

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Zagadnienia hutnictwa polskiego, nap. Wł. Kuczewski, inż.-met.  
 Zastosowanie lekkich stopów w technice, nap. Wł. Łoskiewicz, inż.  
 Wytwarzanie odlewów w formach wirujących, nap. K. Gierdziejewski, inż.  
 Przegląd pism technicznych.  
 Bibliografia.  
 Kronika.  
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

## SOMMAIRE:

Problèmes relatifs à l'industrie métallurgique de Pologne (à suivre), par Wł. Kuczewski, ing.  
 Les alliages légers et leurs applications modernes, (à suivre), par Wł. Łoskiewicz, ing.  
 Procédé du coulage centrifuge de la fonte, par K. Gierdziejewski, ing.  
 Revue documentaire.  
 Bibliographie.  
 Divers.  
 Comptes-rendus du Comité Polonais de Standardisation.

## Zagadnienia hutnictwa polskiego <sup>1)</sup>

Napisał **Władysław Kuczewski**, inżynier-metalurg.

Hutnictwo polskie składa się — jak wiadomo — z dwóch odrębnych zespołów przemysłowych, powstałych w różnych warunkach polityczno-gospodarczych i posiadających nadto odmienne podstawy naturalne (pod względem zaopatrywania w węgiel i w koks), mianowicie: z jednej strony — z hut b. zaboru rosyjskiego, położonych przeważnie w obrębie Województwa Kieleckiego, i z drugiej — z zakładów b. zaboru pruskiego, znajdujących się w górnośląskiej części województwa Śląskiego, inaczej mówiąc na Górnym Śląsku.

Brak węgla koksownianego w Zagłębiu Dąbrowskiem srodze dawał się odczuwać przemysłowi żelaznemu na schyłku wieku ubiegłego, czyli wtedy, gdy wskutek wyczerpywania się lasów w Królestwie Polskiem, węgiel drzewny musiał być zastąpiony koksem z węgla kamiennego. Pomimo że hutnictwo b. Królestwa Kongresowego posiada dość znaczne złoża biednej rudy żelaznej, huty przed wojną pracowały przeważnie (w 60—70%) na przywożonych z daleka rudach krzyworskich i na koksie sprowadzanym z zagranicy (karwińskim i górnośląskim), uzależniając działanie swe od stanu rosyjskiego rynku żelaznego: a więc w okresach wzmózonego popytu na żelazo i wysokich cen na nie, uruchomiały wielkie piece, natomiast w chwilach nieznacznego nawet spadku cen, wytwór polski już się nie kalkulował, niektóre piece musiały być gaszone, a surówka była sprowadzana z południa Rosji, rzadziej z zagranicy. Wobec niepewności jutra i zmiennych kolei losu, stan techniczny zakładów hutniczych był w większości wypadków niezadawalający: urządzenia ich były i dotąd są przeważnie przestarzałe.

Na Górnym Śląsku, obfitującym w przedni węgiel i posiadającym własny, jakkolwiek liche, koks hutniczy, sprawy miały się nieco inaczej.

Współzawodnictwo z potężnym przemysłem Rzeszy przyczyniło się do wzmocnienia podstaw hutnictwa żelaznego, dzięki zaszytym tu pod naciskiem konieczności gospodarczych udoskonaleniom technicznym, oraz dzięki tej szczęśliwej okoliczności, że węgiel górnośląski,

wobec pomyślnych warunków odbudowy górniczej, oraz wskutek niskiej na Górnym Śląsku skali przedwojennych płac zarobkowych, był najbardziej taniem w Niemczech paliwem. Rud bogatych Górny Śląsk również nie posiadał. Nie dziw tedy, że prawie tak samo, jak w Królestwie, najpomyślniej rozwijały się na Górnym Śląsku te działy hutnictwa, które obejmują wyroby daleko posuniętego uszlachetnienia, do czego potrzebny jest znaczny nakład węgla i robocizny, czyli tego właśnie, co Państwo Polskie posiada poddostatkiem, w dobrym gatunku i po względnie niskiej cenie.

Przebyta od czasu odzyskania niepodległości droga nie należy — ze stanowiska interesów hutnictwa polskiego — do pomyślnych. Wskutek chaosu gospodarczego, spowodowanego głównie brakiem zdrowego pieniądza, ubożający Skarb Rzeczypospolitej oraz gminy samorządowe nie mogły robić zakrojonych na szerszą skalę inwestycji; wogóle działalność przemysłowa w latach ostatnich nie była oparta na zdrowych podstawach gospodarczych i rozwijała się przeważnie na tle niskich płac zarobkowych, względnie na spekulacji towarowej, w rzadkich tylko wypadkach bacząc na doskonalenie zakładów, na wyposażenie ich w nowe współczesne urządzenia i środki techniczne. To też hutnictwo w okresie inflacji nie miało odpowiedniego dla swej zdolności wytwórczej zbytu wewnętrznego; wskutek nieznacznego w Polsce zużycia żelaza, odczuwało ono brak usprawiedliwiających jego istnienie tendencji gospodarczych; wreszcie udoskonalenia w dziale wytopiania surówki i stali, zwłaszcza wobec nadmiaru na rynku powojennym tak zwanego starego żelastwa, nie było przez przedsiębiorców - hutników traktowane z należytą uwagą i zrozumieniem, zarówno na Śląsku, jak w b. Królestwie Kongresowym, czego dowodem jest okoliczność, że obecny stan techniczny polskich zakładów wielkopieczowych i stalownianych — jak to wynika z tabeli 1, — przedstawia się znacznie gorzej od przedwojennego (z r. 1913), albowiem ilość zdalnych do użytku jednostek wytwórczych zmalała w sposób niesłychany, przy czym w b. Królestwie Kongresowym w stopniu większym aniżeli w województwie Śląskiem; wydajność zaś płomieniaków Martina i wielkich pieców, pomimo prze-

<sup>1)</sup> Referat wygłoszony na 2-gim Zjeździe Inżynierów Mechaników w Warszawie, dn. 19 kwietnia r. b.

tapiania na szeroką skalę, zarówno w jednych, jak i w drugich, starego żelastwa, wzrosła nieznacznie, gdy tymczasem w Ameryce wydajność tę podniesiono prawie o 100%, w Niemczech o 60—70%!

Tabela 1.

DANE O STABILNOCI HUT POLSKICH PRZED WOJNĄ I OBECNIE

ILOŚĆ PIECÓW I WYDAJNOŚĆ	b. Królestwo Kongresowe		Województwo Śląskie		Razem w Polsce.	
	1913	1925	1913	1925	1913	1925
<i>a/ wielka piec.</i>						
średnia ilość pieców....	12	9	22	13	34	22
zdolność wytwórcza ton surówki rocznie....	463,000	269,000	702,300	466,000	1,165,300	734,000
wydajność 1 pieca na dobę.....	106,5	82	87,7	58	94	91,4
<i>b/ przemysłowy Martin.</i>						
średnia ilość pieców....	24	20 <sup>2)</sup>	34	34	68	54
zdolność wytwórcza ton stali rocznie....	617,000	369,000	800,000	629,400	1,419,000	1,398,000
wydajność 1 pieca na dobę.....	49,7	59,5	64,6	66,7	57	61
<i>c/ gruzki Thomas.</i>						
ilość gruzek.....	-	-	5	5	5	5
zdolność wytwórcza ton stali rocznie....	-	-	260,000	260,000	260,000	260,000

<sup>2)</sup> = ton w b. Galicji 1 piec o zdolności wytw. 15.000 ton rocznie.

Osobliwie niepomysłnie przedstawia się w Polsce sprawa wytapiania surówki: nawiasem mówiąc, wobec braku i drożyzny surówki, gruzki Thomasa, które dają jako wytwór uboczny ważny dla rolnictwa nawóz fosforowy (tomasówkę), będą jeszcze przez czas dłuższy skazane na bezczynność.

I dopiero dzisiaj, po uzdrowieniu stosunków finansowych w Państwie, otwiera się dla hut żelaznych możliwość ponownego wzmocnienia wydajności, a więc jednocześnie stają one wobec szeregu doniosłych zagadnień natury techniczno-gospodarczej, których po- bieżne rozważenie stanowi cel referatu niniejszego.

Nie ulega wątpliwości, że huty pod względem ilościowym sprostają zadaniu i w całości zaspokoją zapotrzebowanie Rzeczypospolitej na surówkę i stal, gdyż w razie uruchomienia wszystkich czynnych przed wojną pieców, wytworzyłyby one 1 165 000 t surówki i 1 419 000 t stali martinowskiej, wówczas gdy przy 27 177 000 mieszkańców Państwa Polskiego doprowadzenie zapotrzebowania na wytwory walcowniciane do rozmiarów przedwojennych, czyli do wysokości 30 kg na głowę, wymaga zaledwie 815 310 t żelaza walcowanego. Natomiast sprawą pierwszorzędno dla hut polskich znaczenia jest obniżenie kosztów własnych do poziomu notowań żelaza na rynku międzynarodowym, albowiem hutnictwo uzyska możliwość spokojnej pracy nad utrwaleniem podstaw swego bytu dopiero wtedy, gdy prowadzenie na ziemiach polskich postępowania metalurgicznego będzie zapewniało kapitałowi — wzorem innych państw cywilizowanych — odpowiednie zyski. Wprawdzie hutnictwo korzysta w Rzeczypospolitej z wysokiej, dochodzącej do 50% ad valorem, ochrony celnej; jednak już dzisiaj splot warunków politycznych i gospodarczych z całą stanowczością nakazuje pracę nad innym, bardziej właściwym sposobem niezależniania się od dostaw zagranicznych, mianowicie pracę w kierunku potaniaenia wydajności krajowej. Potanieenie to ma osobliwie ważne znaczenie w zakresie żelaza, które jest surowcem podstawowym w przemyśle maszynowym i budowlanym i najważniejszym społecznym tworzywem konstrukcyjnym w urządzeniach przemysłowych, użyteczności publicznej oraz w dziale środków komunikacji.

Mając na względzie wyjaśnienie dręczących huty polskie zagadnień techniczno-gospodarczych, obraliśmy

metodę przeciwstawiania kosztów wytwarzania żelaza w Polsce kosztom w innych krajach kuli ziemskiej. Zaznaczamy przytem, że będziemy mówili prawie wyłącznie o zakładach województwa Śląskiego, które przeszły pewną (większą niż zakłady b. Królestwa Kongresowego) ewolucję i, będąc położone na złożach taniego w odbudowie węgla koksownianego, mają wszelkie widoki pomyślnego rozwoju na przyszłość. Oczywiście, uwagi dotyczące zakładów górnośląskich będą w równej mierze słuszne i dla hut b. Królestwa Kongresowego, które wobec niedogodnego położenia geograficznego w niektórych wypadkach, jak np. Zakłady Radomskie, zmuszone są dowozić węgiel i koks górnośląski na odległość około 250 km.

Zacniemy od kosztów własnych walcowni (patrz tabelę 2), gdzie wydatki na robociznę, oraz na siłę napędną. Kalkulacje dla walcowni starej, niezmechanizowanej, i współczesnej różnią się w dwóch wspomnianych pozycjach o 24,1 — 14 = 10,1 złotych. Droga zaś podniesienia skali wydajności i odpowiedniej reorganizacji zakładów, udało się Niemcom obniżyć koszty ogólne do 10 złotych (w Polsce mamy 20 złotych). Innymi słowy, właściwe prowadzenie przedsiębiorstwa hutniczego, t. zn. całkowite wyzyskanie jego zdolności wytwórczej (czego w Polsce dzisiaj, niestety, nie mamy), dalej mechanizacja i racjonalna gospodarka cieplna, pozwalają na osiągnięcie w walcowni oszczędności w wysokości 10,1 + 10 = 21,1 złotego na 1 t żelaza handlowego; wynosi to przeszło 10% jego wartości rynkowej, w której gros  $\left(\frac{150,4}{190} \times 100 = 79\% \text{ w Polsce i } \frac{142}{166} \times 100 = 86\% \right.$

w Niemczech) stanowi jednak wartość metalu, czyli zlewków stalowych.

Z powyższego — między innymi — wynika konieczność rychłego powołania do życia syndykatu, względnie kartelu polskich hut żelaznych, co — jak się zdaje — zostało zrozumiane i należycie ocenione przez przemysłowców, którym nie są obce również zagadnienia mechanizacji hut, tudzież racjonalnego prowadzenia w nich gospodarki cieplnej, zwłaszcza w zakresie wyzyskania gazów wielkopieczowych i koksownianych.

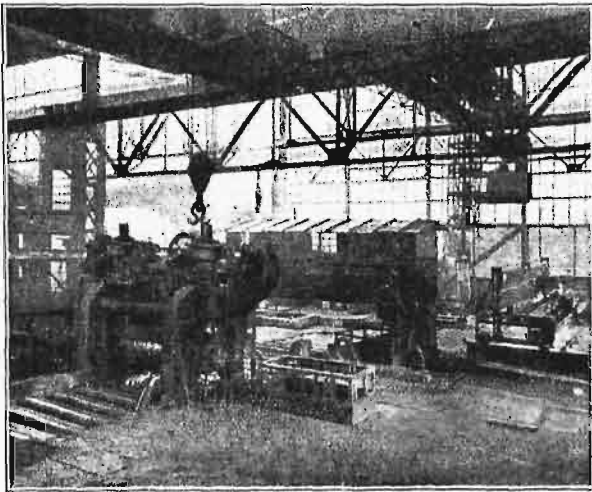
Tabela 2.

KOSZT WŁASNY 1 TONY ŻELAZA HANDLOWEGO W ZŁOTYCH / rok 1925 /

Wydatki	w Polsce /Górny Śląsk/		w Niemczech /Westfalja/
	w walcowni starej.	w walcowni spółczesnej.	
1,13 ton zlewków....	150,40	150,40	142,00
opłać do pieców, napęd walgarek i urze- dzeń pomocniczych.	7,00	6,00	6,00
robocizna.....	17,10	8,00	8,00
koszta ogólne.....	20,00	20,00	10,00
Razem.....	194,50	184,40	166,00
Do potrącenia 0,10 ton odcinków....	8,00	8,00	9,00
Koszt własny.....	186,50	176,40	157,00
Zasadnicza cena sprzedawna żelaza handlowego 1000 kila /bez dopłat/.....	190,00	190,00	166,00

Ponieważ pod względem energetycznym huta żelazna stanowi całość niepodzielną, przeto zagadnień wytwarzania ciepła nie będziemy poruszali przy rozpatrywaniu poszczególnych działów wydajności, natomiast zwrócimy uwagę na ideę mechanizacji, której

dobrodziejstwa postaramy się poznać podczas rozważania kosztu poszczególnych wytworów. Na tym miejscu jednak należy podkreślić konieczność jaknajdalej idącego wyzyskania ciepła zawartego w płynnej surówce oraz w zlewkach stalowych przy przejściu ich z jednego oddziału do drugiego, np. z oddziału wielkich pieców do stalowni, oraz ze stalowni do walcowni, albowiem rozgrzany ciepłem stalowni zlewki, względnie roztopiona w wielkim piecu surówka, nie wymaga dla ponownego doprowadzenia metalu do odpowiedniego stanu termicznego, wydatku nowych ilości ciepła, co w całokształcie postępowania hutniczego daje poważną oszczędność energii. Otóż zaledwie dwie huty górnośląskie stosują zlewki (mixery) dla surówki przerobcznej i studnie Djersa dla zlewków, jednak w stopniu — zdaniem mojem — bardzo niedostatecznym. W hutach zaś b. Królestwa Kongresowego, dotąd wcale niema o tem mowy, pomimo że niektóre zakłady, jak np. Częstochowa, Zawiercie i wszystkie huty okręgu Radomskiego, są niedogodnie położone względem złóż węglowych, co — zdawałoby się — nakazuje zabiegi przede wszystkim w kierunku oszczędności paliwa.

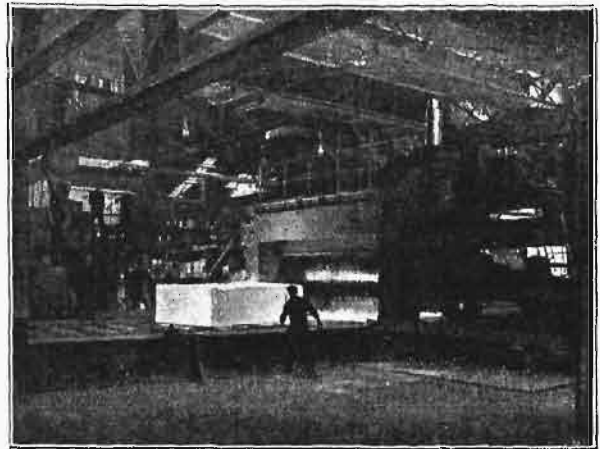


Rys. 1.

Walcarka zlewków Huty Królewskiej.

