

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- O Kajetanie Garbińskim, pierwszym wychowawcy techników polskich, (dok.), nap. Dr. Feliks Kucharzewski, Prof. hon. Politechniki Warszawskiej.
- Badanie turbiny parowej o mocy elektrycznej 150 kW przy 5500 obr./min z międzystopniowym oddawaniem pary, (dok.), nap. A. Uklański.
- Obecne teorie uszlachetniania stopów glin-krzem (dok.), nap. Inż. W. Łoskiewicz, Adjunkt Akademii Górniczej w Krakowie.
- Kolej Kalety-Podzamcze, nap. Inż. J. Nowkuński, Dyrektor Zarządu Budowy.
- O układzie pasowań Zakładów Skody, nap. Inż. W. Moszyński.
- Przegląd pism technicznych.
- Bibliografia.

SOMMAIRE:

- Kajetan Garbiński, le premier instructeur des ingénieurs polonais (suite et fin), par M. F. Kucharzewski, Dr., Professeur hon. c. à l'École Polytechnique de Varsovie.
- Essai de la turbine à vapeur de 150 kW, à prise de vapeur (suite et fin), par M. A. Uklański.
- Théories modernes de l'amélioration des alliages aluminium-silicium. L'influence de l'addition de natrium (suite et fin), par M. W. Łoskiewicz, adjoint à l'Académie des Mines de Cracovie.
- Construction du chemin de fer Kalety-Podzamcze, par M. J. Nowkuński, Directeur.
- Sur le système d'ajustages de l'usine Skodovy Zavody, par M. W. Moszyński, Ingénieur.
- Revue documentaire.
- Bibliographie

O Kajetanie Garbińskim, pierwszym wychowawcy techników polskich.*)

Napisał Prof. hon., Dr. h. c., Inż. Feliks Kucharzewski.

Wymieniwszy prace naukowe Garbińskiego, przechodzę do głównego przedmiotu jego zajęć w tym czasie, mianowicie dokierownictwa Szkołą Przygotowawczą do Instytutu Politechnicznego. W szkole tej, otwartej przez Staszica w początku 1826 r., zorganizowano narazie jedynie oddział inżynierji, co ułatwiała istniejąca przy uniwersytecie Szkoła Inżynierji Cywilnej. W pierwszym roku szkolnym miała Szkoła Przygotowawcza 44 uczniów, kształcących się na inżynierów i budowniczych. Otwarta po raz drugi jesienią 1826 r., przyjęła uczniów, którzy nie ukończyli szkół średnich, i liczyła ich ogółem 79, mianowicie 43 pierwszoletnich kandydatów na techników niższych, w oddziałach mechanicznym, chemicznym, handlowym i inżynierji cywilnej, 16 pierwszoletnich kandydatów na techników wyższych, w oddziałach mechanicznym, chemicznym i inżynierji cywilnej, 20 drugoletnich kandydatów na techników wyższych w oddziale inżynierji cywilnej.

W trzecim roku szkolnym 1827/8 Szkoła Przygotowawcza miała ogółem 93 uczniów i też same oddziały, gdyż drugoletni kandydaci na techników wyższych w oddziale inżynierji cywilnej przeszli na kurs trzeci Szkoły Inżynierji przy uniwersytecie. Przybyli profesorowie: Janicki do wykładu mechaniki i Gołoński do wykładu architektury i kierowania rysunkami technicznymi. Ponieważ obszernie kursa uniwersyteckie nie były odpowiednie dla wykształcenia technicznego, powoli wprowadzano wykłady specjalne. Szkoła Przygotowawcza z gmachu uniwersyteckiego przeniesiona została do pałacu Krasieńskich. Uczniowie, którzy jako technicy wyżsi ukończyli przepisany kurs dwuletni, oświadczyli chęć zapisania się na rok trzeci.

Garbiński postarał się obmyśleć dla nich kursa tymczasowe i w programie na r. 1828,9 mógł już powiedzieć, że „Szkoła Przygotowawcza, mając i uczniów usposobionych i tyle nowych przedmiotów technicznych, które jeszcze pomnożone będą, za przybyciem profesora Koncewicz, nauką chemji technicznej, w tym roku przeobraziła się na właściwy Instytut Politechniczny. Nagły ten zwrot Szkoły Przygotowawczej przyczynił się do powiększenia liczby dotychczasowych uczniów, na szczególną zaś uwagę zasługuje to, iż w tym roku więcej jest synów znakomitszych rodzin i wyższych urzędników, coraz zatem więcej upada wstręt i uprzedzenie ku technicznym zatrudnieniom.“

W r. 1828 Rada Politechniczna zwróciła się do Komisji spraw wewnętrznych, aby ta, przy rozdawaniu stypendjów uczniom inżynierji cywilnej w uniwersytecie, zasięgała zdania dyrektora Szkoły Przygotowawczej. Nastąpiły pertraktacje władz, przy których wydobyty został z archiwum memoriał Garbińskiego, omawiany przezemnie na wstępie. Powstała myśl wcielenia Szkoły Inżynierji do Szkoły Przygotowawczej, urzeczywistniona w r. 1829. Uczniowie i stypendyści budownictwa, mierznictwa, dróg i spławów zostali włączeni do Szkoły Przygotowawczej, aż do ostatecznego urządzenia Instytutu Politechnicznego, stanowiąc w niej oddziały trzecio i czwartoletnich uczniów inżynierji cywilnej. „Tak więc,—mówił w sprawozdaniu swem Garbiński, za powrotem zwłaszcza w roku przysłym reszty profesorów z zagranicy, Instytut nasz obejmować będzie wszystkie praktyczne wiadomości, na których się cała wielka budowa przemysłu rolniczego, rękodzielnego i handlowego opiera.“

W roku szkolnym 1829/30 była już Szkoła Przygotowawcza istotnym Instytutem Politechnicznym, gdyż wszystkie katedry specjalne, dla od-

*) Dokończenie do str. 906 w Nr. 43 z r. b.

działów: mechanicznego, chemicznego, budownictwa i miernictwa, były obsadzone, i spełnione zostały wyrażone w memorjale Garbińskiego wnioski, dotyczące przeniesienia z uniwersytetu do Instytutu wszystkich katedr technicznych oraz kwalifikowania urzędników w zawodzie budownictwa lądowego i wodnego. Wokoło dyrektora zebrało się grono profesorów, bogacących swemi pracami nasze piśmiennictwo techniczne, jak Stanisław Janicki, Paweł Kaczyński, August Bernhard, Wincenty Wrześniowski, Jan Koncewicz, Antoni Hann, Seweryn Zdzitowiecki. Po pięciu latach istnienia Szkoły pozostało pięć *Programatów*, obejmujących przemówienia Prezesa Rady Politechnicznej Płatera, sprawozdania roczne Garbińskiego, wykazy wykładów i listy uczniów. Jak dowiadujemy się z tych *Programatów*, w ciągu lat pięciu przeszło przez Szkołę 217 uczniów, oprócz których uczęszczało na wykłady wiele osób postronnych. Z tych 217 wielu było takich, którzy już o własnych siłach uzupełnili braki w wykształceniu zawodowym, i Szkoła, pomimo krótkiego istnienia, wydała zastęp młodych techników i handlowców, którzy przez pewien czas przodowali przemysłowi krajowemu. Leopold Kronenberg był w r. 1829 uczniem oddziału handlowego. Niektórzy z dawnych uczniów, opuściwszy kraj po rewolucji, przeszli przez paryską Szkołę Centralną i zajmowali wyższe stanowiska zagranicą, jak Chobrzyński, Sławęcki, Mirrecki i Wolski we Francji, Przewodowski w Brazylii, Lutowski w Venezuellii, Kulczycki na Taiti.

Z wybuchem rewolucji listopadowej 1830 r. opustoszały audytorja pierwszej politechniki polskiej i Garbiński wziął udział w ogólnym ruchu. Z początku „dowodził zbuntowanymi“, jak potem donosili o nim agenci moskiewscy. Później był prezesem rady municypalnej, a na parę tygodni przed kapitulacją Warszawy mianowany został ministrem oświecenia narodowego. Gdy rewolucja upadła, nie opuścił Warszawy, nie przestając być członkiem uniwersytetu i politechniki. Od tych obowiązków zwolniony został w początku 1832 r. Generał Rautenstrauch, członek rządu kierujący wydziałem oświecenia, otrzymawszy polecenie Paskiewicza „aby b. profesor uniwersytetu Garbiński, należący do buntu i będący w dniu wybuchu rewolucji dowódcą zbuntowanych, do żadnego urzędu przypuszczony nie był“, zwolnił go „od sprawowanych obowiązków przy Uniwersytecie Królewskim Alexandrowskim, jakoteż i przy Szkole Przygotowawczej do Instytutu Politechnicznego.“

Od r. 1821 żonaty i mający już kilkoro dzieci. Garbiński zmuszony był szukać środków utrzymania rodziny. Urządził więc u siebie pensjonat, przyjmować zaczął młodzież i poświęcał się jej nauczaniu. Ale zwąchali to moskale i, z rozporządzenia dyrektora Komisji spraw wewnętrznych, pensjonat został zamknięty. Wiedząc, że wszelkie starania, aby ten wyrok złagodzić, nie odniosą skutku, Garbiński, nie mając odpowiedniego zajęcia w Warszawie, wyjechał w r. 1833 w Lubelskie, na służbę do ordynacji Zamojskich. Mieszkał w Niedzieliskach, zawiadując przez lat sześć kluczem szczebrzeszyńskim. W r. 1839 przeniósł się z całą rodziną w Stanisławowskie, do Jadowa, będącego własnością hr. Andrzeja Zamoyskiego, z któ-

rym poznał się bliżej w czasie pobytu w Niedzieliskach. Na tem stanowisku przebył lat kilka i dał się poznać, jako niepospolity gospodarz rolny. Drugą jego zasługą społeczną był czynny udział przy założeniu redakcji *Roczników Gospodarstwa Krajowego*. O jego pracy w tej dziedzinie tak pisał w nekrologu Ludwik Górski: „Matematyk, profesor, obcy zupełnie życiu i zatrudnieniom wiejskim, zstąpiwszy z katedry do pług i roli, w krótkim czasie został uczonym agronomem i praktycznym rolnikiem. Najznakomitszą z jego prac jest rozprawa wstępna w tomie 1-ym *Roczników*: „Czyli życie przemysłu rolniczego pojmujemy ze stanowiska odpowiedniego naszej miejscowości?“ Odtąd, w dziesięciu tomach *Roczników*, niema prawie zeszytu, któregooby Garbiński swą pracą nie zubożył. Ostatnią pracą była rozprawa „O ważności rolnictwa angielskiego i dążności stałego lądu do zorganizowania u siebie, według tego wzoru, rolnictwa i wszystkich jego stosunków.“

Jeden szczegół jeszcze, odnoszący się do pracy Garbińskiego w tej dziedzinie, jak i do pieczołowitości jego jako ojca, przytoczyć tu należy. W r. 1846, nakładem redakcji *Roczników Gospodarstwa Krajowego*, wyszła książka tak zatytułowana: „Chemja rolnicza z przedmową K. G., pod tegoż kierunkiem sposobem popularnym wyłożona przez Wł. G.“ Autor przedmowy Kajetan Garbiński objaśnia, że czytając wspólnie z synem Władysławem dziełko Petzholdta „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“, jako wstęp do zawodu rolnika, nie miał zamiaru pobudzić go do autorstwa. „Gdy wszakże po skończonem opisanju pojedynczych odczytów, zabrał się uczeń do pracowitego przerobienia całości, grzechem wzbraniać, a obowiązkiem było dopomóc, by chęci dobre młodziana upożyteczniły się dla ogółu rolników naszych. Wskazawszy przeto niektóre dzieła ze stosownemi objaśnieniami, zostawiłem go w dalszej robocie własnym siłom i własnej rozprawie. Tym sposobem powstało dzieło, w duchu zupełnie to samo, w formie przeciw i objętości różnej od lekcji profesora Petzholdt'a... Kiedy po kilkakrotnem przerobieniu, praca powyższa oddana pod sąd profesora Zdzitowieckiego, zyskała jego przychylnie zdanie i zapewnienie, iż z pożytkiem przez rolników naszych czytana będzie, tem śmielej zgodzić się mogłem na to, aby drukowaną była.“

Garbiński zmarł w Warszawie, w domu w którym się urodził (Elektoralna 21) dnia 6 maja 1847 r. Pochowany na Powązkach. Autor „Cmentarza Powązkowskiego“ Kazimierz Władysław Wójcicki, były uczeń Garbińskiego w Szkole Przygotowawczej, tak go wspomina w nekrologu:

„Małego wzrostu, ułomny; w wątlęm i schorzałym tem ciele mieściła się dusza piękna i pełna hartu!“

Nie można było powiedzieć więcej o kierowniku pierwszej politechniki polskiej, w książce drukowanej w Warszawie za czasów Muchanowa i cenzury. Dziś, w odrodzonej ojczyźnie, uczciwszy niedawno, w stuletnią rocznicę zgonu, początkodawcę naszego życia zawodowego, wielkiego Staszica, święcić możemy głośno pamięć jego dzielnego współpracownika Kajetana Garbińskiego, pierwszego wychowawcy techników polskich!

Badanie turbiny parowej o mocy elektrycznej 150 kW, przy 5500 obr./min, z międzystopniowym oddawaniem pary.*

Napisał Aleksander Uklański.

Średni spadek adyabatyczny.

Nawiązując do podanego na początku sprawozdania opisu regulacji przed kołem akcyjnym za pomocą 3 zaworów, zwrócimy uwagę, że z chwilą, gdy otwiera się drugi zawór, spadek adyabatyczny zawartości ciepła w pierwszej grupie kierownic prawie równa się takiemu spadkowi pary świeżej, zaś w drugiej grupie jest mniejszy. Dla określenia sprawności regulacji i sprawności wewnętrznej (czem niżej), można zastosować pojęcie t.zw. średniego spadku adyabatycznego.

Zobrazujemy to na wykresie „*i-s*” (rys. 7). Oznaczamy na nim ciśnienia pary *p* w *ata*, zawartości ciepła *i* oraz spadki adyabatyczne zawartości ciepła *AL_{tw}* w *Kal/kg* (używamy przytem znaczka „*w*”, gdyż dotyczą one części wysokoprężnej turbiny). W szczególności oznacza:

p — ciśnienie za zaworem głównym, a przed zaworami regulacyjnymi,

p_{d1} — ciśnienie za pierwszym zaworem regulacyjnym, czyli przed pierwszą grupą kierownic, przytem *p_{d1}* ≈ *p*,

p_{d2} — ciśnienie za drugim zaworem regulacyjnym, czyli przed drugą grupą kierownic,

p_b — ciśnienie za kierownicami, czyli przed *i* za kołem akcyjnym,

i — zawartość ciepła pary świeżej, dalej, przyjmując rozprężenie w kierownicach bez strat, oznacza:

i₁ — teoretyczną zawartość ciepła pary świeżej za kierownicami,

i_{1I} — zawartość ciepła za pierwszą grupą kierownic,

i_{1II} — zawartość ciepła za drugą grupą kierownic,

AL_{tw} = *i* - *i₁* — adyabatyczny spadek zawartości ciepła pary świeżej w kierownicach,

AL_{twI} = *i* - *i_{1I}* — adyabatyczny spadek w pierwszej grupie kierownic,

AL_{twII} = *i* - *i_{1II}* — adyabatyczny spadek w drugiej grupie kierownic.

Za kierownicami następuje wyrównanie zawartości ciepła, przytem ustala się zawartość ciepła wypadkowa *i₁*, którą określić możemy z bilansu ciepła

$$G_I \cdot i_{1I} + G_{II} \cdot i_{1II} = (G_I + G_{II}) i_1, \dots (1)$$

gdzie *G_I*, względnie *G_{II}*, oznacza ilość pary przechodzącej przez pierwszą, względnie drugą, grupę kierownic w *kg/h*.

Z powyższego równania otrzymamy

$$i_1 = \frac{G_I \cdot i_{1I} + G_{II} \cdot i_{1II}}{G_I + G_{II}} \dots (2)$$

Otóż średni spadek adyabatyczny *AL_{tw}* określamy, jako różnicę zawartości ciepła pary świeżej i wypadkowej zawartości ciepła pary za kierownicami

$$\begin{aligned} AL_{tw} &= i - i_1 = i - \frac{G_I \cdot i_{1I} + G_{II} \cdot i_{1II}}{G_I + G_{II}} = \\ &= \frac{G_I \cdot (i - i_{1I}) + G_{II} \cdot (i - i_{1II})}{G_I + G_{II}}, \end{aligned}$$

skąd

$$AL_{tw} = \frac{G_I \cdot AL_{twI} + G_{II} \cdot AL_{twII}}{G_I + G_{II}} \dots (3)$$

Wzór (3) moglibyśmy zresztą od razu napisać przez analogię ze wzorem (2).

