

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Z badań nad azotowaniem stali, nap. Inż. B. Hackiewicz.
 W sto lat po sukcesach „Rakiety” Stephensa. Szkic postępów budowy parowozów w latach 1929—1930 (c. d.), nap. M. Odlanicki-Poczobut, Inżynier.
 Elektryfikacja Rosji Sowieckiej, nap. Inż. J. Silberstein.
 Przegląd pism technicznych.
 Bibliografia.

SOMMAIRE:

Recherches sur la nitruration de l'acier, par M. B. Hackiewicz, Ingénieur-mécanicien.
 Progrès réalisés en 1929-30 dans la construction des locomotives à vapeur (suite), par M. M. Odlanicki-Poczobut, Ingénieur-mécanicien.
 Les travaux de l'électrification générale de la Russie (à suivre), par M. J. Silberstein, Ingénieur électricien.
 Revue documentaire.
 Bibliographie.

Z badań nad azotowaniem stali.

Napisał Inż. B. Hackiewicz.

Azotowanie stali jest, jak wiadomo, procesem dyfuzyjnym. Polega ono na wprowadzeniu do stali azotu, otrzymywanego przezważnie przez dysocjację amonjaku.

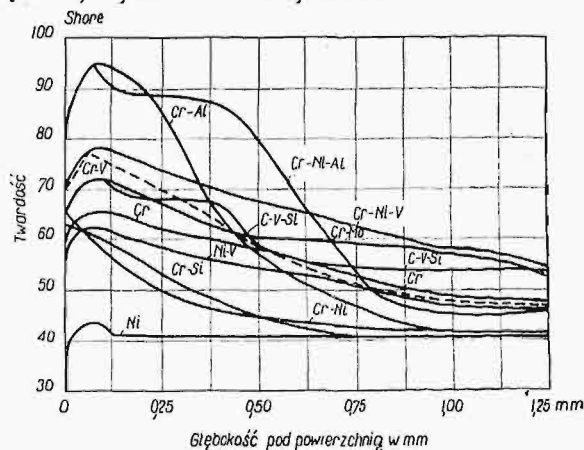
Przemysłowe azotowanie odbywa się zazwyczaj w stałej temperaturze, wynoszącej około 500°C; czas trwania tego procesu waha się zwykle w dość szerokich granicach — od 10 do 80 godzin — i zależy od grubości warstwy naazotowanej, jaką się chce otrzymać.

Głównym celem azotowania jest, podobnie zresztą jak i cementacji węglem, dążność do otrzymania twardej powierzchni przy ciągliwym rdzeniu. Azotowanie w daleko większym stopniu utwardnia powierzchnię, niż to zachodzi przy procesie cementacji i późniejszym hartowaniu, jednakowoż następuje to wówczas, gdy azotowaniu podlegają stale specjalne, które też wyłącznie stosuje przemysł w tym celu.

W literaturze fachowej pojawiło się sporo prac, zmierzających do ustalenia najbardziej odpowiednich gatunków stali specjalnych, które nadawałyby się do azotowania.

Należy tu wspomnieć, że dobre wyniki dały stale następujących trzech grup: 1) stale chromowo-aluminiowe; 2) stale zawierające chrom, nikiel i aluminium; 3) stale chromowo-niklowo-wanadowe, jak to wskazuje wykres na rys. 1¹⁾.

Przemysł francuski, który stosuje azotowanie na szeroką skalę, używa do tego procesu, o ile mi wiadomo, wyłącznie stali grupy chromowo-aluminiowej. Stale te są wyrabiane przez firmę „Auber & Duval F-res”, która posiada patent zarówno na te stale, jak i na sam proces azotowania. Poniżej będzie jedynie mowa o tych stalach.



Rys. 1. Zależność twardości w jednostkach Shore'a od głębokości warstwy naazotowanej niektórych stali.

Firma „Auber & Duval” wytwarza stale o składzie chemicznym wskazanym w załączonej tabeli Nr. 1. Normalnie są używane stale „LK”. Jedynie w wypadkach specjalnych, gdzie zbytnia twardość warstwy naazotowanej nie jest wymagana, natomiast wyzyskiwane są inne jej własności (np. odporność na korozję), używa się stali grupy „GK”, których warstwa naazotowana jest bardziej miękka i ciągliwa.

¹⁾ Researches on Nitriding Steels. O. E. Harder, I. T. Gow and L. A. Willey. Observation on the Iron-Nitrogen System. Trans. of the Amer. Soc. for Steel Treating. Vol. 16. Nr. 5. 1929.

TABELA 1.

Analiza chemiczna (główne pierwiastki) stali aluminiowo-chromowych firmy „Auber & Duval Fres”.

Marka fabryczna	Skład chemiczny (od—do)			Marka fabryczna	Skład chemiczny (od—do)		
	C	Cr	Al		C	Cr	Al
LK 0	0,60 — 0,65	1,5 — 1,7	1,0 — 1,2	GK 0	0,60 — 0,65	1,0 — 1,2	0,9 — 0,95
LK 1	0,50 — 0,55	„	„	GK 1	0,50 — 0,55	„	„
LK 3	0,40 — 0,45	„	„	GK 3	0,40 — 0,45	„	„
LK 5	0,30 — 0,25	„	„	GK 5	0,30 — 0,25	„	„
LK 6	≤ 0,25	„	„	GK 6	≤ 0,25	„	„
LK 7	0,10 — 0,15	„	„	Marki LK 7 huta obecnie nie wyrabia.			

Ogólnie można powiedzieć, że wybór gatunku stali zależy od tego, jakie własności chcemy nadać stali pod warstwą naazotowaną — inaczej mówiąc, jaki chcemy mieć rdzeń. Poza tym należy też brać pod uwagę stopień obrabialności i stosować stale twarde tylko tam, gdzie obróbka mechaniczna nie następuje dużych trudności.

Tworzywo przedmiotów przeznaczonych do azotowania powinno być z reguły ulepszone, t. j. musi podlegać hartowaniu i następnie odpuszczaniu, przyczem odpuszczanie to odbywa się zazwyczaj (w zależności od własności wytrzymałościowych, jakie powinien posiadać rdzeń) w granicach temperatur od 500 do 725°C.

Ulepszeniu temu ulega bądź materiał prętowy, jak to ma np. zazwyczaj miejsce przy wyrobie sprawdzianów, bądź też półfabrykat po odkuciu, jak np. wały korbowe, zawory, wałki rozrządowe i t. p.

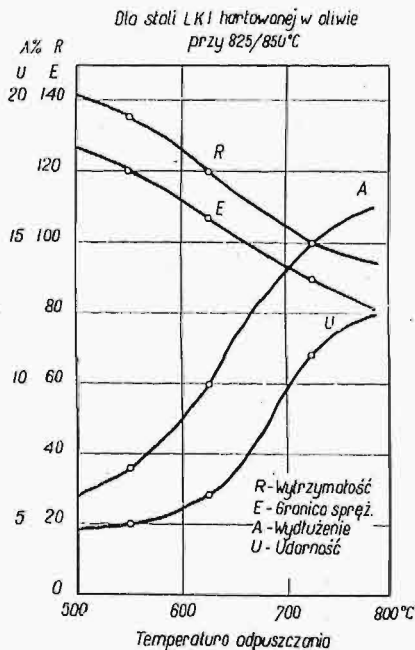
Załączone wykresy na rys. 2, 3, 4 i 5 podają

warstwy naazotowanej, mianowicie o jej twardości i grubości.

Twardość warstwy naazotowanej jest b. znaczną. Dla danego gatunku stali aluminiowo-chromowej zależy ona głównie od dwóch czynników, mianowicie od temperatury azotowania i czasu trwania procesu. Rola trzeciego czynnika, jakim jest stopień dysocjacji amoniaku (który częściowo zależy od temperatury i który wydaje się mieć pewne znaczenie), nie jest jeszcze całkowicie wyswietlona.

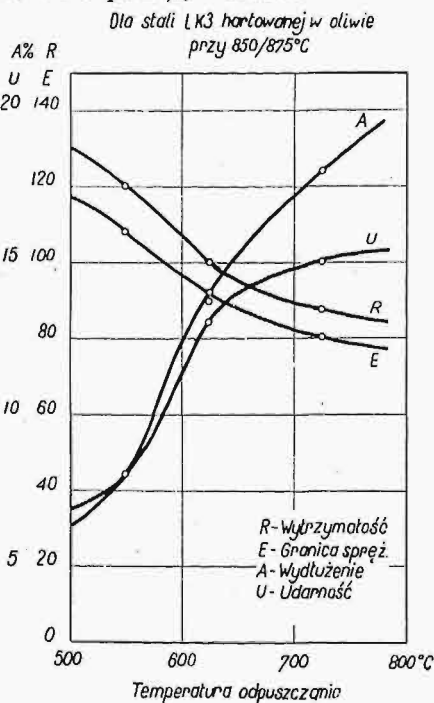
Od wspomnianych wyżej czynników (temperatury i czasu azotowania) zależy również grubość warstwy naazotowanej.

Może największą trudnością badań stali nacementowanych wogóle, a naazotowanych szczególnie — są pomiary istotnej twardości warstwy naazotowanej, jeżeli weźmie się pod uwagę, że grubość ta leży w zakresie dziesiątych części milimetra.

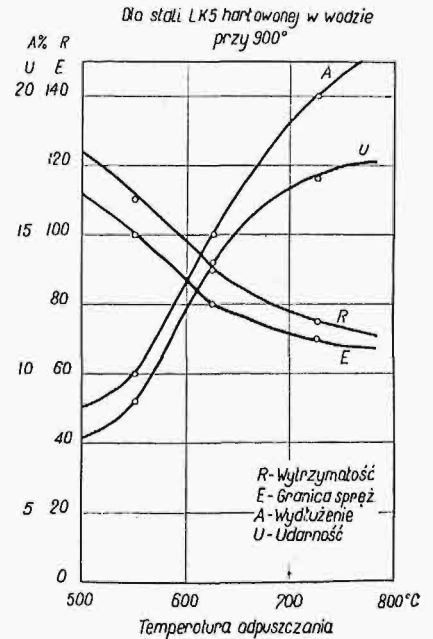


Rys. 2.

Właściwości wytrzymałościowe najbardziej używanych do azotowania stali aluminiowo-chromowych w za-



Rys. 3.



Rys. 4.

właściwości wytrzymałościowe najbardziej używanych gatunków stali aluminiowo-chromowych w za-

Najodpowiedniejszym do tego celu wydaje się być aparat Herberta, który, jak wykazały do-

leżności od temperatury odpuszczania, zachodzącego podczas procesu ulepszenia. Wykresy te zostały zbudowane na podstawie tabeli Nr. 2.

Zarówno z tych wykresów jak z tabeli, widać, że stale te posiadają bardzo dobre własności wytrzymałościowe, w niczym nie ustępujące stalom chromowo-niklowym.

Stosowanie azotowania wymaga przede wszystkim wiadomości o dwóch zasadniczych własnościach

świadczenia²⁾, daje dokładne wartości absolutnej twardości przy grubościach minimalnych 0,13 mm.

Do określenia więc absolutnych twardości warstwy naazotowanej zastosowano ten przyrząd, przy czym otrzymane liczby Herberta przeliczono na jednostki Brinell'a, posługując się praktycznie ustaloną krzywą konwersji.

Podane niżej tabele i wykresy wskazują, jaki wpływ na twardość warstwy naazotowanej oraz na jej grubość dla niektórych gatunków stali chromowo-aluminiowych wywiera temperatura i czas azotowania.

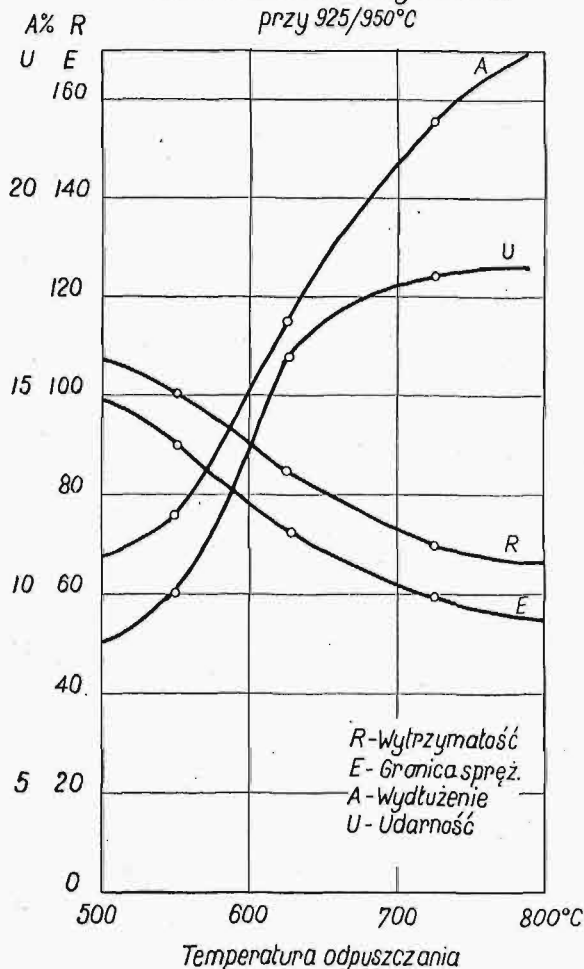
W tym względzie temperatura okazała się czynnikiem najbardziej wpływowym.

TABELA 2.

Własności wytrzymałościowe niektórych ulepszonych stali aluminiowo-chromowych w zależności od temperatury odpuszczania.