Z drugiej strony, stosowanie płynnej surówki w stalowniach, oraz walcowanie zlewków dużej wagi, dostarczanych do walcarki bezpośrednio po wyjściu ich z walcowni stalownianych, następcza te trudności praktyczne, że wymaga odpowiedniej, dość znacznej skali wytwórczości; mianowicie, jeśli pokazana na rys. 1 walcarka zlewków Huty Królewskiej, dzięki samoczynnym przesuwnikom wałkowym (Rollgang) o napędzie elektrycznym, przestawiakom hydraulicznym (Kantapparat), walcom nastawnym i maszynie zwrotnej o mocy 7000 KM może przewalcować w ciągu doby około 500 t zlewków czterotonowych (w Hucie Pokoju walcarka—dwójka, zaopatrzona w silnik o mocy 12 000 KM, może wytworzyć około 800 t na dobę rygli 80 × 80 mm ze zlewków o przekroju 560 × 560 mm i o wadze 4,5 t), to przecież wytwórczość wszystkich 9 walcowni b. Królestwa Kongresowego, które w r. 1923 wynosiła przeciętnie 14 400 t miesięcznie, przy współczesnych urządzeniach mechanicznych dałaby się osiągnąć zapomocą jednej walcarki Huty Królewskiej, a wytwórczość wszystkich 7 walcowni Górnego Śląska, która w r. 1923 wynosiła przeciętnie 49 700 t miesięcznie, dałaby się osią-

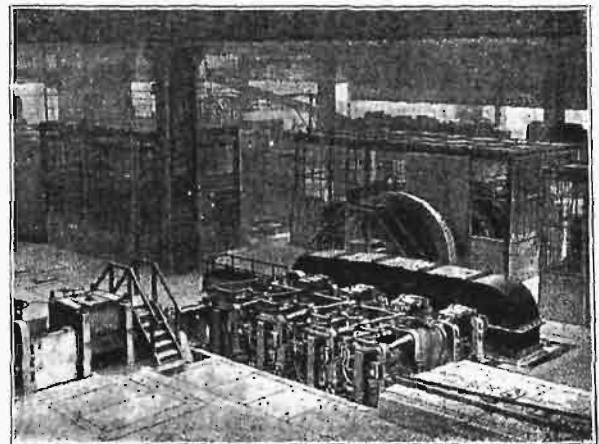
gnąć w trzech walcarkach typu Huty Pokoju. Słowem, całe zapotrzebowanie Rzeczypospolitej na wytwory walcowniciane z łatwością mogłoby być pokryte zapomocą czterech współczesnych zakładów walcownicianych, gdy tymczasem w Polsce mamy ich znacznie więcej, bo 9 + 8 = 17! Nic też dziwnego, że przy wytwarzaniu żelaza handlowego (patrz tabelę 2) koszty ogólne wypadają w Polsce wyższe, aniżeli w Niemczech.



Rys. 2.

Walcarka blachy grubej huty Blsmarka.

Zesrodkowanie wytwarzania w kilku dobrze urządzonych hutach, zamiast obecnego rozproszenia jego w szeregu zakładów małych (w rodzaju nieczynnych obecnie Starachowickich, o zdolności wytwórczej najwyższej 22 000 t stali rocznie), zjawi się zresztą samo przez się w następstwie modernizacji hut żelaznych, tak samo jak to miało miejsce w Królestwie w wieku ubiegłym, np. po przejściu wielkich pieców z węgla drzewnego na



Rys. 3.

Walcarka Morgana.

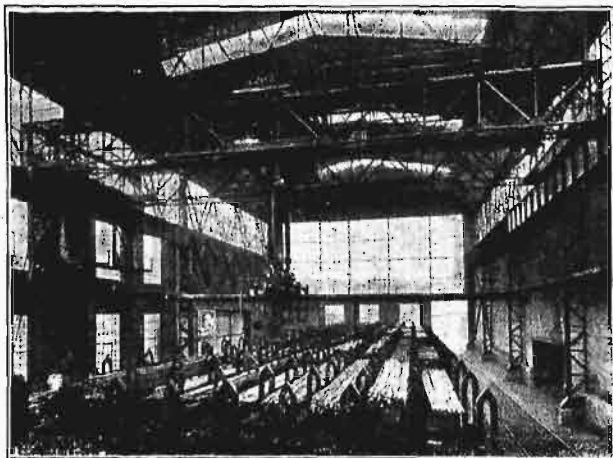
koks, albo też po zastąpieniu uszczerzaków (fryszerek) płomieniakami Martina, skoro tylko będziemy mieli odpowiednie środki pieniężne, skoro układ stosunków gospodarczych w Państwie przyczyni się do wzrostu zużycia żelaza, dając w ten sposób hutom pole do pracy, a kapitałowi możliwość ciągnięcia zysków z inwestycji, robionych w imię potaniaenia wytwórczości polskiej.

W celu zobrazowania potrzebnej dla normalnej pracy hut skali wytwórczości, pozwolę sobie powołać się jeszcze na rys. 2, przedstawiający zlewki walcarki

blachy grubej w Hucie Bismarka. Nie trudno stąd zrozumieć, jak znaczną musi być wytwórczość współczesnych urządzeń hutniczych, oraz jaką różnicę w ocenie można osiągnąć w drodze przerobu dużych mas metalu, czyli przy stosowaniu w walcowniach ciężkich (kilkutonuowych) zlewków.

Rys. 3 przedstawia zespół drobnowalcujący o szeregowym układzie walców typu Morgana, który w pewnych warunkach przerabia w ciągu doby ok. 240—260 t rygli o przekroju  $50 \times 50 \text{ mm}$ , przeciętnie 100 t. Tego rodzaju urządzenie posiada Huta Królewska, oraz Bethlen-Falva do wyrobu drutu - walcówki, żelaza taśmowego i na wkładki do betonu.

Rys. 4, wyobrażający współczesny skład gotowego żelaza drobnego i średniego, świadczy, po-pierwsze, o wzorowym panującym tu porządku, wykluczającym jakiegokolwiek nieporozumienia przy wykonywaniu zamówień, po-drugie, dowodzi dobrego wyzyskania powierzchni składu, co jest rzeczą osobliwie ważną dla walcowni o znacznej wytwórczości, po-trzecie, daje możliwość szybkiego (mechanicznego) ładowania żelaza na wagony.



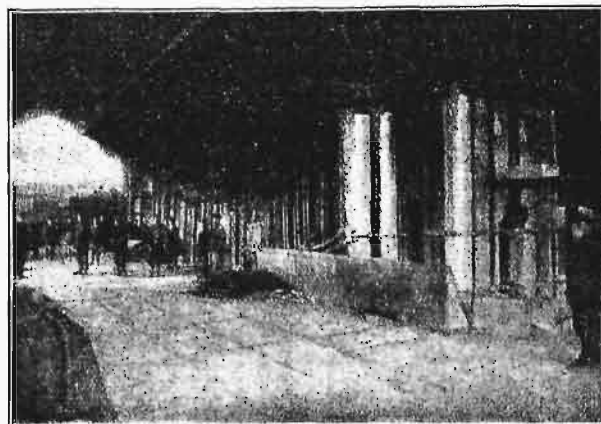
Rys. 4.

Składnica żelaza drobnego i średniego.

Na zakończenie dodamy, że mechanizacja w walcowniach, jak zresztą w innych działach hutniczych, powstała nie tyle wskutek szukania oszczędności na robociznie (co pośrednio też zostało osiągnięte), ile dzięki stosowaniu ogromnych szybkości postępowania, obejmującego ogromne masy metalu, innymi słowy, dzięki dążnościom ku wzmoczeniu wytwórczości, wywołanym przez silny wzrost popytu na surówkę i stal, zarówno na rynku europejskim, jak amerykańskim. Jako przykład można przytoczyć fakt, że w ciągu okresu od r. 1890 do 1913 wytwórczość stali zlewnej na kuli ziemskiej wzrosła z 12,45 milionów do 78,30 milionów t, czyli sześciokrotnie<sup>1)</sup>.

Nie ulega wątpliwości, iż w Polsce, skoro tylko rozwój życia gospodarczego i wzrastające uprzemysłowienie kraju spowoduje wzmocnienie zapotrzebowania na żelazo, huty — siłą rzeczy — okażą się zmuszone do wzmocnienia swej wytwórczości, do wprowadzenia odpowiednich urządzeń nowoczesnych, co spowoduje zarazem potaniecie wytworów i ostateczne uzdrowienie sto-

sunków w polskim hutnictwie żelaznym. Lecz obecnie, wobec nieznacznej pojemności rynku polskiego, trudno mówić poważnie o wprowadzeniu walcarek o znacznej wydajności, a zatem odpowiednio zmechanizowanych.



Rys. 5.

Połmost wsadowy stalowni Zakł. Starachowickich.

Inaczej nieco mają się sprawy w stalowniach i oddziałach wielkopieczowych, gdzie — zamiast kilku jednocześnie działających pieców małej wydajności, — można — nawet w warunkach umiarkowanego zapotrzebowania na żelazo — mieć jeden lub dwa piece wymiarów większych, działające nie tylko samoczynnie, ale i sprawniej, niż obecnie. Np. zamiast 22 wielkich pieców o wydajności 91,4 t na dobę (patrz tabelę 1) można mieć w Polsce 7 pieców o wydajności 300 t każdy, dalej zamiast 54 płomieniaków Martina o przeciętnej wydajności 61 t na dobę, można mieć 18 pieców o wydajności 183 t na dobę. Rzecz zrozumiała, że płomieniak stalowniany o wydajności 183 t na dobę nie mógłby



Rys. 6.

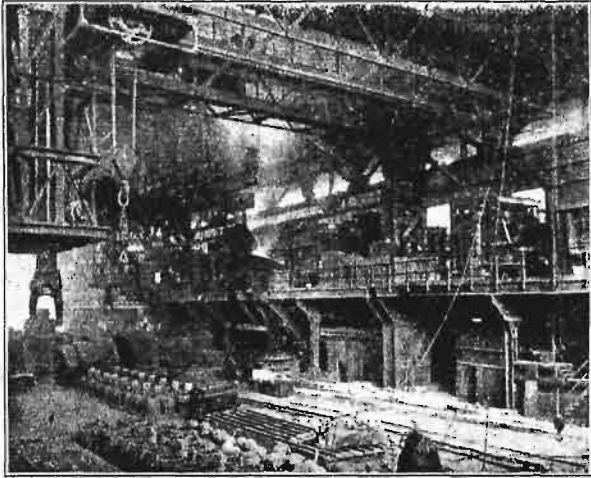
Maszyny wsadowe Huty Bethlen-Falva.

posiadać zasypu ręcznego, w rodzaju szeroko stosowanego dotąd w zakładach b. Królestwa Kongresowego (z wyjątkiem zresztą Huty Bankowej) a przedstawionego na rys. 5, i musiałby być wyposażony w maszyny wsadowe (o 5 ruchach), mające zastosowanie we wszystkich bez wyjątku hutach województwa Śląskiego, w tej liczbie w Bethlen-Falva (patrz rys. 6).

<sup>1)</sup> Patrz pracę autora p. t. „Huty polskie a rynek wewnętrzny“ w tyg. „Przemysł i Handel“ rok 1925, zeszyt 4, str. 80.

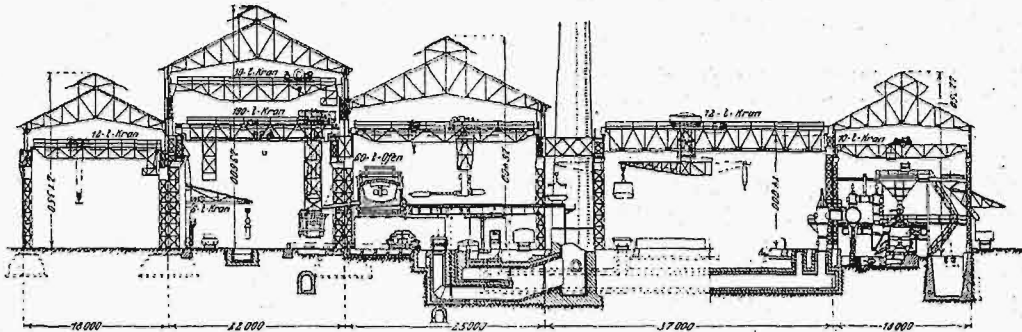
Jednocześnie z podwyższeniem wydajności pieców i ciężaru zlewków, zachodzi konieczność stosowania w stalowniach szeregu suwnic mostowych do wyjmowania zlewków z wlewnic (tak zw. stripperów), tudzież do

dzie hali odlewniczej Huty Królewskiej (patrz rys. 7). Operowanie zaś dużymi ilościami starego żelastwa, ładowanego do płomieniaka za pomocą maszyn wsadowych, i węgla zasilającego czadnice (generatory), stwarza konieczność posługiwania się swoistymi przyrządami samoczynnymi, pokazanymi na przekroju współczesnego zakładu stalownianego (rys. 8), którego nieodzowną część składową stanowi zlewnik dla dowożonej bezpośrednio z oddziału wielkopiecowego surówki (rys. 9).

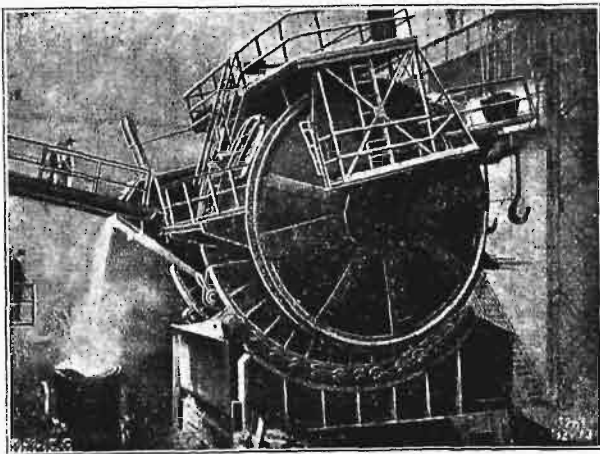


Rys. 7.

Hala odlewnicza w nowej stalowni Huty Królewskiej.



Rys. 8. Współczesna stalownia Martina.



Rys. 9.

Zlewnik dla surówki.

uprzątkowania zlewków. Stosowanie wlewanej do pieca od strony spustu surówki płynnej pociąga konieczność istnienia innych, bardziej potężnych suwnic, używanych również przy zlewaniu stali, jak to widzimy na przykła-

Na pytanie, jakaż istotna korzyść materialna jest osiągnięta przez stosowanie w stalowniach urządzeń mechanicznych, daje odpowiedź kalkulacja kosztu w asnego jednej tony stali zlewnej martinowskiej (patrz tab. 3), skąd wynika, iż robocizna, plus koszty robót i materiałów pomocniczych oraz administracji, w współczesnie urządzonej stalowni wynoszą około 8—10 złotych. Zatem różnica 8 do 10 złotych na każdej tonie stali, przy wartości tej ostatniej około 113,7 do 133 zł. jest zbyt poważna, by można było jej nie uwzględnić. Również niepoślednią rolę tu rolę koszt węgla czadnicowego, który zawsze jest, jak wiadomo, w gatunku wyborowym (kostka), a zatem drogim; otóż, w razie gdyby można było zastąpić go np. gazem koksowym, dałoby się

osiągnąć dość znaczną oszczędność, wynoszącą najmniej tyle, ile stanowi różnica między ceną węgla-kostki, a pospółki, t. zn. o jakieś 33%, względnie o 3—4 złote na każdej tonie stali.

Tabela 3.

KOSZT WŁASNY 1 TONY STALI ZLEWNEJ MARTINOWSKIEJ W ZŁOTYCH /rok 1925/

	w Polsce /na 0.5 tony/	w Niemczech /w Westfalji/	w Francji /w Alzacji/
Wydatki na:			
1,10 ton wadu metalicznego, żółtego:			
z 0,45 ton surówki.....	56,50	45,00	32,40
0,65 ton starego żelastwa.....	52,00	58,50	58,50
dotądki do wadu.....	5,50	4,50	4,00
0,35 ton węgla.....	9,10	9,70	11,00
robocizna.....	5,50	5,00	5,00
koszt robót i materiałów pomocniczych oraz administracji.....	4,00	3,00	3,00
koszt własny 1 tony stali martinowskiej	133,00	125,70	113,70

(d. c. n.)

# Zastosowanie lekkich stopów w technice. <sup>1)</sup>

Napisał inż. W. Łoskiwicz, Kraków.

Jak wiadomo, lekkie metale — glin, magnez, wapień, krzem i inne — wstąpiły do szeregu technicznych metali stosunkowo bardzo niedawno.

Złożyły się na to głównie dwie przyczyny.

Po pierwsze, otrzymywanie tych metali zwykłymi metodami, stosowanymi w hutnictwie ciężkich metali, t. j. drogą odtleniania tlenków metali (albo innych bardziej skomplikowanych związków) węglem pod postacią węgla kamiennego, koksu, węgla drzewnego, lub gazu CO, względnie wodorem, nie da się tu przeprowadzić. Dopiero po wynalezieniu nowych metod naukowych i technicznym ich rozwinięciu, udało się otrzymywać te metale w znacznych ilościach i po cenach przystępnych.

Tak Sainte-Claire Deville, który pierwszy rozpoczął fabrykację glinu w 1856 r. w Paryżu (po otrzymaniu dawniej paru *kg* glinu w cenie do 3 500 fr. za *kg*) przy cenie około 1 000 fr. za *kg*, już w roku następnym, dzięki ulepszeniu produkcji, otrzymał kilogram za 240 fr., a dalej w 1891 — za 12 franków. W 1910 r. cena wahała się od 1,50 — do 2 franków za *kg*, obecnie zaś wynosi we Francji 2,47 fr. zł. (Paryż, grudzień 1924), oraz w Niemczech 2,92 fr. zł. (Berlin, luty 1925).