Możemy także przedstawić wzór (3) w postaci

$$AL_{tw} = \frac{AL_{twI} + \frac{G_{II}}{G_I} \cdot AL_{twII}}{1 + \frac{G_{II}}{G_I}} \dots (4)$$

W wypadku, gdy trzy grupy kierownic są otwarte, otrzymamy wzór podobny

$$AL_{tw} = \frac{AL_{twI} + \frac{G_{II}}{G_I} \cdot AL_{twII} + \frac{G_{III}}{G_I} \cdot AL_{twIII}}{1 + \frac{G_{II}}{G_I} + \frac{G_{III}}{G_I}} \dots (5)$$

Ponieważ trzeci zawór regulacyjny otwiera się, gdy pierwsze dwa są już całkowicie otwarte, czyli, gdy *p_{d1}* = *p_{d2}*, zatem w tym wypadku *AL_{twI}* = *AL_{twII}*, zaś stosunek $\frac{G_{II}}{G_I}$ równa się stosunkowi ilości kierownic w grupie drugiej i pierwszej.

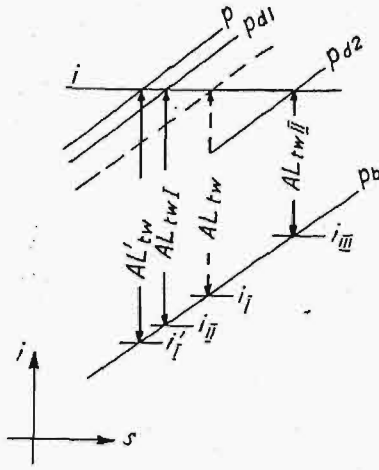
Spadki adyabatyczne *AL_{twI}* = *AL_{twII}* i *AL_{twIII}*, względnie *AL_{twI}* i *AL_{twII}*, jeżeli dwie grupy kierownic są otwarte, wyznaczamy z wykresu „*i-s*”, mając zawartość ciepła *i* oraz ciśnienia *p_{d1}* = *p_{d2}*, *p_{d3}*, *p_b*, względnie *p_{d1}*, *p_{d2}*, *p_b* (rys. 7).

Dla wyznaczenia stosunku $\frac{G_{III}}{G_I}$, względnie $\frac{G_{II}}{G_I}$,

jeżeli dwie grupy kierownic są otwarte, musimy obliczyć przybliżone wartości *G_I*, *G_{II}* i *G_{III}* zapomocą wzorów teoretycznych, które podajemy niżej, jako rozwiązanie zadania ogólnego:

Znany jest stan pracy przed kierownicą (t. j. za zaworem regulacyjnym), określony przez ciśnienie *p ata* i temperaturę *t° C*, dalej ciśnienie za kierownicą *p_b ata* (rys. 8) oraz przekrój najmniejszy jednej kierownicy *F_m m²*. Wyznaczyć ilość pary *G_I*, przechodzącej przez ten przekrój, w *kg/h*.

Należy odróżnić 2 wypadki, zależnie od tego, czy ciśnienie za kierownicą *p_b* jest większe, czy



Rys. 7. Średni spadek adyabatyczny.

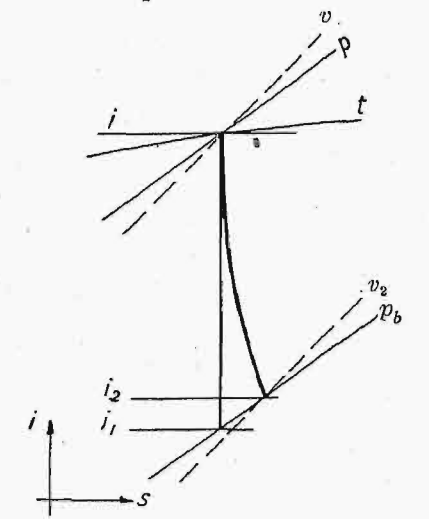
*) Dokończenie do str. 911 z Nr. 43 r. b.

też mniejsze od ciśnienia krytycznego, które wynosi dla pary przegrzanej 0,546 p¹⁾.

1) Jeżeli p_b > 0,546 p, wówczas używamy wzoru

$$G_1 = 3600 \cdot \frac{F_m \cdot c_2}{v_2} \text{ kg/h,}$$

w którym szybkość pary $c_2 = 91,5 \sqrt{i_1 - i_2}$ m/sek, przytem spadek zawartości ciepła przyjmujemy $i_1 - i_2 = (1 - \varphi^2) (i_1 - i_2) \approx 0,9 (i_1 - i_2)$, zaś objętość właściwą pary v₂ w m³/kg wyznaczamy z wykresu „i—s” (rys. 8).



Rys. 8. Stan pary przed i za kierownicą.

2) Jeżeli p_b ≤ 0,546 p, wówczas możemy zastosować wzór teoretyczny

$$G_{1, \text{sek}} = \varphi \cdot 209 \cdot F_m \cdot \sqrt{\frac{p}{v}} \text{ kg/sek,}$$

czyli

$$G_1 = 3600 \cdot \varphi \cdot 209 \cdot F_m \cdot \sqrt{\frac{p}{v}} \text{ kg/h,} \quad (5)$$

w którym możemy przyjąć współczynnik prędkości $\varphi = 0,95$; albo też znacznie dogodniejszy w użyciu wzór doświadczalny Fornera

$$G_1 = F_m (0,5 p + 0,1) \left(1 - \frac{t - t_s}{1100} \right) \text{ kg/h,} \quad (6)$$

w którym t_s oznacza temperaturę nasycenia, odpowiadającą ciśnieniu p. Wzór ten jest zgodny z teoretycznym, co wykazuje przykład:

przy $F_m = \frac{37,2}{10^6} \text{ m}^2, p = 13 \text{ ata}, t_s \approx 191 \text{ }^\circ\text{C.}$

dla	t = 191	230	270° C
	t - t _s ≈ 0	39	79° C
	v = 0,154	0,173	0,192 m ³ /kg
wzór (6) daje	G ₁ = 245	236	227 kg/h
wzór (5) daje	G ₁ = 243	230	218 kg/h

czyli wzór teoretyczny daje wartości tem mniejsze od wzoru Fornera, im wyższa temperatura t. Jest to zrozumiałe i przemawia na korzyść wzoru doświadczalnego, gdyż współczynnik φ , który przyjęliśmy we wzorze teoretycznym = 0,95, jest zwykle większy i prawdopodobnie rośnie ze wzrostem temperatury, czyli ze spadkiem ciężaru właściwego pary.

Określenie sprawności i oszczędności.

Przy ocenie pracy turbin z pobieraniem pary, miarodajne są 3 współczynniki: sprawności wewnętrznej, sprawności ogólnej i oszczędności.

Sprawność wewnętrzna, t.j. stosunek spadku zawartości ciepła wewnętrznego (indykowanego) do

adjabatycznego (teoretycznego), jest miarą wewnętrznych strat w turbinie. Podając sprawność wewnętrzną całej turbiny, zaliczamy do strat wewnętrznych również stratę z powodu regulacji, zarówno przed częścią akcyjną, jak reakcyjną. Jeżeli zaś chodzi o określenie sprawności części akcyjnej i reakcyjnej z osobna, to straty z powodu regulacji wyodrębniamy i obejmujemy współczynnikiem sprawności regulacji

Najdogodniej podać określenia na podstawie wykresu „i—s” (rys. 9), na którym zmianę stanu 1 kg pary w badanej turbinie z pobieraniem pary przedstawia w przybliżeniu linia 1-2-3-4-5-6-7. Na wykresie tym oznaczają parametry

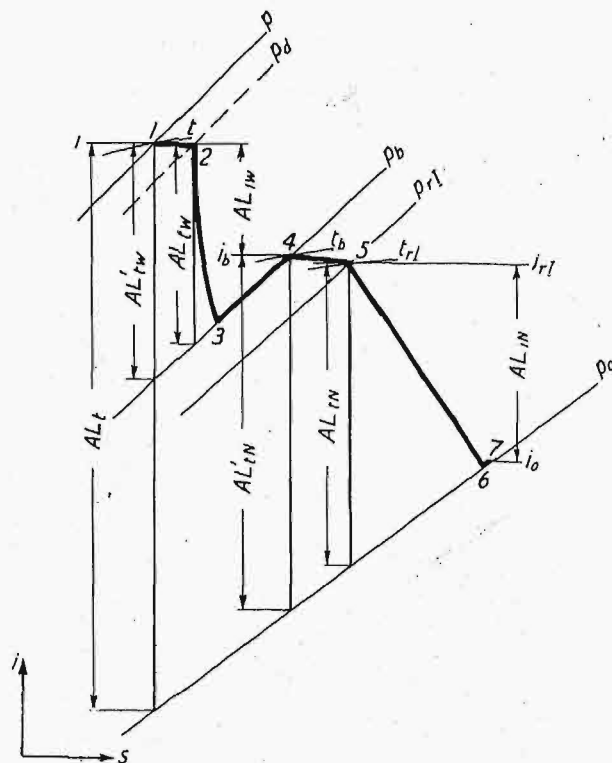
p, t — stan pary przed turbiną,

p_b, t_b — stan pary za kołem akcyjnym, a przed zaworem dławiącym przy wejściu do części reakcyjnej,

p_{rI}, t_{rI} — stan pary przed częścią reakcyjną,

p_o — ciśnienie w nasadzie wylotowej, czyli za częścią reakcyjną.

W punkcie 1 spadek adjabatyczny zawartości ciepła wynosi dla całej turbiny AL_t, dla części akcyjnej AL'_{tw}. Wskutek regulacji, para zostaje zdławiona, i spadek zawartości ciepła zmniejsza się do AL_{tw}. Jeżeli otwarty jest jeden zawór regulacyjny, wówczas AL_{tw} jest rzeczywistym spadkiem adjabatycznym pary zdławionej. Ciśnienie p_d oznacza wtedy ciśnienie p_{d1} przed pierwszą grupą kierownic, a linia 2—3 rozprężanie pary w kierownicach. Jeżeli otwarte są 2 lub 3 zawory, wówczas AL_{tw} jest średnim spadkiem adjabatycznym, a przemiana 1—2—3 jest przemianą zastępczą.



Rys. 9. Obieg w układzie „i—s”.

W punkcie 4 spadek adjabatyczny zawartości ciepła wynosi dla części reakcyjnej AL'_{rw}, a po przejściu przez zawór dławiący AL_{rw}, przytem zmniejsza się zwykle zawartość ciepła i_b na i_{rI}.

1) Techník, wyd. 2-gie. Tom II, str. 100—103.

Nazywamy sprawnością regulacji części wysokoprężnej (akcyjnej) stosunek

$$\eta_{rw} = \frac{AL_{iw}}{AL'_{iw}}$$

oraz części niskoprężnej (reakcyjnej)

$$\eta_{rN} = \frac{AL_{iN}}{AL'_{iN}}$$

i odpowiednio sprawnością wewnętrzną części wysokoprężnej stosunek

$$\eta_{iw} = \frac{AL_{iw}}{AL'_{iw}}$$

a niskoprężnej

$$\eta_N = \frac{AL_{iN}}{AL'_{iN}}$$

Oznaczamy dalej przez

- N_i — moc wewnętrzną turbiny, w kW,
- N_{el} — moc elektryczną turbiny, w kW,
- G — całkowitą ilość pary zużytą przy pracy z odbiorem pary, w kg/h,
- G_b — odbieraną ilość pary, w kg/h,
- G_0 — różnicę $G - G_b$, t. j. tę ilość pary, która przechodzi przez część reakcyjną do skraplacza,
- G' — zużycie pary przy pracy bez pobierania pary, a przy niezmiennym ciśnieniu p_b za kołem akcyjnym,
- i — względnie i' — zawartość ciepła pary dolotowej, w Kal/kg,
- i_b — zawartość ciepła pary pobieranej, w Kal/kg,
- $Q = G i$, względnie $Q' = G' i'$ — ilość ciepła zawartego w parze dolotowej, w Kal/h,
- $Q_b = G_b i_b$ — ilość ciepła odebranego, w Kal/h.

Ponieważ AL_{iN} nie da się bezpośrednio obliczyć jako różnica $i_{rI} - i_0$, gdy para w nasadzie wylotowej nie jest przegrzana, obliczamy AL_{iN} ze wzoru

$$860 \cdot N_i = G \cdot AL_{iw} + G_0 \cdot AL_{iN}$$

skąd

$$AL_{iN} = \frac{860 \cdot N_i - G_0 \cdot AL_{iw}}{G_0}$$

a zawartość ciepła pary wylotowej

$$i_0 = i_{rI} - AL_{iN}$$

Podobnie przy pracy bez pobierania pary obliczamy AL_{iN} jako różnicę

$$AL_{iN} = AL_i - AL_{iw}$$

oraz $i_0 = i_{rI} - AL_{iN}$,

gdzie $AL_i = \frac{860 \cdot N_i}{G'}$.

Sprawność wewnętrzną turbiny z pobieraniem pary obliczamy ze wzoru

$$\eta_i = \frac{860 \cdot N_i}{G \cdot AL'_{iw} + G_0 \cdot AL'_{iN}}$$

Sprawnością ogólną, t. j. miarą całkowitego uzyskania ciepła, jest współczynnik

$$\eta = \eta_0 + \eta_g$$

gdzie oznacza

η_0 — sprawność ogólną ze względu na wytworzoną moc, czyli stosunek równoważności cieplnej mocy elektrycznej do ciepła doprowadzonego w parze

$$\eta_0 = \frac{860 \cdot N_{el}}{Q}$$

η_g — sprawność ze względu na ogrzewanie, czyli stosunek ciepła odebranego do ciepła doprowadzonego

$$\eta_g = \frac{Q_b}{Q}$$

Miarą korzyści, uzyskanej przy pobieraniu pary, jest współczynnik oszczędności, jaką otrzy-

mamy w porównaniu z oddzielnym ogrzewaniem i wytwarzaniem mocy

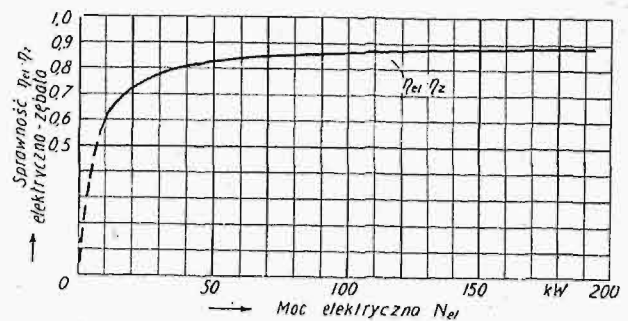
$$\varepsilon = \frac{G_b \cdot i_b + G' \cdot i' - G \cdot i}{G_b \cdot i_b + G' \cdot i'} = \frac{Q_b + Q' - Q}{Q_b + Q'}$$

W tym wzorze mianownik jest sumą ciepła odebranego i ciepła zużytego przy pracy bez pobierania pary, licznik — różnicą tej sumy i ciepła zużytego przy pracy z pobieraniem pary.

W ostatnich trzech wzorach pominięliśmy dla prostoty obliczeń ciepło skropliń uchodzących ze skraplacza.

Wyznaczenie mocy na sprzęgle turbiny.

Na podstawie podanych przez fabrykę sprawności prądnicy η_{el} i przekładni zębatej η_z , budujemy wykres t. zw. sprawności elektryczno-zębatej (rys. 10), t. j. iloczynu $\eta_{el} \cdot \eta_z$, i wyznaczamy moc

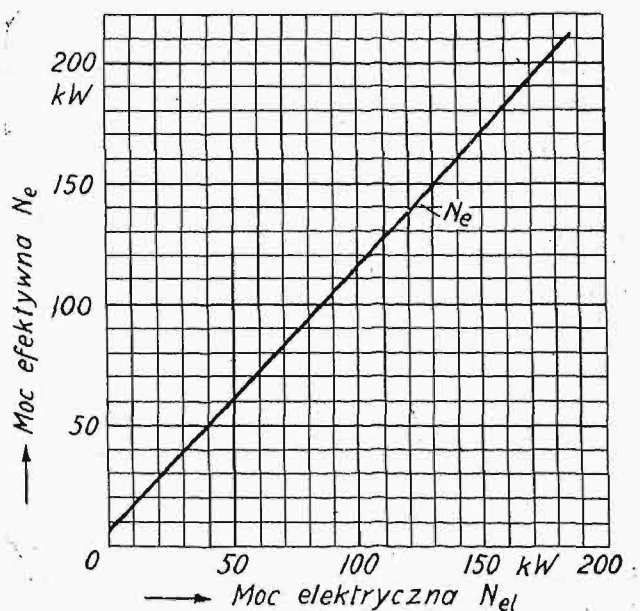


Rys. 10. Krzywa sprawności elektryczno-zębatej.

na sprzęgle turbiny, czyli moc efektywną (rys. 11), według wzoru

$$N_e = \frac{N_{el}}{\eta_{el} \cdot \eta_z}$$

pomijając przytem stratę mocy w kablu, łączącym prądnicę z tablicą rozdzielczą, która to strata, obliczona z przekroju i długości kabla, wynosi około 0,3 kW przy obciążeniu 150 kW.



Rys. 11. Moc efektywna turbiny.