Marka stali	Temperatura hartowania	Temperatura odpuszczania	Własności wytrzymałościowe				U w a g i.
			R kg/mm ²	E kg/mm ²	A ₅	U kgm/cm ²	
LK 1	825 — 850 ⁰ w oliwie	550	135	120	7	5	Podane wartości są zaokrąglone i orientacyjne
		625	120	107	10	6	
		725	100	90	15	11	
LK 3	850 — 8750 w oliwie	550	120	108	8	8	
		625	100	90	14	13	
		725	88	80	18	15	
LK 5	900 ⁰ w wodzie	550	110	100	10	9	
		625	90	80	15	14	
		725	75	70	20	17	
LK 6	925 — 9500 w wodzie	550	100	90	12	10	
		625	85	72	17	16	
		725	60	70	22	18	

Dla stali LK6 hartowanej w wodzie przy 925/950°C



Rys. 5.

leżności od temperatury odpuszczania.

Z tabeli Nr. 3 i zbudowanego na jej podstawie wykresu rys. 6 widać jasno, że twardość osiąga maximum przy 500°C. Zarówno podwyższenie, jak i obniżenie temperatury azotowania wywołuje spadek twardości. Z tego wykresu widać również, że stale grupy „GK” są mniej utwardzane przez azotowanie, niż stale „LK”.

Wpływ temperatury na grubość warstwy naazotowanej uwidacznia tabela Nr. 4 oraz odnośny wykres rys. 7. W miarę wzrostu temperatury, wzrasta jednocześnie grubość warstwy naazotowanej. Przy identycznych warunkach azotacji i jednakowej zawartości węgla, grubość warstwy naazotowanej jest większa dla stali grupy „GK” niż dla stali grupy „LK”.

Tabele Nr. 5 i 6 i zbudowane na zasadzie ich danych liczbowych wykresy rys. 8 i 9 podają zależność twardości warstwy naazotowanej od czasu trwania procesu (przy stałej temperaturze i dysocjacji NH₃). Z tych wykresów widać, że twardość spada ze wzrostem czasu azotowania. Stałego spadku twardości samem odpuszczaniem tylko i odwęglaniem wytlumaczyć nie można. Ponieważ badania mikroskopowe różnic w strukturze nie wykazały, pozostaje zrobić przypuszczenie, że dłuższy czas azotowania pozwala na zmiany w mikrostrukturze, jednak w zakresie ultramikroskopowych wielkości, gdyż tylko w niej trzeba szukać przyczyny tego spadku twardości.

W zupełnie przeciwnym sensie działa czas azotowania na grubość otrzymywanej warstwy naazotowanej. Grubość ta stale wzrasta w miarę wzrostu czasu trwania procesu, przy czym wzrost ten staje się coraz powolniejszym.

Na zależność tę wskazują jasno tabele Nr. 6 i 7 oraz zbudowane na ich podstawie wykresy rys. 10 i 11, przy czym i tu widać, że w tych samych warunkach azotowania i zawartości węgla

²⁾ Bestimmung der Dicke der Härteschichte an Einsatz-Werkstücken. A. Wallichs. VDI-Zft. 1929, zes. 44, str. 1590.

TABELA 3.

Twardość powierzchni naazotowanej w zależności od temperatury i procentu dysocjacji NH₃ (przy stałym czasie azotacji).

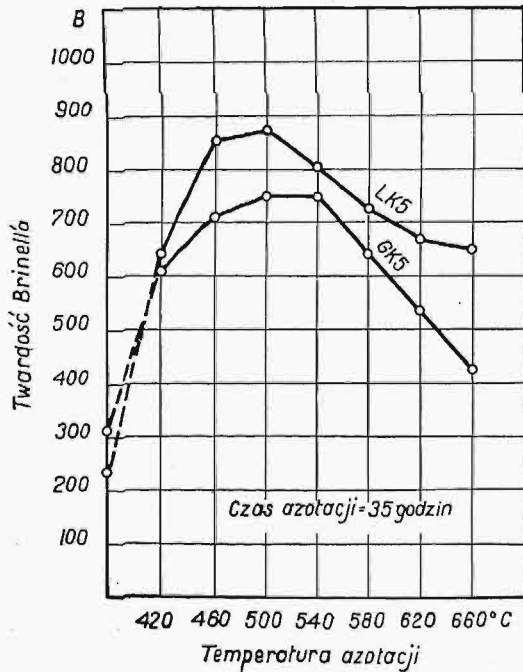
Czas azotowania w godzinach	Temperatura azotowania	% dysocjacji NH ₃	Marka stali				U w a g i
			LK 3	LK 5	LK 7	GK 5	
35 h	420° C	2	—	640	—	615	Twardość mierzono zapomocą wahała Herberta i przeliczono na jednostki Brinell'a
	460°	5	—	850	—	715	
	500°	9	—	870	—	750	
	540°	16	900	800	790	755	
		30	860	840	740	745	
	580°	27	750	720	695	640	
		30	—	705	—	635	
	620°	60	—	670	—	535	
		30	—	635	—	555	
	660°	73	—	650	—	520	
30		—	570	—	505		

stałe grupy „GK” naazotowują się głębiej, niż stałe grupy „LK”.

Twardość warstwy naazotowanej nie jest jednokowa na całej jej głębokości i zależy z jednej strony od gatunku stali, z drugiej—od warunków azotowania. Jedynie powierzchniowa twardość wydaje się być mniej zależną od tych czynników.

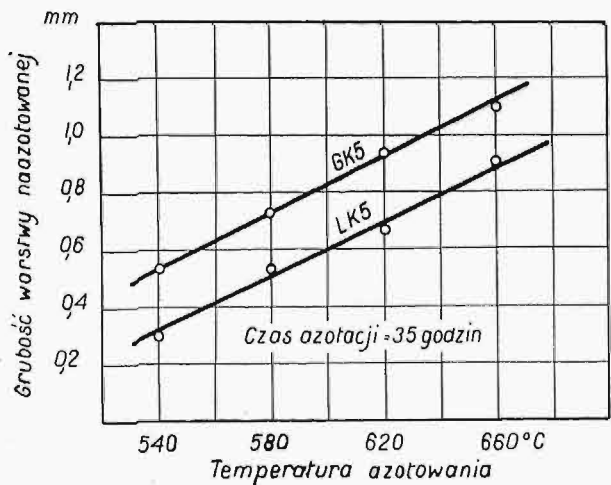
Charakter tej zależności wskazują załączone wykresy rys. 1, 12 i 13.

Jak już wspomniano wyżej, pomiar absolutnej twardości warstwy naazotowanej jest z powodu małej jej grubości bardzo trudny i wykonalny jest jedynie pod warunkiem użycia przyrządów laboratoryjnych, jak np. wahała Herberta, delikatnych w swej budowie, wymagających wykwalifikowanej obsługi, a przeto nie nadających się do



Rys. 6. Twardość powierzchni naazotowanej w zależności od temperatury procesu.

użytku warsztatowego. Jeżeli chodzi o warsztatową kontrolę twardości produktu otrzymywanego po azotowaniu, to nie wymaga ona znajomości wartości bezwzględnych, lecz powinna jedynie dać



Rys. 7. Grubość warstwy naazotowanej w zależności od temperatury procesu.

TABELA 4.

Grubość warstwy naazotowanej w zależności od temperatury azotowania (przy stałym czasie trwania procesu).

Czas trwania azotowania	Marka stali	Temp. azotowania i % dysocjacji NH ₃				
		540 °C 16%	580 °C 27%	620 °C 60%	660 °C 73%	660 °C 30%
35 godzin	LK 5	0,30	0,53	0,66	0,90	0,80
	GK 5	0,53	0,73	0,93	—	1,10
Grubości warstwy w milimetrach.						

TABELA 5.

Twardość powierzchni naazotowanej w zależności od czasu trwania procesu (przy stałej temperaturze i dysocjacji).

Temperatura azotacji	% dysocjacji NH ₃	Marka stali	Czas azotacji w godzinach			Uwagi
			20 h	35 h	60 h	
			540° C	16%	LK 3 900	
LK 5 865	800	740				
LK 7 795	790	665				
GK 5 795	755	695				

TABELA 6.

Pomiar twardości i grubości warstwy naazotowanej stali GK 5 (temperatura azotowania stała = 500°C).

Warunki azotowania		L. p. próbek	Twardość w jednostkach Brinell'a		Grubość warstwy w mm		U w a g i
Czas w godz.	% dysocjacji NH ₃		poszczególne próbek	średnia	poszczególne próbek	średnia	
10	13%	1	755	760	0,20	0,225	Twardość mierzono na przyrządzie Herberta i przeliczono na jednostki Brinell'a.
		2	765		0,25		
20	12 — 15%	1	755	752	0,30	0,312	
		2	760		0,30		
		3	750		0,30		
		4	745		0,35		
35	11 — 14%	1	750	744	0,50	0,450	
		2	740		0,45		
		3	740		0,45		
		4	745		0,40		
50	13%	1	720	732	0,55	0,562	
		2	730		0,55		
		3	745		0,60		
		4	735		0,55		
80	14%	1	695	710	0,60	0,650	
		2	725		0,70		

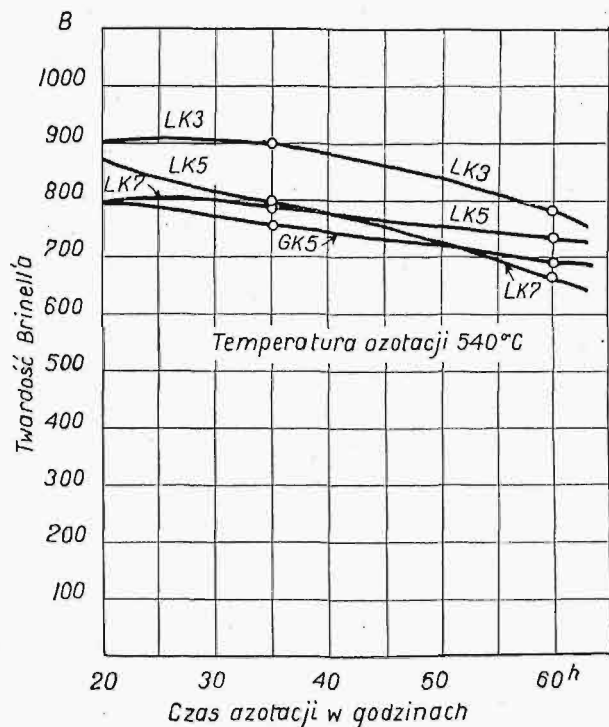
Warunkiem koniecznym tej warsztatowej kontroli twardości po azotowaniu jest znajomość twardości przedmiotów przed azotowaniem.

W tym celu każdy przedmiot przed włożeniem do skrzyni, w której odbywa się azotowanie, przechodzi przez kontrolę twardości, która odbywa się zazwyczaj za pomocą aparatu Rockwell'a.

Kontrola ta ma na celu z jednej strony zmierzenie twardości rdzenia pod warstwą naazotowaną, z drugiej strony pozwala na stwierdzenie, czy przedmioty przeznaczone do azotowania wykonane są z właściwego gatunku stali, lub czy ewentualnie powierzchnie ich nie są odwęglone, co powoduje luzszenie się warstwy naazotowanej.

Kontrola twardości po azotowaniu odbywa się na warsztacie zazwyczaj w sposób następujący³⁾.

Zaraz po wyjęciu ze skrzyni azotacyjnej, przedmioty azotowane bada się zazwyczaj pilnikiem. Powierzchnie ich nie powinny się rysować pod



Rys. 8. Twardość powierzchni naazotowanej w zależności od czasu trwania procesu.

możność stwierdzenia stałości otrzymywanych wyników.

Kontrola ta jest znacznie uproszczona, o ile warsztat ma do czynienia z masową produkcją jednego lub kilku rodzajów przedmiotów oraz operuje jednym i tym samym gatunkiem stali, ulepszonej w identyczny sposób.

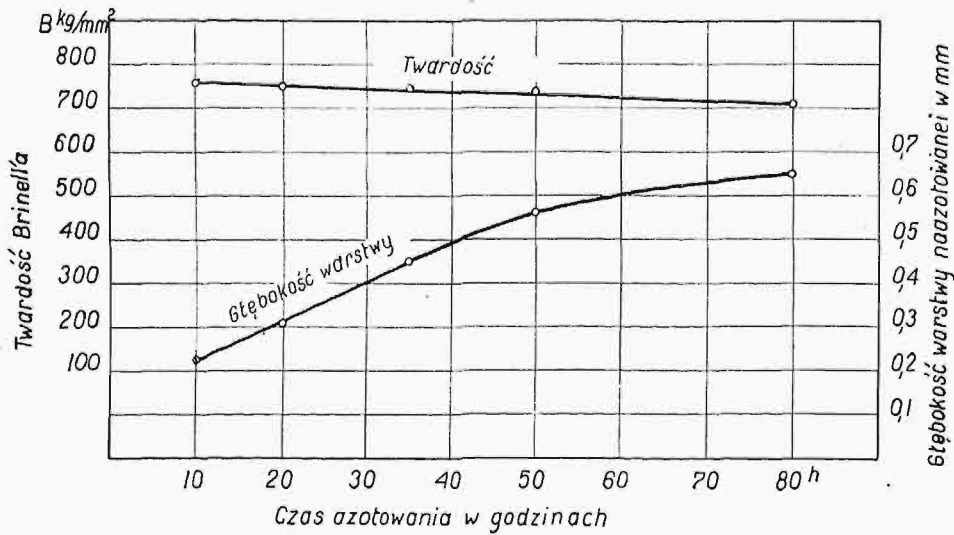
TABELA 7.

Przeciętna grubość warstwy naazotowanej dla stali grupy „LK” w zależności od czasu trwania procesu.

