str. 247.

² Basic Open Hearth Steelmaking, New-York 1944 r.

wany żelazokrzem. Z drugiej kadzi przelewa się stal do trzeciej, z której dopiero odlewa się ją do wlewnic. Wspólną cechą wszystkich tych procesów, jak również procesu dupleks, stosowanego u Kruppa, jest intensywne mieszanie stali, dokładne usuwanie żużla świeżającego i dobre warunki odtleniania.

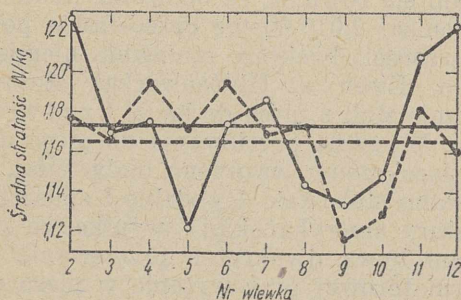
Kilka wytopów z przelewem, zbadanych na zawartość tlenu, wykazało bardzo małą jego zawartość (około 0,006 %) [5]. Seria 15 wytopów z przelewem, wykonana przez jedną z hut krajowych, dała bardzo dobre wyniki (stratność poniżej 1,2 W/kg).

Jakość żelazokrzemu odgrywa niewątpliwie poważną rolę. Najlepszy jest żelazokrzem wysokoprocenowy (95 — 98 %). U nas stosuje się żelazokrzem 75-procentowy; zawartość glinu wynosi około 2,5 %. U Kruppa zważano szczególnie, aby ilość glinu w żelazokrzemie była jak najmniejsza; w ogóle uważano tam glin za domieszkę szkodliwą. Nie wydaje się to uzasadnione w świetle naszych badań [5], jak również innych danych (dodatek 0,5 % Al stosuje się w Anglii i w Ameryce).

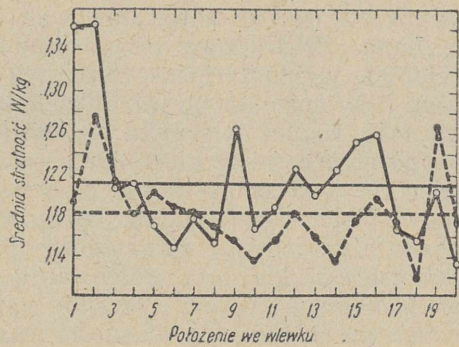
Odstanie w kadzi należy uważać za celowe. Np. u Kruppa było ono bardzo długie (przeszło pół godziny). Sprawa ta wiąże się bezpośrednio ze sprawą temperatury odlewania. Wysoka temperatura lania powoduje gruboziarnistość stali, jednakże odgazowanie, a zwłaszcza odtlenienie, może być gorsze, a wymywanie materiałów ogniotrwałych większe. Nasuwa się przypuszczenie, że istnieje temperatura lania optymalna ze względu na własności magnetyczne; to zagadnienie wymaga szczególnych badań.

Wielkości wlewków stosuje się różne: od 500 kg do 10 t. Przeważają wlewki od 500 do 1000 kg. Odlewa się przeważnie zespołami z dołu, do wlewnic zbieżnych ku górze, z nadstawkami lub bez nich; w tym przypadku po napełnieniu wlewnic polewa się powierzchnię stali wodą, aby umożliwić jej zakrzepnięcie i dolewa się stali przez syfon. Jak wykazały badania przekrojów, wlewki odlewane tym sposobem wykazują dobrą i ścisłą budowę ze śladami jamy usadowej.

Rushton i Davies [6], badając poszczególne blachy z 12 wlewków 950 kg, lanych z góry z jednego wytopu, stwierdzili, że przy średniej strat-



Rys. 7. Stratność blach z poszczególnych wlewków jednego wytopu. Linie ciągłe — po żarzeniu przemysłowym, linie przerywane — po żarzeniu powtórным (według Rushtona i Daviesa)



Rys. 8. Zależność stratności od położenia we wlewkach

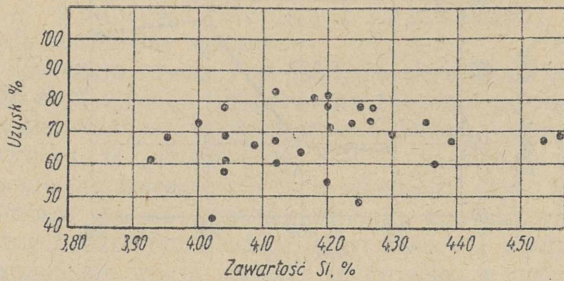
ności 1,17 W/kg rozrzut wyników wynosił od 0,89 do 1,48 W/kg. Jeżeli chodzi o przyczyny stałownicze, różnice występowały zarówno pomiędzy wlewkami, jak pomiędzy poszczególnymi miejscami we wlewkach. Otrzymany rozrzut własności poszczególnych wlewków, jakkolwiek nieoczekiwanie duży, jest zrozumiały, jeśli zważyć, że czas odlewania wlewków wynosił ogółem 14 minut, szybkość odlewania znacznie się zmieniała (poszczególne wlewki lano od 39 do 131 sekund), temperatury odlewania wahały się od 1580 do 1460 °C, w czasie odlewania przepalano wylew itd. Gorsze własności po stronie stopy wlewków związane są prawdopodobnie ze znaczną segregacją tlenu (właściwie tlenków), wywołaną szybkim krzepnięciem części wlewków po stronie stopy przy laniu z góry [7].

Zaletą odlewania syfonowego jest (oprócz lepszej powierzchni wlewków) zmniejszenie różnic w warunkach odlewania poszczególnych wlewków, w strukturze i w ilości wtrąceń niemetalicznych (zwłaszcza tlenków) między stopą i głową wlewka, oraz skrócenie ogólnego czasu opróżniania kadzi dzięki możliwości stosowania wylewów o większej średnicy, co z kolei powoduje mniejszy stopień utlenienia strumienia stali. Sprawa rozrzutu wyników przy stosowanym u nas odlewaniu syfonowym powinna być przedmiotem specjalnych badań.

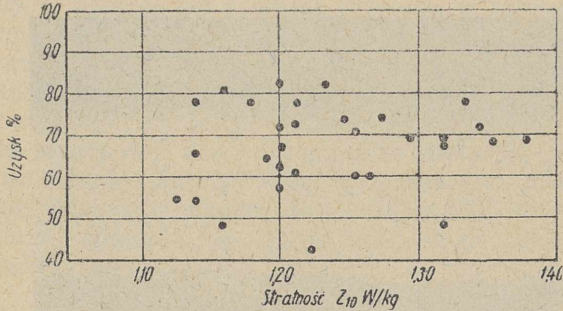
Skład chemiczny stali. Na podstawie własnych badań oraz danych zagranicznych należy uważać następującą analizę za optymalną:

C — maks. 0,08 %	P — maks. 0,015 %
Mn — 0,10 — 0,15 %	S — maks. 0,010 %
Si — 4,0 — 4,3 %	Dodatek Al — 0,5 — 0,6 kg/tonę

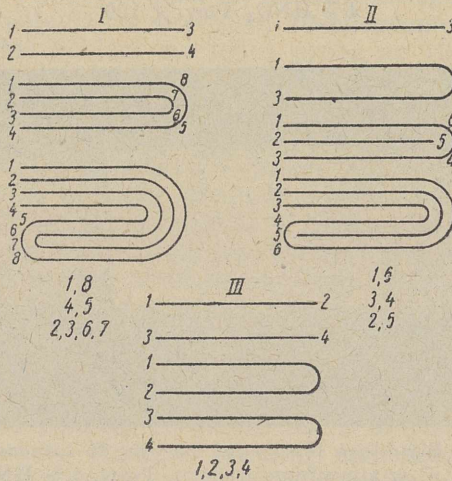
2. Walcowanie wlewków. Sposób chłodzenia i podgrzewania wlewków nie wywiera większego wpływu na stratność, może natomiast mieć zasadnicze znaczenie jeśli chodzi o uzysk przy walcowaniu wlewków na platyny. Najlepiej jest oczywiście przesyłać do walcowni gorące wlewki. W przeciwnym razie należy stosować odpowiednio wolne studzenie i podgrzewanie wlewków. Homogenizacja wlewków może mieć pewne znaczenie, zarówno jeśli chodzi o średnie wyniki stratności, jak i rozrzut w granicach wlewków. Sprawę tę należy dokładnie zbadać.



Rys. 9. Uzysk przy walcowaniu wlewków na platyny w zależności od zawartości krzemu



Rys. 10. Uzysk przy walcowaniu wlewków na platyny dla materiałów wykazujących różną stratność



Rys. 11. Schemat trzech sposobów walcowania blach

Czas grzania w piecu przepychowym powinien wynosić co najmniej 6 godzin. W firmie Capito i Klein wlewkii przechodziły przez piec w ciągu 14 — 16 godzin. Na ogół panuje przekonanie, że wyższe temperatury walcowania są korzystniejsze jeśli chodzi o stratność, ale ogranicza się je wobec pękania wlewków przy zbyt wysokich temperaturach. Zakres 1100 — 850° C należy uważać za optymalny.

Jak wykazały badania własne [5] nie ma wyraźnej zależności między uzyskiem przy walcowaniu wlewków na platynie a zawartością krzemu lub stratnością blach (rys. 9 i 10).

3. **Walcowanie blach.** Platyna nagrzewa się w piecach przelotowych lub komorowych do 1100° C w ciągu około 1 godziny. Grzanie pakietów odbywa się zwykle w piecach komorowych

przy około 1000° C i trwa 10 do 15 minut. Sposoby walcowania blach w poszczególnych zakładach bardzo się różnią. Walcowanie przeprowadza się w jednej lub dwóch klatkach; platyny oblicza się na cztery lub dwie blachy. Podczas ostatnich przepustów znajduje się w pakiecie od czterech do ośmiu blach. Jako przykłady można przytoczyć trzy przebiegi walcowania blach grubości 0,35 mm (rys. 11):

Sposób 1

Ciężar platyny długości 980 mm = 22 kg. Wymiary blachy: 1830 × 915 × 0,35 mm. Ciężar blachy 4,7 kg.

- a. 3 przepusty pojedynczo, 2 przepusty po złożeniu placków jeden na drugim, zdwajanie;
- b. grzanie, 2 — 3 przepusty, zdwajanie;
- c. grzanie, 2 — 3 przepusty końcowe.

Sposób 2

Ciężar platyny długości 800 mm = 14 kg. Wymiary blachy: 750 × 1500 × 0,35 mm. Ciężar blachy około 3 kg.

- a. 3 — 4 przepusty pojedynczo (na placki);
- b. grzanie, 2 — 3 przepusty, zdwajanie, przecinanie części zdwojonych blach, tworzenie pakietów z trzech blach;
- c. grzanie, 2 — 3 przepusty, zdwajanie;
- d. grzanie, 2 — 3 przepusty końcowe.

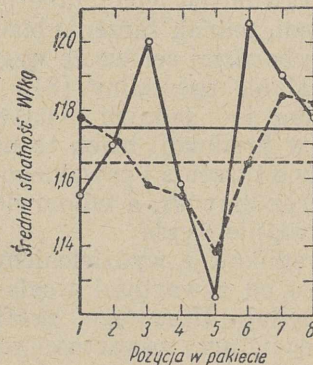
Sposób 3

Ciężar platyny długości 660 mm = 9,6 kg. Wymiary blachy: 620 × 2400 × 0,35 mm. Ciężar blachy około 4 kg.

- a. 2 przepusty pojedynczo, 5 przepustów po złożeniu placków jeden na drugim, rozdzielanie, zdwajanie;
- b. grzanie, walcowanie po dwa pakiety w 5 — 6 przepustach.

Temperatura przy końcu walcowania powinna być wysoka, 850 — 800° C, ponieważ zgniot przy niższej temperaturze może nie zostać usunięty przez późniejsze żarzenie.

W czasie grzania pakietów zachodzą reakcje korzystne i niekorzystne, tym intensywniejsze, im mniejsza jest grubość blach (odwęglanie, wypalanie krzemu, utlenianie, nasiarczanie). Badania Rushtona i Daviesa wykazały, że największe stratności mają te blachy, których kontakt z atmosferą pieca jest najkrótszy, ale



Rys. 12. Zależność stratności od położenia blachy w pakiecie. Linie ciągłe — po żarzeniu przemysłowym, linie przerywane po żarzeniu powtórnym (według Rushtona i Daviesa)

zbyt długie oddziaływanie atmosfery pieca również wywiera wpływ ujemny. Wydaje się, że przy danej atmosferze pieca i przy danej temperaturze występuje optymalny czas grzania, przy którym zachodzi odpowiednie odwęglenie, podczas gdy przy dłuższym przetrzymywaniu przeważa wypalanie krzemu i dyfuzja tlenu. Niestety oprócz pomiarów własności magnetycznych poszczególnych blach, wymienieni autorzy nie przeprowadzili analiz chemicznych.

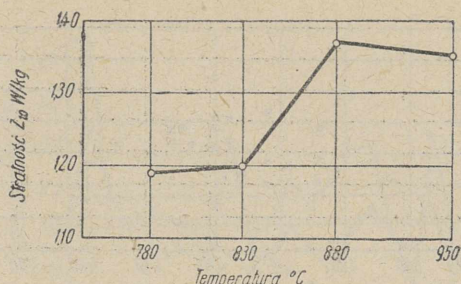
Fakt, że podczas własnych badań nie stwierdzono wyraźnej zmiany stratności po przedłużeniu czasu wygrzewania pakietów z 10 minut do około 1 godziny, nie stoi w sprzeczności z tymi wynikami, ponieważ określano średnie własności magnetyczne wszystkich sześciu blach w pakiecie, z których wycinano 10-kilogramową próbę Epsteina, natomiast Rushton i Davies określali własności każdej blachy oddzielnie na odpowiednio mniejszych próbkach. W myśl badań Rushtona i Daviesa trzeci sposób walcowania należy uważać za najlepszy (jednakowe warunki grzania wszystkich blach w pakiecie, brak blach wewnętrznych); gorsze jest walcowanie po sześć blach w pakiecie (blachy 2 i 5, a więc 33 % ogólnej ilości, leżą wewnątrz pakietu), a najgorsze po osiem blach w pakiecie (blachy 2 i 3 oraz 6 i 7, a więc 50 %, znajdują się wewnątrz pakietu). Sprawa ta wymaga dalszych szczegółowych badań, tym bardziej, że stwierdzone różnice własności blach mogą być spowodowane nie tylko wymienionymi wyżej reakcjami chemicznymi, lecz również warunkami zgniotu przy przeróbce plastycznej.

4. *Gniot na zimno.* Niektóre zakłady stosują wykończający gniot na zimno. Jak wykazały badania własne, przy gniocie około 4 % uzyskuje się znaczną poprawę współczynnika zapelnienia (z 0,83 na 0,96) oraz nieznaczne zmniejszenie się stratności. W badaniach tych nie stwierdzono występowania krytycznych warunków zgniotu i temperatury żarzenia, powodujących znaczny rozrost ziarn. Bez względu na wielkość stosowanego gniotu (2 — 8 %) następował gwałtowny rozrost ziarn przy 1100° C.

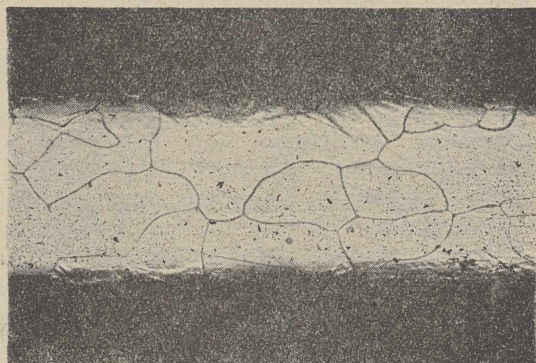
5. *Obróbka cieplna.* Obróbce cieplnej poddaje się blachy surowe lub trawione. Jakkolwiek żarzenie blach trawionych lepiej zabezpiecza je przed rdzewieniem, jednak żarzenie blach surowych wydaje się bardziej celowe ze względu na odwęglające działanie zgorzeliny [8].

Obróbka cieplna jest jednym z najważniejszych procesów w produkcji blach transformatorowych. W czasie żarzenia i powolnego studzenia zachodzi szereg zjawisk, a mianowicie:

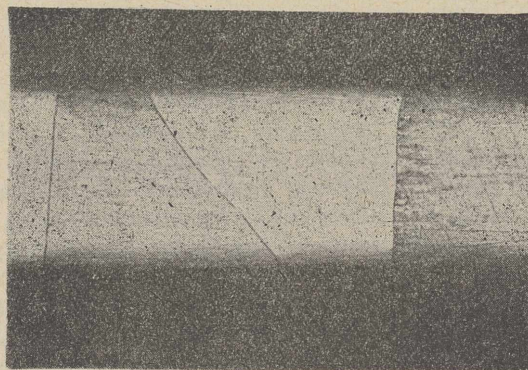
1. dalsze wypalanie węgla;
2. rozkład węglików z wydzieleniem grafitu (zależnie od zawartości węgla w blachach; według Harry'ego grafityzacja może zachodzić przy zawartości węgla powyżej 0,012 %);
3. wydzielenie z roztworu stałego zanieczyszczeń znajdujących się w nadmiarze i ich koagulacja;



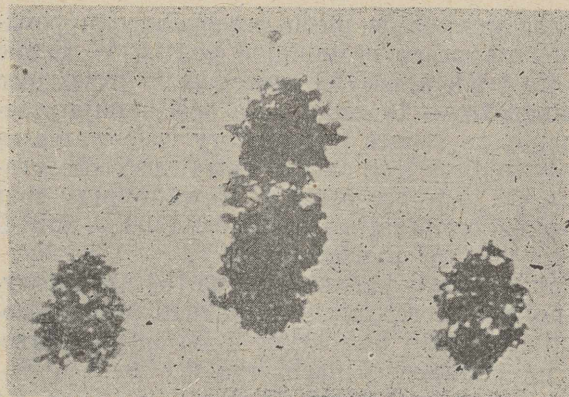
Rys. 13. Zależność stratności od temperatury żarzenia (próby laboratoryjne). Wyniki średnie z 15 wytopów



Rys. 14. Struktura blachy żarzonej przy 800° C. Traw. 4 % HNO_3 . Pow. $\times 100$



Rys. 15. Struktura blachy jak na rys. 16 żarzonej przy 1100° C w atmosferze wodoru. Traw. 4 % HNO_3 . Pow. $\times 100$



Rys. 16. Struktura platyny z zawartością 0,06 % C po żarzeniu przy 800° C. Wydzieliska grafitu. Nie traw. Pow. $\times 800$

4. rozrost ziarn i zmniejszenie granic, a więc i naprężeń istniejących na granicach;
5. usunięcie zgniotu.

Zarazem znany jest fakt, że zbyt długi czas lub zbyt wysoka temperatura żarzenia powodują złą własności magnetyczne. Z badań własnych wynika, że już powyżej 830°C następuje wyraźne pogorszenie się tych własności (rys. 13). Zmiany te są prawdopodobnie spowodowane przechodzeniem grafitu do roztworu i wydzielaniem się węgla podczas stygnięcia, w postaci węglików, ubytkiem krzemu na powierzchni blachy oraz dyfuzją tlenu do materiału.

Oprócz żarzenia przy temperaturze około 800°C stosuje się również żarzenie w zakresie temperatur $1100 - 1250^{\circ}\text{C}$ w atmosferze wodoru albo mieszaniny wodoru z azotem. Podczas badań własnych osiągnięto przy żarzeniu w atmosferze wodoru około 20-procentowy spadek stratności. Wielkość ziarn równała się grubości blachy, ilość przegięć wynosiła 4 — 6, zawartość węgla poniżej 0,01 %. Obróbka ta powinna znaleźć jak najszybciej zastosowanie praktyczne.

Pobieranie prób i kwalifikacja materiału

Dotychczas własności magnetyczne blach określa się przeważnie za pomocą dużego aparatu Epsteina na próbkach 10-kilogramowych.

Zwykle pobiera się jedną próbę na 1000 kg materiału, wycinając paski z kilku (np. sześciu) blach, równomiernie rozłożonych w żarzoną stose. Sposób ten, jakkolwiek bardzo kosztowny (strata wynosi około 1 % materiału), daje jednak pewne pojęcie o średnich własnościach magnetycznych danej partii. W przemyśle silnopiędowym, w którym do budowy poszczególnych jednostek stosuje się tony blach, wyniki te wystarczają. Jeżeli jednak chodzi o jednostki małe, z rdzeniami, których ciężar zwykle nie przekracza kilku kilogramów, średnie wartości nie wystarczają i celowe jest sortowanie blach za pomocą urządzeń, które umożliwiają dostatecznie dokładny pomiar stratności poszczególnych arkuszy. Również do celów badawczych, gdy ważne są własności pojedynczego arkusza, próba 10-kilogramowa nie jest przydatna. W tym przypadku stosować można z powodzeniem małe próby Epsteina ($0,5 - 2\text{ kg}$). Jakkolwiek ze względów oszczędnościowych korzystne byłoby całkowite zastąpienie prób 10-kilogramowych próbami np. 1-kilogramowymi, trzeba pamiętać, że przy tej samej ilości prób badanie obejmie tylko pojedyncze blachy, a jego wyniki, jeśli chodzi o ocenę średnich własności partii, będą miały znacznie mniejszą wartość. Zapobiec temu może szczegółowe zbadanie rozrzutu wyników w granicach wytopów i partii żarzonych przy danym procesie technologicznym i przeprowadzanie na tej podstawie prób kwalifikacyjnych nie na przypadkowych blachach, lecz na blachach specjalnie wybieranych.

Sortowanie arkuszy wydaje się odpowiednim sposobem do uzyskania pewnych gatunków

blach o dużej przenikalności początkowej dla przemysłu teletechnicznego.

Struktura materiału

Badania metalograficzne blach transformatorowych są dopiero w początkach, prace na ten temat są bardzo nieliczne, toteż obecnie za pomocą badań mikroskopowych nie można jeszcze nawet orientacyjnie określić własności magnetycznych.

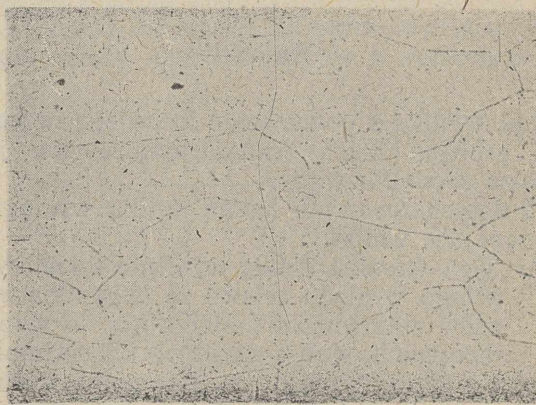
Niektóre składniki strukturalne już rozpoznano i wpływ ich określono.