Po drugie, dotychczas używane w technice metale ciężkie oraz ich stopy dawały taką szeroką skalę właściwości fizycznych, mechanicznych i chemicznych, że nie odczuwało się potrzeby i konieczności szukania nowych materiałów.

Dopiero rozwój automobilizmu, a zwłaszcza lotnictwa, postawił wymagania dotąd nie stawiane: zażądał materiału konstrukcyjnego o małym ciężarze i obdarzonego przytem znacznie większą wytrzymałością.

Rzućmy okiem na tabelę I, gdzie uszeregowano metale podług wzrastającego ciężaru właściwego:

TABELA I

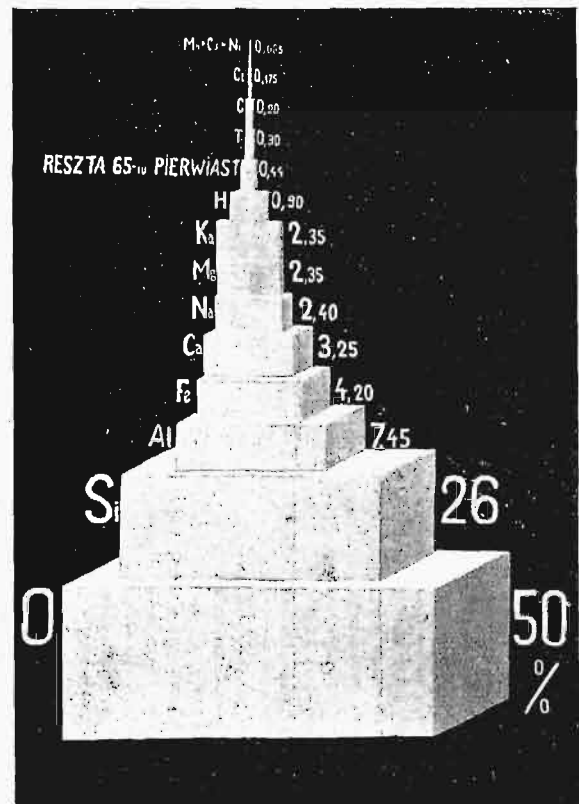
NAZWA	Znak chemiczny	Liczba atomowa	Ciężar właściwy	Ciężar atomowy
Lit	Li	3	0,53	6,94
Potas	K	19	0,86	39,10
Sód	Na	11	0,97	23,00
Wapień	Ca	20	1,55	40,07
Magnez	Mg	12	1,74	24,32
Krzem	Si	14	2,34	28,30
Glin	Al	13	2,70	27,10
Wanad	V	23	5,60	51,00
Antymon	Sb	51	6,67	120,20
Chrom	Cr	24	6,70	52,00
Cer	Ce	58	6,80	140,25
Cynk	Zn	30	7,10	65,37
Cyna	Sn	50	7,28	118,70
Mangan	Mn	25	7,30	54,93
Żelazo	Fe	26	7,86	55,84
Kadm	Cd	48	8,64	112,40
Nikiel	Ni	28	8,80	58,68
Kobalt	Co	27	8,80	58,97
Miedź	Cu	29	8,93	63,57
Bismut	Bi	83	9,80	209,00
Molibden	Mo	42	10,20	96,00
Srebro	Ag	47	10,50	107,88
Ołów	Pb	82	11,34	207,20
Palad	Pd	46	11,90	106,70
Rtęć	Hg	80	13,55	200,60
Wolfram	W	74	19,10	184,00
Złoto	Au	79	19,30	197,20
Platyna	Pt	78	21,40	195,20
Iryd	Ir	77	22,40	193,10
Osm.	Os	76	22,48	190,90

Zauważamy odrazu, że najlżejszy z naszych ciężkich metali — wanad jest prawie dwukrotnie cięższy od najcięższego lekkiego metalu — glinu, a więcej niż trzykrotnie cięższy od magnezu. Nasze zaś zwykłe metale, jak żelazo, miedź, ołów i t. p., są trzy i więcej razy cięższe od tych lekkich metali.

Zwrócono wówczas uwagę na glin (magnez był wtedy uważany za materiał łatwopalny), który pierwszemu warunkowi czynił zadość, lecz jego mechaniczne właściwości nie stały na wysokości wymagań.

Ale na to jest rada: umiemy zwiększyć granicę sprężystości, wytrzymałość na rozciąganie i twardość metalu, co prawda kosztem jego ciągliwości.

Okazało się, że zwiększenie tych właściwości mechanicznych przez zgniot czystego glinu jest niewystarczające i trzeba zastosować inną drogę: stopić glin z innym metalem, względnie z metaloidem. Jest to droga ogólna. Charakterystycznym jest to, że z wyjątkiem bardzo nielicznych wypadków, korzystamy w technice ze stopów, a nie czystych metali, których cechy charakterystyczne mogą się wahać tylko w bardzo wąskich granicach, zależnych właśnie od ilości zanieczyszczeń.



Rys. 1. Zawartość poszczególnych pierwiastków w skorupie ziemskiej.

Ale również i nie wszystkie stopy nadają się do praktycznego zastosowania. Do celów konstrukcyjnych nadają się prawie wyłącznie tylko te stopy, które przy wyższych lub niższych temperaturach tworzą roztwory stałe (wzajemnie rozpuszczają się w stanie stałym). Do

<sup>1)</sup> Referat wygłoszony na 2-im Zjeździe Inżynierów Mechaników w Warszawie dn. 19 kwietnia r. b.

takich stopów należą: stal (stopy żelaza z węglem oraz z pewnymi domieszkami), bronz (stopy miedzi z cyną i również z domieszkami), mosiądz (stopy miedzi z cynkiem i domieszkami) i t. d.

Ten zwrot do glinu należy uważać za b. pomyślny nie tylko ze względów technicznych, lecz również i ze względu na oszczędności, jakie dadzą się uzyskać w stosunku do innych metali, których zapasy w skorupie ziemskiej są bardzo nieznaczne.

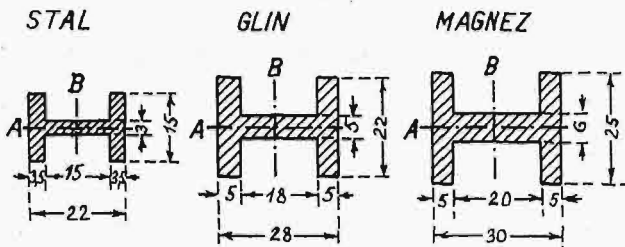
Miedź, cynk, ołów i t. d., razem z 65 innymi pierwiastkami stanowią tylko 0,44% skorupy ziemskiej (rys. 1), żelazo — tylko 4,20%, zaś glin — 7,45%.

Najmłodszy z technicznych metali — krzem stanowi 26%.

Włączając więc do technicznych metali te coraz to nowsze surowce, spostrzegamy, że mogą być one stosowane nie tylko w tych specjalnych wypadkach, dla których były początkowo wynalezione, lecz mogą bardzo skutecznie zastępować dotychczasowe metale ciężkie i ich stopy.

W ten sposób te stosunkowo rzadkie metale, które nie dadzą się w niektórych wypadkach zastąpić innymi, zachowujemy dla przyszłych pokoleń.

Ma się rozumieć, że przy projektowaniu części zastępczych z lekkich metali, względnie ze stopów, należy uwzględniać szczególne właściwości fizyczne, mechaniczne i chemiczne tych metali.



Rys. 2.

Wymiary porównawcze korbowodów ze stali, glinu i magnezu

Nie będąc konstruktorem, nie mogę wskazać bliższych szczegółów, dotyczących projektowania tych części. Zwracam tylko uwagę na cały szereg artykułów De Fleury, ogłoszonych w „Revue de Metallurgie“, L'Usine, Le Génie Civil i innych, oraz na jego książkę: De Fleury et La Bruyère: „Les emplois de l'aluminium dans la construction des machines“, wyd. Dunod, 1919 r.

W artykułach tych, De Fleury przeprowadza myśl, że przy projektowaniu części z glinu lub magnezu należy pamiętać o równaniach:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{D}{D_1} = \frac{E}{E_1} = C_{Al} = 2,7 = \frac{1}{0,37} \text{ dla glinu}$$

$$\text{i } \frac{R}{R_2} = \frac{D}{D_2} = \frac{E}{E_2} = C_{Mg} = 4,2 = \frac{1}{0,24} \text{ dla magnezu,}$$

gdzie  $R$  — wytrzymałość na rozciąganie  
 $D$  — ciężar właściwy  
 $E$  — moduł sprężystości } dla stali,

odpow.  $R_1, D_1, E_1$  dla glinu zaś  $R_2, D_2, E_2$  dla magnezu.

Uwzględniając powyższe równanie i przyjmując podobieństwo przekrojów, wyprowadza wspomniany autor tabelę (II) porównawczą dla części skonstruowanych z metali lekkich (glinu), ultralekkich (magnezu) i stali.

Do stopów lekkich o wysokiej wytrzymałości równanie powyższe nie może być zastosowane, ale jako orientacyjne może dać pewne wskazówki.

TABELA II.

I. — Wszystkie części są obciążone tylko ciężarem własnym statycznie lub kinetycznie <sup>1)</sup> (obciąż. siłami zewnętrznymi — znikome).			
Ciężar części . . . . .	stal	glin	magnez
	1	0,37	0,24
II. — Belki jednakowej rozpiętości jednakowo obciążone.			
Ciężar belki . . . . .	stal	glin	magnez
Strzałka ugięcia . . . . .	1	0,72	0,62
III. — Belki jednakowego ciężaru i rozpiętości.			
Najw. obciążenie użyteczne.	stal	glin	magnez
	1	1,64	2,05
IV. — Belki tej samego ciężaru jednakowo obciążone.			
Najw. rozpiętość . . . . .	stal	glin	magnez
	1	1,21	1,33
V. — Belki jednakowej rozpiętości o jednakowym ugięciu pod działaniem ciężaru własnego.			
Ciężar belki . . . . .	stal	glin	magnez
	1	0,37	0,24
VI. — Blacha nieokreślonej powierzchni, przy jednakowej strzałce ugięcia (jednakowa sztywność lub giętkość miejscowa) o jednakowej powierzchni.			
Grubość blachy . . . . .	stal	glin	magnez
Ciężar blachy . . . . .	1	1,39	1,62
	1	0,51	0,39
VII. — Wszystkie części lub zespoły są obciążone (statycznie lub kinetycznie) ciężarem własnym i siłami zewnętrznymi (połączenie warunków p. I i II albo V i II) <sup>2)</sup> .			
Ciężar części lub zespołów.	stal	glin	magnez
	1	0,37-0,72	0,24 0,62
w zależności od rozmieszczenia obciążeń.			

<sup>1)</sup> Przykłady: części o ruchu wahadłowym, wirniki o znacznej prędkości, drgające, uderzające, nagle zatrzymywane lub hamowane i t. p.

<sup>2)</sup> Przykłady: konstrukcje o znacznej rozpiętości, szkielety aeroplanów, podwozia samochodowe i t. p.

Również i dobór odpowiedniego materiału odgrywa rolę zasadniczą. W przeciwnym wypadku można bardzo łatwo zrazić się do tych stopów, przypisując im niepowodzenia.

Naprzykład, bardzo rozpowszechniony tani stop glinu z cynkiem i miedzią (82—85% Al, 14,5—10% Zn, 2—3% Cu), który w zwykłej temperaturze posiada dość wysoką wytrzymałość (około 15 kg/mm<sup>2</sup> w postaci odlewów), nie nadaje się do wykonywania tłoków, bowiem traci bardzo szybko swą wytrzymałość przy wzroście temperatury, a tłoki z lekkich metali rozgrzewają się blisko do 250° C.

Na wykresie 3 są zebrane dane mechanicznych właściwości lekkich stopów, w zależności od temperatury.

Z tych stopów, stopy „Y“ i Alpax są najodpowiedniejszymi. Stop amerykański Nr. 12 (z 8% miedzi) już jest mniej odpowiedni, lecz dawniej był bardzo rozpo-

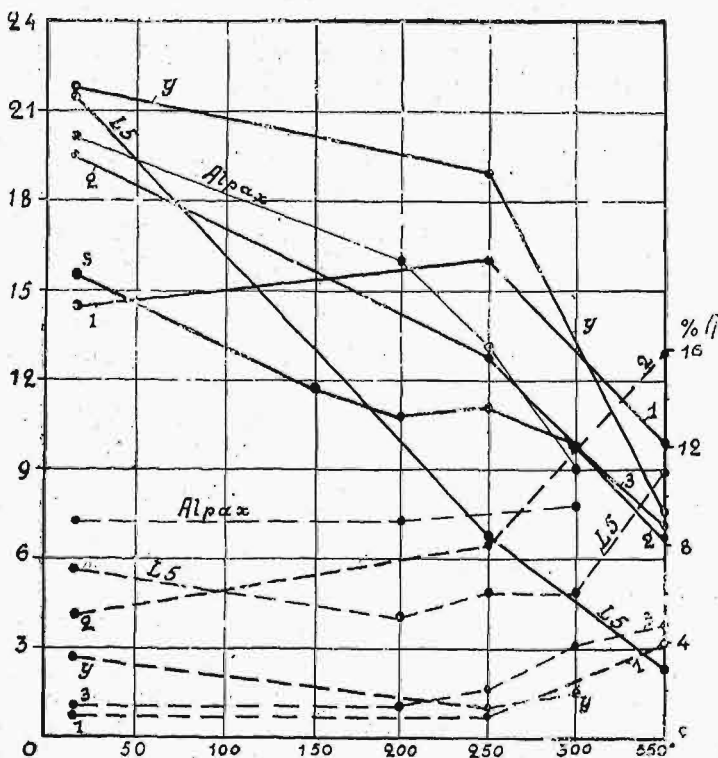
wszechniony. Stop „1“ byłby bardzo dobry, gdyby nie nastęczał dużych trudności przy odlewaniu. Stop „L5“ należący do typu stopów o których była początkowo mowa, zupełnie się nie nadaje.

Przy wyborze stopu, trzeba również zwrócić uwagę na jego skład, ponieważ czasem opatentowuje się stopy, które praktycznego zastosowania nie mogą mieć, chociażby ze względu na nierozpuszczalność poszczególnych składników nawet w stanie płynnym, np. stop: 84% glinu, 11% ołowiu i 5% szkła.

Wobec podania obszerniejszych informacji co do otrzymywania tych lekkich metali w „Przeglądzie Górniczo-Hutniczym“<sup>1)</sup> wspomnę o tem tylko w paru słowach.

Glin otrzymujemy elektrolizując roztwory tlenku glinowego ( $Al_2O_3$ ) w roztopionym kryolicie ( $6NaF \cdot Al_2F_6$ ); magnez — elektrolizując roztopiony karnalit ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot NaCl$ ), względnie tlenek magnezu ( $MgO$ ), rozpuszczony w roztopionym fluorku magnezowym, (nowy sposób opracowany przez The American Magnesium Corporation), zaś wapień — elektrolizują słabo przegrzanego ponad punkt topienia chlorku wapnia ( $CaCl_2$ ).

Według najnowszych badań, zasługa odkrycia metalicznego glinu przypada Oerstedowi (1825 r.) akurat przed 100 laty, a nie Wöhlerowi (1827), jak dotychczas uważano<sup>2)</sup>.



Rys. 3.

Właściwości mechaniczne lekkich stopów w zależności od temperatury.

Linje ciągłe oznaczają wytrzymałość na rozciąganie, przerywane — wydłużenie.

(z XI raportu Komisji Stopowej Instytutu Inżynierów Mechaników)

„Y“	Al	92,5%	Cu	4%	Ni	2%	Mg	1,5%
„Alpax“	„	87,0%	Si	13%	„	„	„	„
„1“	„	85,0%	Cu	14%	Mn	1%	„	„
„2“	„	90,0%	„	8%	Ni	2%	„	„
„3“	„	88,0%	„	12%	„	„	„	„
„L5“	„	84,5%	„	2,5%	Zn	13%	„	„

<sup>1)</sup> Nr. Nr. 15, 16, 17, 1924 r., str. 954, 1002, 1050.

<sup>2)</sup> „Przegl. Techn.“ t. 62 (1924), str. 496 i n.; M. J. Fogh. Det. Kgl. Daniske Videnskaberne Selskabs Matematisk-Eysiske Meddelelser III, 14, 1921.

### Właściwości chemiczne.

Powinowactwo do tlenu, jak to widać z tabeli III jest bardzo znaczne.

TABELA III.

Ciepło tworzenia tlenków niektórych metali.