Z wykresu $N_e = f(N_{el})$ otrzymujemy przy mocy elektrycznej $N_{el} = 0$ moc efektywną $N_{e0} = 5,5$ kW.

Wyznaczenie mocy wewnętrznej oraz sprawności mechanicznej i efektywnej turbiny.

Określamy sprawność mechaniczną turbiny jako stosunek

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{N_e}{N_e + N_0} = \frac{N_i - N_0}{N_i},$$

gdzie moc wewnętrzna

$$N_i = N_e + N_0,$$

zaś $N_0 = N_1 + N_2 + N_3.$

W ostatnim równaniu oznacza

N_1 — moc tarcia w łożyskach leżących,

N_2 — moc tarcia w łożysku stopowem.

N_3 — moc napędu regulacji i pompy oliwnej.

Sumę $N_1 + N_3$ wyznaczamy z t. zw. krzywych zatrzymania turbiny, t. j. z wykresu $n = f(t)$ podczas zatrzymania po zamknięciu dopływu pary¹⁾; moc N_2 równa się wówczas zeru, a z oporem bezwładności mas wirujących równoważy się suma 3 oporów:

- 1) oporu tarcia w łożyskach leżących oraz oporu napędu regulacji i pompy oliwnej,
- 2) oporu tarcia i wentylacji wirnika,
- 3) oporu tarcia przekładni zębatej i łożysk prądnicy.

Wyrazi się to dla początkowego punktu krzywej zatrzymania równaniem momentów.

$$M_0 + M_r + M_{eo} = I \left(-\frac{d\omega}{dt} \right)_{t=0} = 2\pi \cdot I \left(-\frac{dn}{dt} \right)_{t=0}.$$

Moment M_{eo} odpowiada mocy efektywnej turbiny przy obciążeniu $N_{el} = 0$, czyli $N_{eo} = 5,5 \text{ kW}$, zatem

$$M_{eo} = 1,36 \cdot 716,2 \cdot \frac{N_{eo}}{n} = 1,36 \cdot 716,2 \cdot \frac{5,5}{5500} = 0,97 \text{ kgm}.$$

Momenty bezwładności obliczamy z podanych przez fabrykę momentów rozpędowych. Moment rozpędowy $G D^2$ jest to iloczyn ciężaru G w kg przez poczwórny kwadrat ramienia bezwładności $D^2 = 4 i^2$ w m^2 ; pomiędzy momentem rozpędowym a momentem bezwładności istnieje zależność

$$I = m i^2 = \frac{G \cdot D^2}{4g} = \frac{G \cdot D^3}{4 \cdot 9,81} \text{ kgm sek}^2.$$

Moment rozpędowy wirnika turbiny wraz z małym kołem zębatym, czyli mas wirujących z prędkością 5500 obr./min , wynosi ok. 48 kgm^2 , zaś moment rozpędowy dużego koła zębatego oraz wirnika prądnicy, czyli mas wirujących z prędkością 910 obr./min , wynosi ok. 107 kgm^2 (razem 155 kgm^2), zatem odpowiednio

$$I_i = \frac{48}{4 \cdot 9,81} = 1,224 \text{ kgm/sek}^2$$

oraz $I_p = \frac{107}{4 \cdot 9,81} = 2,73 \text{ kgm/sek}^2.$

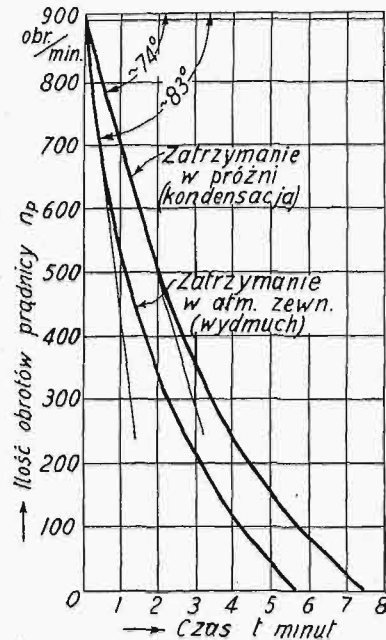
Moment bezwładności I w równaniu zatrzymania jest momentem wypadkowym, zredukowanym do ilości obrotów turbiny

$$I = I_i + I_p \frac{910}{5500} = 1,224 + 2,73 \cdot \frac{910}{5500} = 1,674 \text{ kgm sek}^2.$$

¹⁾ Stefanowski. Gospodarka cieplna. Str. 193.

Podstawiając w równanie momentów wartości M_{eo} oraz I , otrzymamy

$$M_0 + M_r = 2\pi \cdot 1,674 \left(-\frac{dn}{dt} \right)_{t=0} - 0,97 = 10,51 \cdot \left(-\frac{dn}{dt} \right)_{t=0} - 0,97.$$



Rys. 12. Krzywa zatrzymania turbiny.

Rys. 12 przedstawia wykresy ilości obrotów prądnicy, t. j. $n_p = f(t)$ podczas zatrzymania turbiny w próżni, czyli przy otwartym skraplaczu, i w atmosferze zewnętrznej, czyli przy zamkniętym skraplaczu. Mając kąt nachylenia do poziomu α w pewnym punkcie krzywej i chcąc otrzymać pochodną $\frac{dn}{dt}$, należy uwzględnić, że:

1° jednostka długości, która wzdłuż osi obrotów oznacza 100 obr./min , wzdłuż osi czasu oznacza 100 sek ;

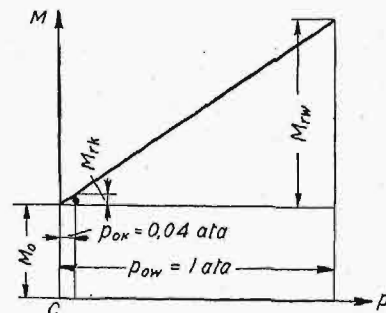
2° liczba obrotów turbiny $n = \frac{5500}{910} \cdot n_p.$

Zatem

$$\frac{dn_p}{dt} = \frac{100}{60 \cdot 100} \cdot \text{tg } \alpha = \frac{1}{60} \cdot \text{tg } \alpha,$$

zaś

$$\frac{dn}{dt} = \frac{5500}{910} \cdot \frac{dn_p}{dt} \approx 0,1 \text{ tg } \alpha \frac{1}{\text{sek}^2}.$$



Rys. 13. Moment oporu przy zatrzymaniu.

Dla początkowego punktu krzywej zatrzymania (rys. 10) mamy:

przy kondensacji

$$\alpha_0 = -74^\circ,$$

$$\text{tg } \alpha_0 = -3,4874,$$

$$\left(-\frac{dn}{dt} \right)_{t=0} \approx 0,349,$$

zatem

$$M_0 + M_{rk} = 10,51 \cdot 0,349 - 0,97 = 2,7 \text{ kgm};$$

przy wydmuchu

$$\alpha_0 = -83^\circ, \text{tg } \alpha_0 = -8,1443, \left(-\frac{dn}{dt} \right)_{t=1} \approx 0,814,$$

zatem

$$M_0 + M_{rw} = 10,51 \cdot 0,814 - 0,97 = 7,58 \text{ kgm}.$$

Zakładamy (rys. 13), że moment tarcia i wentylacji M_r jest proporcjonalny do ciśnienia p_0 , w którym turbina się obraca podczas zatrzymania:

$$\frac{M_{rk}}{M_{rw}} = \frac{P_{ok}}{P_{ow}} = 0,04.$$

Stąd zapomocą prostego rachunku otrzymamy

$$M_0 = 2,5 \text{ kgm},$$

zaś moc

$$N_0 = N_1 + N_3 = \frac{M_0 \cdot n}{1,36 \cdot 716,2} = \frac{2,5 \cdot 5500}{1,36 \cdot 716,2} = 14,1 \text{ kW}.$$

Moc N_1 tarcia w łożyskach leżących możemy wyznaczyć teoretycznie, mając ciężar wirnika obliczony z wymiarów $G \approx 660 \text{ kg}$, średnicę czopa $d = 85 \text{ mm}$ i długość $l = 135 \text{ mm}$. Przyjmując współczynnik tarcia według wzorów Laschego²⁾ stosownie do prędkości obwodowej czopa i nacisku jednostkowego $\mu = 0,0275$, otrzymamy moment tarcia

$$M_1 = \mu \cdot G \cdot \frac{d}{2} = 0,0275 \cdot 660 \cdot 0,0425 = 0,77 \text{ kgm},$$

zaś moc tarcia

$$N_1 = \frac{M_1 \cdot n}{1,36 \cdot 726,2} = \frac{0,77 \cdot 5500}{1,36 \cdot 726,2} \approx 4,3 \text{ kW}.$$

Stąd moc napędu regulacji i pompy oliwnej.

$$N_3 = 14,1 - 4,3 = 9,8 \text{ kW}.$$

Moc N_2 tarcia w łożysku stopowym możemy wyznaczyć teoretycznie, mając nacisk na łożysko stopowe $P \text{ kg}$ i średnice pierścieniowej powierzchni tarcia: zewnętrzną 160 mm i wewnętrzną 100 mm . Przyjmując współczynnik tarcia według wzoru Freudenreicha³⁾ stosownie do średniej prędkości obwodowej i nacisku jednostkowego, dochodzimy do wzoru

$$N_2 = 0,188 \sqrt{P} \text{ kW}.$$

Nacisk na łożysko stopowe obliczamy z wymiarów wirnika, jako sumę nacisków częściowych, biorąc pod uwagę

1° nacisk w kierunku prądu pary z powodu rozprężania pary w części reakcyjnej,

2° nacisk w kierunku prądu pary z powodu ciśnienia na powierzchni prostopadłe do osi wirnika,

3° nacisk w kierunku przeciwnym do prądu pary z powodu ciśnienia na powierzchni prostopadłe do osi wirnika.

Dochodzimy w ten sposób do wzoru

$$P = 1591 p_{r II} - 258 p_{r I} - 1333 p_0,$$

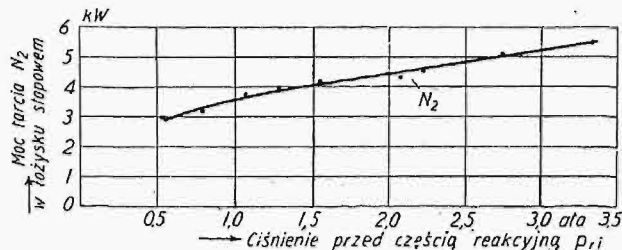
w którym oznaczają w *ata*.

$p_{r I}$ — ciśnienie przed częścią reakcyjną średnioprężną,

$p_{r II}$ — ciśnienie przed częścią reakcyjną niskoprężną, które jest także ciśnieniem na tłok odciążający, znajdujący się przed kołem akcyjnym (rys. 2),

p_0 — ciśnienie w nasadzie wylotowej, czyli za częścią reakcyjną niskoprężną.

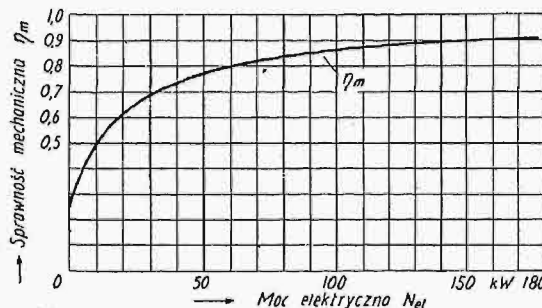
Podstawiając w ten wzór ciśnienia, zmierzone przy pracy ze skraplaczem bez pobierania pary, otrzymamy P , a zatem i N_2 w zależności od ciśnienia $p_{r I}$ (rys. 14).



Rys. 14. Moc tarcia w łożysku stopowym.

Mając N_2 wyznaczamy $N_0 = N_1 + N_2 + N_3$ oraz moc wewnętrzną $N_i = N_e + N_0$ i sprawność mechaniczną $\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$ zarówno przy pracy bez pobierania pary, jak i z pobieraniem pary.

Wykres sprawności mechanicznej badanej turbiny przy pracy ze skraplaczem bez pobierania pary przedstawia rys. 15.



Rys. 15. Sprawność mechaniczna.

Sprawność efektywna jest to miara sumaryczna strat wewnętrznych zawartości ciepła i strat mechanicznych, względnie także i strat elektrycznych, odróżniamy zatem sprawność efektywną w stosunku do mocy na sprzęgle

$$\eta_e = \eta_i \frac{N_e}{N_i} = \eta_i \eta_m$$

oraz sprawność efektywną w stosunku do mocy elektrycznej

$$\eta'_e = \eta_i \frac{N_{el}}{N_i} = \eta_i \frac{N_e}{N_i} \cdot \frac{N_{el}}{N_e} = \eta_i \eta_m \eta_z \eta_{el}.$$

Nowe wydawnictwa.*)

Stowarzyszenie Dozoru Kocioł w Warszawie. Sprawozdanie za rok 1926. Str. 127. Warszawa, 1927.

Cennik normalny na roboty budowlane na terenie m. st. Warszawy. Część IV. Krycie dachów. Wyd. Wydz. Technicznego Magistratu m. Warszawy. Str. 68. Warszawa, 1927.

National Physical Laboratory. Report for the year 1926. Str. 260 z 65 rys. Londyn, 1927.

La fabrication des savons industriels. R. E h r s a m. Wyd. III. Str. 303 z 5 rys. Wyd. Dunod. Paryż, 1927.

Versuche an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen und Verbrennungskraftmaschinen. F. Seufert. Wyd. 8-e, uzup. Str. 161 z 55 rys. J. Springer. Berlin, 1927.

*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

²⁾ Stodola, Gas-und Dampfturbinen, V wyd., str. 414.

³⁾ Stodola, Gas-und Dampfturbinen, V wyd., str. 418.

Obecne teorie uszlachetniania stopów glin-krzem. (Alpaks—Silumin)^{*)}

Napisał Inż. W. Łoskiewicz, adiunkt Akademii Górniczej w Krakowie.

Druga teoria, której zwolennikami byli dawniej Gwyer i Phillips, przypuszczała istnienie dwóch odmian alotropowych krzemu. W stopie normalnym miało się do czynienia z jedną odmianą, w zmienionym — z drugą. Układ glin-krzem byłby wówczas podwójny (do pewnego stopnia podobny do układu żelazo-cementyt i żelazo-grafit) dla równowagi stałej i niestałej. Jednakże analiza roentgenograficzna wykazała identyczność krzemu w obu wypadkach⁹⁾.

Również i metoda przewodnictwa elektrycznego zastosowana przez Otani^{*)} nie wykazała różnicy pomiędzy stopami normalnymi i zmienionymi.

Currau¹⁰⁾ w r. 1922 pierwszy wyraził przypuszczenie, że mamy w tym wypadku do czynienia z potrójnym stopem glin-krzem-sód. Obecnie rozwija ten pogląd Otani.^{*)}

Na podstawie rozważań teoretycznych i nierozpuszczalności (a raczej znikomej rozpuszczal-

w zakresie $AEBdaA$ mamy tylko płynną fazę α , zaś w zakresie $CGHc$ mamy tylko jedną fazę płynną β . We wszelkich innych kombinacjach ciecz rozdziela się na dwie warstwy. Skład tych warstw zmienia się w miarę podnoszenia temperatury. Na linii Ed wydziela się podwójna eutektyka glin-krzem. Obecność sodu przesuwają więc punkt eutektyczny w stronę stopów bogatszych w krzem.

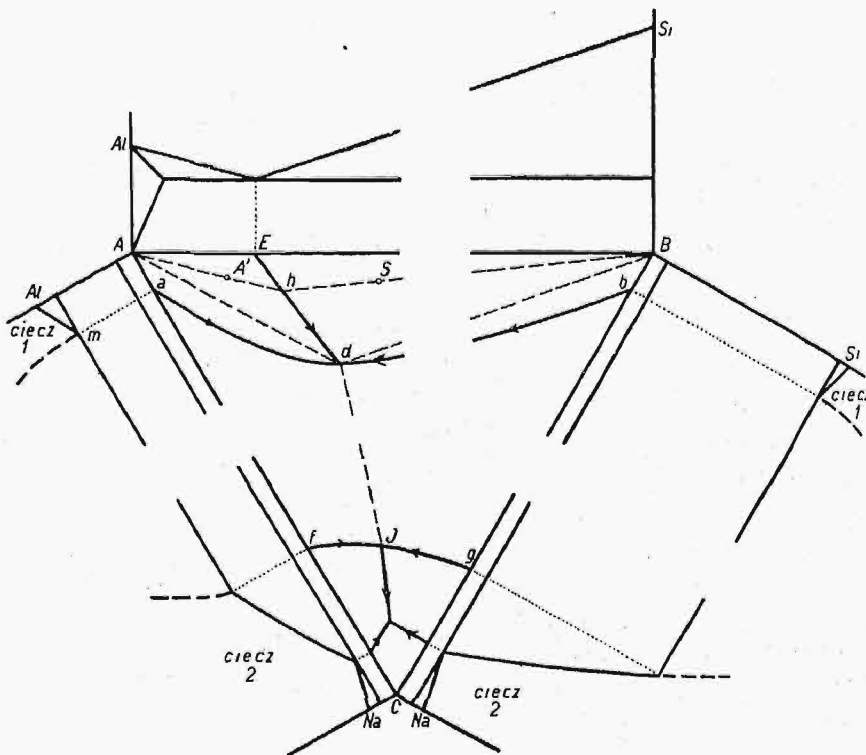
Na liniach ad i bd odbywa się reakcja: ciecz $\alpha \rightleftharpoons$ kryształy $Al +$ ciecz β , względnie kryształy $Si +$ ciecz β . W punkcie niezmiennym d ciecz α wydziela jednocześnie kryształy glinu i krzemu oraz ciecz β . Podług Otani, ta jednoczesna przemiana w punkcie „potrójnej monotektyki” powoduje zmienioną budowę.