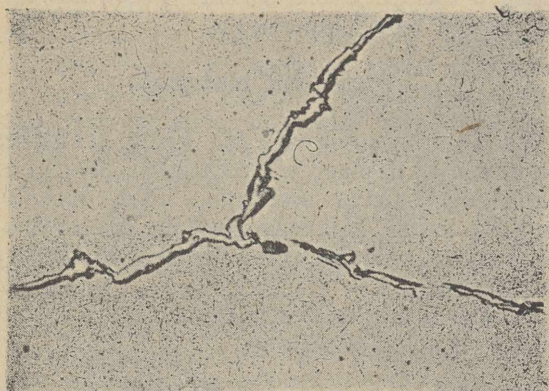
Rys. 17. Struktura blachy z zawartością 0,023 % C żarzonej przy 800°C . Wydzielania grafitu. Nie traw. Pow. $\times 800$



Rys. 18. Struktura platyny. Ferryt. Liczne pasma perlitu. Traw. 4 % HNO_3 . Pow. $\times 50$



Rys. 19. Struktura platyny. Ferryt. Brak perlitu (4,64 % Si). Traw. 4 % HNO_3 . Pow. $\times 50$



Rys. 20. Struktura platyny jak na rys. 19. Cementyt na granicach ziarn. Traw. 4% HNO₃. Pow. $\times 800$

W czasie badań własnych stwierdzono, że w platynach niemal zawsze występuje perlit (nie było go jedynie w wytopie z zawartością 4,65% Si). W blachach surowych perlit również może występować (w razie większych zawartości węgla).

W blachach lub platynach żarzonych przy temperaturze około 800°C węgiel występuje w postaci grafitu lub węglików na granicach ziarn. Stwierdzono, że perlit w czasie żarzenia grafityzuje bardzo łatwo (prawdopodobnie na skutek silnie rozwiniętej powierzchni) i że w blachach żarzonych nie występuje w żadnym przypadku.

Według badań Harry'ego [9] węgliki nie występują w postaci czystego cementytu, jak przypuszczał Yensen, lecz składają się z cementytu i węglika Fe-C-Si, w postaci oddzielnych faz lub mieszaniny eutektoidalnej. Węgliki można rozróżnić na podstawie odmiennego zabarwienia przy podgrzewaniu szlifów,

Trudność oceny materiału na podstawie badań mikroskopowych polega prawdopodobnie na tym, że oprócz elementów dostrzegalnych, jak wielkość ziarna, różne postacie węgla itp., duży wpływ wywierają wydzielania wielkości podmikroskopowej, nieuchwytnie przy normalnie stosowanych powiększeniach. Świadczy o tym również fakt, że blachy o podobnej strukturze często znacznie się różnią własnościami magnetycznymi.

Wnioski

Jak wynika z powyższego krótkiego przeglądu, problem blach transformatorowych jest bardzo skomplikowany.

Z dotychczasowych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Tlen (tlenki) działa wybitnie szkodliwie; z tego względu celowe są wszystkie sposoby stalownicze zmierzające do wyprodukowania stali z możliwie jak najmniejszą zawartością tlenu. Szczególnie dodatni wpływ przelewania stali polega prawdopodobnie, oprócz dobrego odtleniania, m. in. również na dokładnym jej wymieszaniu.

niu. Opracowanie optymalnych warunków przelewania powinno być tematem specjalnej pracy badawczej.

2. Czas odstania w kadzi powinien być dostatecznie długi, aby wtrącenia niemetaliczne miały czas do wypłynięcia na powierzchnię.
3. Opróżnianie kadzi powinno być możliwe jak najszybsze.
4. Skład chemiczny stali powinien być następujący: C maks. 0,08%, Si 4,0 — 4,3%, Mn 0,10 — 0,15%, S maks. 0,010%, P maks. 0,015%, dodatek Al 0,5 kg/t stali.
5. Ze względu na stratność, walcowanie wlewków, platyn i blach powinno się odbywać przy dostatecznie wysokich temperaturach. Zwłaszcza temperatura przy końcu walcowania blach nie powinna być niższa od 800°C.
6. W razie potwierdzenia wyników badań Rushtona i Daviesa należałoby przejść na walcowanie po cztery blachy w pakiecie i obliczanie platyny na dwa arkusze.
7. Przy obróbce cieplnej należy utrzymywać możliwie jak najdokładniej temperaturę 800°C.
8. Wykończające gnioty na zimno (3—4%) znacznie polepszają współczynnik zapełnienia.
9. Należy jak najszybciej rozwiązać zagadnienie żarzenia w atmosferze wodoru w skali przemysłowej, tym bardziej że znajdzie ono zastosowanie również w produkcji innych materiałów magnetycznie miękkich.

Ponieważ węgiel i tlen grają dużą rolę w produkcji blach, konieczne jest opanowanie metod i techniki wykonywania odpowiednich analiz chemicznych i jak najszybsze ich stosowanie. Dopóki nie będzie można dokładnie oznaczać tlenu i małych zawartości węgla, wszelkie badania blach transformatorowych będą niepełne i dalszy postęp utrudniony.

Należy dokładnie poznać przyczyny rozrzutów wyników stratności i dążyć do ich zmniejszenia; jest jednak rzeczą oczywistą, że są one do pewnego stopnia związane z samą istotą procesu. Uzyskanie przez przemysł elektrotechniczny do pewnych celów blachy o minimalnym rozrzucie własności może być osiągnięte jedynie przez sortowanie przy pomocy odpowiedniego badania poszczególnych arkuszy.

Pełne wyzyskanie własności materiału zależy nie tylko od producenta stali, ale również i od użytkownika. Blachy transformatorowe, podobnie jak inne materiały o specjalnych własnościach magnetycznych, są szczególnie wrażliwe na wszelkie operacje przetwórcze. Celowe jest, żeby elektrycy dokładniej poznali materiał i jego własności, jak również aby hutnicy głębiej wnikli w pewne zagadnienia elektrotechniczne. Rozwój współpracy przemysłu hutniczego i elektrotechnicznego jest jednym z zasadniczych warunków poprawy jakości blach transformatorowych.

Literatura

1. F. Brailsford. Engineering, 16, 1949, str. 293.
2. B. I. O. S., nr 1082, 1946.
3. Elektryczestwo 6, 1949, str. 68.
4. W. I. Drożdżyna, M. G. Łużyńska i Ja. S. Szur. Żur. Tiech. Fiz. 18, 1948, str. 167.
5. M. Markuszewicz, J. Kozielski. — Prace GIMet nr 3, 1951, zeszyt 4, str. 279.
6. S. Rushton i D. R. Davies. I. Iron, Steel, Inst. 167, 1951, str. 274.
7. C. F. Sawyer, J. W. Spretnak i G. Derge. Trans. A. S. M. 40, 1948, str. 922.
8. W. A. Pennington. Trans. A. S. M. 41, 1949, str. 213.
9. E. D. Harry: I. Iron Steel Inst. 167, 1951, str. 241.
10. G. Delbart. R. Potaszkin, M. Sage. Rev. Met. 7—8, 1947, str. 193.

Inż. WŁADYSŁAW GĘBICKI

K. D. 66.041

Obsługa i dozór pieców przemysłowych opalanych gazem

Wymagania stawiane obsłudze pieców przez kierownictwo gospodarki cieplnej i kierownictwo ruchu. — Szkolenie piecowych. — Instalacja ręcznej regulacji i zachowywanie porządku przy piecach. — Montaż i kontrola pracy urządzeń regulacyjnych. — Nastawianie palników. — Prowadzenie płomienia w piecu. — Samoczynna regulacja pieców. — Wskazówki ruchowe dla obsługi pieców.

Wymagania stawiane obsłudze pieców przez kierownictwo gospodarki cieplnej i kierownictwo ruchu

W zespole różnych urządzeń służących do produkcji wytworów hutniczych piec stanowi jeden z najważniejszych elementów, a wymagania, które mu stawiamy pod względem zwiększenia produkcji, polepszenia jej jakości i obniżki zużycia ciepła na jednostkę wsadu, stale rosną. Ilość ciepła, którą piec zużywa, zależy nie tylko od jego wydajności i konstrukcji, rodzaju paliwa, grubości ścian, wyzyskania ciepła spalin, sposobu chłodzenia oraz wymaganej temperatury nagrzania wsadu, ale przede wszystkim od poprawnej obsługi i dozoru pieca.

Właściwe prowadzenie pieca, tj. utrzymywanie odpowiedniej temperatury i ciśnienia w poszczególnych jego strefach przy jak najmniejszym zużyciu paliwa, nie jest rzeczą łatwą, zwłaszcza jeżeli chcemy zaspokoić wymagania ruchu co do wielkości i jakości produkcji.

Pod względem cieplnym piec jest dobrze prowadzony, jeśli:

1. spalanie odbywa się zarówno bez nadmiaru gazu, jak i bez nadmiaru powietrza;
2. piec nie zasysa fałszywego powietrza, ani też spaliny nie wybijają z pieca.

Pod względem produkcji piec pracuje dobrze, jeśli:

1. osiągamy możliwie jak największą wydajność,
2. jakość uzyskanego wytworu jest jak najlepsza.

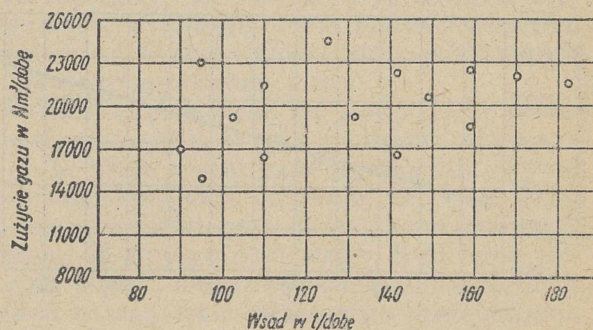
Praktyka wykazuje jednak, że dążenia gospodarki cieplnej, aby jak najbardziej zmniejszyć zużycie ciepła, nie zawsze idą w parze z przytoczonymi wymaganiami wydziałów produkcyjnych.

Na przykład inżynier cieplny stwierdza, że żarzak, który w każdym miejscu przestrzeni ro-

boczej powinien mieć jednakową temperaturę, pracuje z dużym nadmiarem gazu, żąda więc od piecowego, aby przymknął dopływ i usunął nadmiar gazu. Wkrótce jednak pokazują się ujemne skutki tego polecenia: w przestrzeni roboczej występują różnice temperatur; temperatura przy palnikach jest wyższa niż w miejscach odpływu spalin.

Albo: Stwierdzono, że w pewnym piecu przetokowym, mającym silny spadek trzonu w kierunku okna wyciągowego, fałszywe powietrze w dużej ilości wciska się do środka przez otwarte zwykłe okna do obracania wlewków. Na polecenie inżyniera cieplnego piecowy przymyka zasuwę kominową. Po pewnym czasie przychodzi ktoś z ruchu i skarży się, że od pewnego czasu wlewki przychodzące do okna wyciągowego nie są tak ciepłe jak dawniej i że na skutek tego nastąpił spadek produkcji.

Podobne wypadki skłaniają kierownictwo ruchu do mniemania, że dotychczasowy sposób prowadzenia pieca był dobry i że chcąc utrzymać produkcję oraz jakość wygrzewanego wsadu na odpowiednim poziomie trzeba pogodzić się z faktem dotychczasowego wielkiego zużycia paliwa. Uważa się wtedy, że zmniejszenie zużycia ciepła byłoby możliwe jedynie w razie przebu-



Rys. 1. Zużycie gazu w piecu grzewczym przy niestarannej obsłudze

dowy pieca lub zabudowania rekuperatora. A ponieważ takie zmiany zabierają zazwyczaj dużo czasu i powodują spadek produkcji, przechodzi się nad sprawą zmniejszenia zużycia ciepła do porządku dziennego i wszystko zostaje po dawnemu.

Tymczasem analiza wyników pracy pieców pozwala stwierdzić, że w większości wypadków wystarczyłoby samokontrolowanie biegu pieca, aby oszczędzić znaczne ilości ciepła. Np. na jednym z wpychowych pieców, który przez dłuższy czas podgrzewał wlewki mające takie same wymiary i taki sam skład chemiczny, notowano co dzień zużycie gazu w zależności od produkcji. Wynik przedstawia rys. 1.

Okazało się mianowicie, że przy tej samej wydajności piec wykazywał różne zużycie gazu zależnie od tego, czy w danym dniu pracowano z większym, czy z mniejszym nadmiarem gazu, z większym czy mniejszym wybijaniem płomienia, czy też zasysaniem fałszywego powietrza. Innymi słowy, piec wykazywał różne zużycie gazu zależnie od stopnia poprawności obsługi.

Wobec tego dano piecowym wskazówki, jak w zależności od obciążenia i pracy pieca należy ustawiać palniki, regulować ciśnienie, podnosić lub przysykać zasuwę spalinową.

Po dłuższej obserwacji okazało się, że wskazówki dały bardzo dobre wyniki. Tym razem wykres zużycia gazu, jako funkcja wielkości wsadu, nie przedstawiał beładnie rozrzuconych punktów, lecz wartości, które tylko nieznacznie odbiegały od prostej, stanowiącej ich wypadkową (rys. 2). Widać tu wyraźnie pewną proporcjonalność wydajności pieca do zużycia gazu.

Trzeba jednak powiedzieć, że nie ma jakiegś ogólnej recepty na dobre prowadzenie pieca, która by obowiązywała wszystkie piece. Już poprzednio podane przykłady wskazują, że skądinąd słuszne zalecenia, aby spalać gaz przy dostatecznej ilości powietrza i unikać wybijania płomienia lub zasysania fałszywego powietrza, mogą spowodować spadek wydajności lub pogorszenie jakości nagrzewanego wsadu.

Oprócz właściwej temperatury w piecu, żąda się również odpowiedniej atmosfery. Jeżeli chodzi o piece do topienia, atmosfera pieca powinna być neutralna w stosunku do kąpeli lub przyspieszać przebieg pewnych reakcji, np. odtlenianie metalu. Podobnie od rodzaju atmosfery za-

leży wygląd powierzchni wyżarzanych wytworów lub ich własności, np. blachy nie powinny mieć zgorzeliny, stal stopowa nie może się nawęgląć itd. Każdy więc piec ma pewne określone warunki pracy, przy których należy osiągnąć największą wydajność i najlepszą jakość produktu, a równocześnie najniższe zużycie paliwa, co wymaga indywidualnego prowadzenia pieca.

Dlatego trzeba dobrze znać piec i jego własności oraz dobrze rozumieć cel i przebieg operacji cieplnej, aby uzgodnić te czynniki i stworzyć optymalne warunki pracy pieca.

Nie można więc żądać nawet od dobrego fachowca-piecownika aby od razu bez dłuższych obserwacji wypowiedział się, czy i co przy danym piecu mylnie się prowadzi. Nie można również twierdzić, że dobry, ekonomiczny bieg pieca zależy wyłącznie od warunków pracy oddziały produkcyjnego.

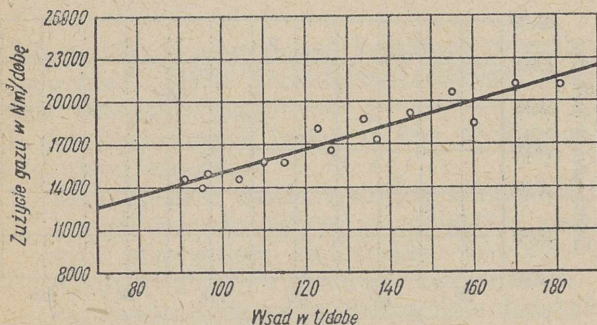
W gruncie rzeczy kierowanie piecem polega zawsze — niezależnie od rodzaju pieca i operacji cieplnej — na uzyskaniu w oznaczonej przestrzeni pieca i w określonym czasie odpowiedniej temperatury oraz wytworzeniu takiej atmosfery, jaka byłaby najwłaściwsza lub najmniej szkodliwa dla wsadu.

Dlatego przy projektowaniu pieców należy uwzględnić nie tylko możliwość łatwego załadunku i wyładunku oraz przesuwania wsadu w piecu, ale przede wszystkim możliwość uzyskania dla danej operacji cieplnej najwłaściwszej temperatury najprostszymi i najtańszymi środkami, tj. przez odpowiednie zastosowanie i usytuowanie palników, przez właściwe prowadzenie płomienia, wyzyskanie ciepła spalin itp.

Już samo żądanie odpowiedniego przebiegu temperatur w piecu jest trudne do spełnienia i wymaga od piecowego dużo doświadczenia, gdyż nie zawsze palniki czy też przewody piecowe są lub mogą być tak ułożone, aby w każdym miejscu w piecu można było uzyskać bez trudności potrzebną temperaturę. Często właśnie nieodpowiednie usytuowanie palników lub kanałów spalinowych zmusza piecowego do pracy z nadmiarem gazu i z dodatkiem fałszywego powietrza, aby również i w tych częściach pieca, które znajdują się poza zasięgiem palników, można było osiągnąć odpowiednią temperaturę.

W ten sposób piecowy może uzyskać np. dobre podgrzewanie w strefie podgrzewczej oszczędzając jednocześnie materii w strefie wyrównawczej, tj. przy oknie wyciągowym, lub też praktycznie jednakowe temperatury w piecu żarzelnym, który ma tylko kilka palników.

Przykłady te wykazują, jak wiele starań musi nieraz dołożyć piecowy, aby uzyskać optymalne warunki spalania. Dlatego też na piecowych należy wybierać tylko ludzi o dużym doświadczeniu i odpowiednio przeszkolonych. Poza tym należy piecowym ułatwiać pracę przez wyposażenie pieców w odpowiednie aparaty pomiarowe i urządzenia do automatycznej regulacji oraz przez wydawanie przepisów obsługi.



Rys. 2. Zużycie gazu w piecu grzewczym przy starannej obsłudze

Szkolenie piecowych

Piecowy prowadzi piec według temperatury, tzn. obserwuje stale piec i nastawia poszczególne palniki i zasowy tak, aby uzyskać najkorzystniejszy rozkład temperatur w piecu.

Jeśli temperatura w piecu nie odgrywa, większej roli lub wywiera tylko nieznaczny wpływ na wsad, to wtedy piecowemu jest najczęściej obojętne, jak nastawione są palniki, czy ilość gazu jest odpowiednia lub czy przy tym nastawieniu panuje nadciśnienie, czy podciśnienie w piecu. Nie zastanawia się on również nad związkami pomiędzy temperaturą pieca a ilością gazu i powietrza.

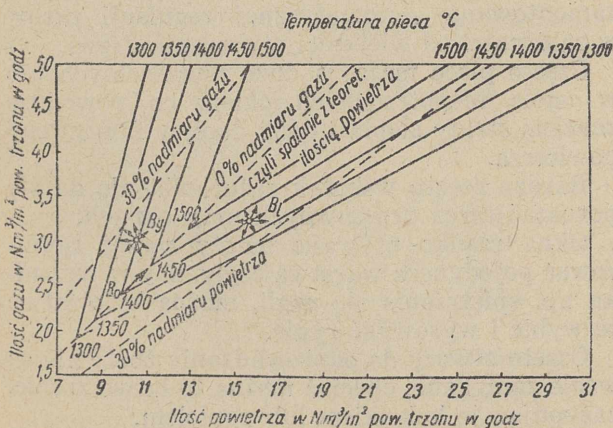
Jak wynika z rys. 3, dla każdego stosunku ilości gazu do ilości powietrza otrzymujemy pewną linię; linie kreskowane oznaczają wypadki spalania z teoretyczną ilością powietrza, z 30-procentowym nadmiarem powietrza i z 30-procentowym nadmiarem gazu.

Dla każdej wymaganej temperatury można z kolei wykreślić odpowiednie linie; dla wypadku spalania z nadmiarem powietrza tworzą one wiązki słabo nachylone, a dla wypadku spalania z nadmiarem gazu — wiązki stromo nachylone.

Rysunek ten, przedstawiający zmiany temperatur w piecu kuziennym (próbę wykonano podczas biegu luzem) w zależności od stosunku ilości gazu do ilości powietrza stwierdza, że określoną temperaturę w piecu, np. 1400°C , można uzyskać zarówno przy dużej ilości gazu a małej powietrza (np. punkt B_g), jak i przy dużej ilości gazu i dużej ilości powietrza (np. punkt B_1), jak wreszcie przy małej ilości gazu i powietrza (np. punkt B_0).

Jeśli chodzi o gospodarkę cieplną najkorzystniejsze jest spalanie przy teoretycznej ilości powietrza, tj. w punkcie B_0 . W warunkach ruchomych ten najkorzystniejszy punkt może ulec przesunięciu nieco na lewo, tj. w okolicy nadmiaru gazu (punkt B_g) lub na prawo, tj. w zakres nadmiaru powietrza (punkt B_1).

Jeśli więc zażądamy od piecowego, aby obniżył temperaturę np. z 1400 do 1300°C , może on



Rys. 3. Związek pomiędzy ilością gazu, ilością powietrza i temperaturą w piecu

to uczynić różnymi sposobami: może zwiększyć lub zmniejszyć dopływ gazu, odkręcić lub przykręcić powietrze, albo też uczynić jedno i drugie równocześnie.

Na rys. 3 jest to zaznaczone w ten sposób, że piecowy może obrać dowolny kierunek, jak zaznaczono krótkimi strzałkami wokół punktów B_g i B_1 .

Z tej wielkiej liczby możliwości zmian dopływu gazu piecowy wybierze zawsze zmianę dla siebie najwygodniejszą. Np. niekiedy piecowy zauważywszy spadek temperatury, aby ją podwyższyć odkręca gaz, a więc przy niskiej temperaturze pieca zużywa większe ilości gazu, czyli chłodzi piec gazem.

Jeśli dla piecowego wygodniej jest zmienić dopływ powietrza, to zazwyczaj odkręca powietrze, a więc pracuje w najlepszym wypadku przy wysokiej temperaturze z taką samą ilością gazu, jak przy niskich temperaturach.