Metal	o ciężarze atomowym	spalając się na	o ciężarze drobinowym	wydziela ciepła w kalorjach	na 1 kg metalu przy pada kaloryj
Glin Al . .	27,1	tlenek glinowy $Al_2O_3$	102,20	380 200	7 017
Krzem Si . .	28,3	tlenek krzemowy $SiO_2$	60,30	184 500	6 519
Magnez Mg	24,32	tlenek magnezowy $MgO$	40,32	143 300	5 892
Wapień Ca	40,07	tlenek wapniowy $CaO$	56,07	130 900	3 272
Sód Na . .	23,00	tlenek sodowy $Na_2O$	62,00	100 300	2 180
Potas K . .	39,10	tlenek potasowy <sup>3)</sup> $K_2O$	94,20	97 100	1 242
Żelazo Fe . .	55,84	tlenek żelazawy $FeO$	71,84	64 600	1 156
„ „ „	„	tlenek żelazowy $Fe_2O_3$	159,68	195 000	1 746
Ołów Pb . .	207,2	tlenek ołowiowy $PbO$	223,20	50 300	242
Miedź Cu . .	63,57	tlenek miedziowy $CuO$	79,57	37 200	585
Węgiel C . .	12,00	dwutlenek węgla $CO_2$	44,00	97 650	8 137

<sup>3)</sup> Przy zetknięciu z powietrzem tworzy nadtlenek  $K_2O_4$ .

Pomimo tak znacznego powinowactwa do tlenu, glin utlenia się tylko nieznacznie na powierzchni, nawet w wilgotnym powietrzu. Tworzy się cienka i mocna błonka tlenku glinowego, która bardzo szczelnie przylega do metalu i ochrania go od dalszego działania utleniającego. Przy zmożeniu glinu rtęcią, metal bardzo szybko się utlenia i amalgamowany glin działa rozkładająco na wodę. Tę właściwość zastosowano do wyrobu przenośnych aparatów do wytwarzania wodoru (amalgamowane płyty glinowe zanurza się do wody, a wydzielający się wodór służy do napełniania balonów).

Woda czysta na czysty i wyżarzony glin nie działa; zanieczyszczenia, jak krzem i żelazo (które zawsze znajdują się w glinie handlowym), jak również stopień obróbki na zimno — zmniejszają do pewnego stopnia jego odporność na działanie wody, lecz to działanie jest bardzo nieznaczne, o ile niema silnych miejscowych zanieczyszczeń, które mogą wywołać miejscowe wyżarcia.

Woda morska źle działa na glin, lecz niektóre stopy glinowe (zawierające mangan) wykazują znaczną odporność na jej działanie. Naprzykład: duralumin może być używany do budowy łodzi motorowych, pływaków do hydroplanów i t. p.; stop Alpax (Silumin), pomimo że zawiera duże ilości krzemu a nie zawiera manganu, — jest dość odporny.



Ługi działają rozpuszczająco na glin i należy unikać zetknięcia ługów z glinem; używa się ich do wytrawiania i czyszczenia glinu.

Kwasy przeważnie nie działają (z wyjątkiem solnego). Sole glinowe są zupełnie nieszkodliwe dla zdrowia i bezbarwne; jest to wielka przewaga glinu nad miedzią, ołowiem, niklem i t. p., których sole są trujące i przeważnie barwne.

Dzięki tym właściwościom, zastosowanie glinu do budowy aparatów przemysłu chemicznego i spożywczego rozszerza się z dnia na dzień. Ma się rozumieć, że przed zastosowaniem glinu, w każdym nowym wypadku należy zbadać, jak się on będzie zachowywał w nowych warunkach pracy — działanie poszczególnych składników, temperatur, prężności i t. p.

Narazie stwierdzono, że glin może być stosowany z korzyścią zamiast ołowiu, miedzi, cyny i t. p. w następujących fabrykacjach:

1. Kwas azotowy  $\text{HNO}_3$ , czysty, kwas siarkowy  $\text{H}_2\text{SO}_4$  czysty (66° Baumé), kwas octowy  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bezwodny, kwas węglowy  $\text{CO}_2$  czysty, siarkowódór  $\text{H}_2\text{S}$  gazowy lub rozpuszczony;
2. Chlor  $\text{Cl}$  i amoniak  $\text{NH}_3$  bezwodne, siarka  $\text{S}$  i siarczek węgla  $\text{CS}_2$ , czyste kwasy organiczne: winny  $\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ , cytrynowy  $\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ , maleinowy  $(\text{CH}-\text{CH})_2(\text{COOH})_2$ , karbolowy (fenol)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , alkohol absolutny  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , eter  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ , aceton  $\text{CH}_3\text{CO}\cdot\text{CH}_3$ ;
3. Oleje mineralne, benzol  $\text{C}_6\text{H}_6$ , estry i perfumy, kopol, lakiery i farby, atramenty, pokosty;
4. Wosk, parafina, oleje roślinne, oleje hydrogenizowane, gliceryna, stearyna, oleina, margaryna, kleje i żelatyna;
5. Nitroceluloza, kolodjum, sztuczny jedwab octan celulozy, guma, gutaperka, ebonit kamfora;
6. Mleko i jego pochodne, piwo, cukier, czekolada, kakao, tłuszcze i oleje jadalne, konfitury.

Wobec bardzo licznych prac, rozrzuconych w całej masie literatury wszechświatowej, nie jestem w stanie podać całkowitej bibliografii tych lekkich metali; ograniczę się więc tylko do paru zasadniczych dzieł, których tytuły podam na końcu artykułu; w tekście zaznaczam tylko ważniejsze źródła <sup>1)</sup>.

Ponieważ ze względów ekonomicznych i mechanicznych nie zawsze można zastępować metale mniej szlachetne, jak np. żeliwo, droższym glinem, to można jednak temu do pewnego stopnia zaradzić, pokrywając takie przedmioty glinem.

Elektrolityczne pokrywanie glinem jest narazie niemożliwe (pomimo paru patentów!).

<sup>1)</sup> Revue de l'Aluminium, 1924, № 1, str. 12—13, Guérin: Emploi de l'Aluminium dans les Industries Chimiques; Bulletin de la Société d'Encouragement, 1921, juillet, août, septembre, 362 str.

Pokrywanie roztopionym glinem (jak cyną i cynkiem) również dodatnich wyników nie daje. Trzeba więc zastosować inne sposoby:

1. Pokrywanie sproszkowanym glinem, rozmieszonym w odpowiednim pokoście (malowanie). O ile dany przedmiot nie będzie narażony na wyższe temperatury i ma być ochroniony tylko od działania gazów ( $\text{H}_2\text{S}$ , pary wodnej, kwasów parujących), to takie malowanie może wystarczyć.

2. Pokrywanie sposobem Schoop'a, metalizowanie: sprężone powietrze rozpyla roztopiony metal, który pod postacią mgły uderza z ogromną szybkością o powierzchnię, podlegającą metalizowaniu. Przy zderzeniu się z powierzchnią, te drobnutkie cząsteczki wderają się w nią i mocno przylegają. To przyleganie i spoistość są tem lepsze, im czystsza i lepiej przygotowana była powierzchnia do metalizowania (ewentualnie podgrzana).

Ruszta paleniskowe, pokryte w powyższy sposób glinem, wytrzymują mniej więcej sześciokrotnie dłużej, niż ruszta niemetalizowane <sup>2)</sup>.

Do metalizowania nadają się prawie wszystkie metale, z wyjątkiem bardzo trudno-topliwych oraz łatwo-palnych (magnez, sód i t. p.); metalizować zaś można prawie wszystkie materiały, zaczynając od koronek, przechodząc przez celuloid do drzewa, kamieni, szkła i metali <sup>3)</sup>.

3. Kaloryzowanie. Podobnie jak możemy wprowadzać przez powierzchnię do stali pewną ilość węgla, — tak zwana cementacja, — tak samo też możemy wprowadzać i do każdego innego metalu czy stopu pewną ilość innego metalu lub metaloidu, nagrzewając go do temperatur niższych, niż temperatura jego topienia. Ale czasem metal, który wprowadzamy, może być i w stanie gazowym lub płynnym.

Pierwszy wypadek zachodzi przy wytwarzaniu cienkich nici mosiężnych. Wówczas cynk pod postacią pary wnika w miedź i tworzy mosiądz.

Drugi wypadek zachodzi przy kaloryzacji. W tym wypadku roztopiony glin, przy zetknięciu z powierzchnią stali lub miedzi, tworzy stop bogaty w glin. Skład tego powierzchniowego stopu jest zmienny. Powierzchnia jest najbogatsza w glin i na niej tworzy się błonka tlenku glinowego, ochraniająca cały przedmiot od utlenienia <sup>4)</sup>.

Przedmioty kaloryzowane wytrzymują wysokie temperatury (900 — 1000° C) przez czas dłuższy w atmosferze utleniającej, o ile powierzchnia kaloryzowana nie została naruszona.

(d. c. n.)

<sup>2)</sup> W artykule „Przeglądu Technicznego“, 1923 r., str. 480—487, K. Gierdziejewski: „Lekkie metale i ich zastosowanie w technice“, str. 486, podano niewłaściwie wyniki kaloryzowania rusztów. Omawiane tam próby dotyczyły metalizowania rusztów. Por. „Przegląd Górniczo-Hutniczy, 1924 r., № 16.

<sup>3)</sup> Bibliografja jest dość kompletnie zebrana w pracy: Turner and Ballard: Metal spraying and sprayed metal, „Journal of the Institute of Metals“ r. 1924, № 2, str. 304—307. Proces opisany: Günther und Schoop: Das Schoopsche Metallspritzverfahren, 1917.

<sup>4)</sup> Przegląd Górniczo-Hutniczy, 1924 r., № 16.

# Wykonywanie odlewów w formach wirujących.

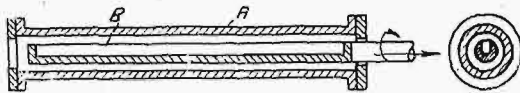
Napisał K. Gierdziejewski, Inż.-metalurg.

**M**ysł wyzyskania siły odśrodkowej do odlewania przedmiotów o kształcie walcowatym nie jest nowa i początków jej szukać jeszcze należy w patencie z roku 1809, wydanym angiłkowi Eckhardtowi, który przewidywał możliwość odlewania przedmiotów w formach wirujących około osi poziomej, pionowej i pochyłej.

Jednakże upłynęło przeszło stulecie, nim myśl ta została praktycznie urzeczywistniona.

Zastępcę tę przypisać należy inżynierowi brazylijskiemu Sensaud de Lavaud, z pochodzenia francuzowi, który uruchomił pierwszą podobną instalację w S. Paulo w Brazylii w r. 1914. Następna tego rodzaju instalacja, do wytwarzania rur, powstała we Francji w „Société Vulcaïn Cyclone” w rok później. W roku 1918 istniał już cały szereg ustrojów tego samego rodzaju w Anglii, Francji i Ameryce Północnej (St. Zjedn., Kanada), stale ulepszających się. Dla charakterystyki tego ruchu wystarczy wspomnieć, że od roku 1918 do 1922 zarejestrowano w samych tylko Stanach Zjednoczonych 133 patenty na tego rodzaju urządzenia odlewnicze. Sposób ten polega na wprowadzeniu roztopionego metalu do formy szybko obracającej się około swej osi, tak iż pod wpływem siły odśrodkowej metal zostaje odrzucony ku obwodowi formy i odlew przybiera z zewnątrz postać tej ostatniej; zarazem wewnątrz odlewu tworzy się kanał walcowaty. W zależności od ilości wprowadzonego metalu, otrzymujemy mniejszą lub większą grubość ścianek odlewu.

Jak to przeważnie bywa z wynalazkami technicznymi, zastępcą de Lavaud'a jest to, że wyzyskując cały materiał zostawiony przez wynalazców poprzednich, usunął z ich pomysłów to, co było zbędne, ulepszył to, co wymagało pewnych zmian, a przede wszystkim zdobył się na wytrwałość w pracy ku dopięciu celu wytkniętego, nie zrażając się chwilowymi niepowodzeniami. Przebierać zaś miał w czem, bo jak już wyżej wspominałem, prawie w ciągu stu lat konstruktorzy nie porzucali myśli Eckhardt'a i sprawę posuwali naprzód. Trudności konstrukcyjne, oprócz nadania szybkiego ruchu formie, które ostatecznie usunięto przez zastosowanie silnika elektrycznego, polegały przeważnie na znalezieniu właściwego sposobu wprowadzania roztopionego metalu i jednostajnego jego rozdziału w formie wirującej.

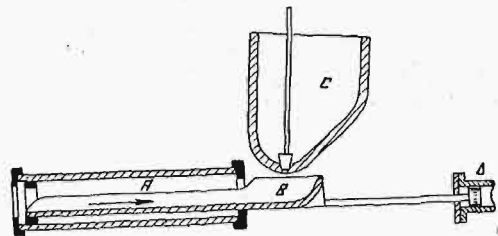


Rys. 1. Pierwotny sposób doprowadzania metalu do formy wirującej (Whitley i Fox).

Należy tu zanotować dwa patenty, które w nieco odmiennym wykonaniu znalazły zastosowanie w maszynie de Lavaud'a. Mianowicie w roku 1881 inżynierowie angiłscy Whitley i Fox opatentowali sposób doprowadzenia metalu, który widzimy na rys. 1. Do szybko wirującej formy wprowadza się rynnę B, odpowiadającą długości rury, napełnioną odpowiednią ilością metalu i następnie wywraca się ją. Metal, pod działaniem siły odśrodkowej, zostaje odrzucony ku wewnętrznej powierzchni formy, rynnę zaś wyciąga się.

W kilka lat później dodano urządzenie, pozwalające dokładnie kontrolować ilość wlanego do rynny metalu. Rynna taka pozostała i w nowoczesnych urządzeniach, tylko zamiast wykonywać ją z materiału ogniotrwałego — stosuje się teraz chłodzenie wodą.

W roku 1910 niemiecki inżynier Otto Briede patentuje ruchomą rynnę podług rys. 2. Z kadzi C odpowiadającą ilość metalu wlewa się do rynny B w chwili, gdy cała forma A jest w ruchu obrotowym. Jednocześnie, zapomocą tłoczyska i cylindra hydraulicznego D, rynnę wycofuje się z formy. Wskutek połączenia tych ruchów, strumień metalu, ściekając z końca rynny, tworzy linię spiralną, zaś odrzucany ku obwodowi formy pod działaniem siły odśrodkowej, rozdziela się równomiernie.



Rys. 2. Urządzenie do odlewania metalu według pat. Briede'a.

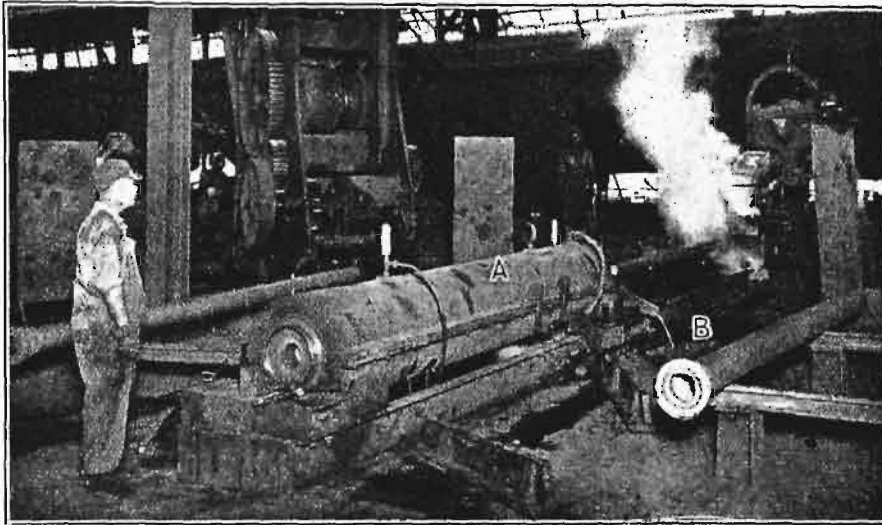
Maszyny Lavaud'a widzimy na rysunkach 3 i 4. Jest to instalacja w firmie United States Cast Iron Pipe and Foundry Co w Burlington (N-Y.). Firma ta zainstalowała w roku 1922 cztery takie maszyny i wobec świetnych wyników wytwarzania rur tym sposobem powiększyła w roku 1923 ilość tych maszyn do 10, jak również postanowiła w roku bieżącym zainstalować jeszcze 10 podobnych maszyn. Ogółem więc w fabrykach tego towarzystwa czynnych będzie 20 maszyn. Oprócz tego, w r. b. została uruchomiona podobna instalacja złożona z 5 maszyn w odlewni The National Cast Iron Pipe Co w Birminghamie (Ala)<sup>1)</sup>.

Skrzynie formierskie, rdzenie, piasek, glina, sło- ma i t. d., używane dotychczas przy wyrobie rur, przy nowym sposobie wytwarzania są zbędne. Roztopione żeliwo wlewa się przez rynnę, sięgającą końca formy, ta ostatnia zaś wykonywa dwa ruchy: pierwszy wirujący około swej osi, drugi — w kierunku podłużnym, odsuwając się w tył.