Rozpatrzmy podwójny układ glin-sód (bok AC trójkątu). Ciecz α (1) po wydzieleniu pewnego nadmiaru glinu osiąga skład odpowiadający punktowi m (na wykresie zakresy istnienia tych rozтворów są dla przejrzystości rysunku ogromnie rozszerzone). W tym punkcie odbywa się reakcja rozpadu cieczy 1 na kryształy glinu i ciecz 2. Wobec tego że wydzielające się kryształki glinu są otoczone wydzielającą się jednocześnie cieczą 2, kryształki te przy niezbyt powolnym stygnięciu i przy niezbyt szybkiej dyfuzji będą mechanicznie odzielone jeden od drugiego, jak również i od zetknięcia się z płynnym w innych punktach glinem. Wobec tego rozrastanie się tych kryształków będzie zatrzymane. Z drugiej strony, ta niskotopliwa ciecz 2 będzie płynna podczas całego okresu wydzielania się glinu i będzie stale wywierała to działanie ochronne.

Rozumując analogicznie dla stopu podwójnego glin-sód, widzimy, że i w tym wypadku ciecz 2 będzie działała ochronnie.

Na podstawie powyższego, możemy sobie wyobrazić krzepnięcie stopu potrójnego. Weźmiemy dla przykładu stop o składzie A' . Przy obniżaniu się

temperatury wydziela się z cieczy α najpierw glin nadeutektyczny, a skład cieczy zmienia się mniej więcej w kierunku linii $AA'h$. Przy osiągnięciu składu odpowiadającego punktowi h , z płynu zaczyna się wydzielać jednocześnie kryształy glinu i krzemu (podwójna eutektyka), jednocześnie skład cieczy będzie się zmieniał wzdłuż linii Ehd do punktu potrójnej monotektyki. Przy osiągnięciu przez ciecz składu odpowiadającego temu punktowi, rozpocznie się reakcja ciecz $\alpha \rightarrow$ kryształy glinu + kryształy krzemu + ciecz β . Wobec zatrzymującego wpływu cieczy β , powstające kryształki będą bardzo drobne. Powinniśmy więc otrzymać w sto-



Rys. 4. Teoretyczny układ potrójny Al-Si-Na podług Otani (podziałka powiększona niewspółmiernie).

ności) płynnego sodu w glinie i w krzemie, przypuszcza Otani, że stopy te rozdzielają się w stanie płynnym na dwie warstwy: jedną α — stop glinu z krzemem ze znikomą ilością sodu i drugą β — prawie czysty sól. Na rys. 4 podajemy ten teoretyczny układ potrójny, z którego widać, że

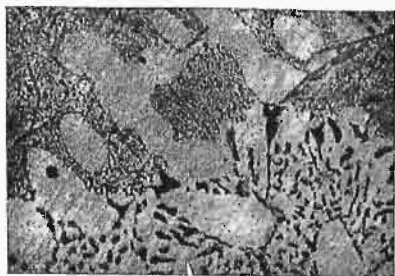
^{*)} Dokończenie do str. 868 z № 41 r. b.

Sprostowanie. W poprzedniej części tego artykułu popełniono nast. omyłki druku, które niniejszem prostujemy: na str. 863 w 11 wierszu od dołu pów. być: *Grogan*, w wierszu 10—*Phillips*, w wierszu 8—*Wetter*, w w. 2—*Churchill*. Poza tem przedstawiono rysunki 2 i 4 oraz podpisy pod rys. 4 i 5.

⁹⁾ *Jeffries*, Chem. Met. Eng. 1922, 26, str. 750.

¹⁰⁾ *Currau*, Chem. Met. Eng. 1922, 27, str. 360.

pie kryształy pierwotnego glinu otoczone podwójną eutektyką o większych kryształach i podwójną eutektykę o zmienionej budowie drobnokrystalicznej. Powyższe potwierdza mikrofotografia 9 (Otani).



Fot. 9. Stop glin-krzem z 12% Si; mała ilość sodu; zmieniona i niezmieniona eutektyka; powiększenie nie podane (Otani).

Również i krzywe stygnięcia przytoczone przez Otani (rys. 5) wykazują zmiany kierunku i przystanki zgodne w przybliżeniu z powyższym przebiegiem. Przy rozpatrywaniu tych krzywych, powstają jednak pewne wątpliwości co do dokładności samych pomiarów. Cała teoria jest oparta na różnicach temperatur krzepnięcia (względnie wydzielania się) poszczególnych składników, która wynosi zaledwie 2-3°. Tymczasem końcowa temperatura przemiany monotektycznej, która winna być identyczna we wszystkich wypadkach, wykazuje wahania dochodzące do 4° (krzywa Nr. 2 i Nr. 11). Poza tem obniżenie temperatury eutektyki o 5° C przez tak nieznaczną ilość sodu, jak 0,05%, zdaje się niezupełnie prawdopodobnym.

Jednakże głównym może zarzutem będzie zaobserwowanie przez Gwyer'a i Phillips'a^{*)}, a również i Sutton'a, Sidery'ego i Braund'a¹¹⁾ nowego składnika „x”, zjawiającego się w stopach o zbyt wielkiej ilości sodu. Przypuszczalny więc wykres podwójny sód-krzem, a wtedy i cały potrójny układ podany przez Otani, nie ma dostatecznych podstaw.

Jednakże Petit^{*)} wykazuje analitycznie sód w stopach zmienionych. Metoda opracowana przez Gasnier'a polega na tem, że się działa rtęcią o znacznej zawartości sodu na cienkie wióry stopu. Nagrzewa się tę mieszaninę w probówce z „pyrex'u” aż do zupełnego zniknięcia wiórów. Wówczas wlewa się utworzony amalgamat i rtęć do wrzącej wody, dekantuje, filtruje i przemywa wrzącą wodą (amalgamat ulega przy tych operacjach — rozkładowi). W przesączu miareczkuje się sód kwasem siarkowym; jako indykator służy fenoltaleina. Metoda ta nie jest jeszcze ostatecznie opracowana, ale w każdym razie pozwala ustalić, że ilość sodu w stopach zmienionych jest znacznie wyższa niż w normalnych. Jednakże analiza chemiczna może wykazać sód, lecz nie daje wskazówek, czy ten sód jest pod postacią pierwiastkową, jak to przypuszcza Otani, czy też pod postacią związku mniej lub więcej skomplikowanego.

Teoria przechłodzenia.

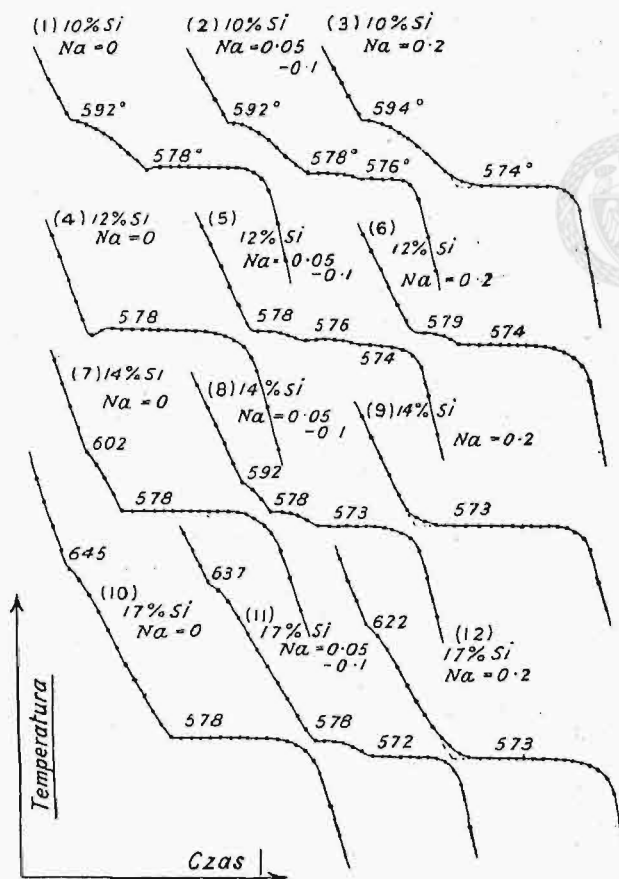
Ochładzając dostatecznie szybko roztopiony stop glinu z krzemem, możemy otrzymać zmienioną budowę bez dodatku „zmiennicza”. Archer i Kempf^{*)} twierdzą, że odlew w żelaznej kokili wystarcza do tego. Otani zaś, Gwyer i Phillips^{*)} i inni twierdzą, że zmienioną budowę uzyskuje się

tylko w tym wypadku, gdy ochłodzenie jest nadzwyczaj energiczne, np. przy wlewaniu płynnego stopu do ochłodzonej wody.

W każdym razie szybkość stygnięcia musi być bardzo znaczna, inaczej otrzymuje się mieszaninę zmienioną i niezmienioną budowy, jak to było pokazane na fot. 5.

Gdyby obydwa składniki posiadały jednakową zdolność do przechładzania, to punkt eutektyczny mógłby być przesunięty w pewnych granicach w tę lub inną stronę i występowałby przy niższych temperaturach. W tym wypadku mamy do czynienia z glinem krystalizującym w układzie regularnym (płaskocentrycznym) i krzemem krystalizującym również w układzie regularnym, lecz w grupie djamentu, a więc o bardziej skomplikowanej siatce przestrzennej.

Grogan wypowiada przypuszczenie, że na szybkość tworzenia ośrodków krystalizacji (a raczej pierwszych siatek przestrzennych) prostota siatki przestrzennej (jako łatwiejsza do skonstruowania) ma wpływ dodatni. Archer i Kempf twierdzą poza tem, że przechłodzeniu ulegają łatwiej pierwiastki mniej metaliczne, w tym wypadku krzem.



Rys. 5. Krzywe stygnięcia stopów Al-Si (Otani).

Wobec tego krzywa rozpuszczalności glinu w cieczy przetnie krzywą nadrozpuszczalności krzemu w cieczy przy niższej temperaturze i w punkcie położonym na prawo od punktu eutektycznego (normalnego). Z cieczy wydzieli się wówczas pewien nadmiar glinu przedutektycznego, pomimo że w normalnie ochłodzonym stopie miałoby się do czynienia ze zjawiskiem odwrotnym.

¹¹⁾ Dyskusja referatów J. Inst. Met. 1926, II, str. 353 i rys. C.

Ancher i Kempf¹²⁾ 13), a również i inni, stwierdzają, że obecność sodu metalicznego (lecz nie wszystkich soli sodowych, z których glin redukuje sód) zmniejsza znacznie zdolność krystalizacji krzemu z cieczy i bardzo nieznacznie glinu.

W tym wypadku wszyscy autorzy są zgodni: lecz sam mechanizm powstrzymania wzrostu kryształów krzemu jest polem dociekań i sporów.

Już w samym laboratorium Aluminium Company of America, którego kierownikiem jest Archer, istnieją dwa obozy. Jeden uznaje teorię koloidalną, czyli przypuszcza, że sód mało rozpuszczalny w płynnym glinie znajduje się w chwili krzepnięcia płynnego stopu glinowo-krzemowego pod postacią niezmiernie dużej ilości płynnych cząsteczek o wymiarach koloidalnych. Cząsteczki te wstrzymują mechanicznie wzrost kryształów krzemu, podobnie jak to czynią cząsteczki tlenku torowego z kryształami wolframu¹⁴⁾. Drugi obóz uznaje teorię adsorbpcji, czyli że wzrost kryształów krzemu zostaje wstrzymany z powodu adsorbpcji przez krzem cienkich błonek (grubości atomowej) sodu, otaczających kryształki krzemu.

Inną teorię koloidalną podają Gwyer i Phillips. Wychodzą oni z założenia, że w stopie roztopionym (cieczy jednorodnej) składniki znajdują się w rozproszeniu atomowym. Podczas krzepnięcia, przechodzą (kryształy kolejno różnej wielkości¹⁵⁾) i w pewnej chwili wielkość tych kryształów odpowiada wymiarom koloidalnym, t. j. średnica ich waha się w granicach od 10^{-7} cm, do 10^{-5} cm, i wobec tego posiada prawdopodobnie niektóre właściwości koloidów. Największe z tych cząsteczek leżą właśnie na granicy zdolności rozpoznawczej mikroskopu.

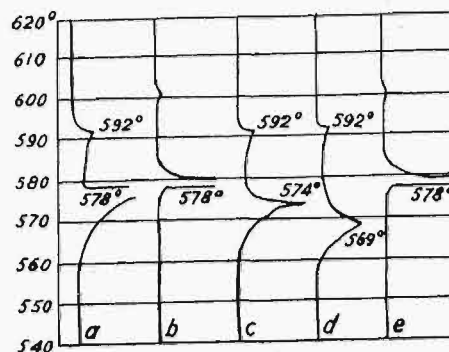
Badaczom powyższym udało się przygotować stop o budowie zmienionej, w którym, przy użyciu niebieskiego oświetlenia monochromatycznego i 4 mm obiektywu o N. A. 0,95, nie mogli rozdzielić składników, zaś przy użyciu 2 mm obiektywu o N. A. 1,30 rozdział ten był możliwy. Potwierdza więc to, że w zmienionych stopach wielkość kryształków leży tuż na granicy wielkości koloidalnej.

Autorzy zastrzegają się, że jako stan koloidalny uważają stan rozproszenia, odpowiadający powyżej podanym wymiarom. Rozproszenie koloidalne nie odpowiada stanowi równowagi i cząsteczki dążą do wzrostu (koalescencji). Szybkość wzrostu tych cząsteczek może być zmieniona przez dodanie pewnych ciał, np. innych koloidów i wogóle ciał o dość skomplikowanym składzie chemicznym.

W wypadku stopów glinu z krzemem, takim protektorem stanu koloidalnego są prawdopodobnie skomplikowane związki chemiczne sodu, tworzące się podczas procesu zmieniania, a nie sód metaliczny. Tomaczy to do pewnego stopnia, dla czego niektóre sole sodowe, jak np. siarczany, chlorki i węglany, z których glin redukuje sód, nie

działają zmieniająco na budowę. Istoty tego związku autorzy narazie nie zbadali, ustalili tylko, że przy nadmiarze sodu występuje nowy składnik metalograficzny „x”, o którym już wspomniałem poprzednio i który może jest tym protektorem (?).

Jako potwierdzenie, że ma się do czynienia w stopach zmienionych ze stanem nierównowagi (koloidalnym?), przytaczają autorzy krzywe stygnięcia tych stopów (rys. 6). Krzywe te (krzywe Osmond'a, w których rzędne odpowiadają: x —



Rys. 6. Krzywe stygnięcia (Osmonda) stopów glin-krzem (Gwyer i Phillips).

czasowi potrzebnemu na ochłodzenie się o pewną ilość stopni i y — temperaturom, zaś w krzywych Otani rzędne odpowiadały: x — czasowi ubiegłemu od chwili rozpoczęcia odczytów i y — temperaturze) wykresione są dla stopów z 10% krzemu. Krzywa a odpowiada stygnięciu stopu normalnego. Pierwsze załamanie (przy 592°) odpowiada początkowi wydzielania się glinu przedeutektycznego, zaś drugie załamanie (przy 578°) z odcinkiem poziomym (przerwanym dla oszczędności miejsca) odpowiada krzepnięciu eutektyki przy stałej temperaturze.

Krzywa b podaje te same punkty przy nagrzewaniu: topienie eutektyki odbywa się przy stałej temperaturze (odcinek poziomy), identycznej z temperaturą krzepnięcia, zaś ostateczne roztopienie (dość niewyraźne) zakańcza się przy trochę wyższej temperaturze. Krzywa c odpowiada stygnięciu tegoż stopu (z 10% Si) i z identycznie tą samą szybkością, lecz zmienionego przez dodanie 0,1% Na przy 750°.

Początek wydzielania glinu nie ulega zmianie, zaś krzepnięcie eutektyki zaznacza się ostrzem bez odcinka poziomego, jak tego wymaga równowaga; załamanie to ma maximum przy 574°, czyli leży przy niższej temperaturze, niż w wypadku normalnego stopu.