Jeśli natomiast polecimy piecowemu, aby zarówno przy wysokich, jak przy niskich temperaturach pracował zawsze z jednakowym nadmiarem powietrza, to zmusimy go, aby zawsze równocześnie regulował gaz i powietrze; wówczas nie będzie mógł dowolnie obierać sposobu regulacji, lecz musi regulować wzdłuż linii, która będzie linią jednakowego spalania. Na rys. 3 jest to zaznaczone przez punkt B_0 ; może on posuwać się tylko w kierunku strzałki, podczas gdy inne kierunki są jakby zamknięte.

Właściwe i oszczędne prowadzenie pieca wymaga dużego doświadczenia, sumienności i wiedzy i dlatego ludzie, którym porucza się obsługę czy też dozór pieca, muszą odpowiadać wyższym wymaganiom. Piecowych trzeba więc szkolić, aby mogli należycie wykonywać swoje zadania.

Pod tym względem mamy duże zaległości do odrobienia.

Zmuszeni koniecznością nieraz mianujemy piecowymi ludźmi, którzy pracują dopiero od niedawna i nie zdołali jeszcze zdobyć potrzebnych wiadomości od swych kolegów. Tych ludzi należy szkolić i pomagać im, a nie pozostawiać ich bez pomocy i żądać od nich dobrych wyników pracy.

Wprawdzie uświadomiony robotnik w poczuciu odpowiedzialności sam stara się uzupełnić swoje wiadomości ucząc się od starszych kolegów, ale te wiadomości trzeba kontrolować, gdyż robotnicy, nie mając przygotowania teoretycznego, wyciągają często, nawet z własnych doświadczeń, błędne wnioski, które skłaniają ich do niewłaściwej obsługi pieca.

Niektórym piecowym, np. zdaje się, że postępują słusznie, jeśli — przy grubszych wlewkach — dając nieco więcej gazu zmniejszają równocześnie stosunek gazu do powietrza; w ich pojęciu stosunek ilości gazu do powietrza jest uzależniony od przekroju wlewków. Któż może wymagać, aby ci nieprzeszkoleni ludzie potrafili znaleźć uzasadnienie właściwego postępowania w tym, że przy małych przekrojach tworzy się większy wolny przekrój w piecu, a stąd mniej-

sze ciśnienie gazu i większe ilości fałszywego powietrza dostającego się do pieca, podczas gdy przy grubszych wlewkach wolny przekrój pieca maleje, ciśnienie gazu rośnie, fałszywe powietrze nie ma dostępu, a brakujące powietrze trzeba dodatkowo doprowadzić do palnika.

Inny piecowy zaobserwował, że płomienie silniej wybijają z pieca, gdy otwór wsadowy jest otwarty, ale nie wie, dlaczego tak się dzieje.

Tego rodzaju zjawiska, których przyczyny są niejednokrotnie bardzo trudne do odgadnięcia, powodują, że wielu piecowych nabiera mylnego wyobrażenia o rzeczy i tylko z trudem udaje się ich później przekonać. Dlatego nie wolno opierać szkolenia piecowych tylko na doświadczeniu. Szkolenie praktyczne winno się odbywać równolegle ze szkoleniem teoretycznym.

Piecowy powinien w czasie szkolenia zapoznać się z podstawowymi wiadomościami o spalaniu i przenoszeniu ciepła, o ciągu kominowym, o związkach pomiędzy ilością gazu, ilością powietrza a temperaturą w piecu i stratami ciepła w spalinach.

Należy objaśnić piecowemu budowę i sposób działania aparatów wskazujących i regulujących, jak również wyjaśnić mu wszelkie drastyczne wypadki pozornej niezgodności teorii z praktyką. Specjalnie należy zwrócić uwagę na niektóre błędne nawyki i teorie rozpowszechniane wśród robotników, które prowadzą do niewłaściwych pojęć, jak np. mniemanie, że przy nadmiarze gazu należy zasuwę spalinową trzymać otwartą, bo wtedy piec lepiej grzeje niż przy zamkniętej. Skłania to wielu piecowych do ulubionego gorącego biegu pieca, który wprawdzie jest bardzo wygodny, powoduje jednak znacznie większe zużycie ciepła.

Czas szkolenia piecowych nie może się ograniczyć do kilku czy kilkunastu godzin, lecz powinien trwać kilka miesięcy. Dzielniejszych uczestników kursu należy awansować na dozorców piecowych lub nawet mistrzów, których zadanie polegałoby na nastawianiu oraz kontroli biegu pieców na poszczególnych zmianach, podobnie jak to się dzieje w warsztatach mechanicznych. W ten sposób można by podkreślić, że zawód piecowego daje możliwość awansu, co stanowiłoby równocześnie podjęcie dla innych robotników.

O celowości akcji szkolenia można się łatwo przekonać rozważając następujące obliczenie. Weźmy pod uwagę piec przepychowy o wydajności 25 t/h, który zużywa około 3000 Nm³/h dalgazu. Przy cenie gazu około 0,18 zł/Nm³, koszty opału wynoszą 540 zł/h. Jeśli dzięki przeszkoleniu piecowego oszczędzimy tylko 5%, to zaoszczędzona suma wyniesie 27 zł/h. Za godzinę trzeba piecowemu zapłacić około 4,50 zł. W ciągu godziny można więc zaoszczędzić około 22,50 zł, a zatem prawie pięć razy więcej niż wynosi robocizna piecowego. Trzeba dodać, że piecowy może pilnować nie jednego, lecz nawet kilkunastu pieców i często może uchronić piece od poważniejszych awarii.

Instalacja ręcznej regulacji oraz zachowywanie porządku przy piecach

Posiadanie wyszkolonych piecowych to już niewątpliwie bardzo dużo, jeśli jednak chcemy mieć zapewniony nienaganny ruch pieców konieczne jest wyposażenie ich w odpowiednie urządzenia pomiarowe i regulujące.

Nowoczesne piece grzewcze to nie dawne na pół rozwalone bezkształtne urządzenia stojące w kącie, otoczone zwałami węgla i złomu, z otwartymi stale oknami i zardzewiałymi zasuwaniami, lecz precyzyjne urządzenia, pracujące jak maszyny, wymagające starannej i dokładnej obsługi przy dobrym oświetleniu i wygodnym dostępie. Piec powinien być jasno pomalowany (np. aluminium-brąz), jego sklepienie i otoczenie musi być czyste.

Urządzenia regulujące muszą być proste i zabudowane celowo i przejrzysto.

Jeśli dopływ gazu do pieca jest regulowany zasuwą, a dopływ powietrza klapą dławiającą, to oczywista, że piecowy idąc po linii najmniejszego oporu, będzie regulował bieg pieca tylko przez zmianę dopływu powietrza, nie dotykając się ciężkiej zasuwy gazowej.

Zasuwa spalinowa, którą nastawia się daleko od pieca lub której uruchomienie wymaga dużego wysiłku, mija się z celem.

Fakt, że piecowi tylko rzadko i na ogół niechętnie regulują zasuwy kominowe, pochodzi stąd, że są one zabudowane niewłaściwie i trudne do obsługi. Niejednokrotnie zasuwy spalinowe są zupełnie zardzewiałe i nie można ich ruszyć, a bywa i tak, że ich w ogóle nie ma.

Nie powinno również sprawiać żadnych trudności poruszanie wszelkich okien i drzwi piecowych, w przeciwnym bowiem razie piecowi uproszczą sobie rychło pracę ustawiając je w wygodnej dla siebie pozycji i nie będą ich w ogóle poruszali.

Nie wystarcza w takim wypadku wyjaśnić obsłudze niecelowość takiego postępowania, lecz trzeba te urządzenia naprawić i uczynić je łatwymi do manipulacji, np. przez założenie przeciwcieżaru, zastosowanie napędu elektrycznego z przyciskiem elektrycznym lub wreszcie przez zamontowanie automatycznej regulacji zasuw w zależności od wielkości otwierania drzwi.

Często piece mają za dużo nieszczelnych lub w ogóle niepotrzebnych okien, co powoduje znaczne straty ciepła i duży dopływ fałszywego powietrza.

Bardzo często wskutek zażużlenia nie da się poruszać tarcz przesuwanych przy oknach.

Okna rzadko używane należy raczej zamurować pojedynczą warstwą cegły, aby w wypadku np. spiętrzenia się rygli, można było łatwo je wybić i wyrównać rygle.

Często otwory do odprowadzania żużla nie są wcale zamykane, chociaż można to łatwo zrobić, zasypując je koksikiem lub popiołem.

Należy również uważać, aby wszelkie rysy w obmurzu pieca, powstające na skutek naprężeń cieplnych, były natychmiast zalepiane.

Należy przestrzegać, żeby wszystkie drzwi i okna były otwierane tylko wtedy i tyle, kiedy to jest niezbędnie potrzebne. Jest to jedna z najważniejszych wskazówek odnoszących się do prowadzenia pieca.

Nastawianie palników czyli regulacja spalania w piecu

Głównym zadaniem piecowego jest odpowiednie nastawianie palników. Każdy palnik z regulacją powietrza ma połączenie z głównym przewodem gazowym i powietrznym. Zazwyczaj palniki są połączone w grupy. Zasilanie palników powietrzem i gazem odbywa się w tym wypadku za pośrednictwem kolektorów, połączonych z głównymi przewodami gazowymi i powietrznymi.

Każdy przewód gazowy i powietrzny zaopatrzone jest w urządzenia dławiące, np. zasuwę, wentyle, kurki lub klapy dławiące.

Rys. 4 przedstawia schemat takich połączeń przewodów gazowych i powietrznych pieca z 16 palnikami, zestawionymi w cztery grupy po cztery palniki. Liczba urządzeń dławiących w tym schemacie wynosi: 2×16 dla poszczególnych palników oraz 2×4 dla każdej grupy i 2×1 dla głównych przewodów.

Piecowy, który by bez wskazujących aparatów potrafił ustawić te wszystkie urządzenia dławiące tak, aby każdy palnik był zasilany gazem i powietrzem we właściwym stosunku i był właściwie obciążony, byłby niespotykanym wyjątkiem.

Naturalnie nie można każdego palnika zaopatrzyć w rurkę U lub w aparat wskazujący, który ułatwiłyby nastawianie; trudno nawet każdą grupę zaopatrzyć w takie aparaty. Najczęściej trzeba się zadowolić pomiarem całej ilości gazu i powietrza.

Nastawianie głównych przewodów nie daje jednak gwarancji, że poszczególne grupy i poszczególne palniki są tak samo nastawione. Tylko w wypadku, gdy każdy palnik jest nastawiony na jednakowe spalanie (obciążenie palników może być przy tym różne), jest nastawiona jednakowo także każda grupa palników, a z nimi cały układ.

Istnieje pewne ściśle oznaczone położenie wszystkich urządzeń dławiących, które zapew-

nia jednakowe nastawienie spalania. Związane to jest z określoną wydajnością palników. W razie innego obciążenia lub innego rozdziału obciążeń, nastawienie będzie znów inne.

Nastawienie zmienia się zawsze wraz ze zmianą ciśnienia gazu i powietrza, a nawet ze zmianą wartości opałowej gazu. Trudności, z którymi musi walczyć piecowy, jeśli chce odpowiednio nastawić palniki, są więc duże.

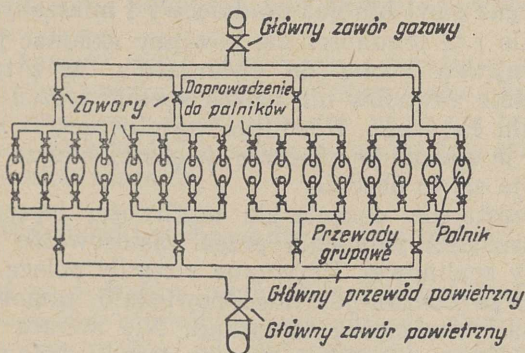
Podstawowym warunkiem ułatwienia mu pracy jest zachowanie stałego ciśnienia gazu i powietrza oraz stałej wartości opałowej gazu. Ponieważ przewód powietrzny jest najczęściej zasilany z jednego wentylatora, nie należy się obawiać wahań ciśnienia z tej strony. Inaczej jest, jeżeli ciśnienie gazu w przewodzie głównym jest niskie. W tym wypadku ilekroć włączają się lub wyłączają poszczególni odbiorcy gazu, jego ciśnienie waha się, powodując zmianę dopływu do palników. Ponieważ dopływ powietrza jest prawie stały, zmienia się nastawienie spalania, czyli że piec pracuje z większym lub mniejszym nadmiarem powietrza, którego bynajmniej nie wywołują względy ruchowe. Tego rodzaju zmiany ciśnień mogą więc powodować zwiększone zużycie gazu.

Podobne zjawiska występują w razie zmiany wartości opałowej gazu. Szczególnie należy uważać w razie stosowania gazu mieszanego (wielkopieczowego i kokosowego). Jeśli dopływa więcej gazu wielkopieczowego, to więcej go się zużywa, W_d spada i odwrotnie.

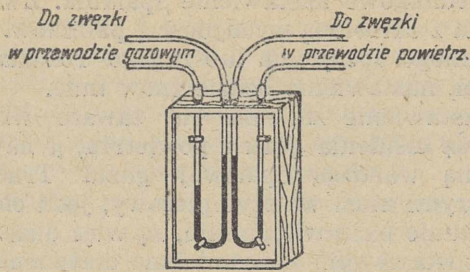
Jeśli do opalania służy gaz generatorowy, każde zaburzenie w generatorze przenosi się aż do odbiorcy. Również zła obsługa generatora powoduje duże różnice w wartości opałowej gazu. W wypadkach gdy zmienia się ciśnienie albo W_d , piecowy powinien wyrównywać te wahania przez odpowiednie regulowanie gazu. Takie żądanie łatwo jest postawić, ale trzeba pamiętać, że mało jest piecowych, którzy by chcieli je spełnić, gdyż najczęściej podobne żądania wydają im się niecelowe i śmieszne.

Piecowy może wymagać, aby ciśnienie gazu i W_d były stałe, przynajmniej w pewnym okresie. Natomiast nie można żądać od piecowego, żeby za każdą zmianą gazu zmieniał nastawienie palników, gdyż albo zrezygnuje z pracy, albo zobojętnieje na wszystko.

Obsługę tak licznych palników można uprościć, umożliwiając równocześnie nastawianie wszystkich. Jeśli zachodzi konieczność zmiany obciążenia, to dławienie w przewodach grupowych. Przy tego rodzaju regulacji wszystkie palniki danej grupy będą w jednakowym stosunku mniej lub więcej obciążone. Często wystarczy nawet zmiana obciążenia przez przestawienie organu dławiącego w przewodzie głównym. Dopiero ten rodzaj regulacji obciążenia jest odpowiedni dla piecowego, gdyż wówczas obsługuje on tylko dwa urządzenia zamykające, których nastawianie można jeszcze ułatwić przez zainstalowanie odpowiednich aparatów wskazujących. Gdyby kiedykolwiek zaszła konieczność nastawienia jakiegoś palnika



Rys. 4. Schemat układu przewodów przy palnikach piecowych



Rys. 5. Regulacja gazu i powietrza za pomocą U-rurek

na inne obciążenie, to należy to uczynić z największą starannością. Ogólnie biorąc, nastawianie poszczególnych palników na określone spalanie jest bardzo trudne i wymaga dużego doświadczenia. Piecowi z dużą praktyką robią to „na oko“, według wyglądu płomienia. Łatwo tu o omyłki, zwłaszcza wtedy, gdy lotne części składowe wsadu wpływają na zmianę barwy gazu. Wystarczą np. ślady miedzi, która czyni płomień zielonkawym, czyli nadaje mu zabarwienie charakterystyczne dla nadmiaru gazu w piecu.

Zastosowanie aparatów wskazujących ułatwia piecowemu właściwe nastawianie spalania. Najprostszy sposób polega na wykreśleniu podziałek na dźwigniach regulacyjnych dla gazu i powietrza. Np. w wypadku położenia dźwigni dla gazu na kresce 3 należy również dźwignię powietrzną nastawić na 3. To znakowanie jest tylko wtedy dokładne, jeśli ciśnienia gazu i powietrza są dostatecznie wysokie i nie wahają się.

Dokładniejsze wskazania daje urządzenie składające się ze zwęzek, zabudowanych do przewodów doprowadzających gaz i powietrze i tak wymierzonych, że przy żądanym nastawieniu spalania powstają jednakowe różnice ciśnień.

Te różnice ciśnień można kontrolować albo przez zastosowanie układu przedstawionego na rys. 5, gdzie ramiona dwu rurek U znajdują się obok siebie, albo przez użycie aparatów sygnalizujących, których wskazówki w razie właściwego nastawienia zajmują tę samą wysokość. Oba te urządzenia wymagają starannej opieki, w przeciwnym bowiem razie nie funkcjonują należycie.

Prowadzenie płomienia w piecu

Płomień, powstający przy spalaniu gazu i powietrza i zawierający ciepło spalania, przenosi je najlepiej. Dlatego aby utrzymać właściwy rozkład temperatur nie wystarczy określone obciążenie i nastawienie palników, lecz potrzeba także odpowiedniego prowadzenia płomienia.

Drogę przepływu płomienia w piecu określa w pewnych granicach usytuowanie palników i wylotowych otworów spalin. Zmianie może podlegać tylko grubość płomienia w poszczególnych częściach pieca. Osiągamy to, zmieniając obciążenie palników i nastawienie zasuwy kominowej. Te możliwości zmian wystarczają do uzyskania żadanego rozkładu temperatur w piecu. Zasuwa spalinowa ma duże znaczenie jako regulator. Oprócz tego ma ona za zadanie utrzy-

mywać odpowiednie ciśnienie w przestrzeni roboczej pieca, aby nie zachodziło sime wyolijanie płomienia albo wciąganie fałszywego powietrza przez nieuniknione otwory. Żądania co do przebiegu płomienia i wysokości ciśnienia w przestrzeni roboczej pieca często trudno pogodzić. Jestli np. wylot spalin znajduje się na końcu długiego pieca, to nie da się ustawić zasuwy spalinowej tak, żeby we wszystkich częściach pieca panowało jednakowe ciśnienie, co stanowi gwarancję najmniejszego dopływu fałszywego powietrza lub wybijania płomienia. Jeśli ustawimy zasuwę tak, że w okolicy wyciągu wsadu panuje lekkie nadciśnienie, wówczas w okolicy wpychowej występuje silne podciśnienie. Aby usunąć podciśnienie, trzeba jeszcze więcej przymknąć zasuwę. W rezultacie powstaje silne nadciśnienie w przestrzeni wyciągowej. Duża część płomienia wybija przez otwory robocze, a znajdujący się w tyle pieca wsad nie jest dostatecznie podgrzewany, gdyż dopływ płomienia do niego jest za mały. Oprócz tego wybijanie płomienia utrudnia pracę piecowym, zmniejszając wydajność ich pracy.

Drugie zatem podstawowe żądanie gospodarki cieplnej, aby fałszywe powietrze nie dostawało się do wnętrza pieca i żadne płomienie nie wybijały przez okna, jest prawie niemożliwe do spełnienia nawet w wypadku, gdy przeciętne ciśnienie w piecu będzie bliskie zera. Obydwa założenia nie dadzą się więc urzeczywistnić.

Jedyną radą byłoby zainstalowanie wielu palników i otworów wylotowych dla spalin w różnych miejscach przestrzeni pieca. Można by wtedy nadać spalinom najkorzystniejszy bieg przez odpowiednie ustawienie palników i poszczególnych zasuw. Praktyczne to jednak nie jest, gdyż wiadomo, że piec idzie tym gorzej, im więcej ma urządzeń regulacyjnych. Prowadzenie płomienia jest zagadnieniem ściśle związanym z teorią przepływu gazów i bardzo trudnym do rozwiązania.

Powszechnie znane są trudności właściwego prowadzenia płomienia w piecu martenowskim. Wystarczają małe odchylenia, aby zmalała wydajność pieca martenowskiego lub wytrzymałość sklepienia. Znane są również trudności właściwego prowadzenia płomienia w piecach wpychowych, gdy pracują na wsadzie różnych wymiarów, albo gdy zmienia się rodzaj paliwa, np. gaz i pył lub gaz czadnicowy i mieszany.

Ale i te trudności nie powinny skłaniać kierownictwa ruchu do twierdzenia, że z tych właśnie powodów nie można spełnić życzeń oddziały cieplnego. Nie ulega wątpliwości, iż można je spełnić w znacznie większej mierze niż dzieje się to obecnie.

Często nie docenia się możliwości lepszego wyzyskania płomienia przez zastosowanie zasuwy spalinowej. Przyczyna z reguły polega na tym, że zasuwa jest nieodpowiednio zamontowana lub za ciężka do obsługi. Nie zwraca się również uwagi na żądanie, aby drzwi i okna piecove tylko wtedy były otwierane, kiedy to jest konieczne ze względów ruchowych.

Najwięcej jednak grzeszy się po wyłączeniu pieców, które są już nieczynne, ale jeszcze ciepłe. Wtedy można i trzeba pozamykać wszystkie zasuwę i wszystkie otwory piecove, aby nie dopuścić do silnego chłodzenia wnętrza pieca fałszywym powietrzem.

Błędne jest twierdzenie, że piec tylko wtedy należy dozorować, kiedy znajduje się pod ogniem. Piec winien tak długo pozostawać pod opieką, dopóki jest ciepły, gdyż właśnie dzięki uniknięciu wszystkich niepotrzebnych strat wskutek stygnięcia podczas postojów można obniżyć przeciętne zużycie gazu w miesiącu.

Samoczynna regulacja pieców

W celu odciążenia obsługi pieców przechodzi się obecnie w coraz większym stopniu na samoczynną regulację pieców. Polega ona na tym, że reguluje samoczynnie ciśnienie gazu, nastawianie spalania, ciśnienie w piecu (nastawianie zasuwę spalinowej) oraz temperaturę przez doprowadzanie określonej ilości gazu.

Samoczynne regulowanie jest bardzo pożądane i wygodne, ale zainstalowanie tak wielkiej ilości aparatów regulujących czyni piec bardzo wrażliwym. Dlatego dozór nad piecem i aparatami powierza się zazwyczaj jednemu precyzyjnemu mechanikowi.

Regulatory ciśnienia gazu są konieczne potrzebne tam, gdzie ono z różnych przyczyn podlega znacznym wahaniom. Automatyczne regulatory należy również instalować na wszystkich stacjach mieszkankowych różnych rodzajów gazu, gdyż regulacja ręczna nie jest tak dokładna.