Do uruchomienia tych maszyn zastosowano tylko napęd hydrauliczny. Koło Peltona, umocowane do kołnierza formy, znajduje się pod pancierzem żelaznym A i obraca formę około osi. Średnica pancierza A dla wykonania rur 4", 6" i 8"  $\phi$  wynosi 750 mm, zaś dla rur 10" i 12"  $\phi$  jest nieco większa. Wirnik turbiny jest otoczony osłoną żeliwną, pod którą przepływa na całej długości pomiędzy pancierzem a formą — woda chłodząca, doprowadzana osobną rurą. Forma, zanurzona całkowicie w wodzie, spoczywa na czterech łożyskach kulkowych, wskutek czego ruch jej jest b. spokojny.

<sup>1)</sup> Jak szerokie rozpowszechnienie znalazł sposób ten w Ameryce, wskazuje fakt, że według danych statystycznych z r. 1923 przeszło 40% ogólnej wytwórczości rur żeliwnych przypada na rury odlane na maszynach Lavaud'a.

Przesuwanie formy w kierunku do i od kadzi odbywa się zapomocą odpowiedniego urządzenia hydraulicznego, przyczem ruch ten jest regulowany za pośrednictwem specjalnego zaworu, ustawionego w pobliżu maszynisty, t. j. przy kadzi z metalem.



Rys. 3. Widok urządzenia do odlewania rur w formach wirujących. Maszyna Lavaud'a.

Mechanizm lejarski, złożony z kadzi i rynny, porusza się też hydraulicznie i pozwala na dokładne wyregulowanie ilości wlewanego do rynny metalu.

Maszyna spoczywa na mocnym fundamencie i jest nieco nachylona, to znaczy przedni koniec, zwrócony do kadzi, jest położony nieco wyżej.

Odlewanie rur zaczyna się od położenia wskazanego na rys. 4, gdy rynna sięga do kołnierza rury (wewnątrz formy). W miarę odsuwania się wirującej formy, metal wylewa się jednostajnie na całej długości rury i gdy maszyna dojdzie położenia wskazanego na rys. 3, odlewanie jest skończone.

Aby nadać odpowiedni kształt kołnierzowi rury, używa się stosownych rdzeni, przeważnie metalowych. Rurę, po wyciągnięciu jej z formy, oddaje się do wyżarzenia, poczem jest ona gotowa do użytku.

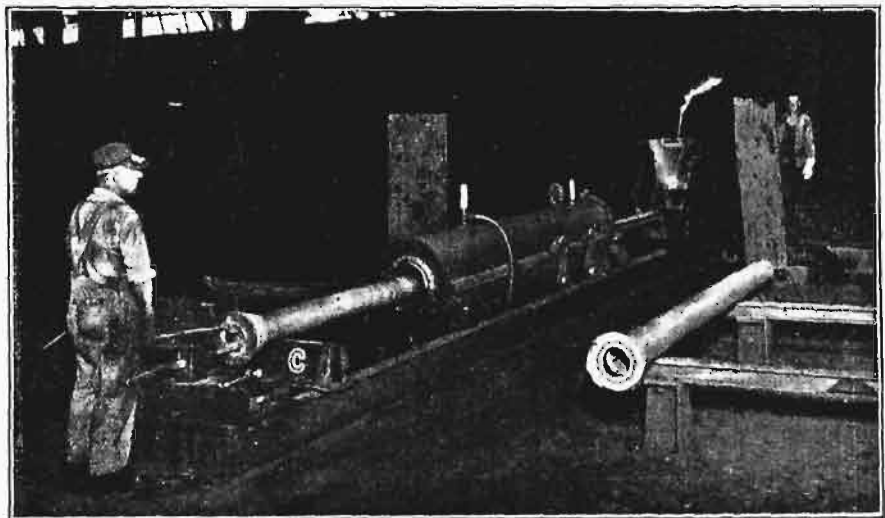
Każdą maszynę obsługuje 4-ch robotników. Wydajność maszyny wynosi 100 rur 6" — 8"  $\phi$ , długości około 5 m, w ciągu 8-godzinnego dnia rob., czyli jest przeszło dwukrotnie większa, aniżeli przy formowaniu maszynowym. Ze względu na to, że przy tym sposobie wytwarzania rur niema obawy, aby ścianki były niejednakowej grubości, unika się potrzeby dodawania 3 mm do normalnej grubości ścianki (rury na 6 at ciśnienia). Wskutek tego rury takie ważą przeciętnie o 25% mniej niż odlewane starym sposobem. Zarazem właściwości mechaniczne ich o tyle się polepszają, że rura taka, mimo zmniejszonej grubości ścianek, wytrzy-

muje bezpiecznie ciśnienie 10 at, zamiast przepisowych 6-ciu. Braków przy produkcji jest około 5%.

Opisana powyżej maszyna odlewnicza należy do typu maszyn z formą ochładzaną. Ochładzanie to, zwiększające wytrzymałość kosztownych form, ma jednak ujemne strony, a to z racji potrzeby dodatkowego żarzenia odlewów ze względu na utwardzoną powierzchnię, co powoduje po-części kruchość, po-części zaś trudności przy obróbce mechanicznej.

Z tych powodów, w ostatnich czasach został wprowadzony przez amerykańskiego odlewnika Cammen'a sposób odlewania rur w formach nagrzanach aż do przybrania koloru białego, t. j. prawie do 1090° C. Przy odpowiednim doborze materiału form, oraz przy stosownej konstrukcji, nagrzewanie takie nie wpływa jakoby na trwałość form. Sposób Cammen'a został zastosowany z wielkim powodzeniem do wytwarzania rur stalowych, bronzowych i in.

Interesujące liczby, dotyczące kosztów założenia i eksploatacji, przytacza wynalazca tego sposobu w „Iron Age”, r. 1922, str. 405—6. Instalacja taka jest złożona z pieca do podgrzewania form, suwnicy do szybkiego przewożenia formy nagrzaną do bębna wirującego oraz z samej maszyny. Do wytwarzania rur stal. o długości 5 m i średnicy do 150 mm—koszta założenia wynoszą razem z maszyną 10000 dol. Po-



Rys. 4. Odlewanie rur żeliwnych w formie wirującej.

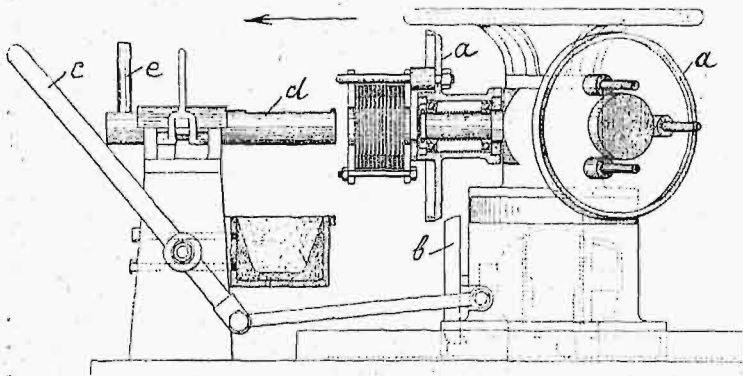
wyjęciu rury z formy, przechodzi ona przez walcownicę, która za jednym przeciągnięciem oczyszcza powierzchnię rury. Dane dotyczą fabryki wytwarzającej rury 4-ch wymiarów, w ilości około 40000 kg (40 t) na godzinę, koszt własny wynosi na tonnę rur do 40 dol., t. j. około 200 zł., wliczając metal, paliwo, robociznę (wyłączając przetapianie), amortyzację i t. d. i jest znacznie niższy od kosztu produkcji rur sposobem Mannesmana.

Jednocześnie autor podkreśla, że ze względu na trudność wlewania dokładnie potrzebnej ilości metalu, która dla rury 5 m długości o średnicy 150 mm stanowi tylko 150 kg, rury te są klasyfikowane tylko według średnicy zewnętrznej i sprzedawane na wagę, ponieważ grubość ścianek nie jest tak dokładnie utrzymana, jak w rurach walcowanych.

Trzecim rodzajem maszyn do odlewania odśrodkowego są maszyny o formach zleka podgrzanych.

Maszyn tego ostatniego rodzaju używa się przeważnie do odlewania z żeliwa przedmiotów o małych wymiarach, jak np. pierścienie tłokowe, tuleje, koła zębate i t. d.

Podam tu jedną z takich maszyn, wprowadzoną w odlewni Forda, która doskonale uwidoczni sposób wykonania pierścieni tłokowych (rys. 5).



Rys. 5.

Maszyna odlewnicza do odlewania pierścienia tłokowych (zakł. Forda).

Maszyna ta posiada trójramienny suport, obracający się około osi pionowej, na którym ustawia się 3 formy. Do tarczy uchwytowej przymocowuje się formy stałe, nieochładzane; każda forma składa się z szeregu pierścieni żeliwnych, przełożonych pierścieniami z miękkiej blachy żelaznej i tworzy w ten sposób szereg żłobków, odpowiadających gotowym pierścieniom tłokowym. Dóbrając odpowiednie pierścienie tworzące formę, możemy wytwarzać pierścienie różnej średnicy, w danym wypadku od 37 do 200 mm, wogóle zaś — do 1000 mm średnicy. Pierścienie tworzące formę są odpowiednio ściągnięte, przyczem do wykonania tej czynności stosowana jest specjalna maszyna, która samoczynnie zestawia formy. Przez posunięcie dźwigni *c*, przyciska się tarczę cierną *a* do tarczy *b*, umieszczonej na wałku silnika elektr.; wskutek tego forma zaczyna się obracać około osi. Ilość obrotów w czasie odlewania wynosi 1200 na minutę. Jednocześnie z włączeniem silnika, suport zaczyna się posuwać w kierunku strzałki, tak że żłobek *d*, napełniony metalem, dostaje się do wnętrza formy wirującej. Lekkiego poruszenia dźwigni wystarcza, by żłobek opróżnić. Po wylaniu do formy porcji metalu, ta ostatnia odsuwa się na miejsce początkowe, tarcza *b* wyłącza się samoczynnie, a suport obraca się o 120°, podstawiając do odlania nową formę.

Pierścienie tak wytworzone są twarde i kruche. Należy je wyżarzyć. Czynność tę wykonywa się w małych piecach automatycznych o nieprzerwanym biegu. Pierścienie wkładane są z góry, wypadają zaś z dołu. Wydajność pieca stanowi — 20 pierścieni na minutę, czyli 1200 sztuk na godzinę. Po wyżarzeniu, pierścienie są gotowe do użytku, należy je tylko przepuścić przez automat, który wygładza ich powierzchnię.

Wydajność jednej maszyny do odlewania pierścieni wynosi 20000 szt. w ciągu 8 godzin. Na pokrycie zapotrzebowania Ford'a wystarczają zaledwie 3 takie maszyny, zamiast 125 dawnych maszyn formierskich o napędzie mechanicznym.

Dla obsługi maszyny odlewniczej, jak również 2-ch maszyn pomocniczych — zestawiającej formy i oczyszczającej odlew oraz — pieca do żarzenia potrzeba 11 ludzi, przeważnie chłopców 18—19-letnich. Powierzchnia potrzebna do wytwarzania 20000 pierścieni dziennie wynosi 36 m<sup>2</sup>.

Przy stosowaniu zwykłych maszyn formierskich o napędzie mechanicznym do tej samej wytwórczości, należałoby uruchomić 125 maszyn, obsługiwanych przez 250 osób, nie licząc robotników zatrudnionych przy przygotowaniu ziemi, oczyszczaniu, innych robotach pomocniczych w odlewni, jak również ogromnej ilości maszyn i personelu w warsztatach mechanicznych.

Jeżeli teraz przejdziemy do charakterystyki metalu w gotowym odlewie — to należy podkreślić, że właściwości mechaniczne odlewu otrzymanego z form wirujących są zazwyczaj inne, aniżeli odlewu w piasku, przy jednakowym składzie chemicznym użytego metalu. Żeliwo naprz. można otrzymać o dużej twardości, gdy z powodu szybkiego krzepnięcia metalu ilość grafitu będzie nieznaczna (siła odśrodkowa oczywiście żadnego tu wpływu nie ma). Żarzenie odlewu, które następuje potem, wpływa dodatnio na jakość odlewu. Wirowanie formy ułatwia też likwację — t. j. wydzielanie się domieszek, przeważnie szkodliwych (siarka i in.). Wydzieliny te zbierają się na wewnętrznej powierzchni odlewu, przy obróbce łatwo dają się usunąć, wobec czego otrzymuje się zdrowy materiał. Jednakże polegać na tem nie należy, tembardziej że wydzielanie się domieszek na samej prawie powierzchni następuje rzadko i tylko przy odpowiedniej prędkości wirowania oraz temperaturze metalu i formy, przeważnie zaś krzepnięcie metalu następuje wcześniej, nim domieszki zdążą dotrzeć do wewnętrznej powierzchni odlewu. Opisywany więc sposób odlewania wymaga użycia bezwzględnie pierwszorzędno materiału.

Doświadczenia przeprowadzone z brązem w Stokes Castings Ltd (Mansfield—Anglja) wykazały znacznie lepsze właściwości mechaniczne materiału przy odlewaniu w formach wirujących, niż przy nieruchomych formach z piasku. Tak więc naprężenie rozrywające wzrosło z 20 kg/mm<sup>2</sup> do 30 kg/mm<sup>2</sup>, zaś wydłużenie z 9% do 14%.

Badania Bureau of Standards, przeprowadzone w stosunku do stali, wykazały, że materiał otrzymany przy dokładnym przeprowadzeniu przebiegu odpowiada wszystkim przepisom ustalonym dla kutej stali artyleryjskiej. Wyniki te tłumaczą nam, dlaczego w pewnych wypadkach pionierów tego sposobu wytwarzania spotkał poniekąd zawód i naprz. Ford poszukuje obecnie innego sposobu wytwarzania pierścieni tłokowych. Okazało się bowiem, że pierścienie te są zbyt twarde, więc dla zastosowania ich należy najpierw ulepszyć materiał cylindrów, gdyż w przeciwnym razie ścianki cylindra prędzej ulegają zniszczeniu, niż pierścienie.

Aby zaradzić temu, niektóre firmy, jak naprz. wspomniana już wyżej Stokes Castings Co, zastąpiły żeliwne

cyndry blokami glinowymi z wprasowaniami w nie tulejami żeliwnymi, odlanymi również sposobem odśrodkowym. Przy odpowiednim doborze materiału na tuleje i na pierścienie, sprawa rozstrzyga się zupełnie zadowalająco.

Należy również podkreślić, że w niektórych konstrukcjach, wprowadzanych obecnie, części muszą być odlewane wyłącznie sposobem odśrodkowym, jak to ma miejsce przy wyrobie tulei dłuższych, o grubości ścianek 2—2,5 mm.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

### ORGANIZACJA WYTWÓRCZOŚCI.

#### Czynniki postępu wytwórczości w Ameryce<sup>1)</sup>.

W obszernym artykule, zawierającym spostrzeżenia z podróży do Ameryki, omawia prof. G. Schlesinger zasadnicze cechy amerykańskiej techniki i organizacji produkcji, wskazując zarazem braki, istniejące pod tym względem w Niemczech<sup>2)</sup>.

Szkolenie robotników w fabrykach zaczęło się rozwijać dopiero od niedawna, i to w największych tylko wytwórniach (General Electric, Westinghouse, Ford, Brown & Scharpe i in.). Ilość jednak uczniów jest stosunkowo nieduża (w fabr. Forda—900 uczniów na 110 000 robotników, a więc ok. 0,9%). Wyszkoleni robotnicy otrzymują znacznie wyższe płace (do 60 dol. na tydzień) niż niewykwalifikowani (ok. 30 dol.).

Znacznie więcej uwagi poświęca się praktycznemu szkoleniu studentów. Szczególnie ciekawe są przytem metody zastosowane w Uniwersytecie w Cincinnati. Uczelnia ta weszła w porozumienie z większymi i dobrze zorganizowanymi fabrykami miejscowymi, co do wspólnego przygotowywania przyszłych inżynierów do pracy. Studenci wydz. budowy maszyn (Depart. of Engineers) kształcą się najpierw 1/2 roku w Politechnice, a potem przez 4 1/2 lat — na zmianę — po 4 tygodnie — w fabryce i w Politechnice. Ażeby fabryka i Uniwersytet były jednakowo obciążone, uczą się zawsze studenci parami, tak że gdy jeden przechodzi kurs teoretyczny—drugi jest na praktyce.

Wyniki są jednomyślnie uznawane przez obie strony za bardzo zadowalające, o ile chodzi o inżynierów warsztatowych (Betriebsingenieur). Natomiast ilość kształcących się w kierunku konstrukcyjnym spadła niemal do zera, co zresztą tłumaczy się też małymi płacami tej kategorii pracowników w przemyśle amerykańskim (choć, jak twierdzi Schlesinger, są one jednak znacznie wyższe niż w Niemczech). Podobną metodę kształcenia przyjęła też średnia szkoła techn. (High School) w Springfield, Vermont, tylko zmiana miejsca nauczania odbywa się tu co 14 dni. Miasto Springfield liczy 7 200 mieszk., z czego połowę stanowią robotnicy. Ilość uczniów w szkole wynosi 50—60. Wyniki nauczania są podobno również zadowalające, zaś szkoła (wzgl. miasto) zaoszczędza kosztów budowy i utrzymania warsztatów szkolnych.

Oczywiście, Politechnika, czy też szkoła średnia, musi się znajdować w środowisku przemysłowym, inaczej studenci zmuszeni będą wyjeżdżać daleko do fabryk (co właśnie już zachodzi w Cincinnati), a to już znacznie utrudnia studia.

<sup>1)</sup> V. D. I., t. 69 (1925), str. 346.

<sup>2)</sup> Z ciekawego tego artykułu przytoczyliśmy już niedawno streszczenie o metodach obróbki (dotłaczanie) oraz o transporcie wewnątrz wytwórni. Przegl. Techn., t. 63 (1925) str. 228 i n.

W każdym razie pomysł ten, jeśli nie może być do słownie stosowany gdzieindziej, to może posłużyć w pewnym stopniu za przykład.

Obok szkolnictwa wszelkich stopni, niezwykłym uznaniem cieszy się prasa techniczna, o ile stoi na właściwym poziomie. Uważa się ją za jedyny środek kształcenia dla zajętych całodzienną pracą zawodową robotników, majstrów, inżynierów, wreszcie kierowników wytwórni. Książka, nim zostanie wydrukowana, jest nieraz już przestarzała. Tylko tygodnik techniczny, stojący na wysokości zadania, może być rzeczywiście źródłem wszelkich wiadomości o postępach techniki, źródłem — najłatwiej zasilającym technika w wiedzę fachową. Podkreśla się przytem często, że pismo nie powinno ograniczać się do okolicznościowych przeglądów postępów rozm. dziedzin techniki, lecz winno zagłębiać się w ważne a trudne zagadnienia warsztatowe i dawać ich rozwiązania.

Do zadań prasy przywiązuje przemysł amerykański tak wielką wagę, że uważa czasopiśmiennictwo za jeden z najskuteczniejszych czynników opanowania konkurencji zagranicznej, przez stałe informowanie inżynierów o postępach techniki.

To też przemysł zasila wydawnictwa wielkimi sumami, w postaci ogłoszeń, traktowanych nie tylko jako potężny środek reklamy i rozwoju sprzedaży, lecz również jako obowiązek zawodowy, który przytem może nie raz opłacić się stokrotnie, w postaci ulepszenia produkcji.

Niemiecki przemysł, jak wiemy, nie odmawia też poparcia swej prasie, a jednak autor zarzuca mu, że traktuje ją tylko jako środek reklamy, nie zaś z punktu widzenia zawodowo-obywatelskiego. U nas—dodajmy—ani jeden, ani drugi punkt widzenia przeważnie nie jest niestety uznawany.

Naogół przemysł kieruje się nast. zasadami: doskonałe wykonanie i najlepsza konstrukcja — są to jedyne środki utrzymania się w światowej walce konkurencyjnej.

Wszystkie wysiłki są skierowane ku osiągnięciu najwyższej wydajności. Programy produkcji zostały przez wytwórnie amerykańskie ograniczone, przyczem liczne kategorie kosztów zmniejszono, natomiast urządzenia i metody pracy udoskonalono ogromnie.

Dalszą cechą wytwórczości ameryk. jest trzymanie się możliwie najdłużej niezmiennych konstrukcyj. Np. fabr. Jones & Lamson chwali się tem, że od 15 lat, poza drobnymi ulepszeniami, nie wprowadziła nowych konstrukcyj. To samo dotyczy szeregu in. wytwórni. Tajemnicą dobrego wyniku wytwarzania jest konserwatywność, lecz dobrze opracowana konstrukcja. Pomimo to wszystkie fabryki poważniejsze pracują nad ulepszeniami i nowościami, opracowują je jednak b. wolno i ostrożnie, nie wypuszczając na rynek dopóty, dopóki nie są zupełnie pewne, że są one praktycznie bez zarzutu, i że dają istotne, dobrze opracowane ulepszenie.

Uderzające jest również, mówi autor, że we wszystkich wytwórniach, wyrabiających masowo rozm. odlewy

i śruby, zanika obróbka zgrubna (zdzieranie); decydujący wpływ wywarła w tym kierunku technika budowy samochodów, używająca odlewów wprost z form, części tłoczonych — wprost z wykrojów i t. p. Wymaga to wysoce rozwiniętej techniki warsztatowej i wielkiej pracy w kierunku normalizacji surowców, ku czemu przyczyniły się w znacznym stopniu coraz obostrzane warunki techniczne i przepisy badania materiałów. Obrabiarki pracują z najwyższym obciążeniem, muszą więc być b. mocne, przy najdogodniejszych posuwach i prędkościach. W wielu fabrykach, jak Ford, Dodge, Hudson, Buick, Chevrolet i t. d. liczne obrabiarki pracują po 24 godziny bez zatrzymania. Z tem należy się liczyć już przy projektowaniu obrabiarek. Fabr. Le Blond wypuszcza proste tokarki do obróbki żeliwa lub żelaza kutego lub też aluminium, pracujące z jedną tylko szybkością (b. wysoką dla lekkich metali). W związku z tem nawołuje prof. Schlesinger przemysł obrabiarkowy niemiecki, by stanął na innej drodze, nawiązując kontakt z wytwórniami maszyn elektrycznych, samochodów, maszyn rolniczych i t. p., jeśli nie chce być przyciśniętym do muru przez wytwórczość amerykańską.

Jeśliby cła ochronne na samochody zostały cokolwiek zbyt wcześnie zniesione, to całemu przemysłowi obrabiarkowemu w Niemczech grozi upadek, gdyż obok spadku eksportu straciłby on na zawsze zbyt dla jednej z ważniejszych gałęzi wytwórczości.

W konkluzji zaznacza autor potrzebę szeroko zakrojonej specjalizacji wytwórczości, na wzór Ameryki, gdzie istnieją wytwórnie poszczególnych części obrabiarkowych. Może być to przeprowadzone jedynie na gruncie normalizacji. Zadanie to jest już w Niemczech rozwiązane w zakresie kółekrętnych, rękojeści wszelk. rodzaju, kołków i t. p., należy teraz przeprowadzić to samo dla kół zębatach, sprzęgieł, przegubów kulowych i t. p.

Przykładem daleko posuniętej specjalizacji są liczne wielkie fabryki samochodów w Ameryce, jak Packard, Lincoln, Cadillac, które poprostu sprowadzają gotowe tylne zestawy kołowe do swoich samochodów z fabr. Timken Roller Bearing Co; osiągają one znaczne oszczędności, a przytem i dostawca osiąga zysk.

Dalej ważnym czynnikiem udoskonalenia produkcji jest współpraca odbiorcy z wytwórcą, którą amerykanie nazywają nową moralnością w prowadzeniu interesów, mianowicie wzajemne komunikowanie sobie przez fabryki wyników, bez kramikarskiego zasłaniania się tajemnicą.

Wreszcie podkreśla autor znaczenie statystyki produkcji, którą daje rząd, rozwijający wogóle szeroką działalność pomocniczą dla przemysłu w wielu swych instytucjach od Bureau of Standards zaczynając, a kończąc na Department of Commerce. Podobnych zestawień statystycznych przemysł niemiecki nie posiada.

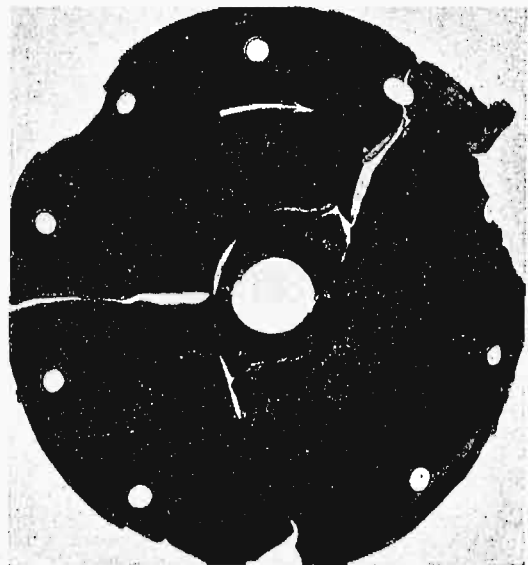
Zaznaczymy przy sposobności, że wszystkie omówione wyżej czynniki postępu wytwórczości znalazły też wyraz w referatach 2-go Zjazdu Inżynierów Mechaników Polskich.

## TURBINY PAROWE.

### Drgania wirników turbin parowych.

Niejednokrotnie zauważono pęknięcia wirników turbin parowych, których nie można było usprawiedliwić ani wadami materiału, ani nadmiernymi naprężeniami, powodowanymi przez siły odśrodkowe. Zdarzało się, że pękniętą tarczę zastępowano nową, którą poddawano uprzednio starannemu badaniu, i ta po 24 godz. pracy również pękała. Przyczynę tych wypadków należy upa-

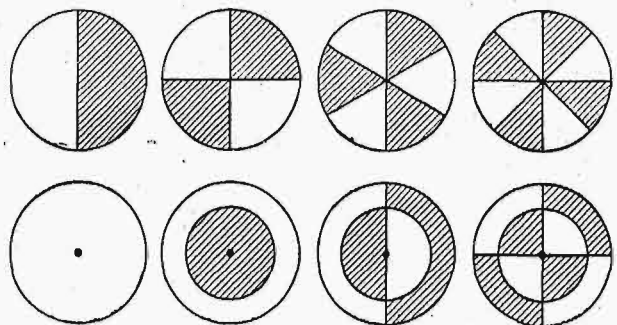
trywać w zjawisku zmęczenia metalu drganiami osiowymi. Zagadnienie to rozważa inż. Oehler w V. D. I.<sup>1)</sup>, przytaczając obszernie wyjaśnienie omawianych zjawisk, zaopatrzone w wywody matematyczne, oraz wyniki badań, przeprowadzonych w fabr. Germaniawerft<sup>2)</sup>.



Rys. 1. Wirnik turbiny o mocy 2600 KM, przy 3000 obr./min. 5%-wa stal niklowa o wytrzymał.  $R=6000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $A=18\%$ . Pęknięcia w 3-ach mlejskach. Pęknięcia zaczynają się zazwyczaj bądź przy otworze wyrównywującym nacisk pary, bądź przy wycięciu na wpust, bądź też przy przejściu od piasty do tarczy.

Kwestję drgań tych wyjaśnił gruntownie prof. Stodola, w swem dziele „Dampf- und Gasturbine“ oraz w artykule w „Schweiz. Bauz.“ (t. 63, str. 251 i n.)

Jak wiadomo z fizyki, na drgającej płytce sprężystej zamożowanej w jednym punkcie i pokrytej naprz. piaskiem, tworzą się pewne figury (Chladni'ego), które dzielą płytkę na części, znajdujące się w każdej chwili w przeciwnych fazach drgań. Płytki okrągłe mogą ulegać 9-ciu rodzajom drgań, przedstawionych na rys. 2 do 9. Są to drgania: 1) o 1, 2, 3... liniach węzłów przechodzących przez środek, 2) o 1, 2, 3... współśrodkowych kołach węzłów oraz 3) o kołach i liniach węzłów równocześnie.



Rys. 2—9. Figury drgań okrągłych płytek.

Autor nadmieniam, że w wirnikach turbin dostrzegano zwykle drgania o jednym kole węzłów; im większa jest

<sup>1)</sup> V.D.I. № 11 (t. 60), str. 335, z dn. 14 marca 1925 r.

<sup>2)</sup> Należy zaznaczyć, że wcześniej jeszcze od omówionych tu badań ogłoszono wyniki podobnych doświadczeń wykonanych w fabr. Brown, Boveri & Co w Badenie (Szwajc.) w których brał też udział prof. Stodola. (Engineering, 2 i 9 stycznia r. b.). O badaniach tych zamieścimy też słów parę niebawem.

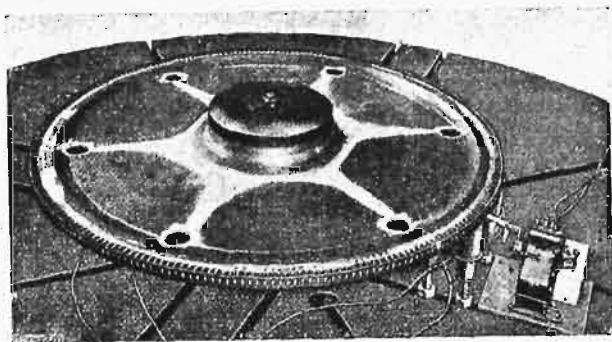
masa wału, tem bliżej niego leży to koło. Najgroźniejsze są jednak drgania o średnicowej linii węzłów; powstają one wówczas, gdy na jeden lub kilka punktów tarczy działają okresowo zmienne siły osiowe od  $+ \text{max.}$  do  $- \text{max.}$  Zrazu powstaje jedna linja średnicowa, przy wzrastaniu zaś częstości zmian tych sił ukazują się drgania o dwóch, trzech i t. d. linjach węzłów.

W turbinach nie zachodzi zasadniczo podobne zjawisko. Jednak przy częściowym zasilaniu wirnika, działa para, o pewnym stałym ciśnieniu, na znajdujące się w danej chwili naprzeciw dyszy miejsce pierwszego wirnika oraz na nieco rozszerzony obszar następných wirników. Jeśli mamy jedną dyszę, to w każdej chwili wirnik ulega działaniu pary tylko w jednym punkcie, który przechodzi przed dyszą. W tym punkcie zmienia się nacisk okresowo, za każdym obrotem, od zera do pewnego maximum. Dotyczy to wszystkich punktów wieńca, który jest coraz w innym miejscu naciskany i wyginany, ulegając impulsom wypływającego strumienia pary.

Gdy ilość drgań własnych wirnika jest równa ilości impulsów, wówczas (jak i w nieruchomej tarczy) zachodzi rezonans. Jest jednak zasadnicza różnica pomiędzy drganiami ruchomej a nieruchomej tarczy: wszystkie punkty pierwszej przechodzą podczas jednego obrotu wszystkie fazy drgania, podczas gdy w tarczy nieruchomej jedne jej punkty wychylają się stale od pewnego max. do min., zaś inne (na linii węzłów) stale są w spoczynku. Wirująca tarcza ulega więc całemu ciągłemu przekształceniom.

W ogólnym wypadku, jeśli będą 2 lub 3 dysze na równych odstępach obwodu tarczy, to powstaną drgania o dwóch lub trzech średnicowych linjach węzłów, które nazywamy odpow. drganiami 2-go, wzgl. 3-go rzędu.

Możliwe jest jednak również, że siła zmienna (impuls) działająca w jednym tylko miejscu obwodu wywoła drgania wyższych rzędów. Objasnia to zasada Fourier'a, głosząca, że każda okresowo zmienna siła może być zastąpiona zmieniającymi się sinusoidalnie siłami, t. zw. harmonicznymi. Naprz. siła o wartości 1, oddziałująca



Rys. 10. Badania drgań wzbudzonych zapomocą elektromagnesu w wirniku turbiny parowej.

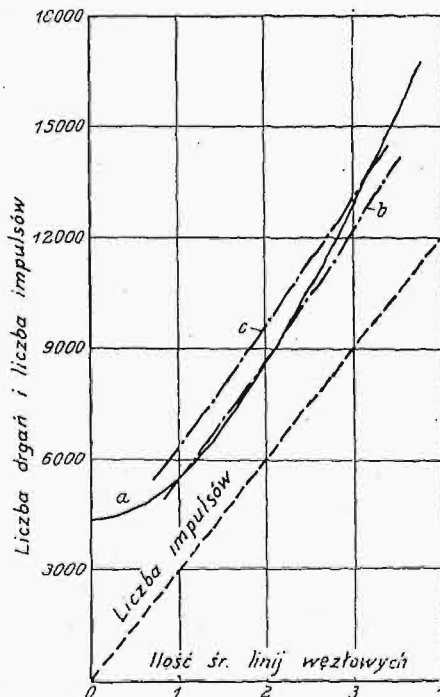
Rys. przedstawia figury Chladni'ego, wskazujące, że w danym wypadku zachodzą drgania 3-go rzędu.

tylko na  $\frac{1}{5}$  obwodu wirnika, może być zastąpiona pewną siłą stałą oraz szeregiem sił sinusoidalnie zmiennych, powodujących 1, 2, 3... drgań na obwodzie (t. zw. siłami 1-go, 2-go, 3-go i t. d. rzędu), o wartościach: 0,522, 0,358, 0,1... Każda z tych sił harmonicznych powoduje odpowiadające jej drgania: siła 1-go rzędu—drgania o jednej linii węzłów, 2-go rzędu—o dwóch i t. d.

W dalszym ciągu przechodzi autor do obliczenia liczby drgań własnych  $n_e$  tarczy o przekroju trapezowym, podobnie jak to uczynił prof. Stodola dla wirnika o profilu ograniczonym krzywymi parabolicznymi, i wy-

prowadza wzory dla samej tylko tarczy, następnie dla tarczy z piastą i wieńcem, a wreszcie uwzględnia wpływ niejednostajnego nagrzewania się wirnika.

W końcu opisuje doświadczenia, wykonane z wirnikami o promieniu tarczy 553 mm, wprawianymi w drgania zapomocą elektromagnesów, zasilanych prądem zmiennym. Drgania te można z łatwością słyszeć. By je nadto uwidocznić, posypywano tarczę (poziomą) piaskiem i wytwarzano w ten sposób figury Chladni'ego, wedł. których rozpoznawano rodzaj drgań (rys. 10). Poza tem notowano drgania zapomocą wibrografu Geiger'a. Przy  $n_e = 5\,500$  drg./min. uwidoczniła się jedna linja węzłów, przechodząca przez środek tarczy (drgania 1-go rzędu), przy  $n_e = 8\,620$  drg./min. — następowały drgania 2-go, zaś przy  $n_e = 12\,850$  — 3-go rzędu.



Rys. 11 Wykres liczby drgań własnych i liczby impulsów, wskazujący czy i kiedy zachodzi rezonans.

- a — liczby drgań wł. zaobserwowane
- b — " " " obliczone przy  $n = 0$  obr./min.
- c — " " " " "  $n = 3000$ .

Dla sprawdzenia warunków pracy wirnika w turbinie, wykonano wykres (rys. 11), zawierający linję ilości impulsów oraz krzywe ilości drgań własnych przy 3000 obr./min. i przy nieruchomej tarczy. Gdyby krzywe ilości drgań przecinały w jakimkolwiek punkcie linję liczby impulsów, to punkt ten wskazywałby warunki rezonansu. Ponieważ, jak widać z rys. 11, krzywe ilości drgań leżą tu daleko poza linją impulsów, przeto obawy niebezpiecznego rezonansu w danym wypadku niema.

## BIBLIOGRAFJA.

Nauka Fizyki. Podręcznik przeznaczony do użytku uczniów klas wyższych szkół średnich. Przez D-ra Władysława Natansona i D-ra Konstantego Zakrzewskiego, profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego. Tom III, zeszyt pierwszy (stron VIII + 238). Nakład Gebethnera i Wolffa.

Sfery nauczycielskie i garnące się do wiedzy przyrodniczej koła młodzieży szkół średnich powitały niewątpliwie z radością ukazanie się dalszego ciągu podręcznika, godnego także szczególnej uwagi naszych techników. Z tem większem zadowoleniem

wiłać będziemy część ostatnią, która jako drugi zeszyt tomu III-go ma się ukazać jeszcze przed upływem r. b. Wydana teraz pierwsza część tomu III-go, niewiele ustępuje co do objętości całemu tomowi II-mu, przewyższając zarazem nieco I-szy tak, iż można liczyć na całość blisko 900 stron druku. Niejednemu ze starszych nauczycieli lub inżynierów będzie się może wydawać, że to za dużo, ale jakże niesłusznie! Książka o takich walorach, uzupełniająca w znakomity sposób wykład nauczyciela i budząca zapal do wiedzy u każdego myślącego młodzieńca, winna być z konieczności znacznie obszerniejsza od zwężonych repetytorjów raczej lub konspektów, jakimi dawniej zwykle posługiwano się w szkole.

Pod względem formy i treści wydana część staje godnie obok dwu pierwszych tomów, z których zdałem sprawę w № 5 Przeglądu Technicznego. Te tomy zawierały mechanikę, naukę o ciepłe i akustykę. Niniejszy obejmuje elektryczność i magnetyzm z rozdziałami: 1. Pole elektryczne statyczne. 2. Prąd elektryczny. 3. Pole magnetyczne statyczne. 4. Pole magnetyczne prądu. 5. Prawa prądów trwałych. 6. Zjawiska elektromagnetycznej indukcji. 7. Drgania i fale elektryczne. 8. Elektrony.

Wszędzie widać ogromną staranność w ścisłym sformułowaniu podstawowych pojęć, wynikającą z głębokiej znajomości historii i filozofii wykładanej nauki; z gorącego jej umiłowania. Widać także wielki talent dydaktyczny Autorów w przeprowadzeniu rozmowań indukcyjnych tak, iż znakomicie ułatwia nauczycielowi stosowanie metody heurystycznej. Po mistrzowsku zwłaszcza oddano w książce tok myśli twórczej Faradaya, Maxwell'a i Hertz'a. Wszędzie też uwzględniono najważniejsze zastosowania techniczne, aż do najnowszych, to jest radjotelegrafii i radjotelefonji.

Ażeby scharakteryzować niezwykle wytworny, pełen polotu, naukowy styl książki, pozwolę sobie przytoczyć ustęp z § 1, traktujący o „przedmiocie III-go tomu“, tudzież zakończenie rozdziału o elektronach:

„... Widząc, że ciało *A* działa na ciało *B* mechanicznie, szukamy między nimi materialnych połączeń. Gdy marjonetka posuwa się lub podskakuje, powiadamy, że jest osadzona na drucie lub wisi na sznurku; gdy ptak spada zabity, domyślamy się kuli lub strzały, która dosięgła go w locie. Nie wierzymy, ażeby można było mechaniczną pracę wykonywać zdaleka; kopiemy kanały, wybieramy tunele zapomocą łopat, motyk i świrdrów, nie zapomocą magicznych formuł i zaklęć. Wiemy, że ląd nie rozstąpi się, skały nie poruszają się bez pracy; wiemy nadto, że ową pracę trzeba doprowadzić aż do nich“.

„Zagadnienie nie jest wszakże tak proste, jak wydaje się na pierwszy rzut oka. Kula ziemską przyciąga ku sobie chmure, balon, aeroplan lub kamień ku niej biegnący, ale nie ciągnie ich sznurem ani łańcuchem; *jak* ziemia je ciągnie? Ziemia działa na księżyc i doznaje jego działania, jakkolwiek nie jest z nim materialnie złączona. To samo ciało jest jednakowo ciężkie w powietrzu, w wodzie, w rtęci i w próżni; nie istnieją zasłony, o ile dotychczas wiadomo, które tamowałyby działanie ciężenia. Częstka materji głęboko w ziemi leżąca przyciąga inną, wewnątrz księżycy schowaną cząstkę dokładnie tak samo, jak gdyby nie było przegradzających warstw i pokładów materji. Takie fakty wychodzą poza zwykły porządek codziennych mechanicznych wydarzeń. Dlatego właśnie, w okresie dzieciństwa, myśl ludzka nie mogła zrozumieć posuwania się słońca po sklepieniu niebieskiem; naiwna wyobraźnia umieszczała, promienistą tę bryłę ra wozie ciągniętym przez bajeczne rumaki. Mędrcy późniejsi osadzili słońce i gwiazdy na baniach kryształowych, na sferach przeczyszczonych, kręcących się dokoła ziemi odwiecznie. Kartezjusz oto-

czył te kule splotami wirów burzliwych, które miały je poruszać; dopiero Newton zmiotł z niebios zalegającą je pajęczynę“.

„Przyglądajmy się ruchowi wozu mlejskiej elektrycznej kole; co porusza ten wagon wbrew oporom i tarcia? Wagonu nie ciągnie pręt, którym wóz łączy się z rozpiętym od góry przewodem; ten pręt możnaby zastąpić drutem luźnie wiszącym. Choćby i w próżni, magnes pociąga ku sobie drobne opiłki, cienkie zaś skrawki bibułki Igną do potartego bursztynu. Staromodne dzwonki wprawiamy w ruch, ciągnąc złączony z nimi sznur lub taśmę; takie zjawisko leży w zakresie zwyczajnej mechaniki; gdy jednak, naciskając mały guziczek, budzimy czynność bardzo odległego przyrządu, wywieramy jakieś inne, nie mechaniczne działanie. W Krakowie albo w Warszawie możemy dziś słuchać muzyki lub śpiewu, które rozlegają się w Operze paryskiej; wygłoszona w Londynie mowa brzmi w Przylądku Dobrej Nadziei; w New-Yorku słychać wybornie chlupot fal bijących o brzeg Spokojnego Oceanu. Poprzez próżną otchłań przestrzeni, z odległości niezmiernie, słońce dokonywa bezustanku pracy olbrzymiej na powierzchni kuli naszej ziemskiej. Odbывают się zatem w naturze jakiegoś wydarzenia, nie tak blisko ani nieodzownie złączone z materją, jak cieplne i mechaniczne zjawiska, które poznaliśmy w poprzednich tomach tej książki; świat chowa w sobie tajemnice dziwniejsze, trudniej uchwytne, później poznane, w wysokim stopniu zasługujące na naszą uwagę“.

Na końcu zaś § 120 (Promieniotwórcze przemiany) czytamy:

„W łonie promieniotwórczych atomów są zatem ukryte niezmiernie zasoby energii. Ale takie atomy są i muszą być rzadkie. Są to ostatni, jeszcze żywi i czynni świadkowie straszliwego twórczego procesu, który niegdyś, w mrocznej dla nas epoce, dźwigał grube zręby obecnego ustroju materji. Inne atomy, cała reszta dzisiejszej materji, to zapewne tylko odpadek, tylko rumowisko i próchno pozostałe po owem tytanicznym zjawisku. Lecz i te prostsze atomy, jak poczynamy domniemywać się dzisiaj, mogą zawierać niespodziewane skarby energii. Wiemy bardzo mało dotychczas o istotnej naturze jąder w atomach; zaledwie dowiedzieliśmy się o obecności i roli tego rdzenia wszelkiej materji; zaledwie zaczynamy przenikać dziwne jego tajemnice. Co przyniesie pokoleniom następnym dalszy rozwój naukowego badania? Czy rozplątanie zagadek, których dopiero domyślamy się dzisiaj, nie będzie dla nich warunkiem zachowania życia na ziemi? Na te i podobne pytania niepodobna jest nam odpowiedzieć“.

Ale staranność opracowania widnieje nie tylko z rozważań ogólnych w rodzaju przytoczonych powyżej; także ustępy zawierające trzeźwe rozumowania matematyczne, oparte na materiale doświadczalnym, są jakby wyczelowane pod względem formy i ścisłości, a przytem bogate w treść. I w tych ustępach znajdujemy często wplecione głębokie myśli filozoficzno-przyrodnicze, które, być może, sprawiły, że niektórzy uważają książkę „za trudną“. Oto np. czytamy w § 43 (Faradaya pierwsze prawo elektrolizy):

„Teorja oddaje nieocenione usługi poznawaniu natury; jeśli ich nie oddaje, staje się wkrótce zbyteczna. Pociągając za sobą pewne następstwa, teorja domaga się istnienia pewnych zależności, pewnych ilościowych związków lub praw. Spróbujmy i my wprowadzić wnioski z hipotez, które przed chwilą przyjęliśmy. Wyobraźmy sobie zjawisko elektrolizy kwasu solnego, ...“

Jak już zaznaczyłem w ocenie dwu pierwszych tomów, wspomniane skrupuły dydaktyczne przemawiają raczej na korzyść książki, która pobudzając zdolniejszą młodzież do samodzielnego naukowego myślenia, ostrząc zmysł krytyczny, a dając zarazem pokaźny zasób wiedzy, zaważy niewątpliwie poważnie na poziomie naukowym fizyki w Polsce w niedalekiej przyszłości. Oby jak najrychlej!

M. T. Huber



# P. K. N. WIADOMOŚCI POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO.

№ 22

Warszawa, dnia 3 czerwca 1925 r.

Rok 1

**TREŚĆ:** Zasady przyjęcia szyn. — Projekt warunków technicznych na dostawę szyn stalowych. — Zestawienie zasadniczych wymagań, dotyczących głównych właściwości materiału szyn na podstawie przepisów zagranicznych i projektów hut krajowych.

**SOMMAIRE:** Principes des conditions techniques de la réception des rails. — Projet du cahier des charges pour la fourniture des rails en acier. — Extrait des prescriptions de pays divers concernant les propriétés physiques et chimiques du métal des rails.

Polski Komitet Normalizacyjny, podając do wiadomości wszystkie projekty polskich norm oraz technicznych warunków dostawy przed ich wniesieniem na plenum Komitetu, ma na celu wywołanie odpowiedniej dyskusji, oraz rzeczowej krytyki szerszego ogółu osób zainteresowanych.

Biuro Komitetu prosi o nadsyłanie wszelkich sprzeciwów, dotyczących powyższych projektów, pod adresem: Polski Komitet Normalizacyjny, Ministerstwo Przemysłu i Handlu, ulica Elektralna 2, w terminie podanym nad nagłówkiem każdego projektu.

Uzasadnienia sprzeciwów powyższych mogą być ewent. drukowane w dziale „Wiadomości P. K. N.” Przeglądu Technicznego, winny jednak być w tym celu odpowiednio opracowane.

Biuro P. K. N. przypomina, iż

z dniem 15 czerwca r. b. upływa

### TERMIN ZGŁASZANIA SPRZECIWÓW

do projektu normy:

Próba doraźna żeliwa i stopów nieciągliwych na rozciąganie.

(Vide „Przeł. Techn.” № 13).

## Zasady przyjęcia szyn

według projektu Prof. W. Broniewskiego.

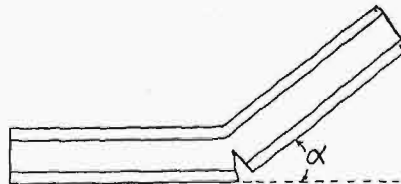
I Zasady ogólne. Warunki przyjęcia:

- a) powinny stawiać wymagania, dotyczące własności materiału, a nie sposobu jego otrzymania,
- b) powinny być jasne, by nie dawały powodów do dowolnej interpretacji,
- c) powinny być ściśle i proste, by dawały wyniki pewne nawet u kontrolerów specjalnie nie wyszkolonych i mogły być stosowane na możliwie znacznej ilości próbek.

II Próby ogólne mają na celu zakwalifikowanie materiału fabrycznego na: 1) przyjęty, 2) wątpliwy, 3) odrzucony, i polegają na próbach: A) odporności na uderzenie i B) twardości.

A) Próby odporności na uderzenie proponowane są według przepisów francuskich (szyny nadcięte) z następującymi modyfikacjami:

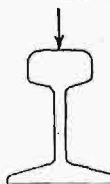
- 1) zostaje wprowadzona poprawka, dotycząca wysokości spadku młota, zależnie od temperatury, przy której próba się odbywa.
- 2) co dziesiąta próbka ma być złamana przez stopniowe podwyższenie wysokości spadku dla określenia kąta przegięcia ( $\alpha$ ) szyny (rys. 1), przy którym to złamanie następuje. Da to wskazówkę dodatkową, dotyczącą odporności na uderzenie.



Rys. 1.

Materiał, nie czyniący zadość próbom odpornościowym, zostaje odrzucony.

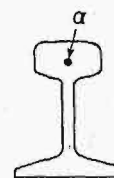
B) Próby twardości. Próby te, robione na płaskiej części główki kulką 10 mm  $\phi$  pod ciśnieniem 3000 kg, powinny wykazać twardość wyższą od 200 jednostek Brinella przy trwaniu ciśnienia powyżej 30 sek. Przy twardości wyższej od normy, huta otrzymuje premję. Przy twardości niedostatecznej, materiał zostaje uznany za wątpliwy i poddany próbom uzupełniającym.



Rys. 2.

Próby materiału wątpliwego:

- a) Analiza chemiczna, wykonana na próbce, wyjętej z bocznej części szyny ok. środka główki ( $a$  rys. 3), powinna wykazać mniej niż 0,06% P i mniej niż 0,06% S.
- b) Próby wytrzymałościowe, wykonane na próbce normalnej ( $l = 10 d$ ), powinny wykazać wytrzymałość  $> 70 \text{ kg/mm}^2$  i wydłużenie  $> 10\%$ .
- c) Budowa powinna być drobnoziarnista, czyli wymiary kryształów ferrytu w dowolnie obranym miejscu powinny być  $< 0,1 \text{ mm}$ .



Rys. 3.

## Projekt warunków technicznych na dostawę szyn stalowych

w części dotyczącej własności materiału

(opracowany przez podkomisję złożoną z pp. prof. Broniewskiego i inż.-gór. Żukowskiego).

1. Szyny mają być wyrabiane ze stali zlewnej.

Sposób wyrobu stali pozostawia się do uznania dostawcy, który winien wskazać sposób wyrobu do wiadomości zamawiającego.

2. Pod względem składu chemicznego, dostawcę obowiązuje wykonywanie rozbioru chemicznego każdego spustu. Zawartość w stali fosforu i siarki nie może przewyższać 0,06% każdego z tych składników.

Zawartość innych pierwiastków chemicznych pozostawia się do uznania dostawcy, byle tylko własności stali odpowiadały przepisanyemu warunkom. Wyniki rozbioru winny być załączone do wykazów szyn przedstawionych do odbioru.

3. Od każdej przewalcowanej sztaby szynowej winny być odcięte końce, odpowiadające górnej i dolnej części bałwana. Odcięty koniec górny powinien mieć długość wystarczającą do otrzymania próbki do próby na uderzenie pod kafarem.

Próba na uderzenie wykonywa się nad próbką w ten sposób otrzymaną, w razie zaś gdyby nie uczyniła ona zadość tej próbie, — nad próbką z górnego końca pierwszej za nią szyny.

W razie gdyby i ta próba dała wyniki niezadawalające, wszystkie szyny pochodzące z danego bałwana będą odrzucone.

Próba nad próbką z odciętego końca górnego sztaby może być na życzenie dostawcy pominięta i wtedy o wyniku próby na uderzenie decyduje jedna tylko próba, z próbką otrzymaną z pierwszej górnej szyny.

4. Jeżeli próby na uderzenie z próbkami z 5-ciu po sobie następujących bałwanów dały wyniki zadawalające, to ilość prób na uderzenie może być według uznania inspektora odbiorczego i na jego odpowiedzialność zmniejszona, nie mniej jednak niż do 2-ch prób na każdy spust. Gdyby chociaż jeden bałwan pewnego spustu dał wyniki niezadawalające, to próba na uderzenie powinna być wykonana ze wszystkimi bałwanami danego spustu; dotyczy to również ponownego stwierdzenia polepszenia wyrobu.

5. Próbka, poddawana próbie na uderzenie, winna mieć długość 70 cm i otrzymuje nacięcie przez wyfrezowanie w główce cylindrycznego zagłębienia o promieniu walca 5 cm, na głębokość  $\frac{2}{5}$  wysokości główki, licząc do poziomu jej dolnych krawędzi bocznych.

Próbka przygotowana w ten sposób umieszcza się główką na dół na dwóch podporach w odległości 50 cm. Podpory, również jak dolna powierzchnia baby, której ciężar wynosi 300 kg, są zaokrąglone promieniem 10 cm według załączonego wzoru. Wysokość spadania baby podana jest w załączonej tabeli 1).

6) Przy próbie na uderzenie, próbka powinna wytrzymać jedno uderzenie baby bez złamania ani nadpęknięcia.

Co dziesiąta próbka winna być poddana, w celach informacyjnych, uderzeniom baby aż do złamania, przez stopniowe o 10% zwiększenie wysokości spadania, poczem

1) Tabela ta ułożona jest według wzoru:  $H = kP_{kg/m} \{10 + 0,05(t^{\circ} - 15^{\circ} C)\}$ ,  $k$  — jest to współczynnik, zależny od przekroju szyny i twardości metalu.

winien być zmierzony kąt, jaki tworzą względem siebie obie połowy złamanej próbki, i wysokość spadku baby, przy której nastąpiło złamanie.

7. Odcinki próbek, poddanych próbie na uderzenie, poddawane są nadto próbie twardości przez wgniatanie kuli, według sposobu Brinell'a w płaską, wygładzoną pilnikiem powierzchnię toczną główki. Przy średnicy kuli 10 mm i nacisku 3000 kg, liczba Brinell'a (stosunek nacisku w kg do powierzchni wgniatania w  $mm^2$ ) winna wynosić conajmniej 200.

Do próby twardości winny być użyte maszyny typu dźwigniowego lub tłokowego, pozwalające na sprawdzenie nacisku bezpośrednio zapomocą ciężarów, nie zaś sprężyn lub manometru.

8. Szyny, które nie będą czynić zadość warunkom technicznym pod względem twardości (p. 7), będą poddane badaniom materiału pod względem struktury metalu i składu chemicznego i, w razie zadawalających wyników badania, zaliczone do szyn drugiego gatunku.

Przy badaniu struktury i składu chemicznego według punktu poprzedzającego, wymagana będzie struktura drobnoziarnista, przyczem wymiary kryształów ferrytu w dowolnie obranym miejscu powinny być mniejsze niż 0,1 mm, analiza zaś chemiczna na próbce wyciętej z bocznej części sztuki, która próby nie wytrzymała, powinna wykazać zawartość fosforu 0,06% i siarki również 0,06%.

9. W okresie przejściowym, w ciągu jednego roku od ogłoszenia przepisów niniejszych, próby na uderzenie będą robione na życzenie dostawców według dotychczasowych norm rosyjskich długości próbek, rozstawu podpór, ciężaru baby i wysokości jej spadania, lecz nad odcinkiem od każdego drugiego bałwana.

Równoległe do tych prób, w celach informacyjnych i w celu dostosowania wyrobu do nowych norm próbnych według pp. 3 do 6, próby według tych punktów będą dokonywane co piąty bałwan.

## Zestawienie zasadniczych wymagań, dotyczących głównych właściwości materiału szyn,

na podstawie urzędowych przepisów: angielskich, amerykańskich, francuskich, niemieckich, austriackich, rosyjskich oraz projektów Hut: Królewskiej, Pokoju, Bankowej i Hantke.

### Wyrób metalu.

#### 1. Angielskie.

Stal najlepszego gatunku ma być wyrabiana w piecach płomiennych (open hearth) lub sposobem Bessemera lub też innym, odpowiadając co do składu chemicznego granicom, wskazanym dla każdego sposobu wyrobu poniżej.

#### 2. Amerykańskie.

Stal ma być wyrabiana sposobem Bessemera albo w piecach płomiennych, według żądania nabywcy. Cały proces wyrobu powinien być zgodny z najlepszą praktyką współczesną. Bałwany o rdzeniu jeszcze nieskrzeplonym powinny być używane. Od końca sztuki, przeznaczonej do walcowania, utworzonej z górnej części bałwana, będzie odcięta dostateczna ilość metalu, aby otrzymać zdrowe szyny.

3. Francuskie.

Odróżnia się następujące kategorie stali szynowej:

$R = 65 \text{ kg/mm}^2$	$e = 10\%$	$R + 2e = 92$
" 70 " "	" = 9%	" " = 98
" 80 " "	" = 7%	" " = 98

Sposób wyrobu określony ma być w zamówieniu.

4. Pruskie.

Szyny mają być wyrabiane ze stali zlewnej; sposób wyrobu stali pozostawia się do uznania dostawcy, musi być jednak podany w ofercie...

5. Austrjackie.

Szyny mają być wyrabiane ze stali zlewnej. Dostawca winien podać w ofercie, według jakiego sposobu ma on zamiar wyrabiać potrzebną stal zlewną; sposób ten winien być ustalony w kontrakcie...

6. Rosyjskie.

Skład stali, jej termiczna i mechaniczna obróbka — tak przy wykonywaniu samego materiału, jak i przy walcowaniu szyn — winny zapewniać możliwość otrzymania szyn z najmniejszą zawartością szkodliwych domieszek, o strukturze możliwie najbardziej jednolitej, ściślejszej i drobnoziarnistej oraz o dostatecznie wysokiej granicy sprężystości, ciągliwości, odporności na ścieranie i zgniecenie, a jednocześnie niełamliwych.

Hutom pozostawia się pozatem zupełną swobodę w zakresie ustalania — w dążeniu do powyższych wyników — właściwego składu chemicznego oraz sposobu obróbki termicznej i mechanicznej.

(... W instrukcji dla inspektorów poleca się wciągać do protokołów dane o tem, według jakiego sposobu wytworzono stal).

7. Projekt Królewskiej Huty.

Szyny winny być wyrabiane ze stali martinowskiej, bessemerowskiej lub tomasowskiej. Stal ma być wolna od szkodliwych składników oraz ma posiadać jednolitą strukturę drobnoziarnistą.

8. Projekt Huty Pokoju.

Szyny mogą być wykonywane zarówno ze stali martinowskiej jak i tomasowskiej. Stal powinna ujawniać jednolitą budowę drobnoziarnistą oraz być wolną od składników szkodliwych.

9. Projekt Huty Bankowej.

Materiał, służący do wyrobu szyn, winien posiadać niezbędne zalety, zapewniające pod każdym względem trwałość i dobroć dostarczanych szyn.

10. Projekt Huty Hantke.

Szyny powinny być wykonane ze stali martinowskiej lub bessemerowskiej, nie zawierającej szkodliwych domieszek, o budowie jednorodnej i drobnoziarnistej, zabezpieczającej trwałość i moc szyn.

II. Skład chemiczny metalu.

1. Angielskie.

a. *Przed walcowaniem.* Określenie zawartości węgla i fosforu dla każdego spustu winno być dokonywane przez wytwórcę i okazywane na żądanie nabywcy.

b. *Po wywalcowaniu.* Całkowita analiza chemiczna z wierceń w bocznej części główki albo z próbek wytrzymałości na rozciąganie, jedna na 100 t szyn.

Skład chemiczny winien odpowiadać granicom wskazanym poniżej dla stali o zwykłej lub wyższej zawartości węgla, stosownie do żądania, przyczem wyższa zawartość węgla poleca się dla szyn o ciężarze 39,68 kg/m i powyżej.

1) Stal wyrobiona w piecach płomiennych.

Sposobem k w a ś n y m Zawartość węgla		Sposobem z a s a d o w y m Zawartość węgla	
zwykła %	wyższa	zwykła	wyższa
Węgla 0,45—0,50 %	0,50—0,60 %	0,45—0,60 %	0,55—0,65 %
Manganu $\leq 0,90$ %	$\leq 0,80$ %	$\leq 0,90$ %	$\leq 0,80$ %
Krzemu $\leq 0,15$ %	0,10—0,30 %	$\leq 0,15$ %	0,10—0,30 %
Fosforu $\leq 0,06$ %	$\leq 0,05$ %	$\leq 0,05$ %	$\leq 0,04$ %
Siarki $\leq 0,06$ %	$\leq 0,05$ %	$\leq 0,06$ %	$\leq 0,05$ %

2) Stal Bessemerowska

Wyrobiona spos. k w a ś n y m zawartość węgla		Wyr. spos. z a s a d o w y m zawartość węgla	
zwykła	wyższa	zwykła	
Węgla 0,40—0,50 %	0,45—0,55 %	0,40—0,50 %	
Manganu 0,70—1,00 %	$\leq 0,90$ %	$\leq 0,70—1,00$ %	
Krzemu $\leq 0,15$ %	0,10—0,30 %	$\leq 0,15$ %	
Fosforu $\leq 0,07$ %	$\leq 0,06$ %	$\leq 0,07$ %	
Siarki $\leq 0,07$ %	$\leq 0,06$ %	$\leq 0,07$ %	

2. Amerykańskie.

Stal odpowiadać winna następującym wymaganiom co do składu chemicznego.

Części składowe	Ciężar kg/m			
	50—69 p/4	70—84	85—100	101—120
Stal Bessemerowska.				
Węgiel % . . .	0,37-47	0,40-0,50	0,45-0,55	0,45-0,55
Mangan % . . .	0,80-1,10	0,80-1,10	0,80-1,10	0,80-1,10
Fosfor max. %	0,10	0,10	0,10	0,10
Krzem. max. %	0,20	0,20	0,20	0,20
Stal z pieców płomiennych (Martin.)				
Węgiel % . . .	0,50-0,63	0,53-0,66	0,62-0,75	0,62-0,75
Mangan % . . .	0,60-0,90	0,60-0,90	0,60-0,90	0,60-0,90
Fosfor max. %	0,04	0,04	0,04	0,04
Krzem max. %	0,20	0,20	0,20	0,20

Jest pożądane aby procent węgla w całkowitem zamówieniu szyn był średnio taki, jaki średni procent pomiędzy granicą najwyższą i najniższą wskazano (powyżej).

Dla określenia czy materiał odpowiada wymaganiom wskazanym powyżej, próbki do analizy powinny być wzięte conajmniej o 3 mm pod powierzchnią próbnego odlewu otrzymanego w czasie odlewania płynnego metalu (pouring of the melt) będą dokonywane jak następuje:

3. Francuskie.

Analiza każdego spustu ma być wykonana w laboratorium dostawcy. Wyniki będą odnotowywane w wykazach, które będą przedstawiane przedstawicielowi odbiorcy na miejscu, na każde żądanie.

4. Pruskie.

5. Austrjackie.

Ze stali zlewnej, której zawartość manganu ma wynosić co najmniej 0,8%, lecz nie powinna przekraczać 1,4%.

6. Rosyjskie.

Jako jedną z dodatkowych prób wymagane jest wykonywanie chemicznych analiz, których wyniki winny

być wciągane do protokołów. Na żądanie odbiorcy huta obowiązana jest dostarczać wyniki analizy do wszystkich spustów — pod względem zawartości C i Mn — pozatem zaś dla każdego 10-go spustu — wyniki odnośnie do Si, P i S; przy Tomasowskiej metodzie, analizy na P obowiązkowe są dla każdego spustu.

### 7. Projekt Królewskiej Huty.

Skład chemiczny stali szynowej winien być ze względu na inne składniki utrzymany możliwie w następujących granicach:

węgiel	—	0,45 do 0,60%
mangan	—	do 1,00%
krzem	—	powyżej 0,10%
fosfor	—	do 0,08%
siarka	—	do 0,06%

### 8. Projekt Huty Pokoju.

Skład chemiczny odnośnie do głównych składników winien wahać się możliwie w następujących granicach:

C	—	0,40 — 0,60%
Mn	—	> 1,00%
Si	—	> 0,10%
P	—	do 0,08%
S	—	do 0,06%

### 9. Projekt Huty Bankowej.

Skład chemiczny stali, używanej do wyrobu szyn, jak również termiczna i chemiczna jej obróbka, powinny zabezpieczyć:

- 1) otrzymanie szyn z najmniejszą zawartością szkodliwych czynników,
- 2) strukturę jaknajbardziej jednostajną,
- 3) złom budowy drobnoziarnistej,
- 4) możliwie wysoką sprężystość i wytrzymałość szyn na zużycie.

Dla osiągnięcia powyższego celu, pozostawia się zarządom hut swobodę ustalania, w zależności od miejscowych warunków, odpowiedniego składu chemicznego stali i sposobu jej przygotowania, jak również i wyboru odpowiedniej obróbki termicznej i chemicznej tej stali... Jako próbę warunkową, nie wpływającą na wynik odbioru szyn, lecz wykonywaną jedynie dla celów informacyjnych, robi się również analizę chemiczną, celem ustalenia zawartości C, Mn, Si, P i S.

### 10. Projekt Huty Hantke.

Skład chemiczny stali co do zasadniczych składników należy utrzymać w granicach następujących:

węgiel	—	0,45 — 0,60%
mangan	—	— 1,00% (maximum)
krzem	—	— 0,10% (maximum)
fosfor	—	— 0,05% (maximum)
siarka	—	— 0,05% (maximum)

### III. Wytrzymałość na rozciąganie i ciągliwość.

#### 1. Angielskie.

Winna być określona na żądanie nabywcy dla próbki wziętej z bocznej części główki szyny na każde 100 t szyn.

Klasa stali	Sposób wyrobu	Wytrzymałość kg/mm <sup>2</sup>	Najmniejsze wydłużenie %
zawartość węgla zwyczajna	W piecach płom., kwaśny lub Bessemera zasadowy	66,14	15 dla pośred. wytrzym.
		78,74	12 wydłuż. wg. inter- polacji
		>78,74—83,47	10
zawartość węgla wyższa	W piecach płom., kwaśny lub zasadowy Bessemera kwaśny	72,44—78,74	12
		>78,74—86,62	10
		69,29—78,74	12
		>78,74—83,47	10

#### 2. Amerykańskie.

Próby powinny być robione dla określenia ciągliwości jako przeciwstawienia kruchości (łamliwości).

Własności fizyczne są określane zapomocą próby na uderzenie. Maszyna próbna jest typu normalnego A. R. E. A. Ciężar baby wynosi 2000 lb (907 kg); powierzchnia uderzająca jest zaokrąglona promieniem 5" (127 mm). Blok kowadła wazy 20000 lb (9070 kg) i jest podtrzymywany na sprężynach. Podpory próbki są do niego nieruchomo przymocowane. Są one rozstawione w odl. 3' (0,914 m) pomiędzy środkami podpór dla szyn o ciężarze 100 lb/y (49,6 kg/m) lub mniej i w odl. 4' (1,219 m) dla szyn cięższych. Powierzchnie nośne podpór powinny być zaokrąglone promieniem 5". Próby powinny być robione nad próbkami o długości od 4' (1,219 m) do 6' (1,828 m), wyciętymi z górnego końca górnej szyny wykonanej z danego bałwana i naznaczonej na podstawie lub na główce znakami co 25,4 mm (1") na długości 3" (76,2 mm) w każdą stronę od środka próbki.

Dla zmierzenia ciągliwości metalu, temperatura próbki ma być 60° do 100° F. Próbkę kładzie się na podstawach główką ku górze i poddaje uderzeniu baby, spadającej swobodnie z nast. wysokości:

Ciężar szyny	Spadek
50—60 lb/y=24,80—29,76 kg/m	stóp 15=4,572 m
61—79 " =30,26—39,19 "	" " " 16=4,877 "
80—90 " =39,69—44,65 "	" " " 17=5,182 "
91—100 " =45,15—49,61 "	" " " 18=5,486 "
101—120 " =50,11—59,53 "	" " " 21=6,401 "

Pod uderzeniami (jednym lub więcej) próbka ma dać conajmniej 6% wydłużenia na cal (25,4 mm) albo 5% w każdym z dwóch po sobie idących cali podziałki 6-cio calowej, oznaczonej jak wskazano wyżej.

Dostateczna ilość uderzeń będzie dana dla określenia całkowitego wydłużenia próbki dla każdego, conajmniej piątego, spustu stali bessemerowskiej i conajmniej trzeciego spustu martinowskiego. Stałe ugięcie. Pożądanem jest, aby stałe ugięcie pod jednym uderzeniem baby, mierzone średnią strzałką na dług. 3' (0,914 m), nie przewyższało liczb nast.:

A.R.E.A.	Ciężar	Przekrój	Bessem.	Martin.
	100 lb/y	48,94 cali kw.	1,65"	1,45"
	90	38,70	1,90"	1,65"
	80	28,80	2,85"	2,45"
	70	21,05	3,50"	3,10"

(d. n.).