Temperatura azotowania	% dysocjacji NH ₃	Czas trwania procesu w godzinach	Przeciętna grubość warstwy w mm	Uwagi
500 °C	od 20 do 30%	10	około 0,1	
		20	około 0,2	
		30	≥ 0,25	
		50	0,35 — 0,45	
		80	0,45 — 0,60	
		100	około 0,7	

jego działaniem. Jest to kontrola wstępna, b. szybka i poręczna, lecz posiadająca dużo elementu subiektywności i zależna w dużej mierze od dokładności wykończenia powierzchni przed azotowaniem. Następnie każdą sztukę sprawdza się za pomocą aparatu Rockwell'a, stosując stożek dżamentowy i obciążenie 100 kg (czasem również 60 kg).

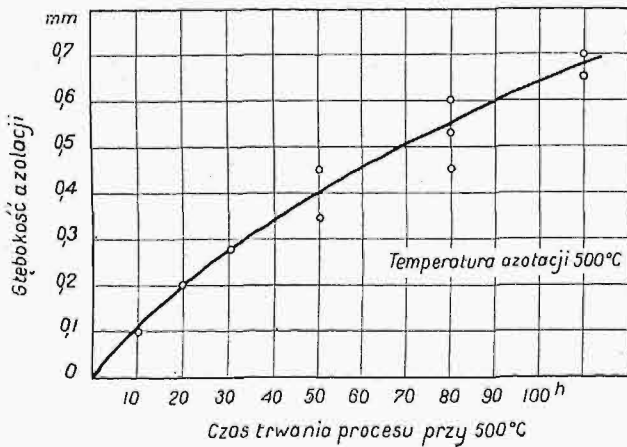
³⁾ Niżej opisany sposób kontroli stosuje się w fabryce firmy „Auber et Duval F-res” w Gennevilliers pod Paryżem.



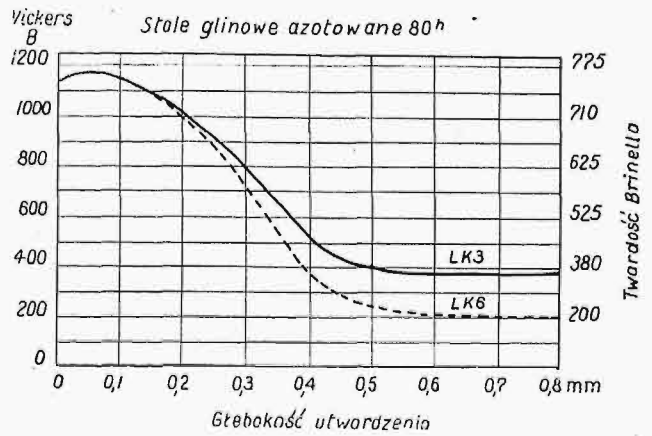
Rys. 9 i 10. Twardość i grubość warstwy naazotowanej w zależności od czasu trwania procesu.

laboratoryjnych odpowiednie wykresy i tabele, które określałyby praktyczne granice w ten sposób mierzonej „pozornej” twardości dla poszczególnych warunków azotowania (czasu trwania procesu i twardości rdzenia) przy należyście przeprowadzonym procesie.

Załączone wykresy rys. 14 i 15 są przykładami wspomnianych wyżej praktycznych wykresów twardości po azotowaniu, które posługuje się warsztatowa kontrola twardości.



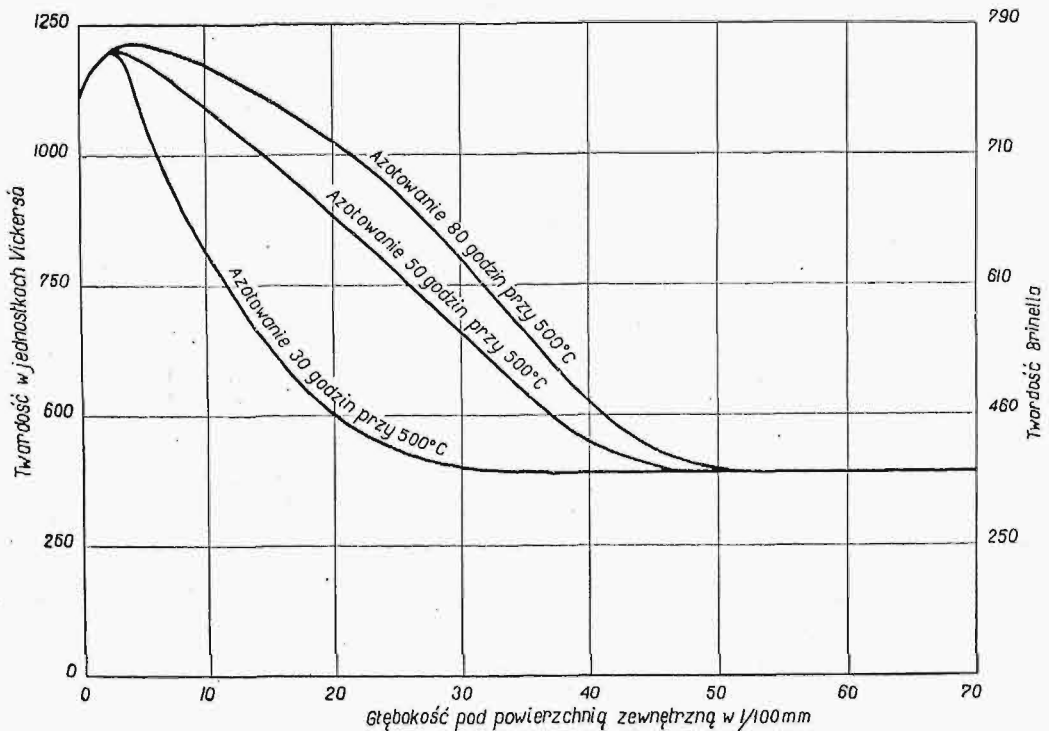
Rys. 11. Przeciętna grubość warstwy naazotowanej stali grupy „LK”.



Rys. 12. Zależność twardości w jednostkach Vickers'a od głębokości w warstwie naazotowanej.

Naturalnie, że odczytywana (na skali C) twardość nie jest rzeczywista, lecz zależy z jednej strony od twardości tworzywa pod warstwą naazotowaną, z drugiej zaś od grubości tej warstwy, która przy stałej temperaturze azotowania 500°C jest funkcją czasu trwania procesu.

Znając twardość rdzenia (lub — co na jedno wychodzi — wytrzymałość na rozzerwanie) można ułożyć na podstawie przeprowadzonych prób



Rys. 13. Zależność twardości w jedn. Vickers'a od głębokości w warstwie naazotowanej stali LK 3, obrabianej termicznie na wytrzymałość 125 kg/mm² przed azotowaniem.

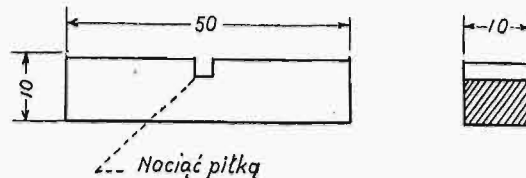
żona na drodze empirycznej. W wypadku, gdy w ten sposób skontrolowana twardość przedmiotów naazotowanych wykazuje anormalne odchylenia, odkłada się je do ponownego oczyszczenia i azotowania. O ile po powtórnej azotowaniu przedmioty są zbyt miękkie, można powiedzieć, że nie zostały one wykonane ze stali chromowo-aluminiowej.

Kontrolę głębokości warstwy naazotowanej uskutecznia się nie bezpośrednio na przedmiotach naazotowanych, gdyż pociągnęłoby to za sobą zniszczenie, lub przynajmniej uszkodzenie co najmniej jednej sztuki z poszczególnej zawartości skrzyni. Szereg próbek wykonanych z tego samego gatunku stali i obrobionych termicznie (ulepszonych) w ten sam sposób, co i przedmioty azotowane, zawieszają się na drutach aluminiowych w różnych miejscach skrzyni azotacyjnej. Kształt próbek podaje załączony szkic.

Po skończonym procesie, próbki te łamie się uderzeniem młotka w imadle i na złomie bada się głębokość naazotowania.

Należy zaznaczyć, że wszystkie próbki, umieszczone w skrzyni, są ponumerowane i rozmieszczenie ich w skrzyni jest zanotowane. Złom, już z wystarczającą dla praktyki dokładnością, daje pojęcie o grubości warstwy naazotowanej, gdyż

warstwa ta posiada inny złom i daje inny odbłask, niż rdzeń. Kontrola ta ma podwójne znaczenie, gdyż przez porównanie grubości warstwy naazotowanej poszczególnych próbek pozwala skontrolować równomierność przepływu i dysocjacji amoniaku w poszczególnych miejscach skrzyni, co ma bardzo ważne znaczenie.



Gdy warsztat chce dokładniej wiedzieć, jaka jest głębokość warstwy naazotowanej, a także gdy zachodzi konieczność przeprowadzenia analizy metalograficznej, posyła on te same próbki do laboratorium, które sporządza szlify. Po wytrawieniu szlifów bada się zarówno strukturę, jak i grubość warstwy naazotowanej, która wyraźnie odcina się na szlifie wypolerowanym i wytrawionym.

Również pośrednio o grubości i równomierności warstwy naazotowanej warsztat sądzi z pomiarów twardości, o czym była mowa wyżej, posługując się praktycznie ustalonymi tablicami twardości.

W sto lat po sukcesach „Rakiety” Stephensona^{*)}.

Szkic postępów budowy parowozów w latach 1929—1930.

Napisał M. Odlanicki-Poczobut, Inżynier.

Przechodząc z kolei do nowopowstałych parowozów wysokoprężnych, podamy opisy trzech nowopowstałych lokomotyw doświadczalnych tego rodzaju:

1) W Anglii — kolei London-North Eastern Railway, budowy warsztatów tejże kolei w Darlington, na ciśnienie 31,6 atn.

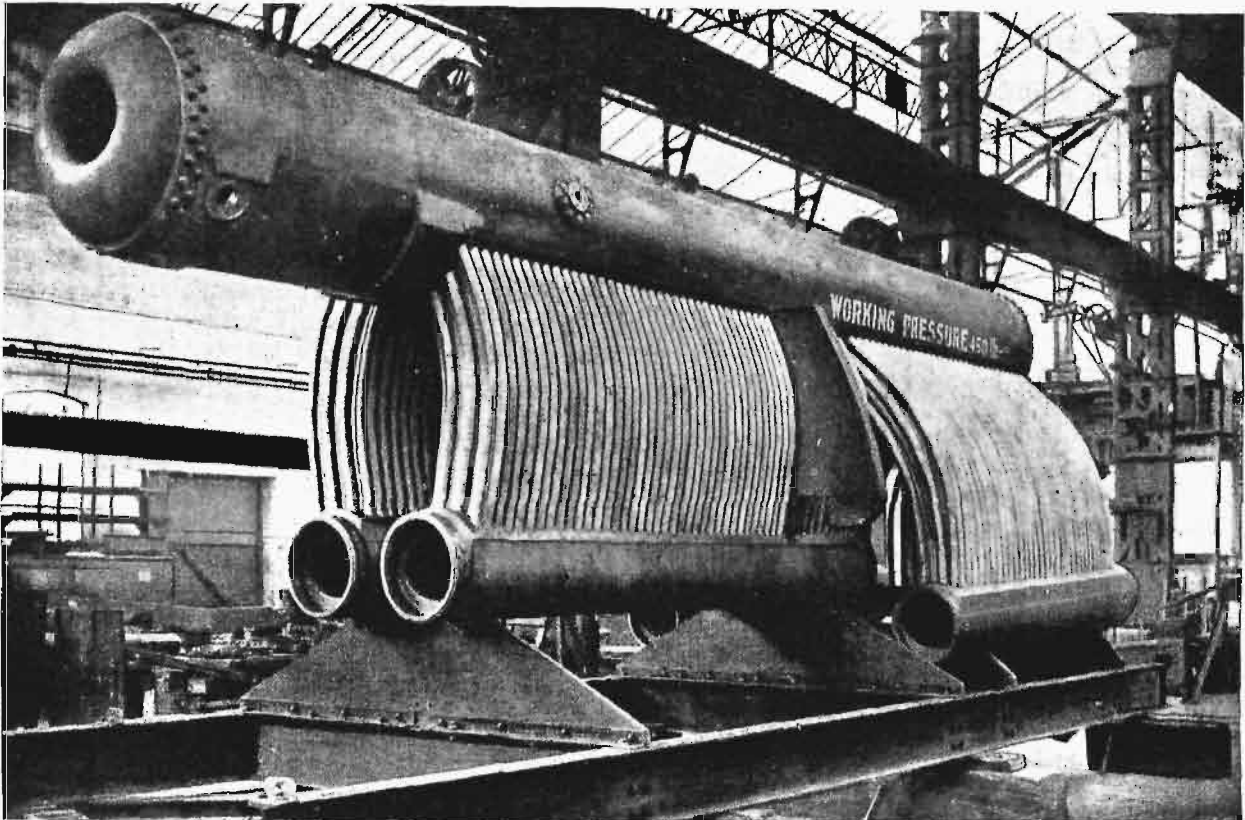
2) W Ameryce kolei Delaware-Hudson, nazwanej „James Archibald”, na ciśnienie 35 atn.

3) W Niemczech fabryki dawniej Schwartzkopff w Berlinie — na ciśnienie 100—120 atn.

1. Wysokoprężny parowóz angielski został zaprojektowany przez głównego inżyniera kolei L. N. E. R., znanego H. Gresley'a. Kocioł dawnej konstrukcji, ze skrzynią ogniową z płyt, związanych zespórkami, i z walczakiem o dużej średnicy, na ciśnienie 31,6 atn jest nie do pomyslenia. To też zastosowano tutaj kocioł wodnorurkowy, nieco zmienionego typu Yarrow, tak rozpowszechnionego w marynarce, zwłaszcza wojennej. Firma Yarrow wykonała projekt i wybudowała następnie kocioł. Nie jest to pierwsza próba zastosowania kotła wodnorurkowego do parowozu. Próbę tę już wiele lat temu dokonano we Francji, stosując do parowozu kocioł systemu Du Temple, jednak

tylko na 16 atn, co na owe czasy już było sensacją. Urządzenie kotła parowozowego Yarrow mało się różni od swego prototypu morskiego, składającego się z górnego walczaka i dwóch dolnych, połączonych z górnym prostymi rurkami, a obejmujących ruszt. Kocioł parowozowy Yarrow jest wykonany podobnie, z tą tylko różnicą, że opłomki, łączące walczaki, są wygięte, a nie proste, jak w typie morskim. Rys. 6 przedstawia gotowy kocioł. Górny walczak jest o średnicy 914 mm i długości 8525 mm. Walczaki dolne tworzą 2 grupy. Tylna para leży po obu stronach rusztów. Średnica ich wynosi 457 mm, a długość 3369 mm. Walczaki te są połączone z górnym zapomocą 238 opłomek o średnicy 2 1/2". Druga, przednia para walczaków dolnych leży wzdłuż kół napędnych, a więc wyżej od pierwszej pary; średnica ich wynosi 483 mm, a długość 4108 mm; walczaki te są związane ze wspólnym dla obu grup górnym zapomocą 444 rur o średnicy 2" i 74 rur o średnicy 2 1/2". Wszystkie walczaki są całkowicie obrobione, dla wykrycia wszelkich możliwych rys. Przegrzewacz znajduje się pod walczakiem górnym (rys 7). Układ osi parowozu jest 2 — 3 — (1 + 1). Tylnie osie toczne, ujęte w schemacie w nawias, są od siebie niezależne. Przednia oś przesuwana leży w

^{*)} Ciąg dalszy do str. 429 w zesz. 25—26 z r. b.



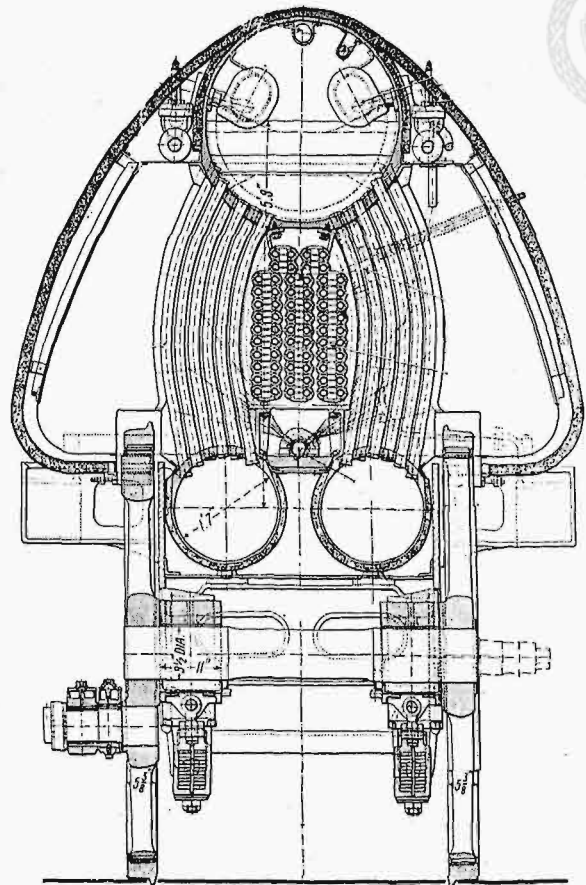
Rys. 6.

Kocioł typu Yarrow dla wysokoprężnego parowozu angielskiego,

łożyskach systemu Cartazzi, tylna oś jest ujęta w wózek Bissel'a, którego sworzeń leży w pobliżu przedniej krawędzi rusztów.

Cylindry wysokoprężne są o średnicy 305 mm i leżą pomiędzy ostojnicami; cylindry niskoprężne, mieszczące się nazewnątrz, są o średnicy 508 mm. Suw wszystkich tłoków wynosi 660 mm. Średnica kół napędnych — 2032 mm, co odpowiada warunkom obsługi najszybszych pociągów. Potrzebne do spalania na rusztach powietrze jest zabierane z przodu lokomotywy przez 3 prostokątne otwory i płynie pod ruszty przestrzenią pomiędzy kotłem a zewnętrzną jego osłoną, nagrzewając się w ten sposób i chroniąc blachy otuliny od zbyt wysokiej temperatury. Prześwit tych otworów przednich może być dowolnie regulowany, w razie zaś potrzeby popielnik jest zaopatrzony w zasłonę, mogącą wpuścić niezbędne dodatkowe zimne powietrze zewnętrzne.

Woda zasilająca jest doprowadzana do przedniej części górnego walczaka, oddzielonej ścianą przelewową od tylnej. Rury, łączące dolne walczaki z górnym, nie są do części tej wprowadzone. Woda w tym zbiorniku nagrzewa się do temperatury około 200°C, pozostawia więc tam zanieczyszczenia i przelewa się przez ściankę przelewową do kotła. Zbierający się szlam może być wydmuchiwany nazewnątrz nawet podczas biegu parowozu. Praktyka wykazała, że kocioł tego typu nie wymaga tak częstego przepłókiwania, jak kotły zwykłej budowy w parowozach tegoż przeznaczenia. Opisywany kocioł wystarcza przemycić po przebiegu 8000 km, gdy „Pacific”, obsługujący te same pociągi, wymaga przepłókiwania po przebiegu najwyżej 2400 km.



Rys. 7.

Przekrój kotła parowozowego typu Yarrow.

Przegrzewacz jest umieszczony w przestrzeni wolnej pomiędzy ścianami, utworzonymi przez o-

płomki, pomiędzy przestrzenią parową kotła a przepustnicą, tak że jest stale pod ciśnieniem roboczym, zarówno podczas postoju parowozu, jak i podczas biegu jałowego. Zwiększa to korzystnie przestrzeń parową kotła o objętość przegrzewacza, nie wywołuje spadku ciśnienia przy otwarciu

pustnicy uderzenia wodne w cylindrach są prawie nieprawdopodobne.

Wewnętrzne cylindry wysokiego ciśnienia są odlane ze stali w jednej sztuce i są zaopatrzone w tuleje żeliwne. Tłoki tych cylindrów działają na 1-szą oś sprzężoną, tłoki cylindrów zewnętrznych na 2-ą oś. Mechanizm rozrządu pary — Walschaerta, do napędu zaś suwaków wewnętrznych zastosowano mechanizm wedł. patentu Gresley'a.

W pierwszym parowozie średnica cylindra wysokoprężnego wynosiła 305 mm, jednak wskutek stwierdzonej nierównej pracy cylindrów wysokiego i niskiego ciśnienia zdecydowano średnicę tę zmniejszyć do 250 mm. Siła pociągowa wynosi według wzoru

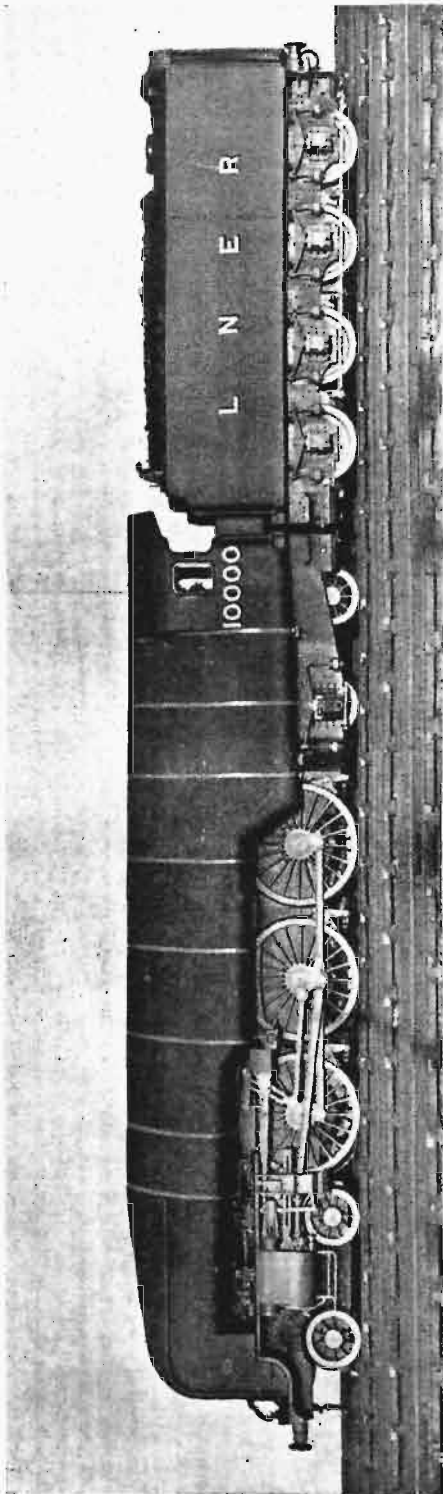
$$Z = \frac{0,6pd^3s}{D} = \frac{0,6 \cdot 31,6 \cdot 50,8^2 \cdot 66}{203,2} \approx$$

$\approx 16\ 000$ kg, co odpowiada przyczepności $= 4$. Parowóz prowadzi pociągi o wadze do 500 tonn, między innymi słynny „Flying Scotsman” (rys. 8).

Wobec krańcowego wyzyskania górnej części obrysa przez górny walczak, komin nie może sięgać wyżej, to też poważną troskę stanowiło znalezienie sposobu, aby dym nie zaściewał pola widzenia maszynisty. Rozwiązanie znaleziono w ustawieniu bocznych blach przy dymnicy, w górnej jej części, które, w postaci skrzydeł, razem z płaską, pochyloną ku przodowi górną częścią dymnicy, tworzą płóg powietrzny, odrzucający w pedzie spaliny i parę do góry. Kształt ostateczny nadano tym skrzydłom po licznych próbach z modelem parowozu, dokonanych w kanale aerodynamicznym przy szybkości przepływu powietrza 80 km/h.

Sprawa walki z opadaniem dymu ku dołowi, przy obecnych prawie wyłącznie wysoko podniesionych kotłach, ze znikomymi niskimi kominami, nabrała pierwszorzędного znaczenia. Towarzystwo francuskiej kolei Orleańskiej zbadało szczegółowo wszelkie istniejące urządzenia do odrzucania dymu do góry w Instytucie Aerodynamicznym Saint-Cyr na modelu parowozu „Pacific” $\frac{1}{10}$ wielkości rzeczywistej. Wyniki tych prób, obszernie ilustrowane zdjęciami fotograficznymi, są przytoczone w zeszycie lipcowym z roku 1930 czasopisma „Revue générale des chemins de fer”, w artykule p. A. Chapelon p. t.: „Essais effectués par la Compagnie d'Orléans dans le but de rechercher les meilleurs moyens de combattre les rabattements de fumée sur les locomotives”. Próby te wykazały, że urządzenia w rodzaju kołnierzy koła komina, odrzucających spaliny i parę ku górze, tak jak u lokomotywy L. N. E. R. (rys. 8), działają słabiej, natomiast stwierdziły, że ustawienie koła dymnicy bocznych ekranów pionowych i powierzchni pochyłej pomiędzy niemi działa niezawodnie i bardzo energicznie. Działaniu temu wydatnie sprzyja osłonięcie wspólną otuliną dzwonu parowego i piasecznicy, gdyż wystające te części wytwarzają w pedzie poza sobą podciśnienie, co wywołuje z kolei wiry, ściągające dym ku górze.

Na kolejach francuskich towarzystwa P. L. M. rozpoczął w ubiegłym roku pracę wysokoprężny parowóz systemu Schmidta fabryki Henschel w



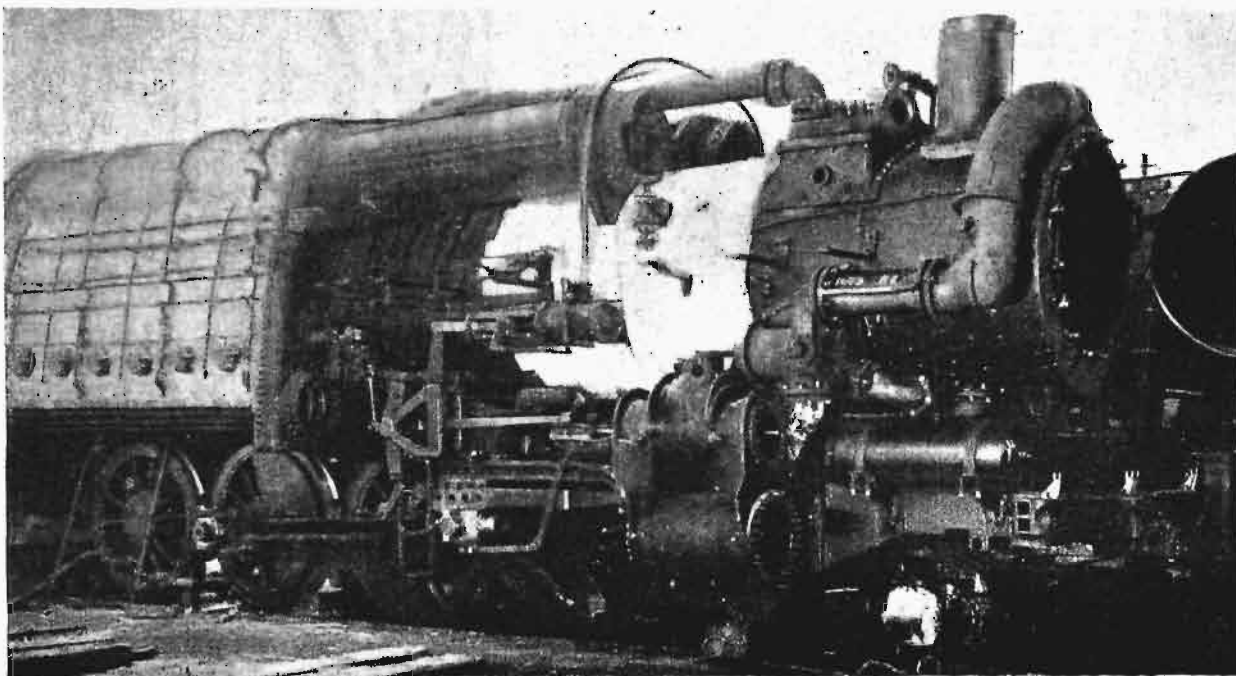
Rys. 8.

Widok ogólny parowozu wysokoprężnego 2—3—(1+1) kolei London — North — Eastern Railway.

przepustnicy, chroni rurki przegrzewacza od nadmiernej temperatury oraz daje tę dogodność, że poślizg parowozu ustaje natychmiast po przytknięciu przepustnicy. Dodajmy jeszcze, że parowóz po ruszeniu z miejsca pracuje od razu parą przegrzaną i że dzięki takiemu umieszczeniu prze-

Cassel. Parowóz ten, o układzie osi 2—4—1, jest równej mocy i pracuje narówni ze 104 maszynami niskoprężnymi. Opis urządzenia kotła parowozu Henschla podaliśmy w Nr. 1—2 „Przeгляdu Technicznego” z roku 1929. Skrzynia paleniskowa parowozu „P. L. M.”, złożona z opłomek, jak w kotle Brotana, wytwarza parę o ciśnieniu 110 atn, która, skraplając się w mieszczącym się u góry zbiorniku, wytwarza parę o prężności 60 atn. Para ta, po

z funkcyjnarjuszów kolei, który się chlubnie zaznaczył w jej dziejach, pozostała też, jak i poprzednie, 2-cylindrowa sprzężona, pozostał też ten sam układ osi. Skrzynia ogniowa tego parowozu jest utworzona z opłomek, jak w kotle Brotana, z tą jednak różnicą, że opłomki są ustawione w 5 rzędów. Przed skrzynią ogniową znajduje się walczak, zawierający 52 płomienic i 155 płomieniówek.



Rys. 9.
Parowóz amerykański „James Archibald” na 35 atn kolei Delaware-Hudson.

przejściu przez przegrzewacz, rozpręża się w cylindrach wysokiego ciśnienia o średnicy 240 przy suwie 650 mm do ciśnienia 14 atn, miesza się z parą, wytwarzaną przez płomieniówkowy walczak kotła, przechodzi do zewnętrznych cylindrów niskiego ciśnienia o wymiarach 560 × 700 mm, poczem odlatuje przez dyszę do komina. Ponieważ parowóz ten daje faktycznie oszczędność w paliwie, dochodzącą do 20%, powierzchnię rusztów zmniejszono w nim z 5 m² do 3,89 m². Podwozie parowozu pozostawiono też same, co i w dawnych lokomotywach typu 2—4—1 tej kolei, z tą tylko różnicą, że korbowody cylindrów tak wysokiego, jak niskiego ciśnienia, działają na tę samą drugą oś napędną.

Opisane przez nas w roku 1927 („Przeгляд Techniczny” zesz. 24) wysokoprężne parowozy kolei Delaware-Hudson p. nazwą „Horatio Allen” na 25 atn i „John Jervis” na 28 atn, wybudowane przez American Locomotive Co, dały asumpt do wykonania 3-go parowozu na jeszcze wyższe ciśnienie: 35 atn. Maszyna tego parowozu (rys. 9) nazwane go imieniem „James Archibald” na cześć jednego

Charakterystyka parowozu „James Archibald” jest następująca:

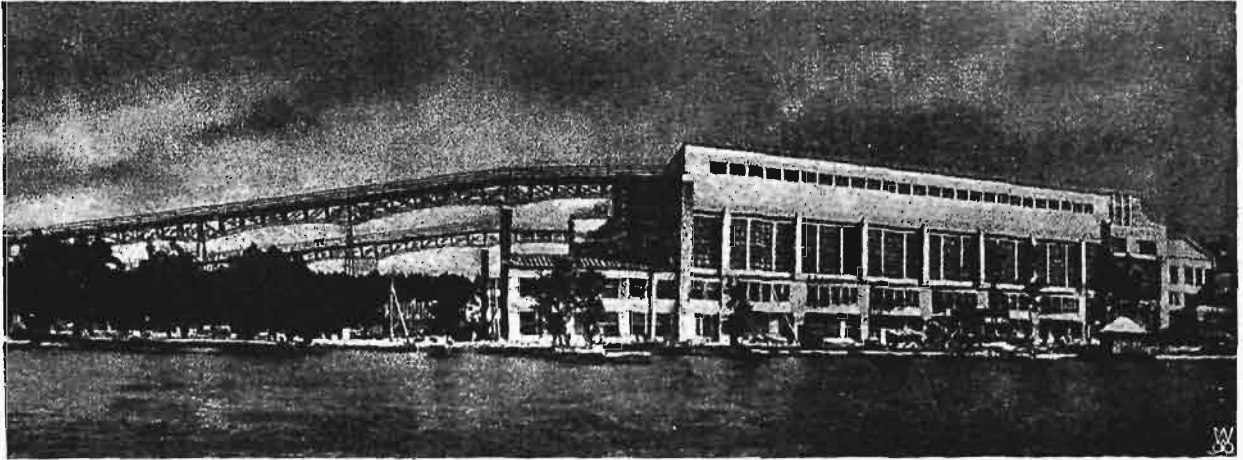
Średnica cylindra wysokoprężnego	mm	521
„ „ „ niskoprężnego	„	1003
Suw tłoków	mm	813
Średnica kół napędnych	„	1600
Pole rusztów	m ²	7,6
Powierzchnia ogrzewana odparowująca	m ²	460
„ „ przegrzewacza	„	97
„ „ całkowita	„	557
Nadprężność pary	atn	35
Ciężar parowozu w stanie roboczym	kg	161 000
„ „ napędny	„	136 000
Naciska osi napędnych	t	34.

Tender jest zaopatrzony w maszynę parową pomocniczą (booster), pracującą na ciśnieniu 17,5 atn i wywiązującą siłę pociągową 8,2 t. Parowóz, jako sprzężony, wywiązuje największą siłę pociągową 32,5 t, jako bliźniaczy — 39, t, tak że przy ruszaniu z miejsca i współdziałaniu tendra może rozwinąć 47 200 kg siły pociągowej.

(d. n.).

Tak względami par excellence polityczno-społecznymi tłumaczy się popularność zagadnienia, jego przesiąknięcie do warstw jaknajszerszych. W organizmie takim, jak państwo sowieckie, by-

4) stworzenie w okręgu sieci wysokiego napięcia, łączącej ośrodki odbiorcze z wytwórcami i umożliwiającą współpracę różnych central. Plan nie obejmuje bynajmniej elektryfikacji ca-



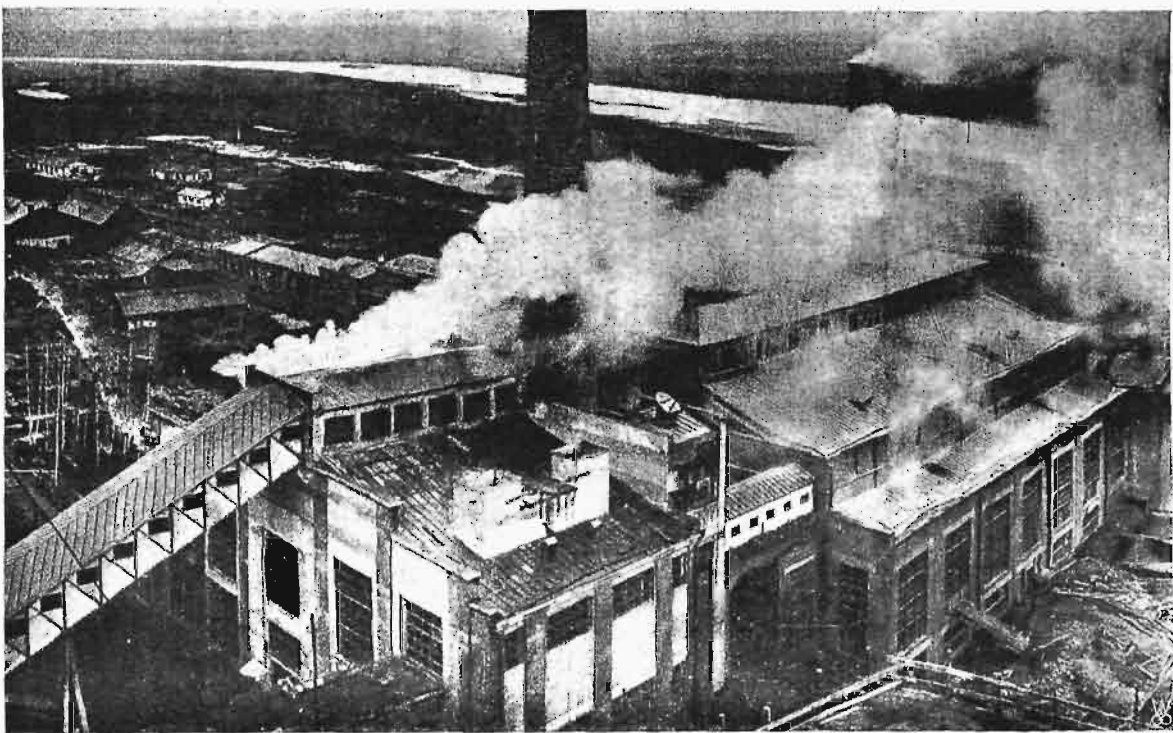
Rys. 2. Elektrownia „Szatura”, 136 tys. kW mocy (największa na świecie z opalanych torfem) nad jez. Czarnem, w odległości 130 km od Moskwy.

ło to nietylko warunkiem, ale i rękojmią realizacji.

W zasadzie swej plan elektryfikacji niewiele się zmieniał w ciągu swych przekształceń od pierwszego planu Goelro do obecnie realizowanego planu pięcioletniego. Zasady te są:

1) stworzenie jednolitej gospodarki energetycznej w każdym okręgu kraju;

tego obszaru Rosji europejskiej w sensie dostarczenia energii elektrycznej każdej miejscowości i połączenia wszystkich ośrodków energetycznych liniami wysokiego napięcia. Trzeba jednak pamiętać o tym, że średnie zaludnienie Rosji jest małe, a obszar jej olbrzymi. Obszar ten jest przecież znacznie większy od obszarów Europy zachodniej i środkowej, objętych dopiero w roku ubiegłym



Rys. 3. Elektrownia Kaszyska o mocy 34000 kW w odległości 115 km od Moskwy. Opał—pył z węgla brunatnego.

2) najbardziej celowe wzwskanie miejscowych źródeł energii w okręgu;

3) możliwie daleko idące wyeliminowanie transportu materiałów opałowych;

jednolitym planem elektryfikacyjnym, zgłoszonym na Berlińskim Kongresie Energetycznym przez Olivena. Trzeba pamiętać również, że okręgi, które mają być zelektryfikowane, stanowiąc

w obszarze Rosji stosunkowo nieznaczną część, są — jak na stosunki europejskie — wielkie i dorównują obszarom niektórych państw europejskich.

Rosja posiada wielkie zasoby źródeł energii, rozrzucone po całym terenie. Słabo rozbudowane koleje, a zresztą i ogólnie dziś przyjęte tendencje energetyki, nakazują wyzyskiwanie miejscowych źródeł energii, zużytkowywanie ich na miejscu

by dotyczące r. 1931 w tej i innych tablicach podają ilości preliminowane).

Wydobycie paliwa w 10^6 tonn

	1928	1929	1930	1931
Węgiel kamienny	35,7	41,3	56,7	83,6
Ropa naftowa	12,4	14,4	18,9	25,6
Koks	4,2	5,0	6,3	9,4
Torf	5,3	5,5	6,4	12,5

Oczywiście, tempo rozwoju nie daje się przewidzieć; liczby planowane mogą z tych, czy innych względów okazać się zbyt wysokimi (wydaje się naprz., że produkcja węgla w r. b. będzie znacznie niższa od liczby, podanej powyżej), jednakże zapasy paliwa są ogromne, a wobec tego i możliwości wielkie. Pokłady węgla kamiennego w Zagłębiu Donieckim oceniane są na $68 \cdot 10^{10}$ tonn, w Zagłębiu Kuźnieckim (Syberja zachodnia) — na $400 \cdot 10^{10}$ tonn.

Również i zasoby sił wodnych są w Rosji bardzo znaczne:

Siły wodne w 1000 KM⁴⁾.

	potencjalne	wyzyskane
RSFSR	2 000	100
Ukraina	425	40
Kaukaz	5 000	5
Syberja	8 000	—

Zaznaczyć należy, że liczby te są to wartości szacunkowe, a w różnych źródłach odchylenia są bardzo wielkie. Tak np. Rocznik Statystyki Rzeczypospolitej Polskiej (rok 1929) podaje ogólną moc sił wodnych ZSRR w wysokości $62 \cdot 10^6$ KM, zaś wyzyskanych — $0,8 \cdot 10^6$ KM.

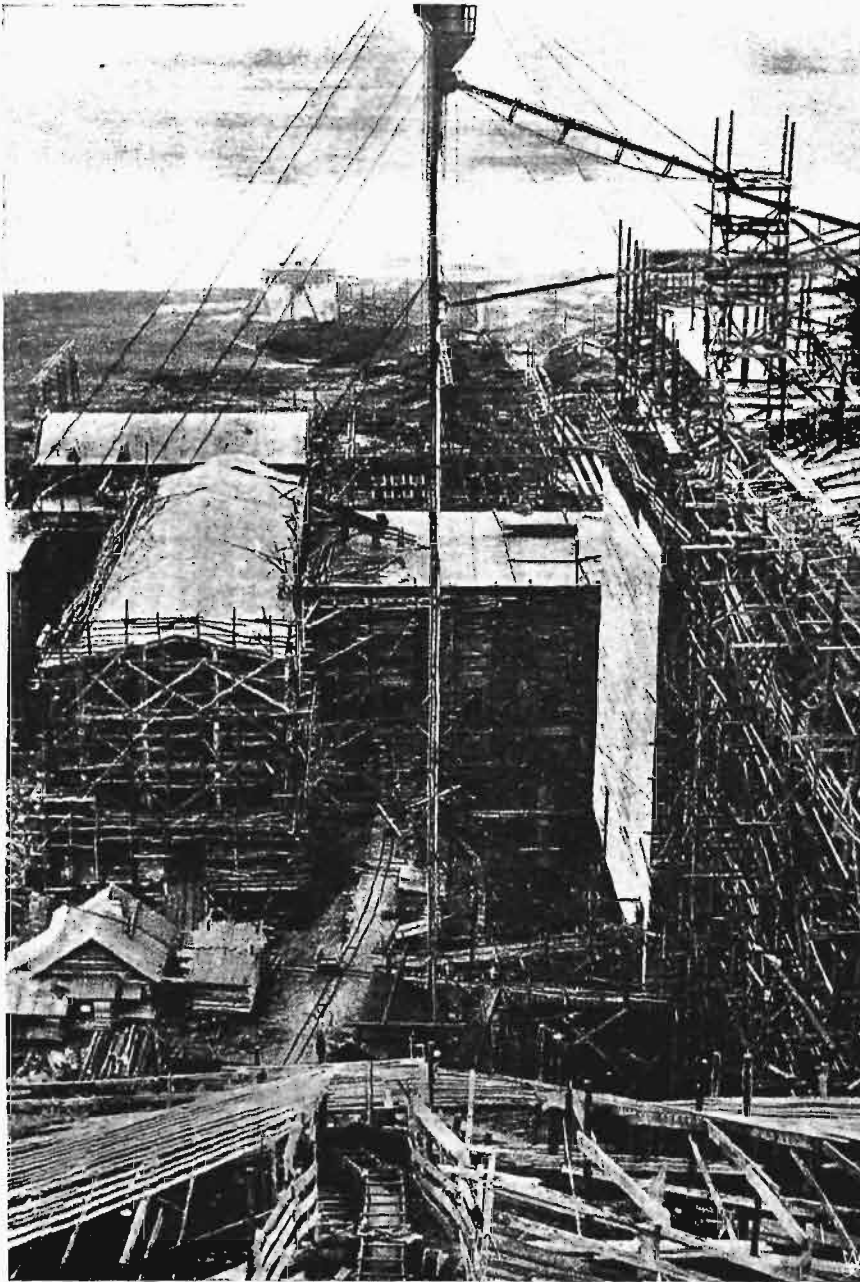
Najłatwiejsze do eksploatacji są spadki wodne na Kaukazie, nie wymagające sztucznego spiętrzania.

Produkcja energii elektrycznej w Rosji rozwija się w latach ostatnich znacznie szybciej, niż w innych krajach. Przytaczamy tu liczby, charakteryzujące tempo rozwoju w okresie jeszcze przed gwałtowną realizacją planu pięcioletniego.

	Produkcja energii elektrycznej w 10^6 kWh ⁵⁾ .			
	U. S. A.	Niemcy	Polska	ZSRR
1925	81 790	20 328	1 800	2 204
1926	90 000	21 218	1 982	3 181
1927	102 760	25 135	2 343	3 904
1928	113 000	27 871	2 593	4 500

⁴⁾ Wojtinsky „Welt in Zahlen”.

⁵⁾ Vierteljahrshefte zur Konjunkturforschung, 1930, zes. 19. Liczby dot. Polski — wedł. danych Min. R. P.



Rys. 4. Budowa nowego gmachu elektrowni Kaszyskiej nad rz. Oką (2-gie stadium rozbudowy do 167 tys. kW; w następnym stadium moc ma wzrosnąć do 205 tys. kW).

wydobycia, a transportowanie jedynie wytworzonej energii elektrycznej. W dalszym ciągu będziemy mieli możliwość pokazania, jak zasada ta jest w Rosji realizowana.

Ogólne cyfry wydobycia materiałów opałowych w ciągu paru lat ostatnich są następujące³⁾: (licz-

³⁾ Planowoje Choziajstwo 1930, Nr. 12, str. 343.

Kośćcem planu elektryfikacyjnego są elektrownie okręgowe, których przed wojną w Rosji niemal zupełnie nie było. Produkcja energii elektrycznej rozdziela się pomiędzy poszczególne grupy wytwórców, jak następuje:

W roku bieżącym przewidywane jest rozpoczęcie eksploatacji, względnie oddanie do użytku nowozainstalowanych urządzeń w następujących elektrowniach okręgowych¹⁾.

Produkcja energii elektrycznej ZSRR w 10⁶ kWh⁶⁾.

	1913	25/26	26/27	27/28	28/29	29/30	1931	1933
Elektrownie okręgowe	431	1 121	1 405	1 814	2 400	3 706	6 800	
% przyrostu			25	29	32	54		
Elektrownie użyteczności publicznej	259	439	530	578	702	849	1 400	
% przyrostu			21	9	21	21		
Elektrownie fabryczne	1 255	1 957	2 121	2 788	3 363	4 145	4 500	
% przyrostu			8	31	20	23		
Wszystkie elektrownie	1 945	3 517	4 010	5 180	6 645	8 700	12 700	33 000
% przyrostu			15	27	25	35		

Rola elektrowni okręgowych, najekonomiczniej pracujących, staje się w ogólnym wytwarzaniu coraz większa, i gdy przed wojną udział ich wynosił 22%, to już w r. b. ma wynieść 53,5%.

Odpowiada to zresztą i mocom zainstalowanym w poszczególnych grupach elektrowni.

Moc zainstalowana w 10³ kW⁷⁾.

	1928	1929	1930	1931	1933
Elektrownie okręgowe	572	710	1 300	2 300	6 500
Inne użyt. publicznej	317	381	485	600	
Fabryczne	900	1 006	1 100	1 600	
Ogółem	1 789	2 097	2 885	4 500	

Zużycie paliwa na wytworzoną kilowatogodzinę ma w ciągu okresu realizacji planu pięcioletniego stopniowo maleć: w elektrowniach okręgowych — z 0,91 do 0,76, w fabrycznych — z 1,4 do 1,0 kg/kWh (paliwo wzorcowe o wartości opałowej 7000 Kal/kg).

Dla zorientowania czytelnika w stopniu realizacji planów, podajemy tabelę, ilustrującą budowę elektrowni okręgowych w ważniejszych okręgach.

Nazwa elektrowni	moc 1000 kW
Leningradzka II.	24
Kaszyska	88
Szatarska	44
Briańska	22
Niznie-Nowgorodzka	94
Iwanowo-Wozniesieńska.	72
Jarostawska	33
Kizelowka	94
Czelabińska	96
Saratowska	12
Samarska	12
Stalingradzka.	24
Kazańska	10
Szachtyńska	46
Osinowska.	10
Riońska.	24
Dzoragecka	15
Zujewska	50
Szterowska	88
Donsoda	44
Magnitogorska	98
Im. Dzierżyńskiego	24
Grozny	15
Baku.	24

Budowa elektrowni okręgowych⁸⁾.

Okregi	Plan Goelro		W eksploatacji				W budowie	
	ilość elektro-wni	moc w 1000 kW	na 1.I.1931		na 1.I.1934		w r. 1931	
			ilość elektr.	moc w 1000 kW	ilość elektr.	moc w 1000 kW	ilość elektr.	moc w 1000 kW
Leningradzki	4	160	2	164	5	556	4	344
Moskiewski	3	160	3	224	11	1 149	5	294
Iwanowo-Wozniesieński	1	40	2	32	4	331	3	279
Zachodni	—	—	—	—	2	70	2	70
Niznie-Nowgorodzki	1	40	1	64	5	374	2	164
Uralski	4	165	2	41	7	790	6	603
Środkowo-Nadwożański.	1	20	1	14,5	2	75,5	2	32
Dolny-Nadwożański	2	60	2	58,5	2	142,5	3	60
Kaukaski	5	180	4	87	9	488	3	68,5
Syberyjski	2	80	—	—	3	264	3	216
USRR (Ukraina).	5	460	4	159	7	1 147	9	964

⁶⁾ Planowoje Choziajstwo 1930, Nr. 10—11, str. 244 i Nr. 12, str. 108.

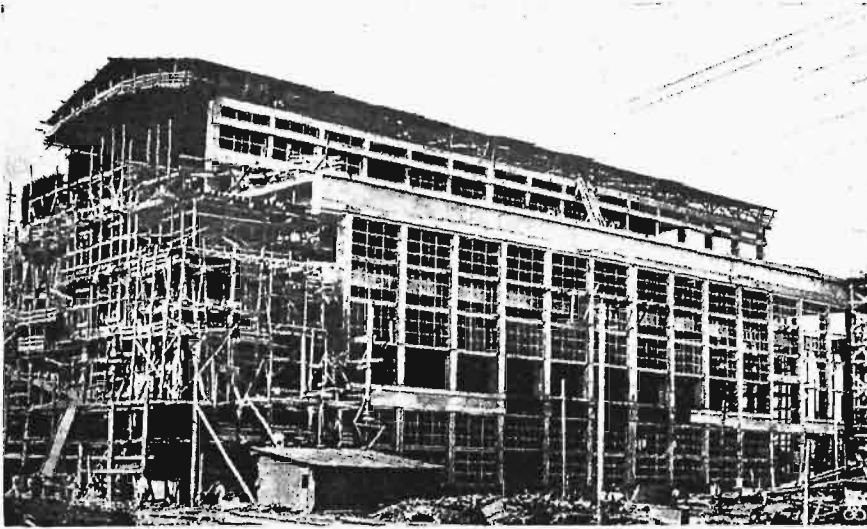
⁷⁾ Planowoje Choziajstwo 1930, Nr. 12, str. 108.

⁸⁾ Planowoje Choziajstwo 1930, Nr. 12, str. 100 i 106.

W ten sposób ogólna moc elektrowni okręgowych, wchodzących w r. b. do użytku, wynosi około miliona kW. Inne grupy elektrowni mają dać

⁹⁾ Planowoje Choziajstwo 1930, Nr. 12, str. 107.

przyrost ok. 600 000 kW. Dla porównania wskażemy, że program inwestycyjny elektrowni użyteczności publicznej w Stanach Zjednoczonych przewiduje w r. b. zainstalowanie nowych urządzeń o mocy 2 milionów kW.



Rys. 5. Budowa elektrowni okręgowej w Iwanow-Woźniesieńsku („Iwgres“). Moc 96 tys. kW. Paliwo—torf. Elektrownia zasilać ma przez 11 podstacji okrąg przem. włókienniczego. Obecnie buduje się 1-e i 2-gie stadjum, obejmujące montaż 4 turboprządnic po 24 000 kW (z nich 2 są wykonane w Leningradzie).

Omówimy obecnie kolejno ważniejsze okręgi elektryfikacyjne.

1. **Środkowy Okrąg Przemysłowy.** Okrąg ten obejmuje Moskwę, Jarosław, Iwanow-Woźniesieńsk, Tułę, Niżnij-Nowogrod i szereg innych ważnych ośrodków przemysłowych.

W obszarze tym głównym materiałem opałowym jest torf i węgiel brunatny. Według obliczeń geologów sowieckich, ilość torfu wystarczy na napęd elektrowni o mocy 2 500 000 kW w ciągu 50-ciu lat (przy normalnej sprawności), ilość węgla brunatnego — na 250 000 kW w ciągu tegoż okresu. Program elektryfikacyjny oparty też jest w głównej mierze na wyzyskaniu tych miejscowych źródeł energii, z dążeniem do wyeliminowania węgla donieckiego i ropy naftowej, które dziś jeszcze odgrywają ważną rolę.

W okręgu tym pracuje obecnie 6 elektrowni okręgowych. Największą z nich jest elektrownia *S z a t u r a*¹⁰⁾ o mocy zainstalowanej 136 000 kW. Zbudowana jest w centrum wielkich pokładów torfu, w odległości 120 km od Moskwy w kierunku Kazania. Z elektrownią połączony jest wielki zakład wydobywania torfu. Stosowane są tu dwa systemy wydobywania: maszynowy i wodny — t. zw. „hydrotorfu” (system inż. Klassona). Średnia droga, jaką wydobyty torf przebywa nim dostanie się do kotłowni, wynosi 9,2 km; średni koszt własny torfu w raz z transportem — 12,80 rb/t; średnia wartość opału — 3240 Kal/kg.

Kotłownia posiada 15 kotłów systemu Garbego, z czego 9 po 750 m² powierzchni ogrzewanej i 6 po 1500 m². Maszynownia zawiera 5 turbogeneratorów: 3 po 16 000 i 2 po 44 000 kW; ciśnienie pary wynosi 16 ata, temperatura 375°C.

¹⁰⁾ ETZ 1930, str. 386.

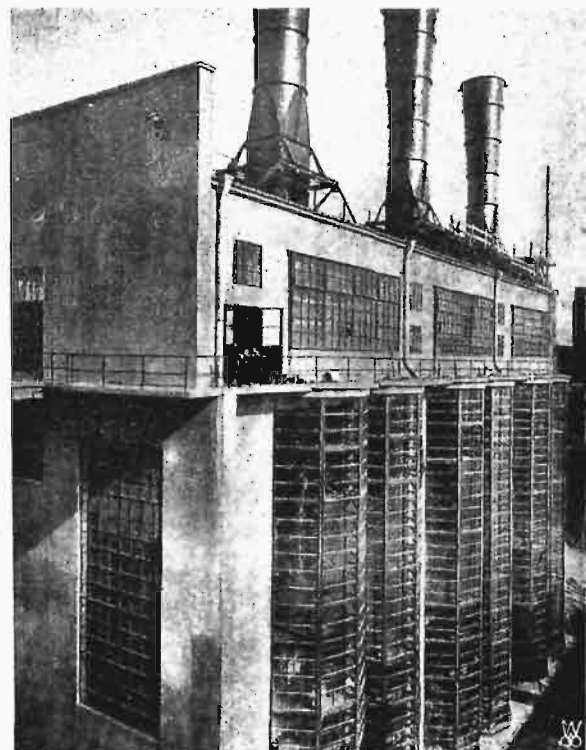
Liniami 115 kV (długość 130 km) połączona jest elektrownia z siecią zbiorczą, okalającą Moskwę. Transformatory, podwyższające napięcie z 6,6 na 115 kV, posiadają łączną moc 157 800 kVA.

Elektrownia *K a s z y r s k a* położona jest nad rzeką Oką, w odległości 115 km od Moskwy. Zasilana jest węglem brunatnym, dowożonym z odległości przeszło 100 km. Moc zainstalowana wynosi 34 000 kW, w r. b. uruchomione być mają nowe turbogeneratory o łącznej mocy 88 000 kW.

Elektrownia *K l a s s o n a* (dawna Elektropieriedacza) jest w położeniu lepszym od Kaszyrskiej, bo tylko o 75 km od Moskwy; opalana jest torfem maszynowym i hydrotorfem. Moc obecna 36 000 kW.

Poza temi elektrowniami, których głównym zadaniem jest zasilanie Moskwy, pracuje elektrownia w okolicy Niżniego-Nowogrodu o mocy 20 000 kW (na torfie) rozbudowywana obecnie do 68 000 kW; w tejże okolicy znajduje się w budowie druga elektrownia o mocy 46 000 kW. Zasilać one mają przemysł, bardzo w tym obwodzie rozwinięty.

W okolicy Iwanow-Woźniesieńska budowane są dwie elektrownie na moc 24 000 kW i 48 000



Rys. 6. Pierwsza elektrownia moskiewska, rozbudowana niedawno przez zainstalowanie nowych turbin do 90 tys. kW. Paliwo—ropa. Na rys. nowa kotłownia tej elektrowni.

kW; ta druga ma być rozszerzona później do 120 000 kW. W okolicy Jarosławia są również w budowie dwie elektrownie na 33 000 kW.

Na sieć moskiewską, poza wymienionymi elektrowniami okręgowymi, pracują jeszcze elektrownia miejska i elektrownia tramwajowa.

Plany rozbudowy obwodowej sieci moskiewskiej, połączonej na napięciu 110 kV, przewidują¹¹⁾:

	Moc w 1000 kW				
	1928/29	29/30	30/31	31/32	32/33
Elektrownia miejska	74	85	107,5	107,5	107,5
„ tramwajowa	38,5	38,5	29,5	54,5	79,5
Klassona	36	36	46	46	46
Szatura	80	116	136	136	136
Kaszyra	12	34	34	128	128
ogółem					
moc zainstalowana	240,5	309,5	353	472	497
obciążenie szczytowe	219,1	280	340	410	470
produkcja w 10 ⁶ kWh	950	1200	1450	1700	2000

Dalsze plany przewidują budowę w Moskwie dwóch elektrowni o mocy razem 150 tys. kW, któ-

re oprócz dostawy prądu zaopatrywać mają niektóre dzielnice miasta w parę do celów ogrzewniczych. W tym też kierunku idą plany przebudowy elektrowni tramwajowej, w której ciśnienie pary ma być podniesione do 100 at. Poza tem, w odległości przeszło 200 km od Moskwy, w Bobrikach, ma powstać elektrownia, pracująca na węglu brunatnym, o mocy w pierwszym stadium rozbudowy 150 tys. kW, a z czasem — 300 tys. kW.

Kwestją dalszą jest połączenie okręgu centralnego liniami wysokiego napięcia; napięcie potrzebne wynosi, wobec bardzo znacznych odległości, 220 kV. Łączna moc współpracujących tu ze sobą elektrowni okręgowych wyniesie ok. 1 500 000 kW; na sieć tę mają pracować również i większe elektrownie fabryczne (głównie zakładów włókienniczych).

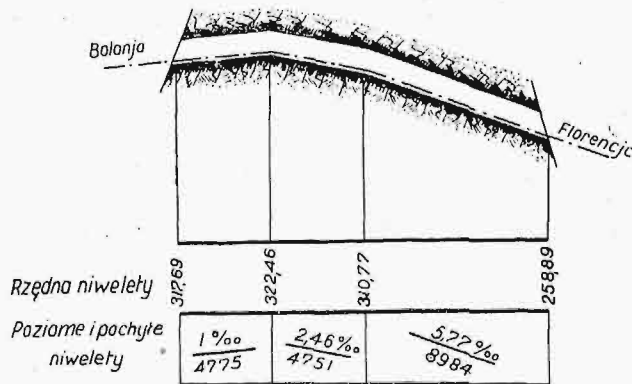
(d. n.)

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

KOLEJNICTWO.

Budowa tunelu Apenińskiego na linii kolejowej Bolonia—Florencja *).

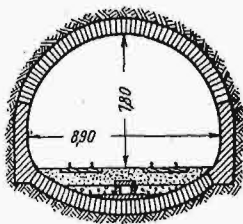
Budowę tunelu rozpoczęto w r. 1921, zakończono zaś w r. 1930. Pod względem długości (18 510 m) tunel ten zajmuje drugie miejsce po tunelu Simplonkim (19 731 m). Ten ostatni składa się z dwóch tuneli jednotorowych; tunel w



Rys. 1. Przekrój podłużny tunelu.

Apeninach jest dwutorowy i jako dwutorowy tunel jest najdłuższym na świecie.

W rzucie poziomym oś tunelu jest linią prostą. Przekrój podłużny tunelu pokazany jest na rys. 1, na którym podane są spadki niwelety i rzędne wyso-



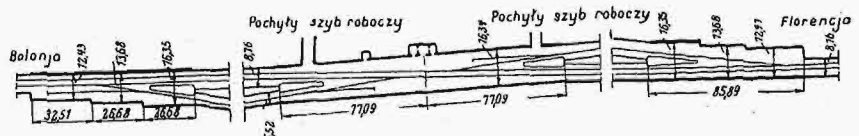
Rys. 2. Przekrój poprzeczny tunelu.

kości nad poziomem morza. Przekrój poprzeczny (rys. 2) ma kształt kołowy o średnicy od 8,8 do 9 m.

Sklepienia stropowe i spągowe (dolne) wykonano z cegły na zaprawie wodotrwałej wapiennej lub cementowej. Grubość sklepień jest zmienna, w zależności od rodzaju skały, w granicach: sklepienie stropowe od 0,54 do 1,07 m, spągowe od 0,4 do 0,81 m. W warstwach bardzo miękkiego łupku ilowego sklepienie stropowe na szerokości 3 m wykonano z ciosów z piaskowca. Na przyczółki użyto muru z kamienia łamanego.

Tunel przechodzi przez warstwy geologiczne skał osadowych, które są: margiel, wapień marglowy, łupek ilowy i piasek.

Początkowo włam tunelu prowadzono od wlotów ku środkowi. Znaczne parcie ziemi wywołało potrzebę silnej obudowy tymczasowej, co spowodowało, że największy dzienny postęp sztolni mógł być około 2,5 m z północnej strony tunelu i około 3 m z południowej strony. Celem przyśpieszenia robót, rozpoczęto jeszcze budowę od środka tunelu ku wlotom. W tym celu wykonano dwa szyby robocze, zapomocą których obsługiwano dwa wewnętrzne miejsca włomu. Szyby te, pochylone pod kątem 50°, o długości 520 m i różnicy poziomów 270 m, doprowadzono do spodu tunelu, który w tem miejscu poszerzono dla zainstalowania stacji przeladunkowej (rys. 3 i 4). Włom tunelu (rys. 5) wykonano metodą belgijską. Mianowicie, prowadzono sztolnię spagową 1 o wymiarach 3 × 4 m, w której ułożono tor kolejki do transportu materiału wykopanego, następnie sztolnię stropową 2 o wymiarach 2,5 × 2 m, obie sztolnie połączone co 6 m szybami pionowymi do ładowa-



Rys. 3. Stacja przeladunkowa w środku tunelu.

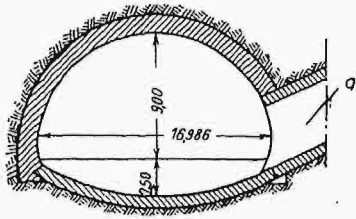
nia wykopanego materiału na wagoniki. Dalekie poszerzanie włomu oznaczone jest kolejnymi cyframi 3, 4, 5... i t. d.

Olbrzymie trudności nastęrczały podczas budowy woda zaskórna oraz w warstwach łupku ilowego gazy trujące i łat-

¹¹⁾ ETZ 1930, str. 391.

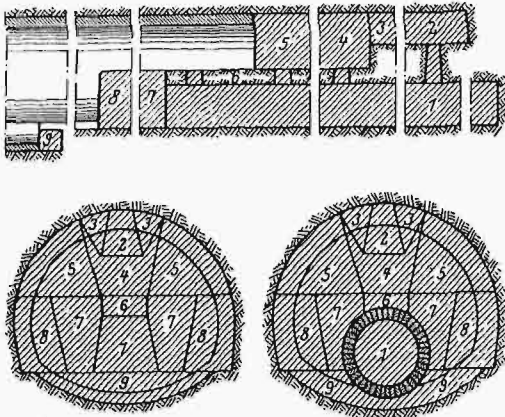
*) Ogólny opis tej nowej linii kolejowej podany był w Przeglądzie Techn. zes. 17 z r. b.

wopalne [95% metanu]. Wytryski wody były bardzo obfite. Największa wydajność dochodziła czasami do 600 l/sek.



Rys. 4. Przekrój poprzeczny stacji przeładunkowej i szybu roboczego (a).

Budowa tunelu wymagała znacznego nakładu na urządzenia pomocnicze do transportu, wentylacji, pompowania wody, oświetlenia i bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz odpowiedniej dyscypliny i organizacji celem zapobieżenia wypadkom.



Rys. 5. Sposób wykonywania tunelu. Przekroje podłużny i poprzeczne (w miejscu o gruncie normalnym i ruchomym).

Dane cyfrowe: Rozchód dynamitu wyniósł 650 g/m³ wykopu, zużycie energii mechanicznej 56 kWh/m³ wykopu. Instalacje powietrzne dostarczały dziennie 6,5 milj. m³ powietrza do wentylacji i 240 000 m³ powietrza sprężonego dla świrdrów pneumatycznych. Ogólny koszt tunelu stanowi 470 milj. lirów (około 220 milj. zł.), czyli 25 000 lir. na 1 m b. (13 800 zł.). (B a u t e c h n i k 1931 r., zes. 5, str. 218/20). W. W.

MATERIAŁOZNAWSTWO.

Powłoki wolframowe i ze stopów wolframu.

Colin Fink (N. Jork) i Frank L. Jones (Pittsburg) donoszą w czasop. „Iron Age” (21 maja r. b.), że udało im się wytworzyć powłokę z wolframu drogą galwaniczną. Jest to ważny wynik, gdyż wolfram nadaje się szczególnie do powlekania innych metali ze względu na swą odporność na kwasy. Powłoki wolframowe są gładkie, twarde i gęste, mają silny połysk i (podobnie jak chromowe) nie wymagają polerowania, jeśli przedmiot wolframowany był polerowany poprzednio.

Badania nad najodpowiedniejszym składem kąpieli wykazały, że roztwory organiczne soli wolframowych nie nadają się, kwaśne roztwory wodne soli wolframowych dają powłoki niezadawalające, natomiast roztwory alkaliczne soli W dają wyniki bardzo dobre. Należy jednak przestrzegać zachowania odpowiedniej temperatury kąpieli, gęstości prądu na katodzie i stężenia jonów wodorowych roztworu.

Nieźle wyniki uzyskano także w pewnych warunkach z powłokami ze stopów wolfram-żelazo i wolfram nikiel

METALOZNAWSTWO.

Nowe badania układu Mg₂Si—Al.

Dokładne poznanie tego układu jest szczególnie ważne, gdyż właśnie związkowi Mg₂Si przypisuje się główną rolę w procesie ulepszania stopów typu duraluminu. Handson i Gayler ustalili rozpuszczalność Mg₂Si w Al na 1,6%, w temperaturze eutektyki 595^o, oraz 0,6% Mg₂Si w temp. pokojowych. Badania przeprowadzone ostatnio przez E. H. Dix'a, F. Keller'a i R. W. Graham'a dały nieco odmienne liczby: rozpuszczalność w temp. eutektyki 1,85% Mg₂Si, zaś przy 200°C — 0,27% Mg₂Si, gdy według Gayler — 0,7%. Punkt eutektyczny ustalono taki sam, jak i wedł. dawnych badań: 13% Mg₂Si t. t. 595°C.

Do badań użyto materiałów: 1) Al = 99,966%; Cu = 0,016%; Si = 0,007%; Fe = 0,009%; Ti = 0,002%. 2) Mg = 99,98%; Al = 0,01%; inne — 0,01%. 3) Si = 98,64%; Al = 0,56%, Fe = 0,66%, Ti = 0,10%, Mn = 0,04%.

Najpierw stopiono zaprawę z 15% Si; z zaprawy tej wykonano drugą, zawierającą około 20% Mg₂Si, i dopiero z tej zaprawy wytapiano badane stopy. Piec użyto kokso-we z tyglami grafitowymi. Do ustalenia linii liquidusu użyto próbek odlewanych o wadze 200 g; tak samo 200 g próbkę użyto do sprawdzenia eutektyki. Blachę potrzebną do badań wywalcowywano z próbek o grubości 38,1 mm, walcując na gorąco do grubości 6,35 mm i potem na zimno do 1,5 mm. Dla ustalenia zmiany rozpuszczalności w stanie stałym blachę wyżarzano w ciągu 72 godz. przy 570°C. Potem część jej studzono powoli do pożądanych niższych temperatur, jak 500, 400, 300 i 200°C, wygrzewano w ciągu 24 godzin i studzono, zaś drugą część wyżarzano jeszcze po tem w 570°C. Blacha wykazała dziury, zaś przy większych ilościach magnezu czerniała. Analiza jednak nie wykazała strat magnezu. Do wytrawiania używano jednego odczynnika, gdyż wszystkie odczynniki trawią Mg₂Si, zabarwiając na ciemnoniebieski charakterystyczny kolor. Dla uwiocznienia najmniejszych śladów Mg₂Si użyto 0,5% roztworu wodnego kwasu fluorowodorowego. Woda przy polewowaniu wyżera Mg₂Si. Dla ustalenia linii solidusu, wygrzewano próbki w ciągu 24 godz. przy 580°C, następnie powoli podgrzewając do 600^o, 610 i 628°C wytrzymywano w ciągu 15 minut, studzono szybko i badano. (Z. M k u n d e. 1931, zes. 4, str. 126).

Układ kadm-cynk.

Dokładne badania tego układu ogłoszono w „Journal of the Institute of Metals” w roku 1926, gdzie podano całą literaturę tego tematu (w języku polskim o kadmie jest praca prof. dr. inż. Wł. Łoskiewicza p. t. „Kadm” — przyp. sprawozd.). W roku 1929 Grube i Burkhardt ogłosili swe nowe badania stopów Cd—Zn metodą pomiarów oporu elektrycznego i ustalili zakresy wzajemnej rozpuszczalności metali znacznie szerzej, aniżeli Jenkins. Najnowsze badania Stockdale'a były podane do ogólnej wiadomości na jesieniem zebraniu Institute of Metals zeszłego roku. Dają się one ująć w następujące zestawienie:

Stopy bogate w cynk		
% cięż. Cd	Przemiany	°C
2,6	β Zn \rightarrow β Zn + ciec.	350
2,4		300 — 310
2,2		277 — 284
2,0	β Zn \rightarrow β Zn + Cd	255 — 259
1,5		234 — 240
1,0		213 — 221.

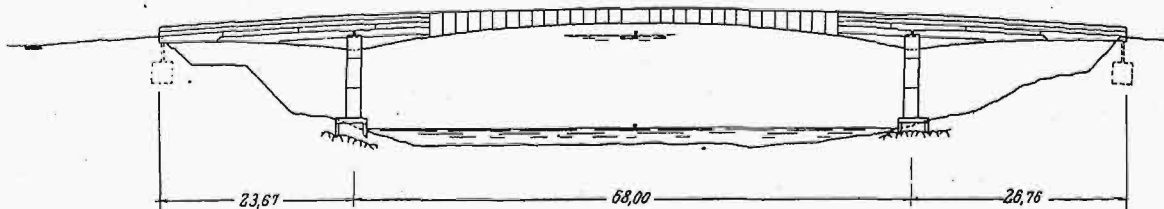
Stopy bogate w kadm		
% cięż. Zn	Przemiany	°C
2,7	Cd → Cd + ciec.	272 — 275
2,4		280 — 282
2,1		288 — 290
1,8		295 — 297
1,5		299
1,2		304 — 305
0,6		311 — 313
2,7	Cd → Cd + Zn	255
2,3		230
1,9		215
1,7		193 — 196
1,1		165 — 168
0,7		140
0,5 — 0,7		100.

Wyniki otrzymane przez Stockdale'a są zbliżone do danych Jenkins'a i różnią się od liczb podanych przez Grube'go i Burkhardt'a, jak to można sądzić z następującego porównania. Według Grube'go i Burkhardt'a, cynk rozpuszcza kadm przy 263° w ilości około 3,7%, według Jenkins'a — 2%, zaś według Stockdale'a — 2,15 Cd; dla cynku w kadmie przy 266° (eutektyka) odpowiednie liczby wynoszą: 4,3; 2,25; 2,95% Zn. W temperaturze 353°C odbywa się przemiana alotropowa cynku. (J. of Inst. of Met., 1930/II, t. XLIV, str. 75—82). E. P.

MOSTOWNICTWO,

Największy belkowy most żelbetowy na świecie.

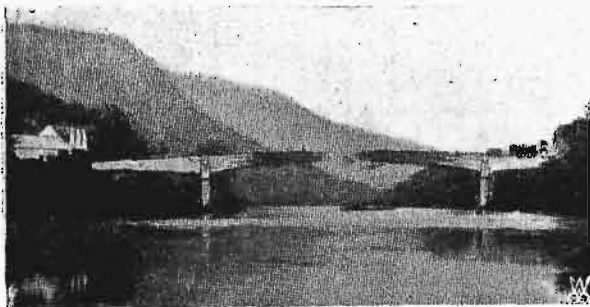
Największym obecnie mostem żelbetowym systemu belkowego jest most drogowy na rz. Rio Peixe w Stanie Sw.



Rys. 1. Most żelbetowy na rzece Rio de Peixe. Ogólny schemat z uwidocznieniem podziału betonowania na odcinki.

Katarzyny w Brazylii, oddany do użytku w październiku 1930 r.

Rozpiętość środkowego przęsła tego mostu wynosi 68,0 m, dwóch skrajnych po 26,76 m, szerokość jezdni 7,4 m.



Rys. 2. Widok ogólny mostu podczas budowy systemem wspornikowym przęsła środkowego.

Wysokość belki w środku stanowi zaledwie 1,7 m, t.j. 1/10 rozpiętości, na podporach — 4 m.

Most ten, poza dużą rozpiętością, ciekawy jest jeszcze ze względu na swe wykonanie.

Przęsło środkowe wykonywane było bez rusztowań, ponieważ zachodziła możliwość podniesienia się poziomowi wo-



Rys. 3. Zesrubowywanie prętów uzbrojenia z odcinków po 3 m długości.

dy w każdej chwili aż o 12 m. Na rys. 1 pokazane są ogólne rozpiętości mostu, zmienne poziomy rzeki oraz poszczególne odcinki betonowania.

Początkowo betonowano poziomymi warstwami przęsła skrajne i części przęsła środkowego tuż przy filarach. Na-

stępnie dobetonowywano kolejno systemem wspornikowym 1,5 m dalsze pionowe odcinki przęsła środkowego (rys. 1 i 2).



Rys. 4. Widok mostu z samolotu.

Pręty uzbrojenia głównego o średnicy 38 mm były zesrubowywane co każde 3 m (rys. 3).

Dla lepszego związania betonu w szwie, zakładano na całej płaszczyźnie szwu prostopadle do niej b. gęsto pręty \varnothing 6 mm.

W moście tym zastosowano po raz pierwszy w mostach żelbetonowych budowę ze wsporników, co dotychczas wyłącznie tylko stosowano w konstrukcjach żelaznych.

Od czasu wykonania nie zauważono w moście jakichkolwiek uszkodzeń. (Beton u Eisen, zes. 11, 1931 r.).

W. Ż.

TECHNIKA CIEPLNA.

Podgrzewanie powietrza zapomocą tlenu dyfenilu.

Tlenek dyfenilu znalazł już (w Anglii) zastosowanie jako czynnik do ogrzewania przegrzewaczy międzystopniowych. Obecnie zaś donosi czasop. „Power” (5 maja r. b., str. 707), że w Stanach Zjedn., w elektrowni pod Charlottesville, mającej być wkrótce uruchomiona, wprowadza się tlenek dyfenilu do ogrzewania powietrza paleniskowego. Elektrownia ta, o mocy w pierwszym stadium rozbudowy 15 000 kW, posiada dwa kotły na 37 at, po 90 t/h max. wydajności, opalane pyłem węglowym. Ogrzewanie powietrza dopływającego do komory spalinowej odbywa się w ten sposób, że mieszaninę z 85% tlenu dyfenilu i 15% naftalenu przetłacza się zapomocą pompy wirnikowej w obiegu pomiędzy pochłaniaczem ciepła w czopuchu a grzejnikiem w rurociągu powietrznym, prowadzącym do młynów węglowych i paleniska. Całkowicie zamknięty obieg składa się z rury 76 mm średn., zaś zmiany objętości czynnika pod wpływem temperatury wyrównywa odp. zbiornik. Pochłaniacz ciepła i grzejnik składają się z rur „pletwowych”.

Zaletą nowego urządzenia ma być prostszy układ rur oraz możliwość regulowania osobno temperatur powietrza pierwotnego i wtórnego, stosownie do wymagań, stawianych pracy paleniska.

TECHNIKA SANITARNA.

Przekaznik fotoelektryczny do kontroli jakości wody do picia.

W instalacji wodociągowej m. Denver wyzyskano własność komórki fotoelektrycznej, zmieniającej oporność przy zmianie siły światła, do samoczynnego wskazywania zmętnienia wody. Urządzenie to składa się z rurki mosiężnej o średnicy 50 mm, długości 175 mm, przez którą przepływa stale woda i której końce zamknięte są płytkami szklanymi. Nakrętki pierścieniowe, zamocowujące płytki, są wyposażone w występy walcowe, w których mieści się — w jednym źródło światła, w drugim — komórka fotoelektryczna; wobec tego światło przechodzi przez wodę, zawartą w rurce, do komórki. Jeśli mętność wody przekroczy pewną granicę dopuszczalną, to jasność padającego na komórkę światła spada, oporność jej wzrasta, a to pociąga za sobą działanie bardzo czułego przekaznika na dzwonek. Przyrząd ustawia się następnie w inne położenie, które zachowuje dopóty, dopóki woda przepływająca przez nie osiągnie znów dopuszczalnej klarowności. (Engg. News-Rec., 21 maja 1931 r.).

TURBINY WODNE.

Sprawność turbin Kaplana.

W zakładzie na jeziorze Lake Walk, mającym wytwarzać stale 20 000 kW mocy, uzyskano przyrost pracy, wyrażający się liczbą 563 000 kWh w ciągu r. 1930, przez zmianę turbin o roboczych łopatkach nienastawnych na turbinę Kaplana. Porównanie z turbiną, pracującą w sąsiednim zakładzie Devil's Lake, wykazało, że turbina Kaplana przepracowała 97% godz. w roku, wówczas gdy turbina o łopatkach nienastawnych — tylko 66%. Przy 665 kW obciążenia wykazała turbina Kaplana sprawność 89%, mimo że jej obciążenie normalne byłoby znacznie wyższe (1275 kW); turbina o łopatkach nieruchomych dała w tych warunkach zaledwie 79% sprawności. (El. World, 25 kwietnia 1931).

Bibliografia.

Podręcznik dla sprawdzających wodomierze. Tom I: Wybrane działy hydromechaniki w przystępnym zarysie. A. Troskolski, inż.-mech. Str. XX + 445. Rysunków 205. Warszawa, 1931. Nakładem Głównego Urzędu Miar. Cena zł. 20.

Po swej „Hydromechanice”, — podręczniku politechnicznym, wydanym kilka lat temu, jeszcze w czasie studjów, który wywołał swego czasu znaczne zainteresowanie, — rozpoczął autor realizację zamierzonej przez niego kilkutomowej wyczerpującej monografii o wodomierzach i przyborach, służących do ich sprawdzania. Zamiar ten, godny najwyższego uznania, choćby ze względu na ogrom pracy, jaki jest niezbędny do jego wykonania, został już częściowo zrealizowany przez wydanie tomu pierwszego, zawierającego elementarny wykład hydromechaniki.

Książka, jak sam tytuł wskazuje, przeznaczona jest dla techników, nie posiadających wyższego wykształcenia, napisana jest więc przystępnie, przy użyciu matematyki elementarnej. Tylko w kilku miejscach wprowadził autor pojęcie różniczki i całki, czego zresztą, sądzę, można było uniknąć, nie wywołuje to bowiem żadnych następstw rachunkowych, — jest raczej symboliczne.

Część pierwsza książki, omawiająca „Podstawowe wiadomości z mechaniki ogólnej”, zawiera, prócz niezbędnych do zrozumienia dalszych wywodów wiadomości, wiele materiału, który — sądzę — można było pominąć. Część druga zawiera „Hydrostatykę”. W dalszym ciągu autor zastosował podział analogiczny, jak w swej „Hydromechanice”: 3) Dynamika cieczy doskonałej, 4) Dynamika cieczy rzeczywistych, 5) Hydraulika.

Godne uznania jest wplecenie w tekst około 120 ćwiczeń, będących w znacznej części pomysłem autora.

Również umieszczenie na końcu kilkunastu tablic liczbowych uznać należy za celowe, natomiast zajmujący ok. 100 stron „Indeks”, zestawiony zapewne kosztem niemałego trudu, nasuwa zastrzeżenia ze względu na sposób ujęcia, niezupełnie odpowiedni w podręczniku przeznaczonym dla szerokiego kręgu techników.

Całość książki napisana jest ze znajomością przedmiotu, stylem jasnym i językiem poprawnym. Pewne usterki natury raczej technicznej niż stylistycznej (jak np. „aby uzyskać zmniejszenie ciśnienia o 1 at fiz., musimy się wznieść na wysokość około 8 km ponad poziomem morza”, albo „parabola trzeciego stopnia”) są o tyle nieistotne, że nie wpływają na jakość treści.

Rozplanowanie materiału równomierne i wybór działów — naogół celowy.

Strona graficzna, papier, rysunki, korekta — bez zarzutu.

Sądzę, że omawiana książka przyniesie korzyść nie tylko sprawdzającym wodomierze. Mimo pewnej jednostronności w układzie ćwiczeń, można ją również zalecić średnim szkołom technicznym.

Dr. Inż. B. Szczeniowski.