Samoczynne regulowanie ilości gazu w zależności od temperatury w piecu daje dobre wyniki tylko wtedy, gdy miejsce, skąd pochodzi impuls jest bardzo starannie wybrane, tzn. gdy miejsce pomiarów jest uniezależnione od zmian temperatury wywoływanych otwieraniem drzwi, okien lub innymi wpływami zewnętrznymi. To samo odnosi się do regulacji ciśnienia w przestrzeni piecowej.

Ostatnio pojawił się na rynku cały szereg różnych typów regulatorów. Pracują one na ogół dobrze, ale mimo to wciąż jeszcze są najwrażliwszymi punktami jeśli chodzi o pewności ruchu pieca.

W każdym razie samoczynne regulacje powinny być bardzo starannie pielęgnowane i kontrolowane, gdyż w przeciwnym razie nie będą dawały rzetelnych wyników, a pracownicy stracą do nich zaufanie.

Wskazówki ruchowe dla obsługi pieców

Już na początku wspomniano, że każdy piec wymaga indywidualnego prowadzenia, niemniej piecowym można udzielić pewnych ogólnych wskazówek.

Można je ująć w następujący sposób:

1. Utrzymuj piec zawsze w dobrym stanie i melduj natychmiast o każdym zauważo-

nym niedomaganiu pieca i urządzeń pomocniczych, np. zapieczonych lub zacinających się zasuwach, uszkodzonych drzwiach, sklepieniach i trzonach, nieuszczelnnościach obmurza, jak również niepewnie działających urządzeniach odcinających i regulujących.

2. Przewietrzaj piec przed zapaleniem otwierając zasuwę spalinową i wdmuchując krótko powietrze przez palniki. W ten sposób unikniesz eksplozji gazu.
3. Ustawiaj gaz i powietrze na każdym palniku tak, aby spalanie było możliwie najzupełniejsze, to znaczy unikając zbyt małego lub zbyt dużego nadmiaru powietrza. W ten sposób oszczędzisz gaz. Nie wierz w to, że dzięki nadmiarowi powietrza na jednym palniku i nadmiarowi gazu na drugim palniku, oba palniki będą dobrze spalały. Strumienie gazowe dwóch palników rzadko mieszają się w przestrzeni piecowej.
4. Uważaj zawsze, żeby drzwi, wszelkie okna i wzierniki były otwarte tylko tak długo i tyle, ile koniecznie potrzeba ze względów ruchowych. Oszczędzisz dzięki temu gaz, ponieważ przez otwarte drzwi promieniuje bardzo dużo ciepła lub dopływa fałszywe powietrze, które studzi piec i zwiększa ugar.
5. Ustawiaj zasuwę spalinową podczas ruchu w położeniu zapewniającym małe nadciśnienie nad paleniskiem. Można to poznać po lekkim wybijaniu płomienia w górnej części okna. Unikniesz w ten sposób dopływu zimnego powietrza i zbyt silnego wybijania płomienia.
6. Pamiętaj zawsze, że jeśli zmieniasz dopływ gazu, to musisz również zmienić dopływ powietrza i odwrotnie; po nowym nastawieniu stosunek ilości gazu do powietrza powinien pozostać ten sam.
7. Nie zapominaj przesunąć zasuwę spalinowej przy zmianie gazu i powietrza. Jeśli pozostawisz zasuwę w dawnym miejscu, a zwiększysz gaz i powietrze, wtedy w piecu powstanie nadciśnienie; piec będzie wybijał płomień, twoi koledzy będą mieli gorsze warunki pracy, armatura pieca będzie narażona na działanie wysokiej temperatury i zwiększy się zużycie gazu. Jeśli natomiast zmniejszysz gaz i powietrze, a nie zmienisz położenia zasuwę spalinowej, wówczas w piecu powstanie podciśnienie, piec będzie zasysał dodatkowe powietrze, co również doprowadzi do większego zużycia gazu.
8. Po zatrzymaniu pieca zamknij całkowicie zasuwę kominową, a następnie zamknij szczelnie wszystkie drzwi i okna. Zapobiegiesz dzięki temu szybkiemu stygnięciu pieca podczas postoju i oszczędzisz wiele gazu przy ponownym rozpalaniu.
9. Przy rozpalaniu pieca dopływ powietrza i gazu zwiększaj powoli, aby uchronić wy-

- murowanie pieca przed pęknięciami. Nie pracuj z nadmiarem gazu i nie rozpalaj pieca wcześniej niż to jest konieczne, aby podgrzać wsad do żądanej temperatury. Oszczędzisz w ten sposób gazu do rozpala-
nia.
10. Pilnuj pełnego i stałego obciążenia pieca, tzn. unikaj biegów jałowych lub z częściowym obciążeniem. Wtedy przy tym samym zużyciu gazu uzyskasz większą produkcję, a tym samym zmniejszysz jednostkowe zużycie ciepła.
 11. Utrzymuj piec czysto. Nie rób ze sklepienia składu śmieci lub złomu. Pielęgnuj piec tak, jakby on stanowił twoją osobistą

własność i zużywaj gaz tak oszczędnie, jakbyś musiał sam za niego płacić.

12. Ucz się od swoich kolegów i przełożonych, jak należy pracować, aby wygrzać materiał dobrze, szybko i tanio.

Rzecz jasna, że powyższe wskazówki nie zawsze dadzą się w pełni stosować. Będzie to już jednak pewien postęp, jeśli piecowy będzie świadomy tych wskazań i będzie się starał je urzeczywistnić.

L i t e r a t u r a

H. Schwidessen. Die Bedienung und Wartung gasgefeuerter Industrieöfen. Stahl und Eisen 1942 r.

POLSKIE NORMY Z DZIEDZINY HUTNICTWA

Nr i symbol normy	Nazwa (określenie) normy	Ogłoszono w „Wiadomościach PKN”; wydano lub ustalono
PN/H-92911	Płyty cynkowe kotłowe	Ogłoszono w numerze 8/51 „Wiadomości PKN”
PN/H-97000	Śrut myśliwski	Ogłoszono w numerze 8,51 „Wiadomości PKN”
PN/H-93403	Stal węglowa walcowana. Ceowniki. Wymiary	Wydano w kwietniu 1951 r.
PN/H-93405	Stal węglowa walcowana. Zetowniki. Wymiary	„ w maju 1951 r.
PN/H-93407	Stal węglowa walcowana. Dwuteowniki. Wymiary	„ w kwietniu 1951 r.
PN/H-04360	Próba twardości metali sposobem Vickersa	Ustalono w lipcu 1951 r.
PN/H-93409	Stal węglowa walcowana. Szyny wysokotorowe	„ „ 1951 r.
PN/H-93412	Stal węglowa walcowana. Łubki płaskie do szyn wąskotorowych	„ „ 1951 r.
PN/H-04208	Analiza żelazostopów. żelazo molibden	„ „ 1951 r.

NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA

STALOWNICTWO

Ocena jakości sklepieniowych cegieł pieca martenowskiego przez pomiar temperatury sklepienia¹

Koszty własne i wydajność pieców martenowskich oraz jakość produkowanej stali, zależą w dużej mierze od materiałów ogniotrwałych. Rozszerzenie programu produkcyjnego pieców martenowskich na stałe jakościowe, a zwłaszcza stopowe — uwarunkowane jest możliwościami uzyskania w piecu wyższych temperatur, co uzależnione jest głównie od ogniotrwałości materiałów piecowych. Duże możliwości pod tym względem dają materiały chromowo-magnezytowe.

Cegła krzemionkowa zawiera kryształy SiO_2 w szklistej osnowie, której głównymi składnikami są wapno, tlenek żelaza, glinka i krzemionka. Odporność na odkształcenia w wyższych temperaturach zależy głównie od rozmieszczenia kryształów SiO_2 i to tłumaczy wyższą wytrzymałość cegły krzemionkowej w porównaniu z cegłą szamotową. Rys. 1 podaje krzywe ognio-

trwałości pod obciążeniem dla różnych materiałów ogniotrwałych.

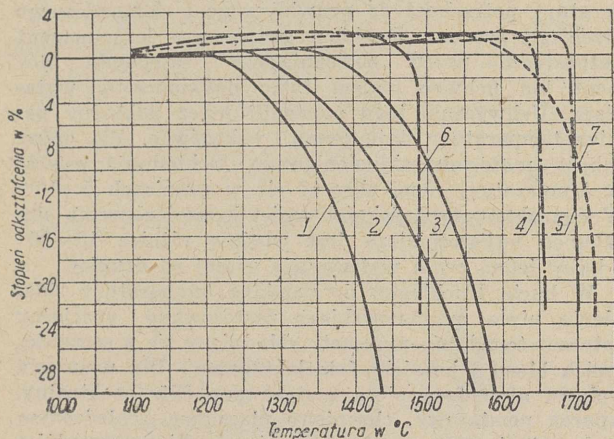
Miarą jakości cegieł krzemionkowych jest wytrzymałość sklepienia, liczona ilością wytopów. Innym wskaźnikiem jest zużycie cegieł ogniotrwałych na tonę stali, z uwzględnieniem zużycia cegieł na naprawy międzykampanijne pieca. Liczby te mają znaczenie tylko porównawcze, gdyż poza jakością cegieł duży wpływ na wytrzymałość sklepienia mają czynniki metalurgiczne procesu, konstrukcja pieca, warunki lokalne, wydajność pieca i program produkcji; a oprócz tego zasadniczy wpływ ma umiejętność i uwaga wytapacza w prowadzeniu pieca.

Dotychczasowe metody badania jakości cegieł krzemionkowych według norm DIN polegają na określeniu następujących własności:

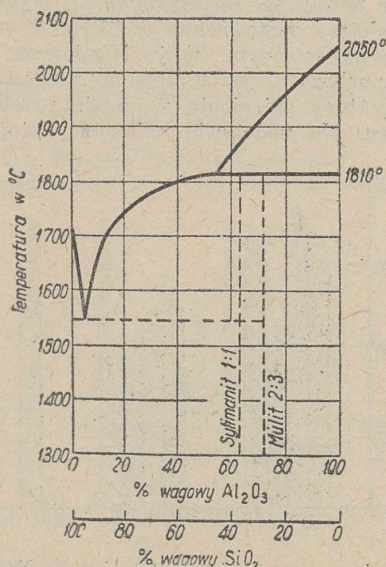
1. skład chemiczny,
2. ogniotrwałość według stożka Segera,
3. ogniotrwałość pod obciążeniem,
4. ciężar właściwy, ciężar objętościowy i porowatość,
5. skurcz i rozszerzalność,
6. wytrzymałość na ściskanie w temperaturze normalnej.

Norma nie uwzględnia odporności cegieł na zmiany temperatury i działanie żuźla.

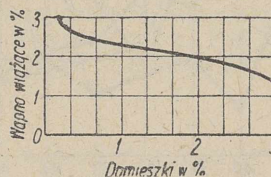
Znaczenie składu chemicznego jest zasadnicze, gdyż od niego zależy w pierwszym rzędzie punkt zmiękczenia i topienia cegły. Ilość domieszek, które obniżają punkt topliwości czystego krystobalitu (około 1720°) powinna być jak najmniejsza. Szczególne znaczenie przypisuje się małej zawartości $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$, które znacznie obniżają punkt topliwości krzemionki (rys. 2). Pewna zawartość wapna jest wskazana jako wiążnik, zwłaszcza przy dużej czystości kwarcytu. Rys. 3 podaje dopuszczalną zawartość wapna w zależności od ilości innych domieszek. Rys. 5 podaje zawartość CaO , Al_2O_3 i Fe_2O_3 dla różnych dostaw cegieł krzemionkowych. Rys. 4 podaje zawartości tych składników z do-



Rys. 1. Krzywe ogniotrwałości pod obciążeniem dla różnych cegieł ogniotrwałych; 1, 2 i 3 — cegły szamotowe, 4 i 5 — cegły krzemionkowe, 6 — cegła chromowa, 7 — cegła magnezytowa



Rys. 2. Układ podwójny $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$

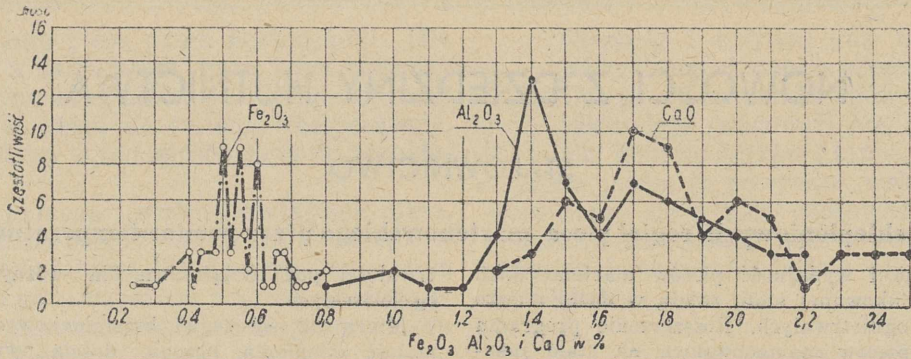


Rys. 3. Dopuszczalna zawartość wapna w cegle krzemionkowej w zależności od stopnia czystości kwarcytu

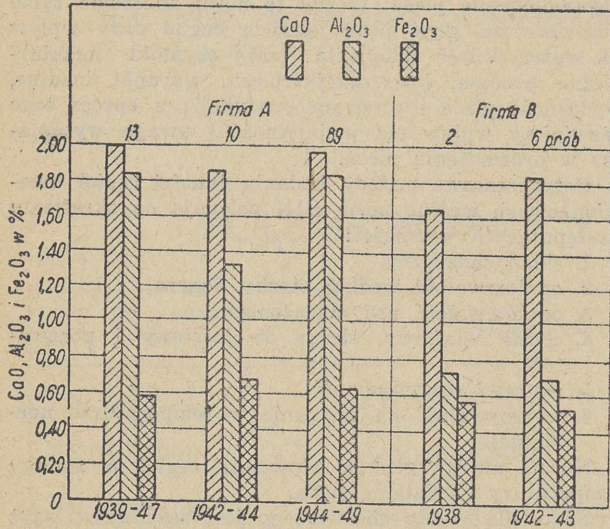
staw jednej firmy według częstotliwości wyników analiz.

Próba ogniotrwałości pod obciążeniem cegły krzemionkowej jest bardziej miarodajną od próby stożka Segera. Uwzględnić tu jednak należy wpływ czynników ubocznych jak spalin, pyłu z wapna i rudy itp. Ciężar właściwy, ciężar objętościowy i porowatość ma-

¹ K. Speith i G. Engels „Beurteilung von Siemens-Martin-Ofen-Gewölbsteinen durch Gewölbtemperaturmessung „Stahl u. Eisen“ r. 1950, zeszyt 20, str. 861—867.



Rys. 4. Skład chemiczny sklepieniowych cegieł krzemionkowych z dostaw jednej firmy (61 prób)

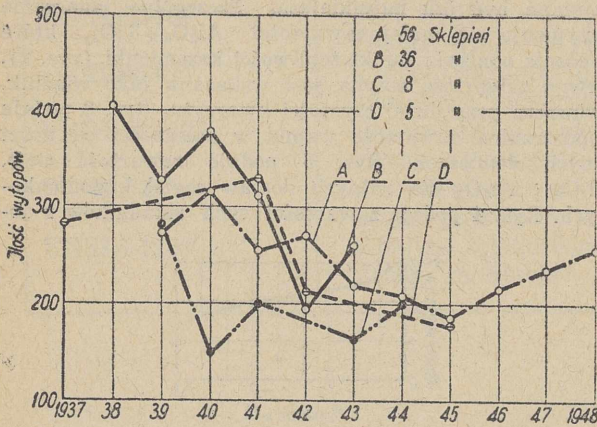


Rys. 5. Średnie zawartości domieszek w sklepieniowych ceglach krzemionkowych z różnych firm

pień pieców martenowskich z materiału dostarczonego przez różne firmy. Dla jaśniejszego obrazu, wytrzymałości te są zgrupowane na rys. 7 w trzech czasokresach. Spadek wytrzymałości sklepien w okresie 1941—1944 tłumaczy się niekorzystnymi warunkami wojennymi, zarówno u dostawcy jak i u użytkownika.

Jak już wspomniano, nie udało się jeszcze dotychczas powiązać ściśle wyników badań cegieł krzemionkowych z wytrzymałością sklepienia. Dla stalownika, ta cegła sklepieniowa jest dobra, która umożliwia mu uzyskanie w przestrzeni roboczej pieca wysokiej temperatury potrzebnej do prawidłowego i ekonomicznego przebiegu procesu. Punktem granicznym jest moment bezpośrednio przed „pocieknięciem“ sklepienia. Moment ten uchwyci okiem tylko doświadczony wytopiacz. Uchwycenie tego momentu przez dokładny pomiar temperatury daje cenną wskazówkę dla oceny jakości materiału sklepieniowego. Dokładność pomiaru temperatury musi obracać się w granicach 5—10°. W charakterystyce jakości cegieł krzemionkowych dla sklepien najistotniejszą jest właśnie różnica 10—20° o które jedna cegła wytrzyma więcej od drugiej.

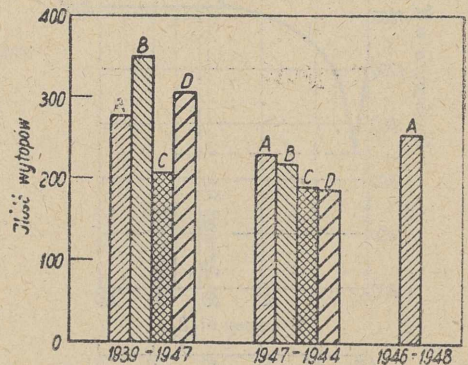
W hucie Huckingen do pomiaru temperatury sklepienia pieca martenowskiego zastosowano specjalny optyczno-termiczny pyrometr składający się z soczewki, dwóch blend i komórki fotoelektrycznej. Dla usunięcia wpływu atmosfery pieca zastosowano filtr spektralny. Aparat pomiarowy, chroniony płaszczem chłodzonym wodą wbudowano w rogu skrajnego filara przedniej ściany i skierowano go na sklepienie nad otworem spustowym. Dla oczyszczenia „drogi optycznej“ od aparatu do punktu pomiarowego na sklepieniu, wbudowano w rogu filtra rurę \varnothing 75 mm, przez którą wdmuchiwało sprężone powietrze. Do czyszczenia i suszenia sprężonego powietrza zastosowano 2 filtry. Pyrometr połączono z wycechowanym miliwoltomierzem. Krzywą cechowania pokazuje rys. 9. Rys. 8 przedstawia wykres temperatury sklepienia w czasie przebiegu jednego wytopu. Na podstawie wskazań fotopyrometru



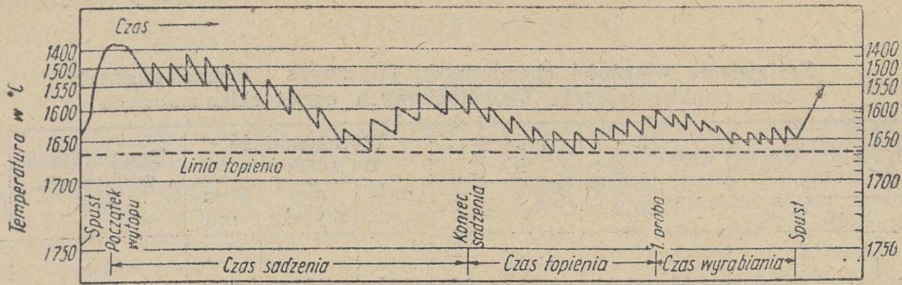
Rys. 6. Średnia wytrzymałość sklepien z dostaw różnych firm

ją wpływ na ożuzlenie cegły i dyfuzję ciał obcych w stanie gazowym. Mała porowatość cegły wpływa korzystnie na jej ogniotrwałość, zmniejsza jednak odporność cegły na zmiany temperatury.

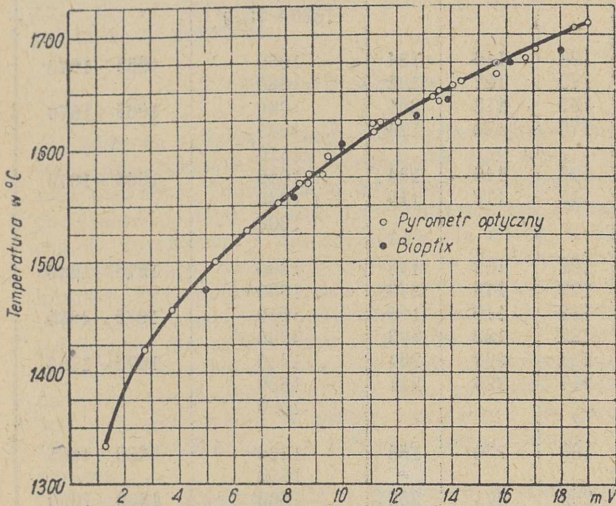
Badania wytrzymałości cegły na ściskanie w temperaturze normalnej dają dość rozbieżne wyniki i dlatego wymagają przeprowadzenia dużej ilości prób. Znaczycie należy, że żadna z dotychczasowych metod badań chemicznych, fizycznych i technologicznych nie daje jasnego i ściśłego obrazu jakości cegły; dużą rolę odgrywają tu warunki ruchowe pracy cegieł ogniotrwałych. Rys. 6 podaje średnie wytrzymałości skle-



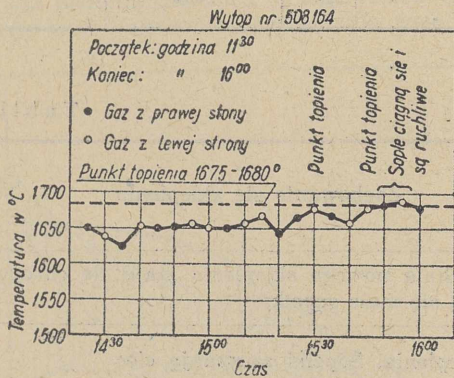
Rys. 7. Średnia wytrzymałość sklepien z dostaw różnych firm (w 3 czasokresach)



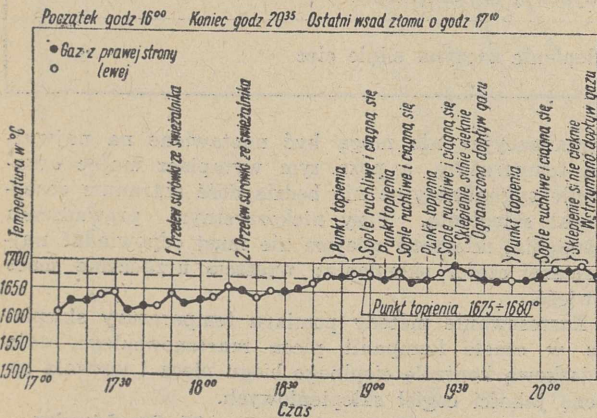
Rys. 8. Wykres temperatury sklepienia



Rys. 9. Krzywa cechowania dla fotopyrometru



Rys. 10. Przebieg temperatury i zachowanie się sklepienia krzemionkowego



Rys. 11. Zachowanie się sklepienia po przekroczeniu punktu topienia

można określić temperaturę dopuszczalną sklepienia, po przekroczeniu której sklepienie zaczyna ciec.