Krzywa d daje obraz stygnięcia takiego samego stopu zmienionego, ale z szybkością znacznie większą. Początek wydzielania glinu nie uległ i w tym wypadku zmianie, natomiast „ostrze” ma znacznie szerszą podstawę (obejmuje większy zakres temperatur), a maximum jego leży przy jeszcze niższej temperaturze (569°), przyczem jest mniejsze, niż w wypadku poprzednim.

Krzywa e jest krzywą nagrzewania tego ostatniego stopu. Jak widać, (przy topieniu) wpływ zmienionej budowy na położenie temperatury eutektycznej znika i topienie odbywa się zupełnie analogicznie, jak dla stopu normalnego, jak to było zresztą zaznaczone na początku.

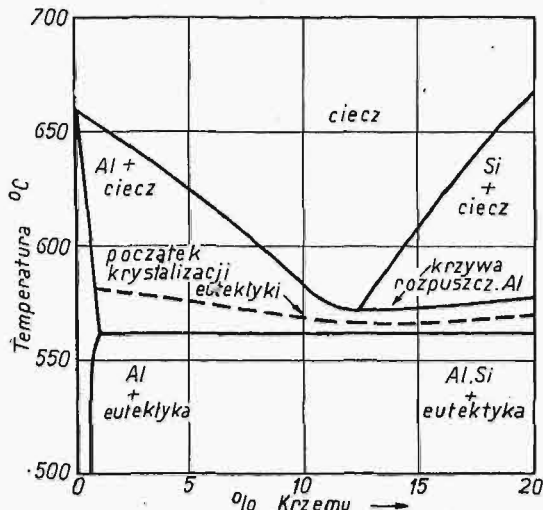
¹²⁾ J. D. Edwards i R. S. Archer, Chem. and Met. Eng., 1924, 31, str. 504.

¹³⁾ Z. Jeffries i R. S. Archer, The Science of Metals, McGraw-Hill, 1924, str. 324—326.

¹⁴⁾ Z. Jeffries i R. S. Archer, Chem. and Metal. Eng., 1926, 26, str. 343, 402, 449.

¹⁵⁾ I. Alexander, Chem. and Met. Eng., 1922, 26, str. 54, 119, 170, 201.

Na podstawie takich krzywych, podają autorzy wykres „nierównowagi” układu glin-krzem, przyczem wykres ten (rys. 7) ma zastosowanie tylko przy użyciu takiej, samej szybkości stygnięcia i przy takim samym sposobie „zmiany”.



Rys. 7 .Układ (nierównowagi) glin-krzem (Gwyer i Phillips).

Z wykresu tego widzimy, że krzywa rozpuszczalności glinu ma zupełnie odmienny charakter, niż to się spotyka w układach w równowadze. Krzywa wydzielania się krzemu przecina najpierw krzywą rozpuszczalności glinu, a potem dopiero tworzy się eutektyka (dla stopów nadeutektycznych). W wypadku tym na szlifie zobaczymy kryształy krzemu otoczone glinem i dopiero te ostatnie są otoczone eutektyką, jak to ilustruje fotografia 10 (w niektórych miejscach fot. 5).

Poza tem krzepnięcie eutektyki odbywa się nie przy stałej temperaturze, a w pewnym zakresie temperatur.

W wypadku, gdyby się miało do czynienia ze zjawiskiem przechłodzenia po obniżeniu się temperatury, poza temperaturą eutektyczną, nastąpiłoby o tyle znaczne wydzielanie ciepła, że temperatura mogłaby się podnieść do normalnego poziomu. Przy znacznej szybkości stygnięcia może to nie nastąpić.

We wszystkich tych teoriach bardzo mało uwzględnia się wpływy zanieczyszczeń w zmieniających na tak ważne czynniki krystalizacji, jak:

1) zdolność do przechłodzenia, uwarunkowana położeniem maximum krzywych „liczby jąder krystalizacyjnych” i „szybkości krystalizacji” w zależności od stopnia przechłodzenia;

2) napięcie powierzchniowe i siły kohezyjne.

Zgadzając się w ogólnych zarysach z teorią przechłodzenia Jeffries'a i Archer'a, uważam, że można, opierając się na badaniach Brady'ego¹⁶⁾, Portevin'a¹⁷⁾, Tammann'a¹⁸⁾ i Vogel'a¹⁹⁾ nad wpływem powyższych czynników na budowę sto-

pów i operując tylko powyższymi pojęciami, wytłumaczyć zupełnie dobrze powstawanie budowy zmienionej.

Odpadną wówczas: „mechanicznie zatrzymującą” wpływ zmieniaacza, czy to w formie „koloidalnej”, czy „adsorbowanej”, koloidalny stan przejściowy Gwyer'a i Phillips'a z jego nieokreślonym protektorem i tak samo potrójny układ Otani. „Zmieniaczem” będzie wówczas tylko takie ciało, którego obecność wpływa z jednej strony na zdolność do przechłodzenia, czego wynikiem jest przesunięcie punktu eutektycznego w stronę stopów bogatszych w ten składnik, na który dane ciało wpływa przechładzająco, t. j. w danym wypadku na krzem, z drugiej strony na powierzchniowe napięcie regulujące, łącznie z siłami kohezyjnymi, kształt kryształów eutektyki (w tym wypadku również na krzem, który zamiast postaci normalnej ostrych igieł, fot. 2, 4, 5 i 7, przybiera kształt bardziej globularno-lamellarny — fot. 8).

Chciałbym jeszcze niniejszy mój referat uzupełnić wzmianką o próbach polepszenia właściwości mechanicznych alpaksu, t. j. o alpakсах specjalnych, w których oprócz krzemu mamy i inne metale, oraz o próbach obróbki termicznej alpaksov. Petit^{*)}, zamierzając przeprowadzić badania systematyczne z rozmaitymi metalami, wybrał na podstawie badań wstępnych nad stopami zawierającymi 2% wapnia, magnezu, potasu, cyny, cynku, miedzi, manganu, żelaza, niklu, kobaltu, antymonu, chromu, kupro-magnezu, kupro-manganu i kupro-fosforu, stopy zawierające magnez, miedź, cynk i kupro-magnez, jako posiadające najlepsze w tym



Fot. 10. Stop glin-krzem z 15,52% Si, zmieniony przez 5% NaOH przy 750°, odlew w kokili, wytraw. HF, pow. 200 X. (Gwyer i Phillips).

wypadku właściwości. Dla porównania, przytoczę wyciąg z jego tabeli, przyczem w tym wypadku mamy do czynienia z wytrzymałością na ścinanie (próbka 8 x 10 x 60 mm), strzałką ugięcia (próbka 10 x 10 x 55 mm) i twardością (500 kg/10 mm).

Wytrzymałość na ścinanie i strzałkę ugięcia określono elastycymetrem Fremonta²⁰⁾.

¹⁶⁾ Brady, I. Inst. Met., 1922, II, str. 369—419.

¹⁷⁾ Portevin, I. Inst. Met. 1923, I, str. 239—278.

¹⁸⁾ Tammann, Lehrbuch der Metallographie, (Voss, Leipzig, 1914).

¹⁹⁾ Vogel, Zeit. f. anorg. Chem, 76, 1912, str. 425.

²⁰⁾ Fremont, Rev. de Met., 1906, str. 288 i 1900, str. 76.

	Wytrzymałość na ścinanie kg/mm^2	strzałka mm	twardość kg/mm^2
Alpaks zwykły odlany w kokili	11—11,3	4,3—6,7	43—45
Alpaks odlany w zimnej kokili (1% Na)	13,2	2,6	49
Alpaks odlany w piasku (0,5% Na) — (1% Na)	11—9,9	2,4—1,8	46—45
Stop glinu z krzemem i 2% magnezu odlany w zimnej kokili	14,1—16	0,7—0,8	65—70
Z 2% miedzi odlany w zimnej kokili	13	0,9	65
Z 2% cynku odlany w zimnej kokili	11	1,2	52
Z 2% (50%) kupro-magnezu odlany w zimnej kokili	19,1	0,9	86

Pozostałe metale w ilości 2% pogarszają właściwości.

W wypadku miedzi, magnezu, cynku i kupromagnezu jest pewne zwiększenie odporności, ale zato strzałka jest znacznie mniejsza.

Jako dezoksydatora, używano fluorokrzemianu sodu, rozpuszczającego tlenek glinowy. Z wyjątkiem potasu, wszystkie inne metale nie wykazywały pod mikroskopem zmienionej budowy.

Podług danych Grogan'a*), wapień w ilości 0,05% również zmienia budowę i zmiana ta jest trwalsza niż w wypadku sodu, ponieważ parokrotne przetopienie nie wpływa ujemnie, ale zmiana ta daje się odczuwać przy większej szybkości stygnięcia (odlew w kokili) i jest mniej regularna.

Ponieważ tylko przytoczone powyżej metale dawały pewne polepszenia niektórych właściwości, więc Petit spróbował zmienić budowę tych stopów sodem.

Pod względem wytrzymałości na ścinanie i strzałki ugięcia, te nowe stopy nie dały znacznie lepszych polepszeń, niż stopy bez sodu.

Welter*), jak już wspomniałem, wskazuje na dodatni wpływ miedzi (ale w znacznie mniejszych ilościach niż w doświadczeniach Petit'a) na granicę zmęczenia. Z innych metali próbowanych przez Welter'a, na zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie mają wpływ — żelazo do 0,6 — 0,7% nie zmienia, mangan do 0,4 wywiera wpływ dodatni, potem trochę zmniejsza (do 0,8%), mało zmniejszają: miedź do 4,5%, cynk do 5%, magnez do 1%, tytan do 1%, wapień do 0,2%, szybko zmniejszają: cyna przy 5% (o 25%), antymon przy 2% (o 50%); wszystkie dodatki zmniejszają znacznie wydłużenie; twardość — z wyjątkiem stopów z cyną — nieznacznie wzrasta. Obróbka termiczna, t. j. hartowanie i samoulepszenie lub ulepszenie przy trochę wyższej temperaturze, daje podług Petit'a pewne nieznaczne polepszenie właściwości mechanicznych stopów, zawierających magnez, względnie miedź, i odlanych w piasku; dla stopów odlanych w kokilach obróbka ta nie daje polepszenia. Na zakończenie muszę się zastrzec, że poza alpaxem istnieją jeszcze inne stopy lekkie odlewnicze²¹⁾ jak stop Y, stopy z miedzią poddane obróbce termicznej i inne. Stopy powyższe po termicznej obróbce posiadają wytrzymałość od 21 do 28 kg/mm^2 , a nawet 35 kg/mm^2 , w zależności od rodzaju tej obróbki, małych wahań składu i t. d. Wydłużenie tych stopów waha się również w granicach od 1,5—19%, w zależności od powyższych warunków.

Ujemną stroną tych stopów jest znaczny koszt, związany z ich nagrzewaniem przed hartowaniem (do 48 godzin), oraz pewne trudności odlewnicze.

Kolej Kalety—Podzamcze.

Napisał Inż. J. Nowkuński, Dyrektor Zarządu Budowy.

Kolej Kalety — Podzamcze łączy bezpośrednio koleje Górnośląskie z kolejami Wielkopolski, omijając niemiecki korytarz Kluczborski w kierunku przez Herby i Wieluń.

Droga z Katowic do Poznania przez Wieluń jest dłuższa od drogi przez Kluczbork o 15 km i jednocześnie krótsza od najbliższej drogi okólnej przez Częstochowę o 168 km . Przez Kluczbork bowiem wynosi droga 317 km , przez Częstochowę 500 km , a przez Wieluń 332 km .

Ominięcie Kluczborka i Częstochowy w komunikacji ze Śląska do Wielkopolski było głównym celem budowy kolei Kalety — Podzamcze. Ponadto nowa kolej może stanowić ogniwo najprostszej kolei tranzytowej z Zagłębia do naszych portów na Bałtyku przez Inowrocław.

Stacja Kalety, będąca dotąd przejściową stacją na szlaku Tarnowskie Góry — Kluczbork, została odpowiednio przebudowana przez Dyрекcję Katowicką, przyczem tory główne skierowano w stronę Herbów, dawny zaś kierunek ku Lublińcowi stał się drugorzędny.

Nowa linja, idąc na północ poprzez Województwo Śląskie, przecina istniejącą kolej Lubli-

niec — Częstochowa, w pobliżu st. Herby Śląskie, którą połączono w północnym kierunku ze st. Herby Nowe i w południowym kierunku ze szlakiem Kalety — Herby łącznicami, umożliwiającymi bezpośrednią komunikację z Częstochową w obydwu kierunkach nowej kolei, t. j. w stronę Kalet i Podzamcza.

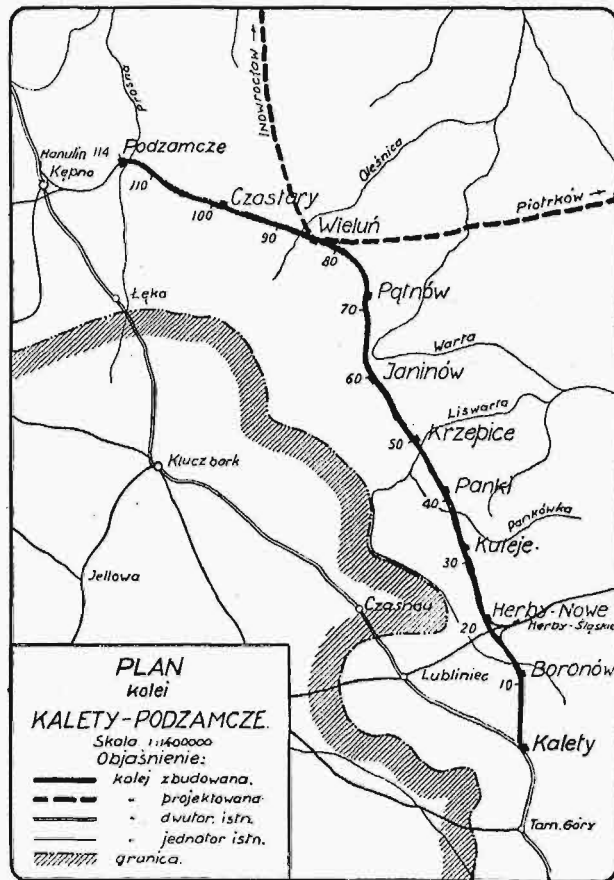
Za Herbami dalej na północ przecina kolej ziemie województwa Kieleckiego i Łódzkiego w kierunku na m. Krzepice, dawniej gród warowny, i miasto pow. Wieluń.

Od st. Wieluń, linja, skręcając na zachód, łączy się już na terenie województwa Poznańskiego ze st. Podzamcze istniejącej jednotorowej odnogi kolejowej Gęsia Górka — Kępno — Podzamcze.

Ta ostatnia stacja, jako należąca do D. K. P. w Poznaniu, przebudowana została odpowiednio do nowych warunków przez Dyрекcję Poznańską, z połączeniem szlaku Podzamcze — Kępno z dwutorową linią Kępno — Ostrów w Hanulinie za pomocą bezpośredniej łącznicy do st. Hanulin, omijając st. Kępno.

²¹⁾ R. S. Archer i Z. Jeffries, Amer. Inst. Min. and Met. Eng., brosz. № 1590 E, wrzesień 1926.

Nowa linja zbudowana została narazie jako pierwszorzędna linja jednotorowa, z uwzględnieniem możliwości budowy drugiego toru; w poszczególnych wypadkach, gdzie na to pozwalały warunki



Rys. 1.

ki miejscowe, jak również gdzie nakazywały względy gospodarcze, torowisko wykonano odrazu pod dwa tory (przeważnie wykopy), jak również przyczółki i filary większych obiektów mostowych oraz większe przepusty.

Największe wzniesienia linii w kierunku (ruchu węglowego) od Kalet do Podzamcza wynoszą 0,005, w kierunku odwrotnym 0,006.

Najmniejsze promienie łuków na szlaku wynoszą 1000 m. Wyjątek stanowi stacja Janinów i podejście do niej, gdzie zastosowano promienie 700 i 800 m, oraz podejście do stacji Kalety (600 m). Najmniejszy promień na łącznicy północnej w węźle Herbskim — 400 m.

Torowisko umocowano przepisowo.

Mokre wykopy osuszono drenami z kamienia, z odwodnieniem zapomocą żłobków z bali karbolinowanych.

Ogólna ilość wykonanych robót ziemnych torowiska, z robotami stacyjnymi i dodatkowymi wykopów i nasypów, wynosi ok. 4 200 000 m³. Umocowano skarp ok. 1 200 000 m².

Długość linii od Kalet do Podzamcza: 114 675,5 m b., a wraz z łącznicami północną i południową w węźle Herbskim (licząc je do osi stacji Herby Śląskie) 119 722 m b., czyli ok. 120 km.

Przelotność kolei — 22 pary pociągów towarowych lub 16 par pociągów towarowych i 4 pary osobowych na dobę; przez otwarcie w przyszłości czterech mijanek, przelotność może być

zwiększona do 28 par pociągów towarowych na szlaku Kalety — Herby Nowe i 24 par na szlaku Herby Nowe — Podzamcze.

Stacje. Odległość pomiędzy stacjami waha się od 8 do 15 km. Ogółem, nie licząc stacji końcowych Kalety i Podzamcze, zbudowano 8 stacji i jedną mijankę. Dworzec na st. Wieluń i całą stację, w przewidywaniu budowy linii Wieluń — Piotrków i Wieluń — Inowrocław, zbudowano jako stację czasową, według planu indywidualnego; stację Krzepice — wg. normalnego typu stacji średniej, stację Herby Nowe również wg. typu stacji średniej, lecz, wobec połączenia jej ze stacją Herby Śląskie, z dodaniem odrazu części torów II kolejności i włączeniem bocznicy; pozostałe 5 stacji: Boronów, Panki, Janinów, Patnów i Czapstary zbudowano wg. typu normalnego stacji małej. Mijanka „Kuleje”, w przyszłości mała stacja, posiada jeden tor mijankowy bez wszelkich urządzeń stacyjnych, poza niezbędnymi dla zabezpieczenia ruchu pociągów.

Tory główne na szlaku i na stacjach ułożone są z szyn typu pruskiego 8 c/d o ciężarze 41 kg/m b. Długość szyn 15 m. Styki szyn podparte są na zsuniętych i połączonych kątownikami podkładach. Szyny przymocowane są do podkładów hakami. Łubki użyto płaskie. Dla torów stacyjnych drugorzędnych użyto częściowo szyn typu pruskiego 8b II-go gatunku ze stali tomasowskiej o ciężarze również 41 kg/m b., częściowo zaś z szyn starszych lżejszych, typu pruskiego 6d o cięż. 33,4 kg/m b. Styki szyn typu 8b (tomasowskich) są podparte, z łubkami płaskimi o 4-ch śrubach, jak na torze głównym, na zsuniętych podkładach i przymocowane hakami, dla szyn zaś typu 6d wykonano styki wiszące, wg. typu normalnego kolei pruskich.

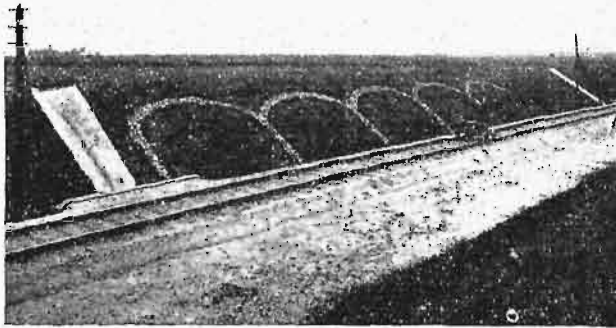
Podkłady są sosnowe nasycane — pośrednie, wg. normalnego typu Nr. I M. K. i typu Dyrekcji K. P. w Poznaniu, złączowe zaś — o przekroju specjalnym; długość podkładów wynosi 2,70 m na torach głównych i 2,60 m (typ M. K. Nr. III) dla torów drugorzędnych stacyjnych. Największa odległość pomiędzy osiami podkładów na torach głównych stanowi 0,63 m.



Rys. 2. Odwodnienie wykopu na km. 23.

Grubość podsypki (ballastu) pod podkładami torów głównych jest 0,45 m, licząc od stopy szyn, na torach zaś drugorzędnych stacyjnych 0,35 m, przyczem górne pokrycie, grub. 8 cm, projektowa-

no ze żwiru sianego i tłucznia, dolną zaś warstwę z gruboziarnistego piasku kopalnianego (pospółki). Dla torów drugorzędnych użyto tylko pospółkę. Razem ułożono nowych torów, wliczając długość rozjazdów: a) na szlaku głównym 113,12 km, b) na



Rys. 3. Odwodnienie wykopu na km. 39.

2 łącznicach węzła Herbskiego 3,25 km, c) na torach stacyjnych 23,37 km, razem 139,74 km. Waga ogólna szyn, wraz ze złączkami, nie licząc rozjazdów, wynosi: a) szyn typu 8 c/d (131,418 km) 13 886,02 tonn, b) szyn typu 8b tomas. (1,987 km) 198,45 tonn, c) szyn starych typu 6d i typu rosyjskiego (2,478 km) 214,25 tonn, ogółem 14 298,72 tonn.

Rozjazdy ułożono typu pruskiego 8a o skosie 1:10 i 1:9 na torach pierwszorzędnych i typu pruskiego 6d o skosie 1:9 dla torów drugorzędnych; wszystkie rozjazdy ułożono na podrozjezdnicach przesycanych typu M. K. grub. 15 cm. Rozjazdy łączą się z szynami zapomocą specjalnych łubików przejściowych. Wszystkie rozjazdy umieszczono na tłuczniu z kamienia. Razem na 8 stacjach, mianowicie Kuleje i łącznicach w węzle Herbskim ułożono 65 szt. ciężkich rozjazdów pojedynczych i 1 rozjazd podw. angielski, oraz 15 szt. lekkich rozjazdów pojedynczych.

Przejazdy. Linja Kalety — Podzamcze posiada 138 przejazdów, z których 33 w różnych poziomach i 105 w jednym poziomie. W miejscach skrzyżowania kolei z drogami kołowymi w różnych



Rys. 4. Most na rz. Liswarcie.

poziomach, wykonano 3 wiadukty żelazobetonowe nad 2-ma torami i 14 wiaduktów czasowych drewnianych nad jednym torem; 2 szosy (Osiakowska i Mirkowska) i 14 dróg gruntowych (tamże 2 kolejki leśne) przechodzą pod mostami.

Ze 105 przejazdów w poziomie, jest 28 szt. strzeżonych i zabezpieczonych zwodzonemi zaparami żelaznemi, 11 szt. zamkniętych stale zaparami drewnianemi dla prywatnego użytku i 66 szt., odpowiadających warunkom widoczności, nie są strzeżone; z 39 szt. przejazdów strzeżonych i zamykanych, przypada 21 szt. na województwo Śląskie, gdzie w myśl przepisów b. zaboru pruskiego wszystkie przejazdy muszą być strzeżone.

Szerokość przejazdów zamykanych dla 4 szos przyjęto 7,0 m, dla 1 szosy 6,0 m, dla 4 większych dróg od 5,5 — 6,0 m, reszta — 4,0 m. Przejazdy obsługiwane są albo bezpośrednio z budek obok stojących, albo mechanicznie na odległość do 600 m. Jezdnia wszystkich przejazdów w poziomie przewidziana jest z kostki granitowej.

Mostów wybudowano 8 szt. z dźwigarami żelaznemi, mianowicie: 4 mosty o rozpiętości w świetle 20,0 m z jazdą górą, 1 most o rozp. 30 m z jazdą górą, 1 most o rozp. 30 m z jazdą dołem, 1 most o rozp. 20 + 30 + 20 = 70 m z jazdą górą i 1 most o rozpięt. 5,9 + 55,00 + 5,9 = 66,8 m z jazdą dołem. Przyczółki i filary tych mostów są z betonu.

Dwa mosty posiadają licówkę z twardego piaskowca i granitu. Mostów betonowych z dźwigarami żelazobetonowemi o rozpiętości w świetle od 4,0 m do 10 m — 29 sztuk. Nadto wykonano jeden wiadukt jednotorowy żelazobetonowy nad 2-ma torami, w skrzyżowaniu kolei ze szlakiem Lubliniec — Częstochowa, 44 przepusty płaskie i 5 przepustów sklepionych. Przyczółki i filary 5-ciu większych mostów oraz wszystkie przepusty sklepione i 8 przepustów płaskich zbudowano na 2 tory, reszta na jeden tor. Ogólna ilość murów w podporach mostów i w przepustach wynosi ok. 19 850 m³.

Zabezpieczenie ruchu. Wyprawianie pociągów na szlak odbywa się zapomocą telegraficznego porozumienia pomiędzy sąsiednimi stacjami, przy czem w obrębie stacji jest blokada wszystkich sygnałów.

Na wszystkich stacjach, z wyjątkiem stacji Herby Nowe i Krzepice, nastawianie zwrotnic jest odręczne; zwrotnice wjazdowe i wyjazdowe posiadają zamki uzależnione w skrzyni aparatu posturunków przedstacyjnych (budkach zwrotniczego) od odpowiednich sygnałów, blokowanych przez dyżurnego ruchu. Nastawianie zwrotnic st. Herby Nowe i południowego końca st. Krzepice jest centralne ze stawideł, umieszczonych na st. Herby Nowe w dwóch budynkach stawidłowych, a na st. Krzepice w budynku dworca.

Odgąlenie szlaku Boronów — Herby do st. Herby Śląskie jest zabezpieczone przez ustawienie na km 20 posterunku blokowego. Posterunek ten dysponuje sygnałami w porozumieniu blokowym

ze stacjami Herby Nowe i Herby Śląskie i telegraficznym ze st. Boronów, przedstawiając zwrotnicę na odgałczeniu odręcznie. Po wprowadzeniu blokady linjowej, posterunek ten będzie posterunkiem odstępowym.

Na wszystkich stacjach, oprócz sygnałów (semaforów i tarcz) wjazdowych, ustawione są semafora wyjazdowe dla poszczególnych torów.

Telegraf i telefon. Wzdłuż całej linii zawieszono na impregnowanych słupach, długości 6, 7 i 8 m b., razem 9 przewodów, z których:

- a) 4 z 3 mm drutu żelaznego, 2 dla linii głównej i 2 dla linii działowej;
- b) 2 z 4 mm drutu żelaznego, z których jeden telefoniczny dla linii strażniczej, a drugi pociągowy;
- c) 3 z 4 mm drutu żelaznego dla telegrafu.

Oprócz powyższych przewodów, przeprowadzono pomiędzy st. Herby Nowe, st. Herby Śląskie i st. Boronów oddzielną linię telegraficzną pociągową.

Budynki. Dla zawiadowców odcinków drogowych wybudowano 4 domy o powierzchni użytkowej 124,21 m² każdy, licząc biuro i mieszkanie prywatne. Dla torowych — 19 domków o pow. użytkowej 57,50 m² każdy.

Na stacjach Herby Nowe i Krzepice (typ st. średniej) zbudowano dworce piętrowe z mieszkaniami dla pracowników o powierzchni użytkowej jednego dworca i mieszkań 619,23 m². Na 5 stacjach małych: Boronów, Panki, Janinów, Patnów i Czastary — dworce parterowe, z piętrową czę-



Rys. 5. Wiadukt żelbetowy na km. 82.

ścią mieszkalną. Powierzchnia budynku tego typu wynosi 215,47 m². Wszystkie budynki są murowane z cegły, kryte dachówką i tynkowane.

Na st. Wieluń wykonano czasowy dworzec fachimkowy, kryty dachówką, o powierzchni użytkowej 579,64 m². Dla pracowników na st. Wieluń są 2 domy mieszkalne, dla 4-ch rodzin każdy, o powierzchni użytkowej 262,27 m².

Wszystkie budynki na st. Herby Nowe, Krzepice i Wieluń posiadają wodociągi i kanalizację.

Perony osobowe na wszystkich stacjach posiadają szerokość użytkową od 3 do 8 m i długość 180 m i są pokryte warstwą żwiru z zakończeniem od strony toru krawężnikami betonowymi, specjalnej konstrukcji, na słupkach betonowych.

Magazyny towarowe, ładownie kryte i otwarte są na wszystkich stacjach wg. jednego typu; dachy magazynów i ładowni są eternitowe, na słupach z szyn, ściany magazynów wykonano systemem Prüssa z cegły na wkładkach żelaznych, ścianki zaś pomostu ładunkowego — z betonu. Łączna powierzchnia magazynu, ładowni krytej i otwartej wynosi od 278 m² do 992 m².

Wodociągi są na 3 stacjach: Herby Nowe, Krzepice i Wieluń. Na st. Herby Nowe wodę

bierze się ze studni artezyjskiej o głębokości 40 m, wierzonej obok wieży ciśnieniowej; nad studnią jest murowana pompownia, kryta dachówką. W Krzepicach korzysta się z wody z rz. Piskary, a w Wieluniu z rz. Oleśnicy, ponadto w Wieluniu przy



Rys. 6. Dom dozorczy drogowego na st. Herby Nowe.

dworcu wykopano studnię artezyjską, głębokości ok. 90 m b.

Ujęcie wody z obydwóch rzek posiada filtr żwirowy i spiętrzające w rzece jazy.

Pompownie murowane są kryte eternitem z mieszkaniem dla maszynisty.

Wyposażenie pompowni na każdej stacji wodnej stanowi 1 pompa Worthingtona i 1 kocioł parowy Lachapella, przyczem pozostawiono miejsce dla drugiego kompletu pompy i kotła.

Wieże ciśnieniowe zbudowane są jednakowo na wszystkich trzech stacjach: żelazobetonowe z 2-ma współśrodkowymi zbiornikami żelazobetonowymi o pojemności 250 m³; wysokość dna zbiornika nad łbem szyny wynosi 15,00 m. Wieże są kryte dachówką, zaopatrzone w picunochrony, automatyczne wskaźniki poziomu wody i sygnalizację, ogrzewanie, oraz właściwy sprzęt.



Rys. 7. Budynek stawidłowy na st. Herby Nowe.

Średnica rur zewnętrznej sieci wodociągowej wynosi: tłoczących 150 mm, rozprowadzających — 200 mm (do źróźwi) i 75 mm (do budynków). Wszystkie rurociągi wykonane są z rur żeliwnych kielichowych, pokrytych asfaltem, łączonych szcze-

liwem i zalęwanym ołowiem. Na każdej stacji wodnej są po 2 żorawie dla pociągów osobowych o wydajności $5 \text{ m}^3/\text{min}$ i 2 dla pociągów towarowych o wydajności $3 \text{ m}^3/\text{min}$, wraz z odpowiednimi zasuwami, zlewami, odprowadzeniem wody od zlewów. Prócz tego, na każdej sieci wodociągowej jest niezbędna ilość hydrantów pożarowych, źródeł gospodarczych i zasuw.

Na stacjach nie posiadających wodociągów, oraz przy wszystkich domach mieszkalnych na linii zbudowano studnie z kręgów betonowych, lub też wiercone, zależnie od warunków miejscowych.

Budowę kolei rozpoczęto w sierpniu 1925 r. i zakończono w lutym 1926 r. Prace niezakończone

wówczas oszacowała Komisja odbiorcza na 5% sumy kosztorysowej. Całkowity koszt budowy kolei, łącznie z robotami przekazanymi do wykonania Dyrekcji K. P., wynosi ok. 17 milionów zł. w złocie.

Ruch tymczasowy towarowy został otwarty 6-go listopada 1926 roku. Ruch osobowy — 1-go kwietnia 1927 r.; pociągi pośpieszne uruchomiono 15 maja 1927, po dodatkowym zabezpieczeniu ruchu sygnalami wyjazdowymi na wszystkich stacjach.

Wszystkie roboty wykonały polskie firmy budowlane, przy pomocy miejscowych robotników, z materiałów krajowych.

O projekcie pasowań zakładów Škody.

(na marginesie artykułu prof. N. N. Sawina).

Napisał Inż. Wacław Moszyński (Poznań).

Prace dokonane przez zakłady Škody w celu stworzenia nowego układu pasowań odbiegły znacznie od tego, co na tem polu dotychczas dokonano, — posiadają więc wszystkie cechy prac pionierskich. Jak wszędzie, tak i tu podzielono zagadnienie na dwie części: jaki ma być najmniejszy luz, względnie najmniejszy wcisk (luz ujemny) w poszczególnych pasowaniach, i jak wielkie mają być tolerancje wykonania otworu i wałka. W rozwiązaniu pierwszego zagadnienia, projekt Škody wzorował się na zasadzie wprowadzonej w całej pełni już przez Szwedów — proporcjonalności luzów do $\sqrt[3]{d}$, gdzie d oznacza średnicę otworu lub wałka; jedynie w pasowaniach włączanych projekt Škody idzie dalej jeszcze, przyjmując liniową zależność wcisku względem d , przez co wykazuje w porównaniu z innymi układami stosunkowo znaczne wciski przy wielkich średnicach, nieznaczne zaś przy małych. Jest wielce prawdopodobne, iż zasada ta okaże się istotnie słuszną dla pasowań mocno włączanych, charakterem swym odpowiadających pasowaniu na gorąco; mniej prawdopodobnym jest to w stosunku do pasowań włączanych zwykłych.

Przyjmując układ pasowań według projektu polskiego, musimy się liczyć z tem, że w przyszłości wypadnie, być może, wprowadzić doń niektóre poprawki; jest to wprawdzie kłopotliwe, jednakowoż nie w tym stopniu, by przewidywanie możliwych zmian miało narzucić konieczność czekania, aż inni przeprowadzą próby i sami za nas zbadają wartość obranego przez nas, lub innego, różniącego się odeń układu. Z tego powodu należy uznać, że ta najistotniejsza z różnic, jakie zachodzą między projektem polskim, opartym na układzie szwedzkim, a projektem Škody, nie powinna w żadnym razie opóźnić przyjęcia naszego projektu przez nasz przemysł i świat techniczny.

Druga strona zagadnienia — sprawa wielkości tolerancyj — została ujęta pod kątem widzenia licznego szeregu czynników, traktowanych jako niezależne źródła błędów wykonania i mierzenia; wpływ tych czynników miał być zbadany ilości-

wo w drodze doświadczalnej; pozwoliło to ustalić wzory dające wielkość tolerancji wykonania δ , mające ogólną postać:

$$\delta = a + b d + c \sqrt[3]{d}$$

gdzie a , b , c są czynnikami stałymi, a zaś wykładnikiem równym 2, 3 lub ∞ .

Autorzy projektu Škody podkreślają, że tolerancje przez nich zalecane nie są wynikiem mechanicznego stosowania jednego i tego samego wzoru, przyjętego w drodze oderwanego od praktyki rozumowania, lecz są czemś z ową praktyką najściślej zespolonem. Pozornie wydać się może, iż autorzy ci mają istotnie słusność, tak jednak nie jest, raczej wręcz przeciwnie, — słusność stanowczo leży po stronie Niemców i tych, co za nimi poszli — Szwajcarów i Szwedów; proporcjonalność tolerancji do $\sqrt[3]{d}$ została wysnuta z licznego szeregu doświadczeń i pomiarów bezpośrednich, i zasada ta nie została dotychczas przez nikogo kwestjonowana; tymczasem rozbitcie złożonego zagadnienia na liczne czynniki prowadzi właśnie do schematu i mechanizacji, od której autorzy projektu Škody odżęgnuwają się bardzo wyraźnie.

Zresztą nie wyczerpali oni wszystkich czynników, że wskażemy tu chociażby bardzo ważny czynnik naturalnego zużycia sprawdzianów; również i badania, przeprowadzone nad wpływem poszczególnych czynników, siłą rzeczy musiały być ograniczone w swej rozległości i niezbyt wszechstronne, nie mogą więc pretendować do zupełnej ścisłości. Sprawę ratuje to, że ustalone źródła błędów nigdy nie będą wpływały w jednym kierunku na wielkość błędu ostatecznego, lecz będą się częściowo znosiły. Ostatecznie można stwierdzić, że w stosunku do wielkości obszarów tolerancji, różnice, zachodzące między interpretacją projektu Škody a wszystkich innych układów, nie są znaczne; inowacje więc Škody, nader ciekawe z punktu widzenia badań technicznych, nie wprowadzają ostatecznie poważniejszych zmian istotnych.

Na korzyść projektu Škody zapisać jednak należy zwrócenie ogółowi technicznemu uwagi na istotne źródła niedokładności wykonania, ich wpływ ilościowy, oraz przeprowadzenie wyraźnego podziału między różnymi procesami obróbkowymi, odpowiednio do klas dokładności i w zależności od żądanej gładkości powierzchni.

Z dalszych dodatnich stron układu Skody wymienić trzeba znaczne rozwinięcie 3-ej klasy dokładności, na podobieństwo układu szwedzkiego, dzięki czemu klasa ta może w zupełności zaspokoić potrzeby budownictwa ogólnomaszynowego, i przedewszystkiem wprowadzenie mała urozmaiconych 4-ej i 5-ej klasy dokładności, z których pierwsza posiada cztery, ostatnia — dwa tylko pasowania. Dzięki temu układ, jako całość, może zaspokoić potrzeby wszystkich gałęzi przemysłu maszynowego, aż do najmniej dokładnych włącznie.

Układ polski będzie musiał być również uzupełniony przez dalsze klasy pasowań mniej dokładnych, przyczem ścisłe wzorowanie się na odnośnym projekcie układu szwedzkiego nie byłoby wskazane, ze względu na jego złożoną postać.

Ujemną stroną projektu Skody jest, poza małą przejrzystą symbolistyką, opartą dość luźno nawet o czeskie nazwy różnych pasowań, przedewszystkiem to, że projekt przewiduje jedynie układ stałego otworu; należy to stanowczo ocenić jako zdecydowane cofnięcie się w stosunku do ewolucji zagadnienia pasowań w ciągu ostatnich kilku lat; niezmiernie obszerna i wyczerpująca dyskusja, która miała miejsce w niemieckim świecie technicznym, wykazała niezbicie, że oba układy — stałego otworu i stałego wałka — powinny istnieć równolegle obok siebie. Jest rzeczą wiadomą, że, poza jedyną ważniejszą ujemną stroną — koniecznością zaopatrzenia narzędziarni w większą ilość rozwiertaków i droższych sprawdzianów — układ stałego wałka ma wiele stron dodatnich, przedewszystkiem tę, że w ogromnej większości wypadków prowadzi do tańszych w wykonaniu rozwiązań konstrukcyjnych (bliższe omówienie tej sprawy znajduje się w artykule „Zagadnienie zamienności i pasowań w bud. taboru kolejowego” — „Przeгляд Techniczny”, 1927, str. 826 i nast.); strona ta nabiera szczególnego znaczenia przy produkcji seryjnej, staje się zaś bezwzględnie decydującą przy produkcji masowej,

przy której upada nawet ów jedyny wzgląd, przemawiający na korzyść układu stałego otworu — łatwość zaopatrzenia narzędziarni. Ponieważ znamieniem dzisiejszego przemysłu maszynowego jest dążenie do przejścia do produkcji seryjnej i masowej, przeto brak w projekcie czeskim układu stałego wałka musi być uważany za bardzo poważny błąd, który niezawodnie wcześniej czy później będzie musiał być naprawiony, o ile projekt Skody w jego obecnej postaci zostałby przyjęty przez szersze koła przemysłowe Czechosłowacji.

Zaznajomienie się naszego świata technicznego z projektem Skody jest, jak zaznaczyliśmy, ze wszech miar wartościowe, gdyż projekt ten wnosi istotnie sporą dozę nowego światła; przesądzać zgóry jego wartość i braki jest trudno, jednak należy z całym naciskiem podkreślić, że nie powinien on ani na chwilę zatrzymać nas na drodze zmierzającej do przyjęcia już w najbliższym czasie własnego, narodowego układu pasowań, opartego na układzie szwedzkim; wiele bardzo względów przemawia za tem, iż, nie będąc być może doskonałym, jest on przecież najlepszym z dziś istniejących; lata jeszcze miną, nim wszystkie słabe strony wszelkich układów pasowań wykażą się w całej pełni; wtedy będziemy mieli podstawy dostateczne, by stworzyć układ doskonały; być może będzie nim już układ międzynarodowy wszystkich krajów, używających miar metrycznych; czekać na to jednak nie możemy, gdyż dalsze pozostawienie przemysłu na los jego własnych, niedość ugruntowanych upodobań grozi z jednej strony zapanowaniem zupełnego zamętu w naszym świecie przemysłowym, z drugiej zaś zatamowaniem jego naturalnego rozwoju. Najbardziej więc palącą potrzebą chwili jest ostateczne przyjęcie rozszerzonego na wszystkie klasy polskiego układu pasowań i stworzenie w związku z tem w kraju wytwórni, któraby mogła zaopatrywać przemysł maszynowy we wszelkie potrzebne sprawdziany i wzorce.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

KOTŁY PAROWE.

Nowe niemieckie przepisy obliczania dennic.

Jak wiadomo — pod wpływem spostrzeżeń o licznych uszkodzeniach dennic wypukłych poddanych ciśnieniu wewnętrznemu oraz na podstawie szeregu doświadczeń Bacha, Baumanna i in. — wprowadzono w Niemczech zmianę dotychczasowego sposobu obliczania dennic kotłowych. W r. 1925 wydano w tym celu przepisy przejściowe, w których przy zachowaniu zasadniczo dawnego wzoru wprowadzono w nim współczynnik z , od którego uzależniono ciśnienie dopuszczalne, wzgl. grubość ścianki, a który stanowi stosunek pomiędzy naprężeniami w dennicy i wyobleniu, a zatem związany jest ze stosunkiem promienia r wyoblenia do średnicy zewnętrznej D dennicy, wg. t. zw. wzoru Godesberger'a. Przytem dla $r = \frac{D}{10}$

wynosi $z = 2,2$, dla dennicy eliptycznej o stos. osi $1 : 2$ $z = 1,3$, jeśli $r = 0,125 D$ i wysokość dennicy $h = 0,25 D$. Dla nowych dennic przepisano: $r \geq 0,1 D$ i $R \leq D$, $h \geq 0,2 D$ (R — promień wypukłości dennicy), w stos. do dennic istniejących w starszych kotłach przepisano wzmocniony nadzór.

Przepisy przejściowe mają teraz ulec zmianie na ostateczne, które są oparte na nowych doświadczeniach, wykonanych przez Ver, deutsch, Eisenhüttenleute i K. W. Institut für

Eisenforschung. Nowe te przepisy uznają za równoważne dennice eliptyczne i owalne, o kształcie zbliżonym do elipsy (Korbbogenform), przy równej wysokości i wypełnieniu warunków co do średnicy. Nadto wprowadzają nowy współczynnik kształtu (Formwert) y , zależny znów od $h : D$ i $r : D$. Spółcz. y oznacza również, jak dotychczasowy z , stosunek naprężeń w części wypukłej i w wyobleniu, jest jednak uzależniony nie tylko od promienia wyoblenia, lecz również i od h , gdyż doświadczenia wykazały, że h oddziaływała również w znacznym stopniu na rozkład naprężeń i wytrzymałość dennicy. Przy $h : D = 0,2$ i $r : D = 0,08$, wynosi $y = 2,0$, zaś dla dennicy eliptycznej $1 : 2$ pozostaje dotychczasowa wartość współczynnika $1,3$. Dla dennic już wykonanych o $r < 0,1 D$, używanych do budowy nowych kotłów, ma być y obierany nie na podstawie $h : D$, lecz $r : D$.

Wartości graniczne R i r pozostają te same, co i w przepisach przejściowych, natomiast pewność x obniżono dla dennic bez otworów z 4 na 3,5, a dla dennic z małymi otworami — na 3,75, ponieważ nowe badania pozwalają ustalić rozkład naprężeń w dennicach z daleko większą dokładnością niż w in. częściach kotła.

Uznając dennice eliptyczne i owalne, zbliżone do eliptycznych, za równoważne, ze względu na nieznaczną różnicę na-

przezeń w obu wypadkach, przyjęto i w normalizacji obie postacie dennic, z zastrzeżeniem zastosowania się do przepisanych stosunków ich wymiarów, przyczem podwyższono dolną granicę dla r aż do $D/6,5$ dla dennic owalnych, zaś do $D/8$ — dla eliptycznych. Dla dennic z włazem w środku, x ma wynosić 4,25, przy bocznym włazie ma być pewność jeszcze podwyższona, zaś dokładna jej wartość uzależniona od max. naprężenia w danym wypadku.

Wzór zatem do obliczenia dennic wypukłych, niezakotwionych brzmi

$$s = Dy \frac{P}{200 \frac{K_r}{x}} + c,$$

przyczem $c = 2 \text{ mm}$ dla dennic bez otworów lub z otworem niewielkim, zaś 3 mm — przy wykonaniu włazu. W tym ostatnim wypadku, jeśli wypada z obliczenia $s < 15 \text{ mm}$, to ma być jeszcze wzmocnione dodatkowo o 2 mm .

Przepisy te mają uzyskać moc obowiązującą od 1 stycznia 1928 r.

Autor cytowanego artykułu podkreśla wyższość podanego wzoru nad formułą Godesbergera, polegającą na możliwości obliczenia również głęboko wydętych dennic, przytacza porównanie wyników obliczeń wg nowego wzoru niemieckiego i dawnego amerykańskiego (Boiler Construction Code), z którego to porównania widać, iż omawiany tu wzór daje dość znacznie cieńsze dennice, niż amerykański (np. dla $p = 20 \text{ ata}$, $D = R = 1200 \text{ mm}$, $r = 150 \text{ mm}$ (eliptyczna dennica normalna), $h = 300 \text{ mm}$; $y = 1,3$; $K_r = 41 \text{ kg/mm}^2$; $x = 3,5$; grub. ścianki wg. wzoru niem. $s_n = 15,4 \text{ mm}$, wedł. amerykańskiego zaś $s_a = 19,3 \text{ mm}$). (Arch. f. Wärmew., 1,8 (1927), 137/8).

METALoznawstwo.

O wpływie siarki na miedź.

Siarka może się znajdować w miedzi w postaci Cu_2S albo SO_2 . Zawartość SO_2 jest bezwzględnie szkodliwa. W większych ilościach wywołuje ona silne rośnięcie odlewu (zmniejszanie rozpuszczalności gazowego SO_2 podczas stygnięcia), daje odlewy porowate i o bardzo niskich własnościach mechanicznych. Cu_2S natomiast wpływa na miedź podobnie jak Cu_2O , lecz w nieco słabszym stopniu. Przy zawartości S do 0,12% w tej postaci, własności mechaniczne są prawie takie same, jak i czystej miedzi. Natomiast lepsza Cu_2S własności mechaniczne miedzi w wysokiej temperaturze. Stosunkową miękkość metalu zawdzięczać należy wówczas plastyczności wtrąceń Cu_2S w porównaniu z wtrąceniami Cu_2O , ponadto siarka posiada wielkie powinowactwo do łączenia się z innymi domieszkami miedzi (Ni, As), które znajdując się w roztworze stałym w miedzi utwardniają ją. Ponieważ jednak przez wprowadzanie siarki nie można uniknąć występowania jej w postaci SO_2 , jest ona w ogólności szkodliwa. (P. Siebe, Z. f. Metkunde, 1927, 311).
Z. J.

Stale odporne na działanie wysokich temperatur i otoczenia (atmosfery).

W. H. Hatfield (Sheffield) przeprowadził bardzo cenne dla praktyki badania porównawcze odporności różnych materiałów metalowych na działanie wysokich temperatur ($700\text{—}1000^\circ$) w atmosferze tlenu, pary wodnej, dwutlenku węgla i dwutlenku siarki. Liczby, zamieszczone w poniższej tabeli, podają zwiększenie ciężaru próbek w mg na cm^2 w ciągu 24 godz.;

	Tlen				Para wodna				Dwutlenek węgla				Dwutlenek siarki			
	700°	800°	900°	1000°	700°	800°	900°	1000°	700°	800°	900°	1000°	700°	800°	900°	1000°
Czyste żelazo: Fe=99,92%; Chrom: Cr = 98,1%; Fe = = 1,3%	51,1	59,5	124,3	141,6	62,2	84,7	57,5	178,4	58,7	72,2	113,3	175,5	35,4	79,1	— ⁴⁾	— ⁴⁾
Nikiel: Ni=99,6; Fe=0,38	0,5	1,0	2,2	6,3	0,1	0,4	1,2	2,1	0,3	0,3	2,3	3,1	0,2	0,4	3,3	3,6
Kobalt: Co=95,7; Ni=2,8; Fe=0,5	1,0	1,2	2,8	9,7	0,3	0,4	1,4	4,4	0,4	0,9	3,6	4,6	92,3	366,7 ⁵⁾	83,7 ⁵⁾	2,6 ⁶⁾
Miedź: Cu = 99,95	3,7	4,4	93,1	119,5	0,8	0,8	25,9	73,5	2,7	5,4	94,3	15,0	59,8	102,8	163,3	289,8
Wolfram: W = 99,99	12,0	19,1	44,0	—	3,2	12,7	15,3	—	6,5	9,9	12,3	—	0,1	0,1	0,2	—
Żelazo miękkie: C = 0,17%	46,2	275,4	376,2 ¹⁾	—	2,1	17,7	179,2	—	13,9	20,3	13,9 ²⁾	—	47,0	72,8	29,0 ⁷⁾	—
Stal niklowa: Ni = 3,25; C = 0,34	10,4	29,8	83,4	170,9	3,7	22,0	74,9	231,1	10,0	36,7	74,9	93,5	9,9	41,6	177,0	4)
„ „ Ni = 36,9; C = 0,24	40,0	51,2	67,0	230,3	8,7	35,9	46,1	91,9	9,8	29,1	50,8	151,3	30,2	450,7	700,1	4)
Stal: Si = 3,04; Cr = 8,28; C = 0,5	4,1	9,7	14,0	25,5	3,2	13,4	36,2	54,5	2,8	10,0	25,4	30,7	20,1	141,3	199,1	256,4
„ Cr = 13,12; C = 0,32; Si = 1,3	0,3	1,7	2,1	2,9	0,3	0,5	0,9	1,4	2,0	0,2	0,4	0,8	0,5	1,3	4,6	3,2
„ Cr = 18,53; C = 0,09; Si = 0,37	0,2	1,9	2,8	91,3	0,5	0,6	14,9	39,8	0,8	0,9	16,0	62,3	0,4	1,0	9,9	58,6
„ Cr = 14,8; C = 0,11; Ni = 10,2	0,6	0,7	1,9	2,9	0,2	0,6	2,0	3,3	0,2	0,8	2,9	2,9	0,5	0,5	0,8	1,4
„ Cr = 17,7; C = 0,12; Ni = 8,1	0,6	1,1	4,1	43,6	0,5	1,9	19,9	43,3	1,4	2,1	12,4	37,0	1,1	1,2	1,7	3,7
„ Cr = 10,9; C = 0,35; Ni = 35,2	1,1	1,0	2,7	5,7	0,2	0,5	6,1	17,5	0,4	1,1	3,3	5,9	1,4	1,6	1,8	2,6
„ Cr = 15,5; C = 0,6; Si = 4,0; Ni = 8,1	1,7	7,3	11,7	19,3	1,3	2,0	6,2	16,0	1,1	2,2	7,3	11,7	0,3	0,4	0,4	7,9
„ Cr = 17,7; C = 0,3; Si = 1,5; Ni = 7,08; W = 4,23	1,7	0,3	1,3	1,8	0,1	0,3	0,9	1,5	0,1	0,2	0,6	0,6	0,4	0,6	1,1	2,4
Nichrom: Ni = 60,4; Cr = = 11,7	0,0	0,1	0,2	3,5	0,1	0,3	0,4	2,8	0,1	0,1	0,3	0,9	0,2	0,4	0,5	0,8
Surowiec szary: Grafit = = 2,52; Si = 1,13	0,2	0,5	0,8	1,8	0,2	0,3	1,4	1,4	0,4	0,4	0,5	1,1	0,3	5,0	55,6	91,3
Żelazo-krzem: Graf. = 0,7; Si = 14,3	11,8	56,8	129,1	427,5	22,7	46,5	94,1	238,4	14,0	18,5	21,1	40,6 ⁸⁾	6,8	34,0	85,4	4)
Metal monela: Ni = 70,0; Cu = 27,2	1,4	3,9	4,4	78,8	2,2	93,0	210,5	418,3	173,9 ⁸⁾	1,5	5,8	29,5	1,4	1,9	4,9	160,4
	1,7	—	108,6	—	0,6	—	18,9	—	2,6	—	20,2	—	43,9	—	4)	—

U w a g i: ¹⁾ próbka przekształciła się w kwas wolframowy (WO_3); ²⁾ próbka utlenia się i ułatnia się; ³⁾ zendra odpada; ⁴⁾ próbka niszczeje zupełnie; ⁵⁾ zendra przylega mocno do próbki; ⁶⁾ zendra przylega bardzo mocno do próbki; ⁷⁾ częściowe straty wskutek ułatniania; ⁸⁾ miejscowe wydłużenia wskutek „rośnięcia”; ⁹⁾ ciemna mocno przylegająca warstwa.

Wpływ powietrza na trzy rodzaje stali (miękkie żelazo, stal chromową i nierdzewiejącą stal chromowo-niklową) w temperaturach 100—1200° wynika z następującej tabeli:

Przyrost ciężaru w mg/cm^2 . 24 godz.

	Stal miękka	Stal chromowa (Cr = 13%)	Stal nierdzewiejąca Cr = 17,7% i Ni = 8%
100	0,00	0,00	0,00
200	0,03	0,01	0,00
300	0,13	0,04	0,02
400	0,45	0,08	0,04
500	0,62	0,09	0,04
600	4,62	0,20	0,13
700	11,9	0,40	0,22
800	44,9	0,77	0,39
900	57,2	1,07	0,46
1000	135,8	66,7	21,8
1100	208,0	165,3	72,3
1200	399,9	261,0	177,7

Wpływ powietrza zanieczyszczonego (warunki fabryczne) na miękkie żelazo i stal nierdzewiejącą w temperaturze 900° wskazują nast. cyfry przyrostu ciężaru w mg/cm^2 . 24 godz.

	Stal miękka	Stal nierdzewiejąca
Powietrze	57,2	0,46
" + 2% SO ₂	65,7	1,13
" + 5% SO ₂ + 5% H ₂ O	152,4	3,58
" + 5% CO ₂ + 5% H ₂ O	100,4	4,58
" + 5% CO ₂	76,9	1,18
" + 5% H ₂ O	74,2	3,24

Wpływ gazów kominowych o składzie CO₂ = 12%; H₂O = 10%; SO₂ = 0,05%; O₂ = 5%; N₂ = 72,95% w temperaturze 900°:

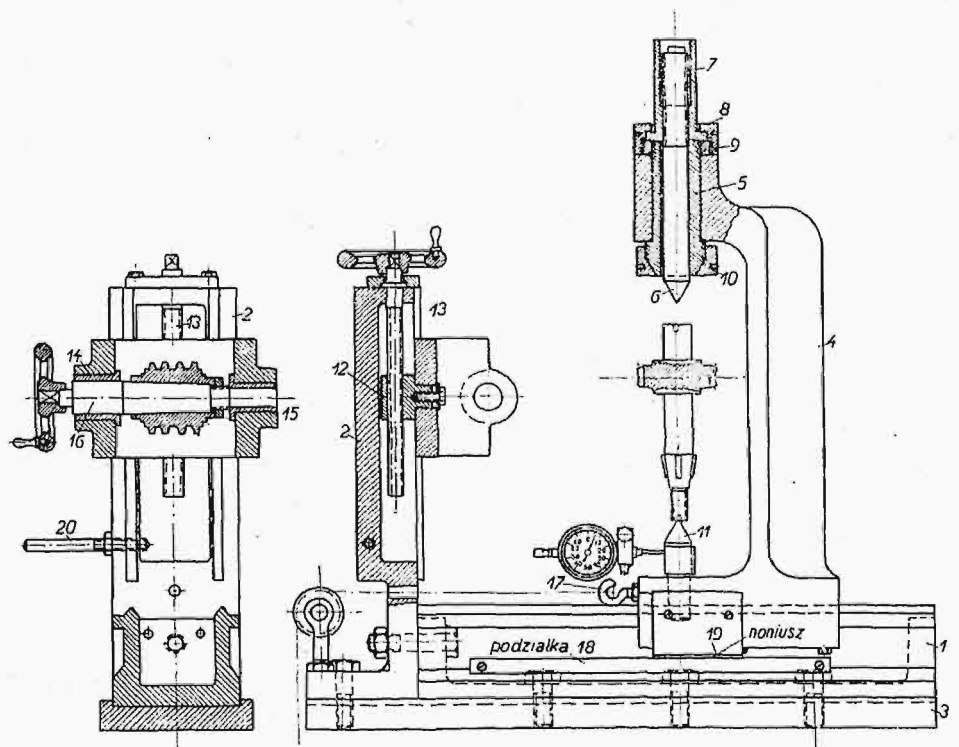
Żelazo czyste	114,0	mg/cm^2 . 24 godz.
Chrom	2,1	"
Nikiel	5,2	"
Miękka stal handlowa	80,2	"
Stal niklowa 3,25% Ni	72,9	"
Stal niklowa 30,9% Ni	30,1	"
Stal chromo-krzemowa 0,8	"	"
Stal chromowa Cr=13,1%	18,3	"
Stal krzemowa Cr=18,5%	1,3	"
Stal chromo-niklowa Cr = 17,7, Ni = 8,1%	2,7	"
Stal chromo-niklowo-krzemowa	0,7	"
Stal chromo-niklowo-wolframowa	0,4	"
Nichrom	1,4	"
Surowiec szary	86,0	"

(W. H. Hatfield. Iron. & Steel Inst. 1927, St. u. E., 1927. 15—83).
I. F.-Cz.

OBRÓBKA METALI POMIARY WARSZTATOWE

Przyrząd do badania ślimaków i ślimacznicy.

Przyrząd składa się z przyrządów pomiarowych, poziomej 1 i pionowej 2 (rys. 1 i 2), przytwierdzonych śrubami do podstawy 3, która może być przytwierdzona do stołu. Na prowadnicy poziomej umieszczony jest stojak 4 z kłami 6 i 11 do zamocowania ślimacznicy. Kiel górny, nastawialny za pomocą nakrętki 7, prowadzony jest przez tuleję 5, posiadającą na dole trzy wycięcia i stożkowe zakończenie dla zaciśnięcia kła przy pomocy nakrętki 10. Nakrętki 8 i 9 służą do zamocowania tulei 5 i przytrzymania nakrętki 7. Kiel dolny jest wprasowany. Prowadnica pionowa połączona jest z poziomą oraz z podstawą za pomocą śrub i kołków. Suport jej, nastawialny przez śrubę 13 i nakrętkę bronz. 12, posiada łożyska z wymiennymi pa-newkami z brązu do osadzenia wálka ślimakowego. Stojak posiada na dole hak 17, skąd przez odpowiedni ciężarek na linie jest naciskany lekko w kierunku ślimaka. Do prowadnicy poziomej przyśrubowany jest z boku lineal 18, który na górnej powierzchni ma podziałkę milimetrową. Punkt zerowy znajduje się dokładnie pod osią ślimaka, zaś noniusz 19, umieszczony na stojaku, podaje z dokładnością $1/20$ mm odległości osi ślimaka od osi ślimacznicy. Badanie ślimaka odbywa się przy pomocy ślimacznicy-wzorca (t. j. bardzo dokładnie wykonanego koła ślimakowego). Odczytujemy przepisana odległość obu osi i przez pokręcanie ślimaka wprawiamy w obrót ślimacznice. Miarą błędów, które wynikają z nieodpowiedniego nastawienia frezarki czy szlifierki (jeśli chodzi o ślimaki hartowane), jest zmiana odległości, jaką w czasie obrotu wskazuje czujnik. Zamocowany on jest na przegubowej dźwigni i sworzniu 20 i opiera się kołcem o spłaszczoną ściankę kła. Nastawiony na zero z początkiem badania, wskazuje on odchylenia w czasie obrotu z dokładnością 0,01 mm. W taki sam sposób bada



Rys. 1 i 2. Przyrząd do badania ślimaków i ślimacznicy.

się ślimacznicy, przyczem użyty być musi wzorzec ślimakowy. (Werkstattstechnik, 1927 zes. 16).

Inż. J. Stańko.

POMIARY TECHNICZNE.

Analiza gazów zapomocą pomiaru szybkości dźwięku.

Przyrząd opisywany przez autora cytowanego artykułu oparty jest na zasadzie dotąd nie stosowanej w urządzeniach do analizy gazów. Ogólna jego idea jest następująca: kryształ kwarcu poddany jest drganiom piezoelektrycznym; pomiędzy płaską powierzchnią kryształu a ruchomym reflektorem wytwarza się fala stojąca; punkty węzłowe fali rozpoznaje się przez reakcję na kryształ kwarcu, powodującą wzmacnianie prądu w obwodzie wytwarzającym drgania elektryczne. W ten sposób może być zmierzona odległość pomiędzy węzłami. Ponieważ szybkość dźwięku zależy od ośrodka, wynosząc w powietrzu 332 m/sek, zaś w CO₂ 259 m/sek, przeto na podstawie szybkości dźwięku, względnie długości fali, można wnosić o jakości mieszaniny bezwodnika kwasu węglowego z powietrzem.

Przyrząd tego rodzaju ma tę zaletę, że nie wymaga absorbowania jednego ze składników mieszanki gazowej. Atoli do codziennych badań zdaje się lepiej nadawać prosta metoda chemiczna, opisywany zaś przyrząd mógłby być używany tylko dodatkowo, w wypadkach szczególnych. Artykuł podaje opis przyrządu i zawiera tabelę szybkości dźwięku w rozmaitych gazach w temperaturze 0° C.

W dyskusji, zamieszczonej obok tego referatu, znajdujemy uwagę prof. Geo. Forbes'a, iż metoda akustyczna była już stosowana przez niego do wykrywania małych domieszek gazów kopalnianych i in. w powietrzu. (E. Griffith z national Phys. Labor., Proceed. Phys. Soc. London, t. 39, Nr. 4, 1927, oraz Mech. Eng. t. 49, str. 1135).

SPAWANIE.

Spawanie w budowie samolotów.*)

Spawanie glinu i jego stopów stosuje się w lotnictwie w zakresie bardzo ograniczonym. Spawanie części narażonych na natężenie jest wykluczone, ponieważ połączenie spawane ma tylko własności odlewu i jego ulepszenie termiczne nie jest możliwe, jak przy stali. Stosowanie stopów glinu typu duraluminium do wiązań i skrzydeł, jak również — choć rzadziej — do podwozia, wymaga połączeń nitowych. Glin i jego stopy mogą być spawane jednym ze sposobów poprzednio wyszczególnionych. Druć do spawania czystego glinu powinien być wyżarzony i możliwie czysty (99% Al).

Spawanie odlewów glinowych wykonywa się zwykle acetylenem. Skład drutu jest nast.: 91—93% Al, 7—9% Cu, max. 1,5% Fe, max. 1% zanieczyszczeń. Części spawane są podgrzewane do 250° C, drut wtapia się w rynienkę, otrzymaną przez ścięcie brzegów, łączonych pod kątem 45° i szew klepie się młotkiem na gorąco. Przy poważniejszej robocie, należy odlew wyżarzyć.

Przepisy amerykańskie, ograniczające spawanie odlewów glinowych, są następujące:

„Nie wolno spawać odlewów bez pozwolenia kontroli. Pozwolenie to udziela się tylko w wypadkach niewielkich uszkodzeń, nie wpływających ujemnie na wytrzymałość, sposób użycia i obrabialność odlewu. Nie wolno spawać odlewów, podlegających obróbce termicznej.

Wszystkie miejsca spawane powinny być oznaczone białą farbą przed oddaniem do kontroli, wzgl. przed wysyłką”.

*) Dokończenie do str. 902 w Nr. 42 z r. b.

Blachy aluminiowe, np. na zbiorniki paliwa, mogą być spawane na styk albo z zawiniętymi brzegami. Ten ostatni sposób jest lepszy, gdyż spawanie na styk może pozostawić na odwrotnej stronie wgłębienie, które powoduje następnie pęknięcie pod wpływem drgań. Brzegi blach zagina się na szerokość równą potrójnej grubości, następnie chwytają się je w zaciski. Spawa się naprzód punkty odległe o 30—50 mm, a potem stapia się brzegi na całej długości, przeważnie bez dodawania metalu. Jeżeli blacha jest zanieczyszczona, należy zanurzyć jej brzegi na 10—30 sek w gorący roztwór 10% sody kaustycznej, następnie wypłókać w 10% roztworze kwasu azotowego i zmyć czystą wodą gorącą.

Jeżeli powierzchnia jest zupełnie czysta, użycie oczyszczających proszków alkalicznych, jak chlorków, siarczanów i fluorków, jest zbędne. Proszki rozcieńcza się wodą (lepiej dystylowaną) i smaruje się niemi miejsce spawane. Po spawaniu wszelkie ślady proszku muszą być usunięte, w przeciwnym razie następuje korozja blachy. Kapiel w 10% kwasie azotowym lub siarkowym i dobre wypłókanie w zimnej wodzie wystarcza.

Blachy duraluminiowe spawa się naogół w podobny sposób, jak zwykle blachy glinowe, jednak wykonanie dobrego połączenia jest tu znacznie trudniejsze, gdyż blacha duraluminiowa przy spawaniu pęka i strzępi się bardzo łatwo.

Metal w spojeniu jest kruchy i nie udaje się zmienić jego struktury przez obróbkę termiczną. Jednak spawanie i tu bywa stosowane, lecz tylko na przedmiotach prostych kształtów, gdzie naprężenia są niewielkie (zbiorniki, sprzęt etc.).

Spawanie w kierunku walcowania jest łatwiejsze niż wpoprzek. Druć do spawania ma skład taki sam, jak blacha, spawa się małym płomieniem. Oczyszczanie miejsca spawanego i stosowanie środków redukujących, — jak przy zwykłych blachach glinowych.

Jeżeli brzegi blachy mają być zawinięte, należy je wyżarzyć (350—400°), aby nie popękały.

Często tuż przy szwie następuje po pewnym czasie korozja. Zapobiega się temu przez zażrzenie połączenia do 500° C na przeciąg 15 minut, zahartowanie w powietrzu i pozostawienie w temperaturze pokojowej na 4 dni.

Wytrzymałość połączeń spawanych, hartowanych i nie-szlifowanych wynosi 50—100% wytrzymałości łączonej blachy (39 kg/mm²); po oszlifowaniu — od 25—80%.

Spojenie jest kruche i nie daje się zginać.

Magnez i jego stopy nie dają się łatwo spawać z powodu zbyt szybkiego utleniania się. Chlorki, używane tu jako topniki, wywołują zwykle w następstwie korozję. Spojenie — zrazu dobre — psuje się następnie, wydzielając biały osad, który odpryskuje. Połączenia te są zwykle gąbczaste (porowate). (Mech. Eng. t. 48 (1926), str. 1240/46).

Z. D.

Sprostowanie.

W art. p. t. „Badania turbiny parowej... i t. d.” p. A. Uklańskiego należy sprostować nast. omyłki druku:

na str. 909 w 22-im wierszu od dołu lewego łamu zam. przy powinno być pary; na tej str. w 23 i 24 wierszu od góry praw. łamu zam. X_v i v_v pow. być X_r i v_r ; na str. 910 w 8—9 wierszu od góry praw. łamu zam. próżniomierza pow. być próżniomierz; na str. 911 w 17-m wierszu od dołu lewego łamu zam. V_m pow. być v_m , wreszcie pod rys. 6 pow. być nie t , lecz t_b .