Próby pomiaru temperatury sklepienia, przeprowadzono na czterech 80-tonowych piecach martenowskich w ciągu całej kampanii pieców. Tablica I podaje rodzaje i właściwości cegieł sklepieniowych użytych na poszczególnych piecach.

Krytyczne temperatury sklepienia pieców nr V, II i IV podaje tabl. II.

Rys. 10 i 11 podają przebieg temperatur i zachowanie się sklepienia pieca nr V. Rys. 12 podaje wykres temperatury sklepienia pieca nr II w okresie gdy temperatura lewej komory gazowej była o 100° wyższa niż prawej. Przy budowie sklepienia pieca nr I z żebrami zastosowano cegły z dwóch różnych firm. Cegły zastosowane na żebra posiadały o 25° wyższy punkt topliwości od cegieł użytych na resztę sklepienia. Temperatury krytyczne w czasie pomiarów były różne dla obu rodzajów cegieł, a mianowicie:

1650—1655° — Powierzchnia pól sklepienia staje się chropowata; tworzą się małe soplełki. Żebra bez zmiany.

1660—1665° — Punkt topienia dla pól, soplełki zaczynają ciec. Żebra bez zmiany.

1665—1675° — Sople pól zaczynają być ruchliwe, ciągną się i częściowo opadają ze sklepienia. Żebra bez zmiany.

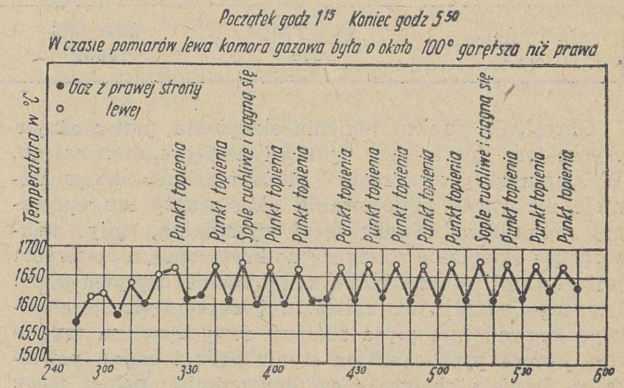
1675—1685° — Pola wykazują długie sople, które silnie cieką. Żebra stają się chropowate; tworzą się małe soplełki.

1685—1690° — Punkt topienia dla żeber. Sople z żeber cieką.

1690—1695° — Sople żeber ciągną się.

Powyżej 1695° — Całe sklepienie cieknie bardzo silnie.

Zjawisko lepszej ogniotrwałości żeber (spowodowanej wyłącznie wyższą jakością materiału) obserwowano w czasie całej kampanii pieca. Pod koniec kampanii cegły pól były około 12 cm bardziej zużyte od cegieł żeber.



Rys. 12. Zachowanie się sklepienia przy jednostronnym zatkaniu komór

Tablica I

Zestawienie własności chemicznych, fizycznych i technologicznych oraz punktu topienia krzemionkowych cegieł sklepieniowych

Nr pieca i gatunek cegły	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Ciężar właściwy	Ciężar objętościowy	Porowatość %	Wytrzymałość na ściskanie			Temperatura miękczania °C	Temperatura topienia °C
								najniższa	najwyższa	średnia		
w % %												
Piec V 51 G1	95,9	1,87	0,50	1,63	2,44	1,97	19,3	224	232	228	1680	1675 - 1680
					2,34	1,79	23,5	211	219	215		
186 G2	95,30	2,20	0,52	1,60	2,42	1,91	21,0	263	271	267	1640	1675 - 1680
					2,42	1,95	19,5	296	313	304		
1680 - 1670												
Piec II 203 G1	95,0	1,63	0,67	2,10	2,34	1,81	22,6	128	140	134	1660	1665 - 1670
					2,44	1,90	22,1	178	187	182		
204 G1	94,7	1,88	0,52	2,30	2,40	1,94	19,2	195	212	204	1660	1665 - 1670
					2,43	1,94	20,1	170	178	174		
184 2	95,6 95,4	1,42 2,04	0,44 0,40	2,33 1,76	2,36	1,97	20,0	128	140	134	1640	1665 - 1670
					2,36	1,83	22,5	119	119	119		
1660												
Piec IV 209 G1	96,53 96,15	1,24 1,45	0,54 0,59	1,50 1,62	2,39	1,87	21,7	162	183	173	1680	1675 - 1680
					2,42	1,88	22,2	179	179	179		
210 G1	96,57	1,37	0,59	1,30	2,44	1,92	21,3	112	119	116	1650	1675 - 1680
					2,45	1,91	22,0	162	183	173		
214 G2	95,0	1,86	0,52	2,10	2,44	1,95	20,0	254	267	261	1680	1675 - 1680
					2,43	1,92	21,0	217	225	221		
1680												
Piec I 143 G1	94,40 95,32	1,88 1,66	1,12 0,74	2,00 2,03	2,35	1,76	25,1	162	170	166	1660	1660 - 1665
146 G2	94,75 95,25	2,10 1,71	0,42 0,79	1,78 2,03	2,41	1,90	21,1	259	271	265	1660	1685 - 1690
131 G3	94,8	2,36	0,44	2,00	2,36	1,83	22,4	195	204	200	1660	1685 - 1690
					2,43	1,90	21,8	234	246	240		
1650												

Tablica II

Temperatury krytyczne			Zachowanie się sklepienia
Piec V	Piec II	Piec IV	
1665—1670°	1660—1665°	1670—1675°	Powierzchnia nowego sklepienia staje się chropowata; tworzą się małe sopolki
1675—1680°	1665—1670°	1675—1680°	Punkt topienia. Sopolki zaczynają ciec
1680—1690°	1670—1680°	1680—1790°	Sople zaczynają być ruchliwe, ciągną się i częściowo opadają ze sklepienia
powyżej 1890°	powyżej 1680°	powyżej 1690°	Sklepienie zaczyna silnie ciec

Określenie punktu topienia sklepienia, jest ważnym czynnikiem kontrolnym jakości cegieł ogniotrwałych. W ciepłym prowadzeniu pieca martenowskiego istnieje możliwość zastosowania akustycznej lub optycznej sygnalizacji ostrzegającej wytapiacza, gdy temperatura sklepienia zbliża się do krytycznej, a możliwym jest również automatyczne zmniejszenie dopływu gazu. Czy tego rodzaju sygnalizacja i automatyzacja ciepłego prowadzenia pieca zdałaby swój egzamin, trudno jest jeszcze przy obecnym stanie prób i badań powiedzieć. Istnieje obawa niewykorzystania pełnej mocy pieca, gdyż ze względów bezpieczeństwa przekładniki

sygnalizacyjne nie mogą być nastawione na najwyższą temperaturę, a poza tym wytapiacz mając urządzenie sygnalizacyjne nie będzie dość starannie obserwował sklepienia. Przy niekorzystnym prowadzeniu płomienia, mierzone miejsce nie musi odpowiadać najgorętszej części sklepienia; wreszcie urządzenie może zawieść.

Zastosowanie metody pomiaru temperatury sklepienia w czasie kampanii pieca martenowskiego, daje dodatkową kontrolę ciepłego biegu pieca i pozwala na ocenę jakości cegieł sklepieniowych.

M. Stankiewicz

METALoznawstwo

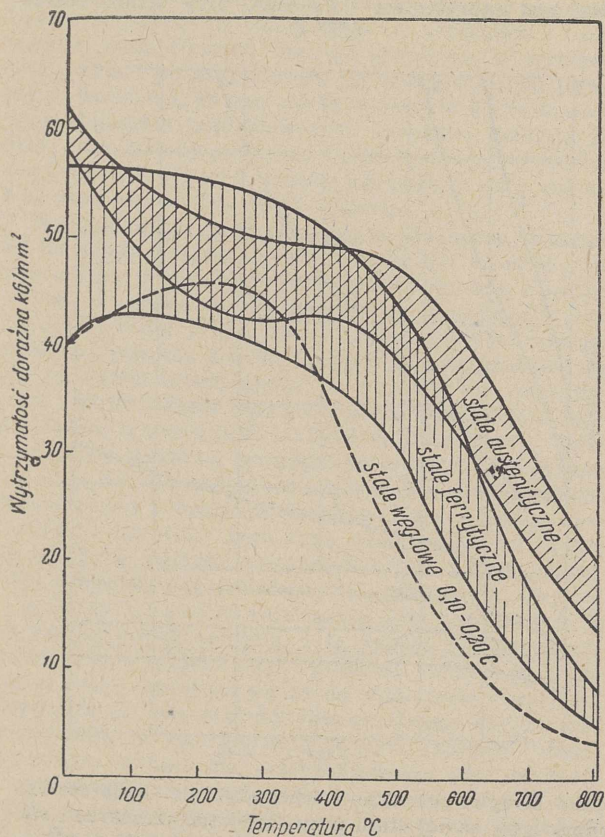
Badanie pełzania

Konstrukcje pracujące przy wysokich temperaturach wymagają stosowania materiałów, których własności muszą być oznaczone metodami odmiennymi od tych, które stosuje się przy temperaturach normalnych. Podczas gdy w warunkach normalnych metal odkształca się sprężysto przy wyższych temperaturach „pełza“ pod działaniem naprężeń. Zamiast próby rozciągania używanej powszechnie do oceny własności stali dla konstrukcji pracujących przy temperaturach normalnych, stosuje się wówczas długotrwałe próby pełzania i próby pełzania do zerwania.

Zjawisko pełzania

Podstawą obliczenia konstrukcji przenoszących obciążenia przy temperaturach normalnych jest zwykle granica płynności. Obliczona w ten sposób konstrukcja po obciążeniu podlega jedynie natychmiastowemu odkształceniu sprężystym i nie odkształca się więcej z upływem czasu, a po obciążeniu powraca do pierwotnych wymiarów. Przy temperaturach wyższych zachowanie jest odmienne. Konstrukcja obliczona zgodnie z zasadami ustalonymi dla normalnych warunków pracy, odkształca pod obciążeniem się w sposób ciągły z upływem czasu, nawet w przypadku przyjęcia, jako podstawy obliczeń wartości uzyskanych w próbie rozciągania na gorąco. Ciągłe odkształcanie się z upływem czasu, nazwano pełzaniem.

Pierwsze doświadczenia o znaczeniu przemysłowym poczyniono dopiero w roku 1922 i na ich podstawie doprowadzano naprężenia do wartości niskich na tyle, by zjawisko pełzania przy nich występowało. Wiele początkowych prac poświęcono wyznaczeniu tych naprężeń.



Rys. 1. Wytrzymałość na rozciąganie różnych stali wyznaczona w zakresie od temperatury normalnej do 816°C

Stwierdzono jednak, że wyznaczana „granica pełzania“ posiada tym mniejszą wartość im większą czułość posiadały przyrządy użyte do pomiaru odkształceń. W rzeczywistości wyznaczone w ten sposób dopuszczalne naprężenia były tak małe, a obliczone na tej podstawie przekroje konstrukcji tak znaczne, że stosowanie metali do pracy przy temperaturach wyższych uległo zahamowaniu. Następnie rozwinięto nowe, bardziej racjonalne metody obliczeń, które się dotąd stosuje. Uwzględniają one zjawisko pełzania, zakładając dopuszczalność określonego odkształcenia w czasie przewidywanej żywotności konstrukcji. Warunek ten jednak nie wystarcza, ponieważ istnieje możliwość zniszczenia konstrukcji przed osiągnięciem założonego odkształcenia przez pełzanie. Podstawą do racjonalnego określenia dopuszczalnych naprężeń dla elementów pracujących przy wyższych temperaturach jest więc, obok długotrwałych prób pełzania, badanie zależności między przewidywanym czasem zniszczenia a naprężeniem. W pewnych przypadkach odporność na utlenianie ogranicza temperaturę zastosowania materiału.

Próby rozciągania przy wyższych temperaturach

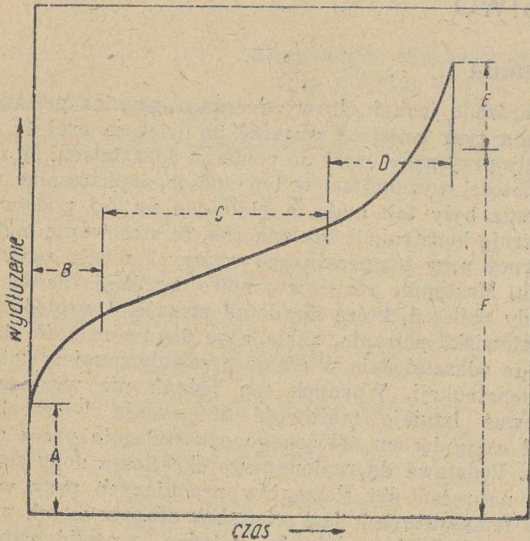
a. *Doraźna próba rozciągania na gorąco.* Najbardziej rozpowszechnioną metodą wyznaczania wytrzymałości metali i ich stopów, jest próba rozciągania. Wyniki szeregu prób rozciągania stali węglowej i stali stopowych przy wyższych temperaturach zebrane są na rys. 1.

Wytrzymałość na rozciąganie obniża się na ogół ze wzrostem temperatury, lecz jak wynika z rys. 1 wytrzymałość stali węglowej wzrasta do temperatury około 315°C. Przy dalszym wzroście temperatury wytrzymałość stali węglowej spada i przy 370°C jest w przybliżeniu równa tej, jaką posiada przy temperaturze normalnej, a następnie ulega dalszemu obniżeniu. Przepuszczalnie wzrost wytrzymałości pomiędzy 200°C a 315°C spowodowany jest wydzieleniem się węglików, względnie azotków w czasie trwania próby rozciągania. Wydzielenia te są tak drobne, że nie mogą być wykryte na drodze mikroskopowej, a ich skład chemiczny jest dotąd nieznan.

Granica plastyczności O_1 0,2, przy temperaturach wyższych, jest funkcją czasu trwania obciążenia, a powyżej 350°C do 400°C traci swoje znaczenie jako charakterystyka własności stali.

b. *Próba pełzania.* Stal badana przy temperaturach niższych od 350°C do 400°C, umacnia się wskutek odkształceń (zgniotu), a pełzanie przebiega przy tych niewysokich temperaturach ze zmniejszającą się prędkością. Powyżej tej temperatury, pod działaniem obciążenia stal będzie „płynąć“ w sposób ciągły i obliczenia konstrukcyjne nie mogą się opierać na granicy plastyczności względnie granicy proporcjonalności. Szybkość płynięcia czyli pełzania, rośnie ze wzrostem naprężeń i zadaniem próby pełzania jest określić takie naprężenia, które powodowałyby z góry oznaczoną szybkość pełzania. Metoda pomiaru jest w zasadzie dość prosta, wymaga jednak kosztownych urządzeń laboratoryjnych, dużej uwagi i dokładności. Niezależnie od rodzaju aparatury zasadnicze elementy próby są niemal wszędzie jednakowe. Próbkę utrzymywana jest przy stałej temperaturze w piecu elektrycznym i poddana działaniu stałej siły rozciągającej. Obciążenie powoduje stopniowe wydłużanie się próbki, a wielkość odkształcenia mierzy się w określonych odstępach czasu.

Do pomiaru odkształceń przez pełzanie pożądane są mierniki wydłużeń, umożliwiające odczytanie wydłużenia rzędu $3 \cdot 10^{-7} \%$. Czas trwania próby może wynosić



Rys. 2. Krzywa pełzania — schematycznie. Wydłużenie jako funkcja czasu; A — odkształcenie początkowe, B — pełzanie z prędkością malejącą, C — pełzanie z prędkością w przybliżeniu stałą (najmniejszą), D — pełzanie z prędkością wzrastającą, E — skrót sprężyste, F — odkształcenie trwałe.

godziny, tygodnie lub miesiące. Niektóre próby pełzania przedłużano do ponad 10 lat (100 000 godzin).

W wielu krajach stosuje się próby pełzania trwające 1000 do 3000 godzin.

Z wyników pomiaru odkształceń, ujętych w funkcjonalnej zależności od czasu, otrzymuje się krzywą pełzania, której typowy kształt przedstawia rys. 2. Po obciążeniu występuje natychmiast odkształcenie (A). Następnie próbka wydłuża się stopniowo, ze zmniejszającą się prędkością, podczas „pierwszego okresu“ pełzania (B). Prędkość w „drugim okresie“ pełzania (C) jest w przybliżeniu stała i osiąga wartość najmniejszą. Tangens nachylenia krzywej w tym drugim okresie, jest prędkością pełzania ogólnie stosowaną dla obliczeń wytrzymałościowych. Gdy temperatura względnie naprężenie są dostatecznie wysokie, a czas wystarczająco długi, występuje „trzeci okres“ pełzania (D). Okres ten charakteryzuje wzrastającą prędkość pełzania. Kończy się on rozerwaniem próbki.

Po odciążeniu próbka ulega skróceniu sprężystemu (E), równemu w przybliżeniu wydłużeniu sprężystemu jakie zaobserwowano bezpośrednio po obciążeniu. Wielkość trwałych odkształceń odpowiada wydłużeniu (F). Rzeczywisty kształt poszczególnych krzywych pełzania zależy od obciążenia i temperatury, jak również od składu chemicznego i struktury metalu. Zwykle na początku próby pełzania wyznacza się odkształcenia początkowe (najczęściej o charakterze sprężystym), a przy końcu próby skrót sprężyste, natomiast rzadko w przeprowadzonych doświadczeniach wyodrębnia się okresy pełzania o zmniejszającej się stałej i rosnącej prędkości pełzania.

Rzeczywisty przebieg pełzania dla stali niskostopowej przy 538° C i naprężeniu 7 kg/mm² pokazano na rys. 3.

Najczęściej podaje się wytrzymałość na pełzanie jako naprężenie wywołujące szybkość pełzania:

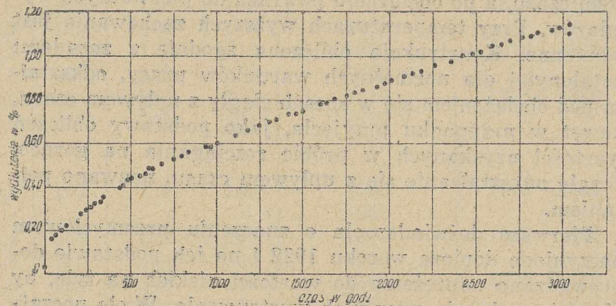
- 10⁻⁴ % na godzinę (1 % na 10 000 godzin)
- 10⁻⁵ % na godzinę (1 % na 100 000 godzin)
- 10⁻⁶ % na godzinę (0,1 % na 100 000 godzin)

przy czym nie zawsze autorzy zaznaczają, w jakim czasie próby prędkości te zostały pomierzone.

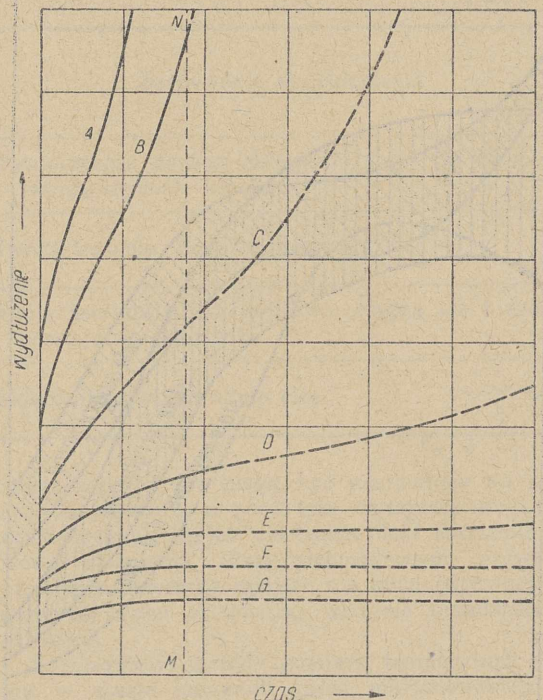
Ostatnie dwie oceny wytrzymałości na pełzanie używane są dla materiałów przeznaczonych na elementy ruchome, np. wirniki turbin parowych, w których całkowite dopuszczalne odkształcenie jest bardzo małe i nie przekracza kilku dziesiątych procentu w ciągu 20 lat.

Naprężenie odpowiadające określonej prędkości pełzania dla badanego materiału musi być wyznaczone doświadczalnie. Sposób postępowania jest następujący: wykonuje się szereg prób przy jednakowej temperaturze i różnych obciążeniach, a uzyskane krzywe nanosi się na wspólny wykres.

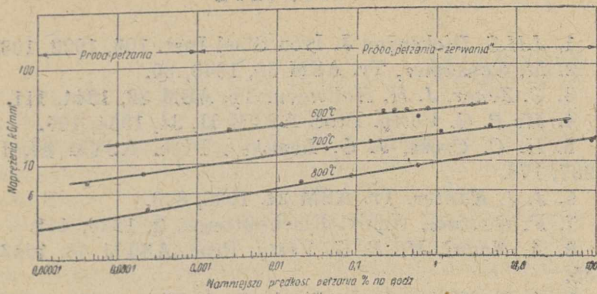
Otrzymuje się w ten sposób rodzinę krzywych (rys. 4). Praktyka wykazała, że normalnie wystarczają 3 lub 4 próby dla każdego materiału, aby scharakteryzować jego zachowanie się w danej temperaturze. Szybkość pełzania w „drugim okresie“ nanosi się następnie jako funkcję naprężeń, otrzymując w podwójnym układzie logarytmicznym punkty leżące w przybliżeniu na jednej prostej, (rys. 5). Podobną serię prób przeprowadza się przy innych temperaturach. Naprężenie wywołujące szybkość pełzania 0,000 1% na godzinę, względnie 0,000 01% na godzinę, może być wyznaczone przez interpolację lub ekstrapolację. Z szeregu prostych jak na



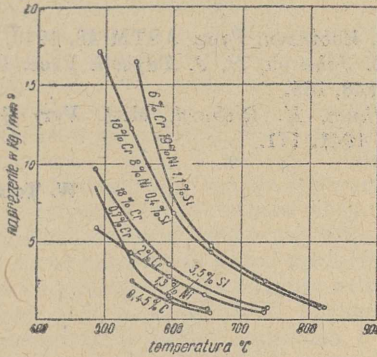
Rys. 3. Rzeczywista krzywa pełzania typowej stali stopowej pod naprężeniem 7 kg/mm², przy temperaturze 538° C



Rys. 4. Krzywe pełzania — schematycznie — dla szeregu próbek z tej samej stali, przy stałej temperaturze i różnych obciążeniach (A — największe obciążenie, G — najmniejsze)



Rys. 5. Wyniki prób pełzania i prób pełzania do rozerwania, dla stali 18,8 z dodatkiem 2% Mo przy różnych temperaturach



Rys. 6. Zależność między temperaturą a wytrzymałością na pełzanie (naprężenie wywołujące szybkość pełzania 10^{-5} % na godzinę) dla różnych stali

rys. 5 odpowiadających seriom prób przy różnych temperaturach tworzy się wykres zależności temperatury od naprężeń wywołujących określoną prędkość pełzania (rys. 6) i w tej postaci stanowi on przejrzysty materiał, będący podstawą do obliczeń konstrukcyjnych i oceny badanej stali. Opisana metoda opracowania wyników jest prosta i po uzupełnieniu jej wynikami prób pełzania — zerwania, stosuje się ją ogólnie w wielu krajach przy obliczaniu projektowanych urządzeń. Istnieją jeszcze inne metody graficzne i analityczne opracowywania krzywych pełzania, jednak nie zdobyły sobie one takiej popularności jak wyżej opisana.

Niedoskonałość prób skróconych dla oceny odporności na pełzanie wynika z rys. 4, linia MN wyobraża koniec okresu próby, który jest zbyt krótki, aby scharakteryzować rzeczywiste zachowanie się materiału w czasie długotrwałej pracy. Próba ta nie wykrywa wzrostu szybkości pełzania np. na krzywej D i wyznaczona na jej podstawie wytrzymałość na pełzanie jest zbyt wysoka. Dla uniknięcia tego rodzaju błędów przyjęto ogólnie okresy trwania prób od 1000 do 3000 godzin. Skrócone próby pełzania, trwające od kilku do 100 godzin, nie mogą odzwierciedlać wpływów zmian strukturalnych zachodzących z upływem dłuższego okresu czasu. Ekstrapolacja wyników tego typu prób, prowadzi zwykle do wyższych wartości wytrzymałości na pełzanie badanego materiału i jest dlatego niebezpieczna.

c. *Próba pełzania do rozerwania.* Jest ona podobna do zwyczajnej próby pełzania, z tą jednak różnicą, że obciążenia, a w konsekwencji i prędkość pełzania są większe, a próbę przedłuża się aż do zniszczenia materiału. Rozwinęła się ona z próby rozciągania na gorąco, gdy stwierdzono po raz pierwszy wpływ czynnika czasu. Aparatura służąca dla przeprowadzania prób pełzania — rozerwania jest zwykle taka sama, jak dla prób pełzania, za wyjątkiem przyrządów do pomiaru wydłużeń. W próbach pełzania całkowite odkształcenie jest zwykle

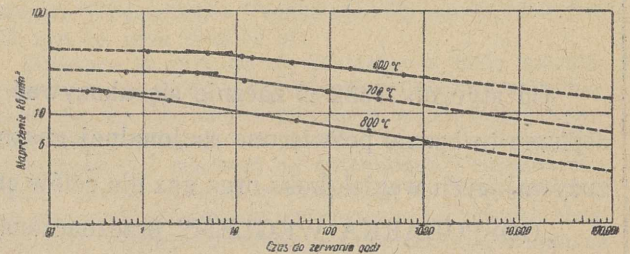
mniejsze od 0,5 %, podczas gdy w próbie pełzania do rozerwania może ono wynosić 50 %, a nawet i więcej.

Doniosłość prob pełzania do rozerwania dla metodyki badań zachowania się materiałów przy wyższych temperaturach polega na trzech faktach:

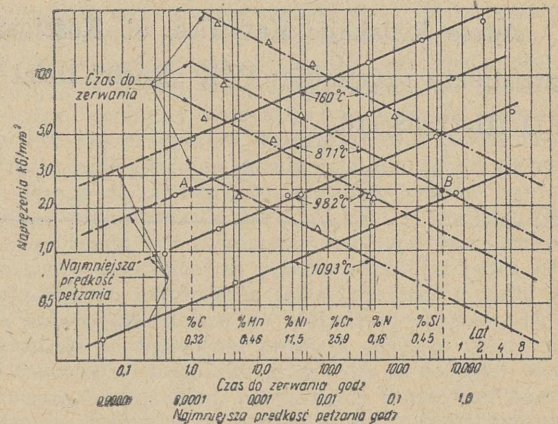
- Szybkość pełzania zmierzona w „drugim okresie”, naniesiona w podwójnym układzie logarytmicznym jako funkcja odpowiednich naprężeń, umożliwia ekstrapolację mniejszych szybkości pełzania, np. 1 % na 10 000 godzin; pozwala we względnie krótkim czasie na ocenę zachowania się materiału przy temperaturach wyższych i okazała się bardzo użyteczną we wstępnych badaniach nowych materiałów;
- Czas do rozerwania, naniesiony w podwójnym układzie logarytmicznym jako funkcja naprężeń, leży w przybliżeniu na prostej (rys. 7), co znowu umożliwia ekstrapolację niższych naprężeń, a więc dłuższych czasów;
- Próba pełzania do rozerwania jest nieodzownym uzupełnieniem danych uzyskanych z długotrwałej próby pełzania. Ponieważ ta ostatnia opiera się na pomiarze prędkości odkształcenia w „drugim okresie”, nie daje żadnej pewności, czy badany materiał przy danym naprężeniu i temperaturze nie ulegnie zniszczeniu przed osiągnięciem dopuszczalnego odkształcenia dla przewidywanego okresu żywotności.

Te uzupełniające wiadomości, uzyskuje się właśnie na podstawie próby pełzania do rozerwania. Po naniesieniu na wspólnym wykresie wyników obu prób, jak to uczyniono na rys. 8, otrzymujemy pełny obraz zachowania się badanego materiału pod działaniem naprężeń, temperatury i czasu. Sposób posługiwania się tym wykresem jest następujący:

Przypuścimy, że należy zastosować stop lany o składzie 0,32 % C, 0,46 % Mn, 0,45 % Si, 26 % Cr, 12 % Ni i 0,16 % N, dla wykonania części pracujących przy



Rys. 7. Zależność między naprężeniem a czasem do rozerwania dla stali 18,8 z dodatkiem 2% Mo, przy temperaturach 600°, 700° i 800° C



Rys. 8. Charakterystyka zachowania się stopu lanego o składzie: 0,32 % C, 0,46 % Mn, 0,45 % Si, 26 % Cr, 19 % Ni i 0,16 % N, w zakresie od 760° do 1093° C

871° C. Jak zwykle, należy określić naprężenie, które wywoła odkształcenie pełzania 0,1 % w ciągu 1000 godzin. Punkt A odpowiada wymaganym warunkom, a na osi rzędnych odczytuje się naprężenie 2,3 kg mm². Pozioma przeprowadzona przez punkt A przecina prostą „pełzania-rozerwania“ dla temperatury 871° C w punkcie B. Czas do rozerwania wyniesie więc w tych warunkach 5000 godzin, czyli nieco mniej niż 7 miesięcy.

Wyniki próby „pełzania-rozerwania“ podaje się zazwyczaj w podwójnym układzie logarytmicznym: naprężenie — czas do rozerwania (rys. 7). Doświadczenia wykazały, że po pewnym czasie typ przełomu ulega zmianie z transkryystalicznego na międzykryystaliczny, co z reguły pociąga za sobą zmianę charakteru zniszczenia z plastycznego na kruchy. Zmiany te są przyczyną pojawienia się drugiego odcinka prostej o większym nachyleniu. Dlatego pożądane jest przedłużanie prób „pełzania-rozerwania“ na dostatecznie długie okresy czasu.

Wyniki prób pełzania do rozerwania nie przedstawione w postaci wykresu jak na rys. 7, podaje się zwykle jako naprężenie wywołujące rozerwanie po 100, 1000, 10 000 lub 100 000 godzin. Większość charakterystyk wytrzymałości na pełzanie podana w literaturze, opracowana jest na podstawie opisanej metody interpretacji wyników prób pełzania i pełzania-rozerwania.

Literatura

1. J.H.S. Dickenson J. Iron Steel Inst. 106, 1922, 103.
2. M. Gensamer, Tr. ASM 36, 1946, 30.
3. C. Zener, J. H. Hollomon. Tr. ASM 32, 1944, 111.
4. Mc P. G. Vetty. Proc. ASTM II, 34, 1934, 105.
5. H. C. Cross, J. G. Lowther. Proc. ASTM 37, I, 1937, 178.
6. J. J. Kanter. Tr. ASM 24, 1936, 870.
7. F. Gentner. Archiv. Eisenhüttenw. 9, 1936, 441.
8. A. Nadai, Mc P. G. Vetty. Proc. ASTM 43, 1943, 735.
9. A. E. White, C. L. Clark, R. L. Wilson. Tr. ASM 26, 1938, 52.
10. C. H. M. Jenkins, G. A. Mellor, E. A. Jenkinson. J. Iron Steel Inst. 145, 1942, 51.
11. L. Rotherham. Alloy Metals Review 5, 1947, nr 43, str. 2.
12. E. L. Robinson. Proc. ASTM 48, 1940, 811.
13. A. E. Johnson, H. J. Tapsell. Proc. Inst. Mech. Eng. 159, 1948, 165.
14. A. Thum, K. Richard. Mitt. Ver. Grosskesselbesitzer 85, 1941, 171.

W. Tomaszczyk

Od stycznia 1952 r. zacznie się ukazywać miesięcznik „GOSPODARKA WĘGLEM“. Czasopismo to będzie poświęcone racjonalnej gospodarce cieplnej w zakładach przemysłowych zużywających węgiel, koks oraz gaz dla celów energetycznych i opałowych.

„GOSPODARKA WĘGLEM“ przeznaczona jest przede wszystkim dla palaczy, techników i majstrów zatrudnionych w kotłowniach przemysłowych oraz dla innych pracowników zajętych gospodarką ciepłą.

Cena 1 egzemplarza zł 2.50.

Adres Redakcji: Katowice, ul. Kościuszki 30 — Centrala Zbytu Węgla. Zamówienia i przedpłaty przyjmuje: PPK „Ruch“ Dział Prenumeraty, Katowice, ul. 3 Maja 23 — nr konta PKO III-12838/110.

WŚRÓD KSIĄŻEK

Metalurgia proszków w Planie 6-letnim. *Inż. E. Bryjak i inż. B. Zacharzewski.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1951. Str. 109, rys. 58.

Rozwój metalurgii proszków wymaga zapoznania szerokich kół pracowników przemysłu metalowego i elektrotechnicznego z zasadami jej produkcji, osiągnięciami doby obecnej i perspektywami na przyszłość. Jest zatem uzasadnione, że w ramach „Biblioteki Planu 6-letniego” znalazła także swe miejsce publikacja dwu autorów, aktywnych pracowników metalurgii proszków; dalszy rozwój metalurgii proszków w Polsce związany jest ściśle z zamierzeniami Planu 6-letniego.

Praca powyższa omawia — w skrócie — praktycznie wszystkie dziedziny metalurgii proszków, poczynając od zasad teoretycznych, czyli metaloznawstwa proszków, produkcji proszków, spiekania czystych metali i stopów — aż do materiałów specjalnych, jak stopy twarde, materiały magnetyczne, cierne i stykowe. Wstępne rozdziały książki charakteryzują ogólnie metalurgię proszków i ujmują krytycznie jej zalety oraz wady, doskonale ułatwiając każdemu wprowadzenie w dziedzinę, wyraźnie odróżniającą się od pozostałych metod przetwórstwa metalowego. Na szczególną uwagę zasługuje podział metalurgii proszków podany przez inż. E. Bryjaka, umożliwiający zaszerogowanie całości zagadnień i czynności objętych metalurgią proszków według pewnego schematu. Liczne rysunki oddające zasady produkcji i reprodukcje fotograficzne stosowanych maszyn tudzież urządzeń dobrze przemawiają do wyobraźni czytelnika. Niektóre metody określania jakości proszków są oryginalne. Przy poszczególnych rozdziałach podano objaśnienia, dotyczące naszego stanu obecnego i naszych zamierzeń na przyszłość w ramach Planu 6-letniego.

Praca spełnia z powodzeniem rolę informatora dla wszystkich pragnących się zapoznać i korzystać z usług metalurgii proszków, której metody produkcji i wyroby powinny być jak najszerzej spopularyzowane i zastosowane, gdyż wnoszą oszczędność do produkcji masowej i umożliwiają wytwarzanie narzędzi oraz materiałów o nowych własnościach. Nieliczne usterki stylistyczne nie obniżają bynajmniej zasadniczej wartości książki, której zewnętrzna szata przedstawia się również korzystnie.

W. Trzebiatowski

Frezy do obróbki obwiedniowej. Konstrukcja. *Tadeusz Szlaski.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Str. 112, rys. 67, cena 20 zł.

Praca, o której mowa, traktuje o konstrukcji frezów obwiedniowych do frezowania przedmiotów nie będących kołami zębatymi i uzupełnia w tym kierunku inne, ostatnio wydane publikacje. Sam temat nie jest łatwy i nie będzie należycie zrozumiany przez osoby, które nie znają podstaw z zakresu kinematyki ząbów tudzież metod wykonywania kół zębatych metodą obwiedniową. Książka ta może być dobrze wyzyskana jedynie przez doświadczonych techników i konstruktorów narzędzi do obróbki obwiedniowej i będzie stanowiła dla nich znakomite uzupełnienie posiadanych wiadomości oraz duże ułatwienie w projektowaniu narzędzi specjalnych. Układ książki dostosowany jest do wysokiego poziomu czytelnika i pomija szereg szczegółów, które czytelnik powinien znać i których opis zmusiłby autora do zbędnego rozszerzenia objętości jego książki. Wskutek tego wstęp jest tylko krótką formalnością, przypominającą czytelnikowi podstawy wyznaczania linii przyporu i zarysu zęba freza, po czym autor przechodzi do właściwej treści, podając metody graficzną i rachunkową obliczania frezów do zarysów foremnych prostoliniowych i określonych liniami krzy-

wymi. Rozpoczynając tę część pracy od obliczenia narzędzi do wałków wielowpustowych autor traktuje to — najczęściej spotykane — zagadnienie jako klasyczne i na tej płaszczyźnie wprowadza zależności i wzory ogólne, którymi będzie się posługiwał w dalszych przykładach. Podano tu obliczenie wszystkich elementów freza w sposób ściśły oraz uproszczenia ułatwiające wykonanie frezów zarówno dla wałków normalnych jak i specjalnych. Na tej podstawie w dalszym ciągu omówiono konstrukcje frezów do kół zapadkowych o symetrycznym i nie symetrycznym zarysie zębów tudzież do wałków o wielobocznym przekroju. Obliczenia poparte są rysunkami konstrukcyjnymi i przykładami obliczeń dla konkretnych przedmiotów. Druga część książki rozpatruje obróbkę zarysów krzywoliniowych na przykładach kół łańcuchowych drabinkowych oraz frezów ukształtowanych według spirali Archimedesesa. W ostatniej części autor podaje w skróconej postaci dalsze przykłady stosowania obróbki obwiedniowej do części maszyn, a więc sprzęgieł kłowych ze specjalnym uwzględnieniem zębów o ewolwentowym przebiegu, wałków z gwintami wielozwojowymi, kół łańcuchowych, wałków nakarbowanych oraz szpilek filmowych i omawia korzyści zaostrzania zębów kół zębatych przesuwnych metodą obwiedniową. Jak wyżej wspomniano, praca jest wysoce wartościowa i powinna się przyczynić do spopularyzowania metody frezowania obwiedniowej części maszyn i narzędzi. W tym dziale powinna być także uzupełniona obliczeniem narzędzi do produkcji wiertel, co przy produkcji wiertel frezowanych daje znaczne korzyści.

Arytmetyka tolerancji i jej zastosowanie przy planowaniu obróbki skrawaniem. *Jerzy Drażkiewicz.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Str. 65, rys. 55, cena 10 zł 50 gr.

Broszura ta zajmuje się doniosłym a mało spopularyzowanym w polskiej literaturze technicznej zagadnieniem doboru tolerancji z punktu widzenia metod wykonawczych, posiadającym wielkie znaczenie specjalnie przy produkcji masowej na automatach i rewolwerówkach i bardzo ważnym również przy obróbce rozłożonej na poszczególne operacje wykonywane na różnych obrabiarkach. Prawidłowe obliczenie tolerancji wymaganych przy poszczególnych operacjach, czy też prawidłowe rozbięcie na operacje w zależności od podstaw tolerowania przedmiotu, jest nie tylko ważne ze względów arytmetycznego zabezpieczenia się przed wykonaniem przedmiotu niezgodnego wymiarowo z rysunkiem, ale w wielu przypadkach może ułatwić obróbkę przez rozszerzenie pól tolerancyjnych. Praca inż. Drażkiewicza nie dąży do objęcia całości nadzwyczaj obszernego zagadnienia, stanowi jednak bardzo wartościowe wprowadzenie w mało znaną u nas dziedzinę i w wielu przypadkach da pracownikom biur fabrykacyjnych wystarczający materiał do samodzielnego pogłębiania zagadnienia. Książeczki nie można zaliczyć do popularnych, wymaga bowiem zarówno pewnego przygotowania jak i ścisłości w myśleniu. Będzie ona mogła być wykorzystana przede wszystkim do stworzenia prawidłowych planów obróbki i przez konstruktorów do zrozumienia jakie tolerowanie części będzie najodpowiedniejsze do ułatwienia obróbki. Autor rozpoczyna od omówienia prostych określeń tudzież zasad tolerancji i stopniowo przechodzi do bardziej skomplikowanych zagadnień, powtarzając znane, lecz bardzo często nie stosowane — niestety — przez konstruktorów, zasady. Następny rozdział stanowi rdzeń książki, gdyż zawiera podstawy arytmetyki tolerancji w najprostszyc zarysach. Druga część broszury podaje praktyczne wska-

zówki obliczania tolerancji przy planowaniu obróbki skrawaniem, rozważając znaczenie dokładności obrabiarki i narzędzi, znaczenie wymiarów nastawczych, podstaw wymiarowych i obróbkowych, wymiarów narzędziowych i uchwytowych. Przeszedłszy do części praktycznej autor kreśli uwagi dotyczące planów obróbki oraz narzędzi do masowej produkcji i kończy swe dzieło osiemnastoma dobrze dobranymi przykładami, ilustrującymi znaczenie zagadnienia.

Praca ta jest bardzo dobra i powinna się znaleźć w każdym biurze przygotowania produkcji. Szpeci ją duża liczba błędów drukarskich.

Przeciąganie. Jerzy Miracki. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Str. 118, rys. 152, tabl. 21, cena 18 zł.

Oryginalna książka autora, pracującego od wielu lat nad produkcją narzędzi, oparta na doświadczeniu zdobytym przez niego za granicą i wyzyskująca obszerną literaturę obcą, wnosi do mało popularnego w Polsce tematu dużo życia i otwiera nieznane szerszemu ogółowi horyzonty na korzyści, jakie daje przeciąganie.

Praca ta, traktująca temat wyczerpująco, odznacza się poza tym gładkim stylem i dla każdego dostępnym ujęciem treści. Na dobrym poziomie stojąca szata graficzna dostraja się do wartości książki.

Autor rozpoczyna od ogólnego omówienia procesu przeciągania, podając obliczenie korzyści tej metody w porównaniu z frezowaniem tużież zakres stosowności, poparty licznymi przykładami i rysunkami, pozwalającymi czytelnikowi zorientować się jak daleko metoda ta przeniknęła już w przemysł i jak rozległe znajduje zastosowanie. Tę część zamykają ustępy podające szybkości skrawania, charakteryzujące trwałość przeciągaczy, rodzaje używanego chłodziwa i pozwalające na obliczenie wielkości przeciągarki w zależności od przewidzianych do wykonania prac. Ustępy te uzupełniono tablicami pozwalającymi na mechaniczny dobór odpowiedniej maszyny. Następny rozdział zestawia typy przeciągarek spotykane w przemyśle, analizując jednocześnie do jakich celów są one najbardziej przydatne. Przy tej sposobności podano — w zestawieniu z różnymi typami maszyn — dalsze przykłady zastosowań przeciągania oraz korzyści, jakie posiadają różne układy, systemy napędów i konstrukcje przeciągarek. Tu również podano i zilustrowano rysunkami sposoby mocowania przeciągaczy i obrabianego przedmiotu. Pierwsza połowa książki ma wielką wartość dla każdego kto pracuje w przemyśle i jest zainteresowany zarówno jego rozbudową jak i ekonomicznymi metodami pracy już istniejących fabryk, umożliwiając mu wytworzenie sobie jasnego obrazu, gdzie i w jakim zakresie można z korzyścią zastąpić stare metody obróbki przeciąganiem. Druga część książki stanowi bardzo cenny materiał dla konstruktorów i wykonawców przeciągaczy, dając im do ręki analizę znaczenia poszczególnych elementów konstrukcji i wykonania oraz liczne tablice i przykłady ułatwiające pracę. Omówiono tu kolejno elementy nie pracujące przeciągaczy, a więc chwyt i podparcia nieznormalizowane dotychczas przez PKN, co zmusiło autora do podania szeregu tablic opartych na DIN tudzież na wzorach radzieckich. Dalej podano materiały zalecane na przeciągacze oraz całkowite obliczenie elementów części pracującej przeciągacza. Ten fragment został potraktowany przez autora szczególnie obszernie, co pozwala czytelnikowi nie tylko na mechaniczne obliczenie przeciągacza, ale i zmusza go do zastanowienia się nad przebiegiem procesu przeciągania, wczucia się w pracę narzędzi i zachowania się obrabianego materiału. Kilka kompletnych przykładów obliczenia przeciągaczy zamyka ów rozdział, po czym autor przechodzi do opisu wykonania narzędzi, rozbijając obróbkę na kolejne operacje i rozpatrując metody ich wykonania tudzież służące do tego obrabiarki.

Podano tu najbardziej typowy przebieg fabrykacji i najczęściej stosowane obrabiarki, gdyż różnorodność parku obrabiarkowego nie pozwala na stosowanie stałych prawideł. Książkę można polecić jako cenny materiał techniczny i wzór starannego opracowania tego rodzaju publikacji.

Struganie i strugarki. Inż. mech. Jan Pawlikowski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Str. 100, rys. 124, cena 6 zł 60 gr.

Jest to popularna broszura przeznaczona do użytku rzemieślników i może również stanowić pomoc dla uczniów i nauczycieli szkół mechanicznych a przeczytanie jej i zrozumienie nie wymaga żadnych wstępnych wiadomości poza umiejętnością czytania najprostszych rysunków.

W przystępnym zarysie podano w książeczce podział strugarek na podłużne, poprzeczne i specjalne, z których opisano jedynie dłutownice, uzupełniając treść rysunkami typowych obrabiarek i przekrojami najwęższych mechanizmów. Jest to więc materiał wystarczający dla rzemieślnika do poznania systemów maszyn i umożliwiający strugaczom bliższe zainteresowanie się obsługiwaną obrabiarką oraz dokładniejsze poznanie jej mechanizmów. W dalszym ciągu autor wprowadza czytelnika w teorię skrawania i podaje opis najważniejszych typów narzędzi, ich geometrycznych kształtów tudzież szybkości skrawania, operując się na starszych materiałach zaczerpniętych z Klingelnera. Dokładniej opisano metody mocowania, przyrządy mocujące, technikę obróbki różnych powierzchni, sposoby ustawiania i sprawdzania obrabianych przedmiotów. Słusznie poświęcił autor tym sprawom przeszło połowę broszury, uważając je za najważniejsze przy wprowadzaniu w pracę strugacza, gdyż inne zagadnienia są — jako wspólne dla różnych typów obróbki — albo ogólnie znane albo też można je zdobyć już podczas samej pracy.

Broszura napisana jest jasno i nie stwarza żadnych trudności przy czytaniu. Szkoda tylko, że autor nie opisał strugania z wyzyskaniem biegu jałowego, co jest dziś coraz częściej stosowane w celu lepszego wykorzystania obrabiarek.

L. Strzelecki

Metalizacja natryskowa. Część I. Urządzenia i organizacja warsztatu. Inż. Józef Łapiński. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1951. Format A5, str. 60, rys. 26, tabl. 10.

Pewna bezwładność, na jaką napotyka u nas wprowadzanie metalizacji natryskowej, pochodzi w wielu wypadkach przede wszystkim z nieznaności tej metody. Z tego właśnie powodu ukazanie się pracy inż. Łapińskiego jest bardzo na czasie, nie tylko ze względu na możliwość dokładnego zapoznania się dzięki niej z samą techniką metalizacji, lecz również przez podkreślenie korzyści płynących z jej zastosowania, np. przy remontach części maszyn, co daje w wyniku pokaźne oszczędności na materiale i robociznie. Ilustrują to przytoczone przez autora przykłady.

Podana w broszurze też szczegółowa charakterystyka urządzeń do metalizacji orientuje czytelnika w wystarczającym stopniu zarówno o wyposażeniu potrzebnym do tego procesu jak i o koszczie niezbędnych inwestycji. W celu otrzymania jeszcze pełniejszego obrazu urządzeń do metalizacji uważałbym za konieczne uzupełnienie instrukcji w rozdziale dotyczącym wentylacji krótką charakterystyką wentylatorów, co na pewno stanie się ułatwieniem dla warsztatów organizujących u siebie działy metalizacyjne. Przy omawianiu zbiorników sprężonego powietrza należałoby zwrócić uwagę ich użytkownikom na to, że zbiorniki sprężonego powietrza o ciśnieniu powyżej 3 atn podlegają ustawie o nadzorze nad zbiornikami pod ciśnieniem.

Było by rzeczą interesującą wiedzieć jaki materiał obejmie część II pracy inż. Łapińskiego. Z ogólnym zadoleniem spotkałoby się niewątpliwie zamieszczenie w niej szeregu przykładów na zastosowanie metalizacji w praktyce, jako ilustracja do tabl. 5 w części I.

W książeczce starannie opracowane zostały również rysunki i fotografie. Przejrzyście ułożony materiał tablicowy zyskałby na zestawieniu w jednej tablicy różnych typów pistoletów do metalizacji dla łatwego porównania ich charakterystyki.

Zauważone w tekście omyłki: na str. 52 w nagłówku zamiast tabl. 8 ma być tabl. 4, a na rys. 26 zamiast „Dział płaskowniczy“ powinno być „Dział piaskowniczy“.

Podręcznik spawania acetylenowego. Inż. Bolesław Szupp. Wydanie drugie, uzupełnione i poprawione. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1951. Format A5, str. 341, rys. 280, tabl. 29.

Porównując wydanie z 1946 r. podręcznika tegoż autora z wydaniem obecnym, trzeba podnieść z uznaniem, że podręcznik z 1951 r. usunął braki poprzedniego wydania, a dodatkowe rozdziały o lutowaniu i cięciu tlenem wybitnie powiększyły wartość całej pracy. Wyzyskanie omówionych przez autora w tych rozdziałach urządzeń powinno znaleźć zastosowanie także w przemyśle hutniczym. Wprowadziłoby to postęp nie tylko w produkcji warsztatów konstrukcyjnych, nie stosujących na ogół — poza półautomatami do cięcia — innych zmechanizowanych urządzeń spawalniczych, lecz byłoby również z korzyścią dla warsztatów obróbki mechanicznej.

Weźmy dla przykładu spotykane często usuwanie wad powierzchniowych na wlewkach metodą skrawania na strugarkach czy wytaczarkach. Wprowadzenie „żłobienia“ przy użyciu palników dałoby w wielu wypadkach ten sam wynik, zwiększony o zwolnienie wspomnianych wyżej maszyn do produkcji. Przytoczony przez autora suport do ukosowania blach powinien wywołać zainteresowanie w warsztatach.

Z dalszych zmian w wydaniu z 1951 r. zasługują na uwagę rozdział o spawaniu pod wodą, a poza tym rozszerzenie pewnych tablic i wzbogacenie strony rysunkowej (np. bezpieczniki średniego i wysokiego ciśnienia).

W ustępie rozpatrującym przyrządy stanowiska spawacza wartości zamieścić tablicę podającą normalne wymiary węży acetylenowych i tlenowych. Co do cytowanych w podręczniku wyciągów z przepisów o instalacjach acetylenowych uważałbym za celowe uzupełnić je przepisami dotyczącymi tak ważnej wentylacji pomieszczeń wytwornicy (przekrój kanału wentylacyjnego powinien wynosić minimum 360 cm² na każde 50 m³ pomieszczenia) i składów karbidu (przekrój kanału minimum 14 × 27 cm² na każde 20 m² powierzchni składu).

Podobnie nie miałyby się z celem podanie wyciągu z przepisów MP i H z dnia 29 sierpnia 1934 r. określających wielkość parametrów, które charakteryzują prawidłową pracę wytwornicy, jak temperatura wody chłodzącej, temperatura gazu przy wyjściu ze zbiornika gazu itp.

„Podręcznik spawania acetylenowego“ wprowadza w technikę spawania jasno i przystępnie i w tym zakresie spełnia swe zadanie doskonale. Ponieważ przeznaczeniem tej pracy jest pomoc zarówno dla spawacza jak i dla technika, byłoby może pożądane wprowadzić jeszcze pewne uzupełnienia do niej. Wymieniłbym tu zamieszczenie na wstępie kilku przykładów kalkulacji robót spawanych, ze spostrzeżeń bowiem, jakie nasuwają się przy wykładaniu na różnych kursach, wynika, że takie uzupełnienie byłoby bardzo aktualne. Druga uwaga dotyczy poświęcenia jednego rozdziału omówieniu zasad projektowania i urządzania acetylenowni, z którym to zagadnieniem technik spotyka się nierzadko. Przystępując do wykonania tego zadania niewprawy technik

projektujący natrafia na szereg trudności, poczynając od ustalenia potrzebnej wydajności acetylenowni dla przyjętego planu produkcji, prawidłowego rozmieszczenia instalacji, doboru właściwych średnic rurociągów itp. Do powyższego dochodzi — poważny przy dużych instalacjach — problem racjonalnego usuwania wapna karbidowego. Nie wiem czy słuszność tych uwag uzna również i autor, podaje je wszakże w przekonaniu, że literatura techniczna dużo zyskałaby na zamknięciu całości zagadnienia w ramach jednego podręcznika, zwłaszcza podręcznika opracowanego przez specjalistę tej miary co inż. Szupp.

Na zakończenie należy podkreślić bardzo staranne wykonanie strony ilustracyjnej dziełka, co nadaje właściwe ramy tej bardzo wartościowej pracy.

W. Dukiet

Technologia materiałów ogniotrwałych. Inż. Salomon Rosenberg. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Katowice 1951. Format B5, str. 136, rys. 70, tabl. 23, cena 21 zł.

Rozległe cele Planu 6-letniego wymagają postawienia na odpowiednim poziomie jakościowym i ilościowym produkcji materiałów ogniotrwałych, stanowiących podstawowe tworzywo konstrukcyjne dla koksowni, wielkich pieców, stalowni, rozmaitych pieców walcowniczych i pieców do obróbki cieplnej, wanien do topienia szkła tudzież różnorodnych pieców w przemyśle chemicznym i energetycznym. Niektóre z nich znajdują zastosowanie w budownictwie mieszkaniowym.

W naszym hutnictwie żelaza dość częste są utyskiwania na niską jakość produkcji materiałów ogniotrwałych, powoduje ona bowiem skrócenie długości „żywota“ pieców i odbija się ujemnie na jakości stał wytwarzanych w owych piecach. Mimo znacznych postępów, które przemyśl materiałów ogniotrwałych poczynił w dziedzinie produkcji gatunków sprowadzanych dotąd z zagranicy i przystosowania się do krajowych surowców, dalszy rozwój tego przemysłu zależy również od intensywnego szkolenia kadr i wymaga odpowiednich podręczników.

Polskie piśmiennictwo techniczne wzbogaciło się w ostatnim okresie o kilka pozycji dotyczących materiałów ogniotrwałych. Należy do nich między innymi omawiana tu przez nas książka inż. Rosenberga, napisana m. in. na podstawie własnych spostrzeżeń i doświadczeń autora w przemyśle.

Część I książki rozpatruje ogólne metody produkcji wyrobów ogniotrwałych. Układ treści, zgodny z przebiegiem cyklu produkcyjnego, obejmuje magazynowanie i suszenie surowców, ich rozdrabnianie i mielenie, sposoby przygotowania mas, różne metody formowania, suszenie, wypalanie oraz transport gotowych wyrobów. Szczegółowo zostały rozważone przemiany fizyko-chemiczne, zachodzące podczas suszenia i wypalania wyrobów. Poza tym w treści spotyka się nieraz przypomnienia szkolnych wiadomości z fizyki (głównie z termodynamiki) i chemii, co należy uznać za celowe. Szkoda jednak, że autor nie podał rozmieszczenia geograficznego i choćby krótkiej charakterystyki surowców polskich, dzięki czemu książka zyskałaby jeszcze na wartości.

Część II dziełka podaje obszerny zbiór wiadomości o fizyko-chemicznych własnościach materiałów ogniotrwałych, przy czym uwzględnia również materiały kwasoodporne oraz wyroby stosowane w technice laboratoryjnej.

Zasługą autora jest przede wszystkim zebranie dużej liczby danych praktycznych także i z literatury obcej. Książka napisana jest w sposób przystępny i umożliwia rozwiązanie wielu zagadnień ruchomych. Liczne ilustracje maszyn stosowanych w produkcji materiałów ogniotrwałych oraz schematy produkcyjne podnoszą wartość wydawnictwa.

Umiejętnie i z wielką starannością opracowane tablice 22 i 23 (spis pierwiastków według liczb porządkowych i alfabetyczny spis pierwiastków według nazw) są swego rodzaju unikatami w piśmiennictwie polskim, jeżeli idzie o ich dokładność i zupełność. Mogą one służyć innym autorom za wzór.

Podręcznik nie jest wolny od pewnych usterek, wśród których dominującą pozycję zajmuje niedbała korekta. Tak np. na str. 131 w nagłówku schematu podano w nawiasie „skaleń, trachit“, podczas gdy napis ten powinien być znaleźć się poniżej napisu „skład topników“. Na str. 130 autor przytacza dane liczbowe kwasoodporności: w wierszu 8 od góry 97% (ogólnie), w wierszu zaś 14 od dołu 0,1 do 4,0% (dla kwarcytu). Odbiegają one od siebie zbyt znacznie. Na str. 125 autor pisze, że „chemicznie czysty węgiel jest materiałem najbardziej odpornym na działanie ognia“ co jest niewątpliwie przesadą. Na str. 129 (wiersz 2 od dołu) figuruje wzór chemiczny B30 (ma to być zapewne tlenek berylu BeO), pominięto natomiast wyroby z azotków, borków i węglików będące przeciwieństwami do najwyższej ogniotrwałości. Na str. 82 w wierszu 7 od dołu znajdujemy nieznaną węglík HbC (idzie tu prawdopodobnie o węglík niobu NbC). Na str. 129 autor nazywa szkłem — szkliwo (spoiwo bezpostaciowe). Czadnice przedstawione na str. 76 są nadzwyczaj prymitywne i mało przypominają czadnice stosowane w przemyśle.

Wspomniane wyżej usterek nie obniżają bynajmniej wartości książki, która odda z pewnością duże usługi ruchowcom i słuchaczom szkół technicznych.

L. Andrejew

Mechanizacja górniczych robót przygotowawczych i metody szybkościowe. Inż. Mieczysław Lesz. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Katowice 1950. Format B5, str. 99, rys. 58, tabl. 24.

Książka inż. Lesza omawia zagadnienia mechanizacji i metod szybkościowych we wszystkich górniczych robotach przygotowawczych, a więc przyrobieniu szybów, pedzeniu przekopów i prowadzeniu chodników węglowych. Stanowi ona przegląd postępu technicznego, który się dokonał w ciągu ostatnich lat w dziedzinie metod i organizacji pracy zwłaszcza w ZSRR. Uwzględniono w niej doświadczenia radzieckich stachanowców, oraz osiągnięcia polskich górników-przodowników, ilustrując je harmonogramami pracy i przytoczono opisy tudzież charakterystyki techniczne maszyn i urządzeń stosowanych w górnictwie węglowym ze szczególnym uwzględnieniem maszyn radzieckich, wreszcie poddano ocenę i porównaniu wyniki pracy górników polskich i radzieckich przy zwykłych i szybkościowych metodach pracy.

Ocena systemów eksploatacji grubych pokładów węgla w Zagłębiu Górno-Sląskim. Dr inż. E. Winnacker. Przełożył z języka niemieckiego i uzupełnił inż. Juliusz Marcóin. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Katowice 1951. Format B5, str. 144, rys. 48, tabl. 46.

Książka zawiera opisy tudzież porównania poszczególnych systemów eksploatacji grubych pokładów węgla na terenie całego Zagłębia Górno-Sląskiego. Autor poddaje krytycznej ocenie stosowane na Górnym Śląsku systemy wybierania, wskazuje najkorzystniejsze z nich i przytacza najbardziej typowe wskaźniki techniczne. Jakkolwiek wskaźniki te ze względu na ogromną zmienność cech pojedynczych pokładów nie mogą stanowić jedynej podstawy do porównywania między sobą systemów eksploatacji w różnych pokładach, przedstawiają wszakże pożyteczny orientacyjny materiał statystyczny.

Torkretowanie budowli i wyrobisk górniczych. Prof. mgr inż. Feliks Zalewski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Katowice 1951. Format A5, str. 76, rys. 81.

Torkretem zwie się mieszanina, złożona z cementu, piasku, żwiru oraz wody, rzucana przez uniwersalną maszynę budowlaną — torkretnicę. Maszyna ta — poza właściwą jej czynnością torkretowania — może być użyta również do wzmocnienia i napraw elementów obudowy podziemia, do podsadzania pustek za obudową, a nawet do betonowania.

Książeczka opisuje budowę i działanie torkretnicy oraz sposób jej obsługi. Podaje również charakterystykę materiałów używanych do sporządzania torkretu tudzież sposoby torkretowania wyrobisk górniczych i zastosowania tej metody na powierzchni do różnych budowli przemysłowych. Zalety torkretowania występują szczególnie przy doraźnych i pospiesznych naprawach.

O niebezpiecznych gazach w kopalniach węgla. Inż. Jan Urban. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Katowice 1950. Wydanie drugie, poprawione. Format A5, str. 60, rys. 19.

Książeczka zawiera popularnie ujęty opis własności gazów szkodliwych i niebezpiecznych dla górnika (dwutlenku węgla, tlenku węgla, metanu, siarkowodoru, dwutlenku siarki, tlenku azotu). Każdy z tych gazów został w niej dokładnie scharakteryzowany, podano warunki w jakich dany gaz występuje, powstaje, wydziela się czy też wytwarza, jaka jego zawartość w powietrzu jest szkodliwa dla zdrowia ludzi, jakie istnieją metody wykrywania go i zabezpieczania się przed jego działaniem. Broszura omawia również ratowanie osób ubezwładnionych owymi gazami, obowiązki przodowych w kopalniach gazowych oraz zagadnienie wybuchów pyłu węglowego.

Przemysł węglowy w Planie 6-letnim. Inż. Jerzy Rabsztyn. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Format A5, str. 95, rys. 58, cena 6 zł 50 gr.

Książeczka omawia w przystępny sposób założenia, zadania i cele przemysłu węglowego w Planie 6-letnim. Czytelnik zapoznaje się w niej z poszczególnymi odcinkami planu, jak produkcja węgla, mechanizacja i elektryfikacja w górnictwie, mechanizacja transportu w kopalni, współzawodnictwo oraz bezpieczeństwo pracy i szkolenie kadr górniczych tudzież z osiągnięciami przemysłu węglowego w pierwszym roku Planu 6-letniego. Książeczka ta, wchodząca w skład „Biblioteki Planu Sześciolatniego“ zainicjowanej przez Państwową Komisję Planowania Gospodarczego, dobrze popularyzuje zagadnienia górnictwa węglowego.

Doraźna pomoc wypadkowa. Dr med. Leonard Lisiecki. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Katowice 1951. Format A5, str. XII + 168, rys. 111, tabl. 3.

Szybka i umiejętna doraźna pomoc wypadkowa ma duże znaczenie nie tylko dla samego pracownika i jego rodziny, lecz również dla jego stanowiska pracy, a więc tym samym i dla uspołecznionej gospodarki narodowej.

Książka zawiera praktyczne wskazówki dotyczące zachowania się tudzież niesienia pierwszej pomocy w razie wypadku w czasie pracy pod ziemią i podaje sposób postępowania podczas udzielania owej pomocy przy użyciu jedynie takich środków, które są ogólnie uznane i możliwie łatwe do zastosowania. Przy opisie każdego wypadku mowa jest także o tym jak nie należy postępować, aby nie pogorszyć stanu osoby, która uległa wypadkowi.

K. Horky

Twórcza współpraca radzieckich naukowców z hutnikami. G. Iljin. Przetłumaczył z języka rosyjskiego J. Rottengruber. Wydawnictwo Popularno-Naukowe „Wiedza powszechna“. Spółdzielnia Wydawniczo-Oświatowa „Czytelnik“ 1951. Str. 52, cena 2 zł 50 gr.

Autor opisuje w swej broszurze różne postaci współpracy instytutów naukowych z zakładami produkcyjnymi.

mi na przykładzie zakładów „Sierp i Młot“ w Moskwie, ilustrując swe opisy wynikłymi z tej współpracy usprawnieniami produkcji w zakładach i przypadkami ulepszenia naukowych koncepcji instytutów po skonfrontowaniu ich z praktyką przemysłową.

Formy współpracy nauki z przemysłem są rozmaite, dadzą się wszakże ująć w kilka grup ogólniejszych.

1. Zakład produkcyjny, pragnąc wprowadzić u siebie jakieś zasadnicze ulepszenie produkcyjne lub opracować system dużej obniżki kosztów własnych, zwraca się o pomoc do branżowych instytutów naukowych, które wysyłają do owego zakładu swych najlepszych specjalistów. Powstaje kolektyw, na który składają się naukowcy z instytutów oraz najwybitniejsi inżynierowie, technicy, racjonalizatorzy i przodownicy pracy z zakładu produkcyjnego.

W ten sposób rozwiązano w zakładach „Sierp i Młot“ problem użycia dmuchu wzbogaconego w tlen przy wytopie stali w piecach martenowskich do wzmoczenia nasilenia przebiegu wytopu. Ścisła współpraca z pracownikami produkcyjnymi spowodowała, że pierwotne koncepcje naukowców zostały znacznie rozszerzone.

2. Przygotowywanie prac dyplomowych absolwentów wyższych szkół technicznych na terenie fabryki. Metoda ta, oprócz korzyści dla samego absolwenta, który uzyskuje cenne praktyczne uzupełnienie swych teoretycznych wiadomości nabytych podczas studiów, przynosi również znaczne korzyści samemu zakładom. Np. jeden z absolwentów poświęcił w swej pracy wiele uwagi sprawie odpadów stalowych w walcowni blach i możliwości zmniejszenia ich ilości. Inżynier zakładu, który otrzymał tę pracę do oceny, sprawdził zawarte w niej twierdzenie i po wykonaniu doświadczeń zmienił system obróbki cieplnej niektórych gatunków stali nierdzewnej i wprowadził inny rodzaj smaru przy trawieniu blach zimno walcowanych, co spowodowało poważne zmniejszenie strat metalu.

Inny absolwent zwrócił uwagę na tzw. „ukryte przestoje“ spowodowane m. in. zmianą kalibrów i zaproponował skrócić je przez zastosowanie lżejszych walców z żeliwa stopowego. Pozwoliło to na dodatkowe wykonanie 1100 — 1500 t materiałów walcowanych.

3. Pracownicy zakładów obmyślają samodzielnie usprawnienie pewnych ogniw produkcji i projekt swój przedstawiają instytutom do oceny. Po wspólnych konferencjach projekt zostaje ostatecznie sformułowany i wypróbowany w praktyce. Np. w Zakładach „Sierp i Młot“ opracowano dwuimpulsowy schemat samoczynnej regulacji zasilania paliwem pieców martenowskich w zależności od temperatury sklepienia i temperatury górnej części kratownic regeneratorów, co umożliwiło prowadzenie wytopów przy najwyższej temperaturze, bez obawy przepalenia sklepienia i kratownic.
4. Instytut naukowy opracowuje projekt urządzeń produkcyjnych i daje go do zaopiniowania fachowcom z przemysłu. Na podstawie ich uwag Instytut wprowadza doń nieraz dość duże zmiany.
5. Instytut zwraca się do zakładu z prośbą o sprawdzenie w skali przemysłowej wyniku swych prac badawczo-naukowych, zakład więc lub zespół zakładów tworzą ogromne laboratorium doświadczalne. Np. Centralny Instytut Naukowo-Badawczy Metalurgii Żelaza w Moskwie wypróbował w zakładach „Sierp i Młot“ projekt nowej aparatury do mierzenia nacisku na czopy walców.
6. Przemysł organizuje wykłady z zakresu aktualnych tematów technicznych i ekonomicznych, które wygłaszają na przemian naukowcy z instytutów i inżynierowie z zakładów.

Opisując przykłady pewnych niedociągnięć w dziedzinie współpracy instytutów z zakładami przemysłowymi, autor proponuje delegować do rad naukowych instytutów przedstawicieli fabryk i utworzyć w fabrykach rady techniczne z udziałem naukowców, które zajmowałyby się zagadnieniami wprowadzania nowych metod technicznych do przemysłu.

Praca zawiera dużo ciekawych wiadomości i stanowi niewątpliwie cenny nabytek naszej literatury popularno-technicznej. Przekład jest — na ogół wzięwszy — poprawny.

Stachanowcy na wielkich piecach. A. Filipow. Przetłumaczył z języka rosyjskiego L. Oknowski. Wydawnictwo Popularno-Naukowe „Wiedza powszechna“. Spółdzielnia Wydawnicza-Oświatowa „Czytelnik“ 1951. Str. 60, cena 3 zł 80 gr.

Autor w interesujący a zarazem przystępny sposób przedstawia walkę wielkopieczowników w zakładach hutniczych w Dnieprodzierżyńsku o należyte wyzyskanie objętości wielkiego pieca tudzież o obniżenie kosztów produkcji i opisuje szereg usprawnień, które umożliwiły zmniejszenie w owych zakładach wskaźnika wykorzystania objętości użytecznej wielkiego pieca do 0,7, poczynienie dużych oszczędności w zużyciu koksu czy też rud manganowych i spowodowały obniżenie kosztów wytwarzania surówki.

W książeczce tej zasługuje na podkreślenie silne akcentowanie czynnego i ofiarnego współdziałania całego kolektywu produkcyjnego w obmyślaniu i przeprowadzaniu usprawnień czy też pomysłów racjonalizatorskich, wielka rola współzawodnictwa pracy i stałego dokształcania fachowego robotników.

Polszczyzna tłumaczenia nie należy do najlepszych. Oto przykłady, których można by podać znacznie więcej: „jak nie skomplikowana byłaby“; „posyłając próby do laboratorium, w ciągu trzech minut otrzymuje analizę“; „otrzymał dużo nowych robotników“; „podawali 54 nabołów“; „pomoc jaką się udziela“; „wykonanie których“; „konferencja dla ułożenia programu“; „przeznaczony dla omówienia“; „należało wykonać przymusowo zarywanie pieca“; „Basen krzyworożski“; „w pierwszym rzędzie“; „niemniej jednak“; „wagowo“; „rozstrój biegu pieca“; „z miejsca określić“; „z miejsca wykazać“; „według wskazań ustalonego reżimu“; „odtworzyć na podstawie tych danych bieg procesu w piecu i na tej podstawie w sposób najbardziej właściwy decydować“.

Dobrym pomysłem tłumacza było uzupełnienie dziełka zwięzłymi objaśnieniami dotyczącymi terminów związanych z produkcją hutniczą.

Broszura powinna odegrać dużą rolę w dokształcaniu hutników i jako pomoc naukowa w szkołach zawodowych.

A. Ligocki

Elektrodynamika i optyka. Według wykładów prof. Leopolda Infelda opracowali: mgr M. Suffczyński i mgr J. Werle (Uniwersytet Warszawski). Nakładem Państwowego Wydawnictwa Naukowego. Warszawa 1951. Skrypt (format A4). Część I (str. 122, cena 9 zł) i część II (str. 148, cena 14 zł 60 gr).

Przedmiot wykładów prof. Infelda, prowadzonych przez niego w „języku tensorów“ i utrzymanych — w ramach kursu fizyki teoretycznej — na bardzo wysokim poziomie, stanowią: pole elektromagnetyczne w próżni oraz w dielektrykach, stałe i zmienne pole magnetyczne, fale elektromagnetyczne, teoria elektronowa Lorentza, teoria skalarna światła i szczególna teoria względności.

Spomiędzy polskich podręczników z tej dziedziny o pokrewnym charakterze treści można wymienić jedynie: obszerne trytomowe (nieukończone) dzieło docenta fizyki teoretycznej w uniwersytetach (kolejno) w Bolonii, Rzymie i Londynie dra Ludwika Silbersteina pt. „Elek-

tryczność i magnetyzm" (tomy I, II i pierwsza część tomu III, Warszawa 1908 — 1913), prof. Czesława Białobrzęskiego skrypt pt. „Wykłady fizyki teoretycznej w Uniwersytecie Warszawskim w latach akademickich 1923/24 i 1924/25" (część III: „Elektryczność i magnetyzm“, str. 324 tudzież część IV: „Optyka“, str. 126) i wreszcie prof. Witolda Pogorzelskiego (Politechnika Warszawska) skrypt pt. „Zarys teorii elektryczności i magnetyzmu“ (Warszawa 1948, str. 202).

Jeżeli chodzi o treść, uwagę czytelnika przykuwają w wykładach prof. Infelda przede wszystkim rozdziały dotyczące teorii elektronowej i szczególnej teorii względności.

Teoria elektronowa, dzieło znakomitego fizyka holenderskiego H. A. Lorentza, będąca jakgdyby mikroskopową analizą teorii pola elektromagnetycznego a zarazem jej udoskonaleniem i uzupełnieniem, została tu potraktowana raczej szkicowo (poświęcono jej zaledwie 15 stron), choć wypełniła ona doniosłe — z historycznego punktu widzenia — zadanie ogniwa łączącego makroskopową, fenomenologiczną teorię Maxwella z głęboko w istotę budowy materii wnikającą mechaniką kwantową. Bardzo interesujące są natomiast rozważania prof. Infelda (w ostatnim rozdziale durgiej części skryptu) na temat niezmienniczości równań Maxwella względem przekształceń Lorentza, tj. liniowych ortogonalnych przekształceń współrzędnych w czterowymiarowej przestrzeni, w której odbywają się zjawiska elektrodynamiki (wielkości pola elektromagnetycznego są zależne nie tylko od współrzędnych przestrzennych, ale i od czasu). O niezmienniczości równań Maxwella względem przekształceń Lorentza wiedział inż. H. Poincaré, lecz dopiero A. Einstein podał w swej szczególnej teorii względności fizyczną interpretację tego nadzwyczaj ważnego faktu (równania Maxwella nie są jednak niezmiennicze względem przekształceń Galileusza, podobnie jak matematycznym wyrazem fizycznej zasady względności Galileusza są *nie* przekształcenia Galileusza, lecz przekształcenia Lorentza).

Na koniec — marginesowa notatka: na str. 79, w zdaniu „zjawiska ferromagnetyzmu wywołane są występowaniem własnego momentu magnetycznego elektronów“, należało zamiast „własnego“ powiedzieć „spinowego“, gdyż — według naszych modelowych pojęć makrofizycznych — z ruchem elektronu krążącego po swych skwantowanych torach wokół jądra atomu związane są dwa wektory: orbitowy moment pędu i orbitowy moment magnetyczny, wskutek zaś — jednoczesnego z owym ruchem — wirowego ruchu elektronu dookoła własnej jego osi powstają dwa inne jeszcze wektory: spinowy moment pędu i spinowy moment magnetyczny, a W. Heisenberg, wyjaśniawszy właściwe znaczenie wyników doświadczeń (z 1915 r.) A. Einsteina i W. J. Haasa, wypowiedział pogląd, że istnienie zjawiska ferromagnetyzmu uwarunkowane jest działaniem *nie* orbitowego, lecz *spinowego* momentu magnetycznego.

Nowoczesne metody badań fizyko-chemicznych. Opracowali: dr inż. J. Ciborowski, mgr Z. Gajewski, dr S. Hempel, inż. J. Hurwił, prof. dr E. Józefowicz, prof. dr W. Kemula, inż. W. Pietraszewicz, mgr J. Ściśłowska, prof. dr W. Świętosławski i prof. dr W. Trze-

biatowski. Nakładem Centralnego Zarządu Przemysłu Chemicznego. Warszawa 1949. Format A5, str. 438.

Jest to IV tom cyklu wykładów dla inżynierów i techników-chemików, wydawanego od kilku lat pt. „*Chemia i technika*“ przez Oddział Warszawski Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego w Polsce.

Spośród jedenastu umieszczonych w tym tomie, przystępnie napisanych, szkiców monograficznych na pierwszy plan wybija się doskonała praca prof. Trzebiatowskiego pt. „Mikroskopia i rentgenografia“ (str. 187-239). Poza nią hutnika powinnyby zainteresować artykuły prof. Józefowicza („Kinetyka zjawisk chemicznych“), prof. Kemuli („Konduktometria, potencjometria i polarografia“), mgra Gajewskiego („Pomiary temperatur“), i inż. Pietraszewicza („Pomiary ciśnienia“).

MATEMATYKA. Podręcznik dla chemików. Edward Otto. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych. Warszawa 1951. Format B5, str. 416, rys. 166, cena 43 zł.

Treść. Wstęp (str. 11 — 19). — Ciągi i szeregi (str. 20 — 48). — Rachunek różniczkowy (str. 49 — 118). — Rachunek całkowy (str. 119 — 218). — Funkcje wielu zmiennych (str. 219 — 277). — Równania różniczkowe (str. 279 — 307). — Geometria analityczna (str. 309 — 375). — Rachunek prawdopodobieństwa (str. 377 — 413).

Profesor Politechniki Warszawskiej dr Edward Otto obdarzył naszą młodzież akademicką wyborem podręcznikiem, przeznaczonym przede wszystkim dla osób studiujących chemię w wyższych uczelniach technicznych lub w uniwersytetach, mogącym również stanowić nader cenną pomoc i dla wielu innych kategorii czytelników, którym znajomość elementów matematyki wyższej potrzebna jest do zastosowań.

O wartości tego rodzaju dzieł rozstrzygają w głównej mierze dwa czynniki: trafny wybór materiału i jego umiejętne opracowanie. Warunkom tym książka prof. Otta odpowiada w całej pełni, zawiera bowiem bogatą treść i wykład jest w niej pod względem naukowym ścisły w znaczeniu nowoczesnym a zarazem zwięzły i jasny. Na pochwałę zasługuje w tym dziele także piękne wykonanie rysunków i w ogóle jego szata graficzna.

Równania różniczkowe. Część I. Władysław Nikliborc. Do druku opracował Zygmunt Charzyński. Warszawa — Wrocław 1951. Nakładem Polskiego Towarzystwa Matematycznego z subwencji Ministerstwa Szkół Wyższych i Nauki. Format B5, str. IV+176.

Dziełko to jest opracowaniem niedokończzonego rękopisu, pozostałego po wybitnym matematyku polskim, profesorze Politechniki Warszawskiej Władysławie Nikliborcu, zmarłym w Warszawie w marcu 1948 r. w pełnym rozkwicie swej twórczości.

Książkę utrzymano w stylu matematyki klasycznej a prostota wyśłowień i obfitość przykładów czynią ją bardzo przydatną pod względem dydaktycznym. Treść jej jest skromna, obejmuje bowiem jedynie równania różniczkowe zwyczajne pierwszego rzędu o jednej funkcji niewiadomej.

Do rozumienia dziełka wystarcza znajomość elementów analizy matematycznej. **J. Chmielowski**

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

WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE. REDAGUJE KOMITET REDAKCYJNY. REDAKTOR NACZELNY: INŻ. T. MALKIEWICZ. SEKRETARZ REDAKCJI: MIRANDA CIACIUCHOWA. CZŁONKOWIE KOMITETU REDAKCYJNEGO: INŻ. JANUSZ CHMIEŁOWSKI, MGR STANISŁAW OLEŃSKI, INŻ. TADEUSZ PALMRICH, INŻ. STANISŁAW PRZEGALIŃSKI, INŻ. STEFAN WRÓBLEWSKI.

Warunki prenumeraty czasopism technicznych PWT na rok 1952

Lp.	Nazwa czasopisma	Nr konta PKO	Abonament				
			opłata normalna			opłata ulgowa	
			roczny	pół- roczny	kwartalny	roczny	pół- roczny
A. Czasopisma naukowo-techniczne:							
1	Cement — Wapno — Gips	III — 12007/110	54	27	13,50	36	18
2	Energetyka	III — 12132/110	72	36	18	36	18
3	Hutnik	III — 12000/110	108	54	27	54	27
4	Przegląd Górniczy	III — 12006/110	108	54	27	54	27
5	Przegląd Odlewnictwa	III — 12002/110	72	36	18	36	18
6	Nafta	III — 12005/110	72	36	18	36	18
B. Czasopisma popularno-techniczne:							
1	Chemik	III — 12003/110	54	27	13,50	18	9
2	Wiadomości Górnicze	III — 12001/110	54	27	13,50	18	9
3	Wiadomości Hutnicze	III — 12004/110	54	27	13,50	18	9
4	Gospodarka Węglem	III — 12838/110	36	18	9	—	—

Wykaz księgarni „Domu Książki” wyspecjalizowanych w sprzedaży książek technicznych

Białystok, Rynek Kościuszki 12/14
 Bielsko, Jagiellońska 10
 Bydgoszcz, Dworcowa 14
 Bytom, Stalina 10
 Chorzów, Wolności 22
 Cieszyn, Pl. Stalina 6
 Częstochowa, Al. N. M. P. 14
 Elbląg, Królewiecka 14
 Gdańsk-Wrzeszcz, Grunwaldzka 8
 Gdynia, 10 lutego 9
 Gliwice, Zwycięstwa 31
 Katowice, Młyńska 2
 „ Warszawska 11
 Kielce, Sienkiewicza 37
 Kraków, Podwałe 6
 „ Rynek Główny 36
 Leszno, Rynek 28
 Lublin, Krakowskie Przedmieście 52
 Łódź, Piotrkowska 45
 „ „ 193
 „ Narutowicza 34
 Olsztyn, Pl. Wolności 2/3
 Opole, Ozimska 8
 Ostrów Wielkopolski, Plac Stalina 9

Piotrków, Słowackiego 1
 Poznań, Paderewskiego 6
 „ 27 grudnia 23
 Radom, Żeromskiego 1
 Rybnik, Zamkowa 8
 Rzeszów, 3 Maja 2
 Sosnowiec, 3 Maja 23
 Starogard, Świerczewskiego 15
 Szczecin, Sikorskiego 7
 Tczew, Dąbrowskiego 18
 Toruń, Stalingradzka 36/38
 Wałbrzych, Gdańska 5
 Warszawa Bracka 20
 „ Krakowskie Przedmieście 7
 „ Marszałkowska 62
 „ Poznańska 12
 Włocławek, Stalina 25
 Wrocław, Stalingradzka 32
 „ Curie-Skłodowskiej 39
 Zabrze, Wolności 288
 Zielona Góra, Żeromskiego 11

Stan na 1. XII. 51.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Książki z zakresu hutnictwa, mechaniki, metaloznawstwa i dziedzin pokrewnych

- ANDREJEW L., SOBCZYK Z.: **Obsługa urządzeń pomocniczych w walcowniach**, str. 60, zł 6.—
- AZAROW A.: **Automatyzacja obróbki na tokarkach**, tłum. z ros. K. Ukielski, str. 122, zł 15.—
- BŁAZEWSKI S.: **Wytrzymałość materiałów**, str. 331, zł 28.—
- BURYLEW N.: **Metody pospiesznych topów martenowskich**, tłum. z ros. K. Radźwicki, str. 28, zł 2.25.
- CELIKOW A.: **Projektowanie i budowa walcowni**, tłum. z ros. W. Nowakowski i Z. Kubski, str. 500, zł 60.—
- DASKOWSKI Ł.: **Atlas przyrządów i uchwytów do obróbki skrawaniem**, tłum. z ros. W. Mermon, str. 171, zł 39.—
- DOBZAŃSKI T.: **Rysunek techniczny**, wyd. III, str. 176, zł 9.—
- DRAŹKIEWICZ J.: **Arytmetyka tolerancji i jej zastosowanie przy planowaniu obróbki skrawaniem**, str. 65, zł 10.50.
- GERST W., POPOW P.: **Szybkościowa obróbka metali w zakładach budowy maszyn**, tłum. z ros. K. Ukielski, str. 94, zł 11.50.
- GIERDZIEJEWSKI K.: **Kurs odlewnictwa. Materiały formierskie i ich przeróbka w odlewniach**, wyd. II, str. 306, zł 28.—
- GULIAJEW G.: **Organizacja stanowiska roboczego w fabrykach budowy maszyn**, tłum. z ros. H. Kaliszcz, str. 118, zł 10.—
- GURFINKIEL M.: **Poradnik piecowego mechanicznych pieców pirytowych**, tłum. z ros. L. Winćzakiewicz, str. 52, zł 5.50.
- HERBERT A.: **Skrawanie narzędziami o ujemnych kątach natarcia**, tłum. z ang. L. Jabłoński, str. 108, zł 6.75.
- HOARE W. E.: **Cynowanie na gorąco**, tłum. z ang. K. Tarnowski, str. 152, zł 15.—
- HOLTMANN W.: **Otrzymywanie cynku metodą destylacji**, tłum. z niem. Z. Syrczyński, str. 140, zł 15.—
- JABŁOŃSKI S.: **Kalkulacja obróbki cieplnej**, str. 214, zł 24.—
- JUNOSZA-HUMIEŃKI B.: **Co każdy palacz kotłowy wiedzieć powinien**, wyd. II, str. 72, zł 3.50.
- KIEFFER R., HOTOP W.: **Metalurgia proszków i materiały spiekane**, tłum. z niem. W. Rutkowski, str. 448, zł 65.—
- ŁAPIŃSKI J.: **Metalizacja natryskowa, część I — Urządzenia i organizacja warsztatu**, str. 60, zł 7.—
- MAKAREWICZ B., MICHEJEW W., TICHWINSKI W.: **Regeneracja narzędzi skrawających**, tłum. z ros. W. Ostrowski, str. 186, zł 34.—
- MAŚLANKA Z.: **Korozja i ochrona przed korozją magnezu i jego stopów**, str. 83, zł 16.50.
- MAZANEK E.: **Obsługa wielkiego pieca**, str. 339, zł 105.—
- MERMON W.: **Zasady konstrukcji przyrządów, uchwytów i sprawdzianów specjalnych**, str. 208, zł 36.—
- MIAGKOW W.: **Tolerancje i pasowania obowiązujące w ZSRR**, tłum. z ros. R. Baranowicz, str. 204, zł 57.—
- MIRACKI J.: **Przeciąganie**, str. 118, zł 18.—
- MOSZYŃSKI W.: **Wykład elementów maszyn, część I — Połączenia**, wyd. II, str. 440, zł 32.—, część II — Łożyskowanie, wyd. II, str. 328, zł 30.—, część III — Napędy, wyd. II, str. 342, zł 28.—
- MURSKI C.: **Uzbrojenie walców i oprowadnice**, str. 96, zł 27.—
- OCHĘDUSZKO K.: **Koła zębate w przystępnym zarysie, tom II — Wykonanie i montaż**, str. 487, zł 38.—
- PALMGREN A.: **Łożyska toczne**, tłum. z ang. J. Bałbiński, str. 238, zł 26.—
- PAWLIKOWSKI J.: **Struganie i strugarki**, str. 100, zł 6.60.
- PEŁCZYŃSKI T., SYPNIEWSKI R.: **Metaloznawstwo**, wyd. II, str. 196, zł 7.—
- PIOTROWSKI P.: **Slusarstwo**, str. 136, zł 7.50.
- Poradnik techniczny — Mechanik** (dzieło zbiorowe pod naczelną red. A. T. Troskołańskiego), tom I, część 2, zeszyty: 7—8, 9—10, 11, 12, 13. Cena pojedynczego zeszytu zł 9.—, podwójnego zł 18.—
- PUNSKI J.: **Podstawy technicznego normowania pracy w przemyśle budowy maszyn**, tłum. z ros. D. Jung i Z. Ciągala, str. 219, zł 13.—
- RADŹWICKI K.: **Zapobieganie awariom w stalowniach martenowskich**, str. 40, zł 7.—
- ROSENBERG S.: **Technologia materiałów ogniotrwałych**, str. 136, zł 21.—
- ROSNER W.: **Kontrola ruchu urządzeń do ulepszenia wody**, str. 95, zł 10.—
- SMIRIAGIN A., SZPAGIN A.: **Stopy cynowe i ich stopy zamienne**, tłum. z ros. B. Dobrzyński, str. 96, zł 10.—
- SZLASKI T.: **Frezy do obróbki obwiedniowej (konstrukcja)**, str. 112, zł 20.—
- SZUPP B.: **Podręcznik spawania acetylenowego**, wyd. II, str. 341, zł 22.—
- SZYMBORSKI W.: **Materiały wysokoogniotrwałe**, str. 130, zł 26.—
- ŚWIĘCICKI T.: **Cynk i jego zastosowanie**, str. 32, zł 2.40.
- TERMAN E., TURIN M.: **Szybkościowe metody pracy tokarza H. Bortkiewicza**, tłum. z ros. S. Grzymałowski, str. 60, zł 3.—
- TOŁCZENOW T.: **Techniczne normowanie czasów obróbki skrawaniem i robót ślusarsko-montażowych**, tłum. z ros. L. Ter-Oganian, str. 239, zł 20.—
- WEBER J.: **Kucie i tłoczenie**, str. 168, zł 24.—
- WŁADZIJEWSKI A., JAKOBSON M.: **Ustawianie, użytkowanie i naprawa obrabiarek do metali**, tłum. z ros. A. Czechowicz, str. 216, zł 18.—
- ZALEWSKI T.: **Frezowanie i frezarki**, str. 132, zł 8.—

* * *

SKIBICKI W.: **Słownik techniczny rosyjsko-polski** (zawiera około 27 000 pojęć z najważniejszych dziedzin techniki), str. 450, zł 41.—

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki