

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

## TREŚĆ:

- stalach anormalnych, nap. Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiwski.
- kształtach równowagi cienkiego pręta kołowego w pewnych szczególnych przypadkach obciążenia (c. d.), nap. Dr. Inż. F. Szelański.
- Hałas i jego zwalczanie, nap. I. W.
- Nowy kocioł parowy, nap. Inż. A. Uklański.
- Przegląd pism technicznych.
- Kronika.

## SOMMAIRE:

- Sur les aciers anormaux, par M. I. Feszczenko-Czopiwski, Dr. ès sc. techn., Ingénieur.
- Sur les formes de l'équilibre d'une barre fine circulaire dans certains cas particuliers de charge (suite), par M. F. Szelański, Dr. ès sc. techn., Ingénieur.
- Le bruit de grandes villes et son élimination, par M. I. W.
- La nouvelle chaudière à vapeur, par M. A. Uklański, Ingénieur mécanicien.
- Revue documentaire.
- Chronique.

## O stalach anormalnych<sup>\*)</sup>

Napisał Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiwski, Katowice.

Podobnie jak w stosunkach ludzich wolimy mieć do czynienia z „normalnym” intelektem, tak i konstruktor wymaga od tworzywa stalowego „normalności” w jego zachowaniu się podczas pracy. Twierdzenie takie nasuwałoby przypuszczenie, że każdy gatunek stali może znajdować się w rozmaitych stadiach swej „normalności” subiektywnej, aż do stanu całkowitej „anormalności”, jako stadium krańcowego, o pewnych cechach negatywnych. Tak też jest istotnie.

Dotychczas atoli brak ścisłej i krótkiej definicji stanu „anormalności” tworzyw stalowych. Znamy tylko szereg faktów, które dają podstawę do operowania definicjami „anormalności” lub „normalności”. W celu ściślejszego określenia pojęcia „anormalności”, rozpocząć należy od faktów.

Na rys. 1 i 2 (pow. 50 kr.) przedstawiono skutki cementacji miękkiego żelaza o przybliżonym składzie chemicznym: 0,15% C, 0,40% Mn, 0,30% Si, o własnościach wytrzymałościowych:  $Q = 30$  kg/mm<sup>2</sup>;  $R = 48$  kg/mm<sup>2</sup>;  $A_5 = 34\%$  i  $C = 70\%$ . Pierwsza próbka cementowała się w sposób anormalny, t. zn. przejście od warstwy nawęglonej do wnętrza było gwałtowne, bez wyraźnej warstwy przejściowej, natomiast druga próbka cementowała się w sposób normalny, t. zn. posiadała łagodne i ciągłe przejście warstwy nawęglonej do budowy wnętrza próbki (rys. 2). Opór przeciw wtargnięciu węgla w tworzywo był — mimo jednakowych warunków cementacji — różny w obu próbkach, co też wywołało różne końcowe skutki cementacji. Ponieważ analiza chemiczna i mikroskopowa przed nawęglaniem nie wykazały jakichkolwiek przyczyn tak odmiennego zachowania się tych próbek w czasie nawęglania, przypisujemy przyczynę zaznaczo-

nej wyżej anormalności indywidualnym różnicom wytopu. Ta nieuchwytna zwykłymi środkami analitycznymi różnica wywodzi się prawdopodobnie z okoliczności, które były decydujące w czasie wykończenia wytopu, jego rozlewania i krzepnięcia<sup>1)</sup>.

Stal półtwarda (0,52% C, 0,93% Mn, 0,26% Si, 0,035% P, 0,02% S, 0,125% Cu), której walcowanie ukończono w temperaturze powyżej 900°, ostygła dość szybko, leżąc na przeciągu. Próbkę wytrzymałościowe wykazały:

	Q	R	A <sub>10</sub>	C	HB
Natychmiast po walcowaniu	38,9	74,5	4,1	5,9	222
Po leżeniu 160 dni w t-rze pokoj.	46,6	76,8	6,0	7,9	222
„ „ 250 „ „ „ „	47,8	79,3	8,0	9,8	224
„ „ 300 „ „ „ „	46,8	78,6	10,7	19,9	222
„ „ 500 „ „ „ „	46,8	79,3	13,0	26,0	224

Natomiast inne tworzywo (0,50% C, 0,80% Mn, 0,24% Si, 0,025% P, 0,02% S i 0,10% Cu) wykazało:

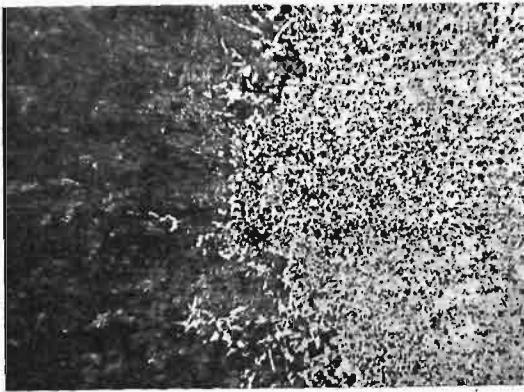
Natychmiast po walcowaniu	40,4	73,9	9,4	23,5	215
Po leżeniu 300 dni w t-rze pokoj.	39,8	73,7	11,5	31,1	215

W pierwszym wypadku mamy do czynienia z wyraźnymi skutkami naturalnego starzenia się, które nastąpiło podczas leżenia w temperaturach pokojowych. Wydłużenie w czasie tego starzenia się wzrosło o 217%, przewężenie — o 341%, granica płynności zaś zaledwie o 20%, a wytrzymałość i twardość pozostały, praktycznie biorąc, niezmiennione, natomiast udarność obniżyła się dwukrotnie! W drugim wypadku, wydłużenie wzrosło zaledwie o 22%, a przewężenie — o 32%.

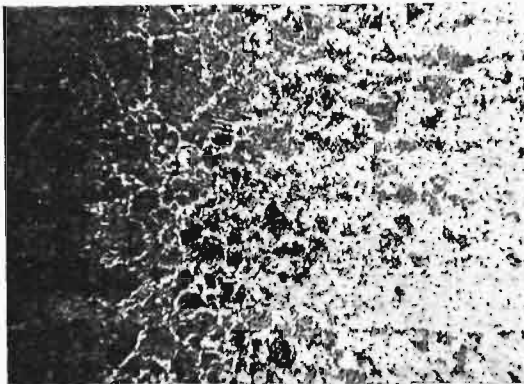
I tu, tak wybitną różnicę w objawach „życia” stali półtwardych należy położyć na karb tych tajemniczych odmienności w wykończeniu wytopu, jego rozlewaniu i krzepnięciu. Tworzywo anormal-

<sup>1)</sup> Powyższe mikrografje otrzymałem od inż. E. Perchorowicza (Polskie Zakłady Skody), któremu wyrażam tą drogą podziękowanie.

<sup>\*)</sup> Referat wygłoszony na VII Zjeździe SIMP, w r. 1933.



Rys. 1. Cementacja anormalna. Pow. 50X.



Rys. 2. Cementacja normalna. Pow. 50X.

nie wykończone posiada większe możliwości do „życia”, do zmieniania swych własności fizycznych w czasie zwykłego leżenia. Jest rzeczą naturalną, że obróbka termiczna w tych wypadkach może wywołać olbrzymi wpływ na zmienność lub trwałość własności mechanicznych i że nie wolno tego atutu, jaki mamy w ręku, negować!

Na rys. 3 przedstawiono wygląd złomów próbek 5-ciu gatunków stali narzędziowych, hartowanych w wodzie od 800, 840 i 880°. Tworzywa te miały następujący skład chemiczny:

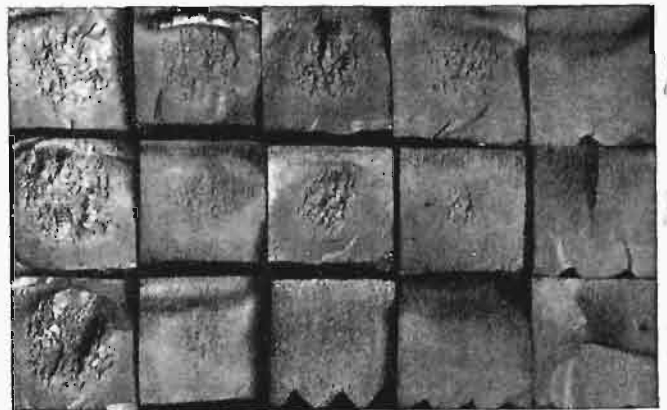
	C	Mn	Si	P	S	Cu
Stal narzędziowa „extra”	0,96	0,22	0,25	0,010	0,010	0,12
„ „ „prima”	0,97	0,28	0,27	0,014	0,016	0,12
„ „ „zwyčajna”	0,90	0,34	0,26	0,020	0,026	0,13
„ „ „tania”	0,84	0,69	0,38	0,022	0,028	0,12
„ konstrukcyjna twarda	0,82	0,68	0,31	0,030	0,034	0,13

Na podstawie wyglądu złomów, przedstawionych na makrofotografjach rys. 3, stwierdzamy, że głębokość hartowania i wrażliwość na przehartowanie zwiększa się od gatunku „extra” przez „prima” i „zwyčajną” do gatunku tanich stali narzędziowych, wzgl. twardych konstrukcyjnych. Tworzywa posiadają więc nieuchwytną niemal — zdawałoby się — zwykłymi metodami analitycznymi różnicę w składzie chemicznym, która w jednym wypadku krańcowym (stal „extra”) nadaje tworzywu „płytkość” hartowania i znieczula je na podwyższenie temperatur hartowania, w drugim wypadku — posreǳnim (stal narzędziowa zwyčajna) pogłębia hartowność i znacznie zwięża zakres temperatur prawidłowego hartowania, wreszcie w innym wypadku krańcowym (stal konstrukcyjna twarda) nadaje tworzywu zdolność do łatwego przehartowania się nawskroś i zwięża zakres temperatur prawidłowego hartowania w takim stopniu, że stosunko-

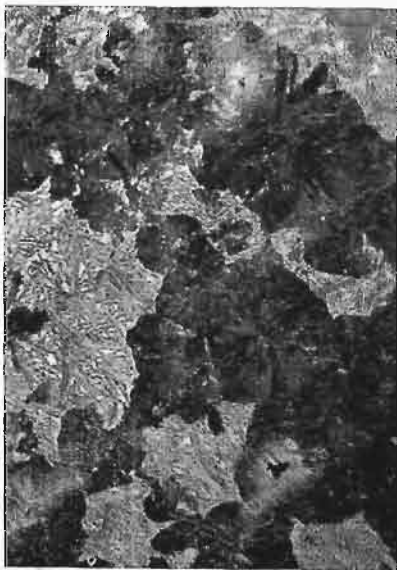
wo niewielkie podniesienie temperatury hartowania wywołuje w tworzywie wyraźne objawy przegrzania. Pozatem stale tego ostatniego gatunku posiadają po zahartowaniu twardość dalece nie jednolitą i nie równomierną; obok budowy czysto martenzytycznej znajduje się również i budowa troostytyczna, a badania mikroskopowe (rys. 4, pow. 500 kr.) wykazują często w budowie troostytycznej obecność wtrąceń niemetalicznych w nieco jaśniejszych obrzeżach.

Lecz nietylko stale czysto węgliste różnią się w tak wybitny sposób stopniem swej normalności, wzgl. anormalności. Podobne zjawiska obserwujemy często i w stalach stopowych. Naprzykład chromo-niklowa stal konstrukcyjna (0,27% C, 0,68% Mn, 0,59% Si, 0,36% Cr i 1,78% Ni), przekuta w stosunku 1 : 4, wykazała obok obszarów czysto perlitycznych (czarne plamy na mikrofoto. rys. 5, pow. 100 kr.) pewną budowę różniczkowaną, którą często nazywamy również „anormalną”. Są to wtrącenia strukturalnie swobodnych węglików w postaci prawie kulkowej, wypełniającej większe lub mniejsze przestrzenie. Taka budowa, bardzo podobna do sorbitycznej, lub do budowy perlitu kulkowego, jest widoczna wyraźnie już przy powiększeniu 100 kr. Taka niejednorodność struktury (rys. 5) różni się od pozostałości poprzedniej niejednorodności, wynikłej wskutek krzepnięcia dendrytycznego, a zobrazowanej na rys. 6 również w powiększeniu 100 kr. w odniesieniu do tworzywa o podobnym składzie chemicznym (0,27% C, 0,65% Mn, 0,36% Si, 0,38% Cr i 1,75% Ni), w stanie nie przekutym, lecz termicznie ulepszonym. Przyczyny tak daleko posuniętego różniczkowania się cementytu należy szukać w szczególnej skłonności tworzywa ku temu.

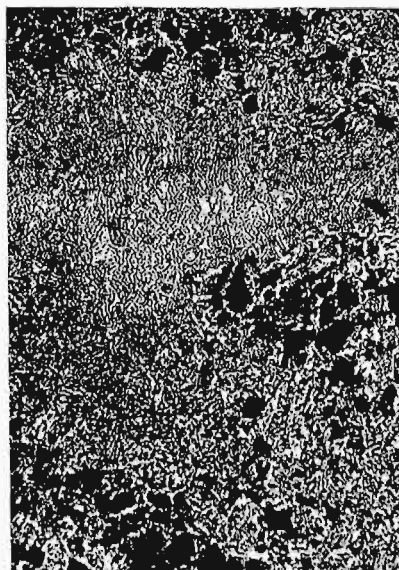
Zresztą na rys. 7 (pow. 100 kr.) przedstawiono budowę stali chromowo-niklowej w stanie termicznie ulepszonym (0,27% C, 0,56% Mn, 0,28% Si, 0,015% P, 0,010% S, 1,2% Cr, 3,2% Ni, 0,35% Mo i 0,15% Cu), w której można dostrzec niejednorodność — pozostałą w miejscach byłych przestrzeni międzydendrytycznych, chociaż stopień przekucia tego tworzywa był bardzo wielki (powyżej 1 : 10!). Na rys. 8 (pow. 2,5 kr.) przedstawiono łuskowatą budowę złomu stali chromowo-niklowej w stanie



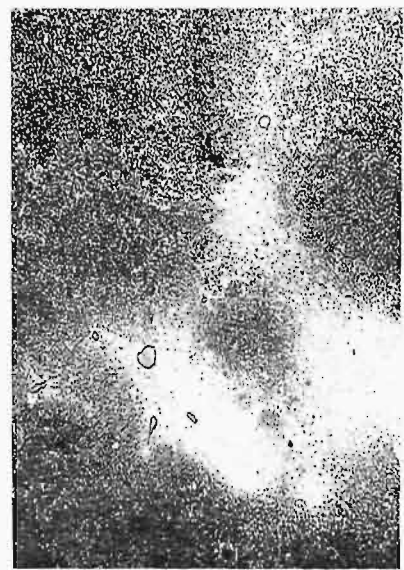
Rys. 3. Pow. 1/2X. Wygląd złomu próbek 5-ciu gatunków stali narzędziowych, hartowanych w wodzie od 800° (górný szereg), 840° i 880° (szereg dolny).



Rys. 4. Pow. 500 X.



Rys. 5. Pow. 100 X.



Rys. 6. Pow. 100 X.

termicznie ulepszonym o zbliżonym do poprzedniego składzie chemicznym (0,28% C, 0,55% Mn, 0,29% Si, 0,02% P, 0,01% S, 1,19% Cr, 3,18% Ni, 0,36% Mo i 0,17% Cu). Budowa okolic o makroskopowo łuskowatej budowie przedstawia się, jak na rys. 9 (pow. 100 kr.): jest ona wypełniona drobnymi wtrąceniami niemetalicznymi. Takie tworzywo odznacza się powiększoną wrażliwością na temperaturę hartowania. Już nieznaczne przekroczenie nader wąskiego zakresu temperatur hartowania nadaje złomom charakterystyczny wygląd przegrzania, jak na rys. 8.

Na mikrofot. rys. 10, 11 i 12 przedstawiono budowę warstwy nadeutektoidalnej stali, nawęglonych w temperaturze około 930°; mikrofotografie rys. 10 i 11 przedstawiają budowę normalną, która posiada w warstwie nadeutektoidalnej dwa składniki strukturalne, mianowicie: duże i dobrze ukształtowane ziarna perlitu i wolny cementyt. Na rys. 10 wolny cementyt przedstawia się raczej w postaci igieł; na rys. zaś 11 — w postaci siatkowej, lecz poszczególne ziarna perlitu już wykazują początki anormalności; natomiast rys. 12 uwidocznia budowę warstwy nawęglonej nadeutektoidalnej o wyraźnych rysach anormalności; mianowicie współistnieją tu obok siebie trzy składniki: perlit, ferryt i strukturalnie swobodny cementyt, który w postaci siatki, często przerywanej, przewija się w ferrytycznym obrzeżu, powstałym z ziarn perlitu. Jądro więc, składające się z perlitu płytkowego, oddziela się od siatki cementytowej pasmem ferrytu, a siatka cementytowa jest miejscami przerywana bryłkami węglików, które są cokolwiek sferoidalne. Rys. 13 (w pow. 100 kr.) po wytrawieniu kwasem azotowym i 14 (pow. 50 kr.) po wytrawieniu pikrynianem sodu przedstawiają budowę mieszaną, a rys. 15 (pow. 100 kr.) po wytrawieniu pikrynianem sodu — perlit w warstwie podeutektoidalnej.

E. C. Bain<sup>2)</sup> odróżnia pięć rozmaitych stadiów przejścia od budowy normalnej do budowy anor-

malnej i podaje schemat tworzenia się anormalności. W stali zupełnie anormalnej cementyt może być całkowicie skoagulowany; znaczy to, że węgiel eutektoidalny może całkowicie wywędrować z austenitu przez coraz rozszerzające się pasma ferrytu i przyczepia się do nadeutektoidalnego cementytu. Odwrotnie, w stali normalnej perlit tworzy się bezpośrednio po utworzeniu się pierwszych cząsteczek ferrytu i żadnego rozdzielenia ścisłej eutektoidalnej mieszaniny na dwie odrębne fazy nie następuje. Czas potrzebny w różnych temperaturach do skupienia się cementytu w cząsteczki pewnej wielkości może być przyjęty za miarę szybkości dyfuzji węgla, która jest indywidualną dla tworzywo o różnym stopniu anormalności. W celu wytworzenia struktury anormalnej, węgiel musi dyfundować przez ferryt prędzej niż tworzy się ferryt. A więc anormalna budowa wytwarza się wtedy, gdy tworzywo posiada dużą szybkość reakcji rozkładu austenitu i szczególnie wielką szybkość dyfuzji węgla bezpośrednio poniżej punktu  $A_1$ . Wysoka rozpuszczalność tlenu w ferrycie około  $A_1$  sprzyja zwiększeniu dyfuzji węgla. E. C. Bain przypuszcza, że zwłaszcza tlen obecny w roztworze stałym żelaza (oxoferryt) sprzyja w pewnej mierze zwiększeniu rozpuszczalności węgla w ferrycie w temperaturach bliskich, lecz niższych od  $A_1$ . Rosner, asystent Z. B. D. huty Baildon, stwierdził niejednokrotnie, że tworzywo anormalne posiada wyżej położony punkt przemiany alotropowej, wyżej położony punkt przemiany perlitycznej i mniejszą histerezę  $Ac_1 - Ar_1$ . Badane były dwa tworzywa:

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
A — bardziej anormalne	0,33	0,70	0,26	0,022	0,012	0,49	1,71	0,132
B — bardziej normalne	0,33	0,64	0,42	0,023	0,017	0,51	1,95	0,133

przytem ustalono nast. temperatury przemian obu tworzywo:

	B	A	Różnica
$Ar_{2-3}$ . . . . .	673°	690°	+ 17°
$Ac_1$ . . . . .	710°	714°	+ 4°
$A_{21}$ . . . . .	603°	619°	+ 16°
$Ac_1 - A_{21}$ . . . . .	107°	95°	- 12°

<sup>2)</sup> Trans. Am. Soc. for Steel Treat. 1932. XX. str. 385/428.

Następnie wykonał inż. K. Rosner dwie nowe serje pomiarów  $Ac_1$  i  $A_2$ , tworzywa miękkiego (C) i twardego (D) o następującym składzie chemicznym:

	C	Mn	Si	P	S	Ni
C — miękkie . . . . .	0,14	0,26	0,01	0,01	0,013	śl.
D — twarde . . . . .	0,15	0,21	0,21	0,01	0,010	0,11.

przyczem do prób Nr. 2, 4 i 6 dodawano przed odlewaniem bloczków próbných pewnej ilości zendry (walcowniczej) o zawartości 73% Fe i 27%  $O_2$ , z takim obliczeniem, ażeby do tworzywa wprowadzić 0,05% tlenu. Następnie próbki Nr. 3 i 4 zostały odtlencione krzemem (w tworzywie C pozostała zawartość krzemu wynosiła 0,13%, w tworzywie D — 0,19%), a próbki 5 i 6 odtlenciono aluminium (w tworzywie C zostało 0,28%, zaś w tworzywie D — 0,07% Al).

Pomiary robiono przyrządem Saladyña; szybkości stygnięcia były w przybliżeniu stałe. Wszystkie próbki dały wynik regularny, mianowicie, że obecność nadmiaru tlenu podnosi  $Ac_1$ , obniża  $A_2$ , i zwiększa histerezę.

Tworzywo C	I	II	III	IV	V	VI
$Ac_1$ . . . . .	716°	720°	729°	729°	732°	737°
$A_2$ . . . . .	646°	640°	674°	664°	685°	654°
Histeresa . . . . .	70°	80°	55°	65°	47°	83°
Tworzywo D	I	II	III	IV	V	VI
$Ac_1$ . . . . .	721°	729°	730°	728°	735°	723°
$A_2$ . . . . .	698°	678°	678°	660°	692°	654°
Histeresa . . . . .	23°	51°	58°	68°	43°	78°

O ile porównamy temperatury  $Ac_1$  i  $A_2$ , w próbach serji I z odpowiednimi próbami serji II, IV i VI, to możemy stwierdzić każdorazowy wzrost temperatury  $Ac_1$  na skutek wprowadzenia do tworzywa nowych ilości tlenu<sup>3)</sup>.

H. W. Mc. Quiaid i E. W. Ehn<sup>4)</sup>, badając mikroskopową budowę próbek stali narzędziowych, wnioskuje, że wygląd budowy powoli studzonych próbek może być przyjęty za kryterjum przypuszczalnej hartowności stali; normalna budowa powoduje dobrą i głęboką hartowność; natomiast anormalna budowa — złą hartowność, obecność miękkich plam. Wspomnieni autorzy przypisują to rozpuszczonemu w tworzywie tlenowi. Również i autor niniejszego skłonny jest przypuszczać, że tlen odgrywa w podobnych wypadkach rolę najważniejszą.

M. A. Grossmann, następnie B. M. Larsen i T. E. Brower<sup>5)</sup> udowodnili, że podczas cementacji skrzynkowej (zapomocą CO) wprowadza się do stali jednocześnie z węglem i tlen. E. C. Bain przypuszcza, że jest to istotnie przyczyną, iż E. Houdremont, cementując skrzynkowo bardzo czyste żelazo<sup>6)</sup>, otrzymał budowę anormalną. Ba-

<sup>3)</sup> E. C. Bain na str. 417 cytowanej wyżej pracy określa położenie  $A_1$  w stali bogatej w tlen o 5° niżej niż w stali ubogiej w tlen.

<sup>4)</sup> Podstawą próby H. W. Mc. Quiaida i E. W. Ehna są następujące czynności: stal cementuje się skrzynkowo w temp. ok. 925° tak długo, ażeby otrzymać wyraźną warstwę nadeutektoidalną. Następnie ochładza się nacementowaną stal powoli aż do 620° ze stałą szybkością ok. 2,5°/min, zaś przejście przez zakres niższych temp. może być dowolne. (Trans. Am. Min. a. Metall. Engrs., 1922, str. 341/91).

<sup>5)</sup> Trans. Am. Min. a. Metall. Engrs. 1922. 100. str. 196/227.

<sup>6)</sup> a) E. Houdremont i H. Müller — Stahl u. Eisen. 1930, str. 1321/27; b) F. Dütschmid i E. Houdremont — Stahl u. Eisen 1931, str. 1631/46.

dania E. C. Bain'a udowodniły, że rzeczywiście normalna budowa nadeutektoidalnej warstwy próbek cementowanych została otrzymana tylko w jednym wypadku, kiedy bardzo czyste żelazo, traktowane wodorem, było cementowane zapomocą cementacji beztlenowej. Z powyższego E. C. Bain wnosi, że anormalność (obecność obrzeża ferrytywego wokoło cementytu) jest cechą charakterystyczną rozpuszczonego tlenu, i uważa za udowodnione, że, przy zachowaniu jednakowych innych warunków, drobnoziarnisty austenit rozkłada się szybciej, hartuje się mniej głęboko niż austenit gruboziarnisty, a po powtórnym ochłodzeniu doprowadza się do struktury bardziej anormalnej. Innymi słowy, tworzywo anormalne zawiera wewnątrz coś, co hamuje rozrost ziarn.

## II.

Stop Monel'a (70% Ni + 30% Cu), wytapiany bezpośrednio z rud naturalnych, posiada odmienne własności fizyczne w porównaniu z własnościami stopu o tym samym składzie chemicznym, wytopionego z odpowiednich stopów. Podobnie meteoryt Toluca (Meksyk, 1776) posiada budowę poliedryczną, która okazała się tak trwałą, że tylko na skutek poczwórnego przetapiania dało się uzyskać po skrzepnięciu objawy budowy dendrytycznej, t. zn. budowy właściwej metalom i stopom, powstającym w zwykłych, „ziemskich” warunkach wytapiania i krzepnięcia. Następnie znany jest fakt zmieniania budowy siluminów (stop aluminowy, zawierający około 13% Si) przez dodanie „zmiennicy”, za które służą sól, wodorotlenek sodu lub inne sole sodu. Już z wyżej przytoczonych faktów należy wnosić, że zmienioną budowę otrzymujemy każdorazowo nie na skutek jednego lub kilku zabiegów cieplnych, ułożonych w pewnej kolejności, lecz na skutek obecności, wzgl. nieobecności w czasie krzepnięcia pewnych domieszek — zmiennicy.

Co może być takim zmiennicem?

Co się tyczy „siluminów” — mamy obecnie wystarczające wyjaśnienie istoty ich zmieniania się; obecność około 0,04% Na według B. Otani'ego powoduje powstawanie budowy zmienionej<sup>7)</sup>. Natomiast w drugim wypadku należałoby, jak słusznie wnioskuje prof. M. Sławiński<sup>8)</sup>, przypuścić, że struktura żelaza meteorytowego zmienia się pod wpływem kilkakrotnego przetapiania, lub na skutek wypalania się pewnych zmiennicy o nieznaney naturze, lub wreszcie wskutek przesiąknięcia tworzywa przetapianego w ziemskich warunkach pewnymi ilościami pierwiastków, wzgl. związków, które zostają pochłonięte przez przetapiany metal (wzgl. stop) najprawdopodobniej z atmosfery. Znaczyłoby to, że meteoryty są to stopy „niezmienione”, t. zn. powstałe w zupełnej nieobecności powietrza. Odwrotnie, przetapianie ich w warunkach styczności tworzywa ciekłego z powietrzem, lub — jak dla siluminów — w obecności sodu nadaje tworzywu zdolność do krzepnięcia dendrytycznego. Przestrzenie międzydendrytyczne w siluminach zostają wypełnione bardzo drobną mieszaniną eutektyczną, a w stopach żelaza jest wygląd osta-

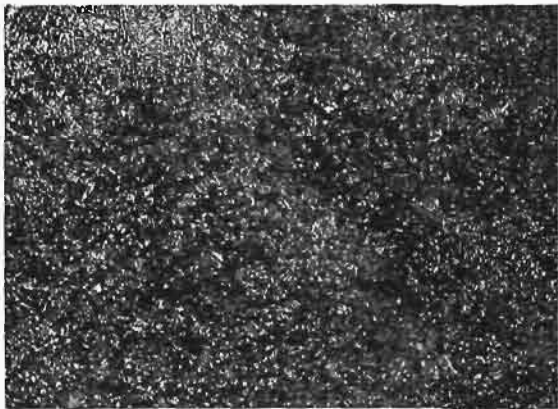
<sup>7)</sup> J. Inst. of Metals 1926.

<sup>8)</sup> Metalurg. 1932.

teczny budowy zaciemniony skutkami krystalizacji wtórnej.

Między krzepnięciem siluminów a krzepnięciem stali, widocznie wskutek uczestniczenia innych zmieniających, istnieje pewna różnica; przy następnym przetapianiu zmieniony silumin łatwo traci swą zdolność zmieniania się, natomiast zmieniony meteoryt nabywa trwałą zdolność krystalizacji w budowie dendrytycznej. W pierwszym wypadku, została w czasie ponownego przetapiania usunięta przyczyna, powodująca zmienianie się (ślady sodu ulatniają się!), zaś w drugim — przyczyna powodująca zmienianie wkroczyła w układ trwale i pozostaje nadal w układzie, uniemożliwiając równoosiowe rozrastanie się kryształów. Znaczy to, że faza ciekła wytwarza większy opór przeciw wtargnięciu nowopowstałych kryształów.

Co do siluminów, to zostało wysunięte dość prawdopodobne przypuszczenie, że przyczyną zmieniania się może być pewna substancja koloidalna i że kiedy ta koloidalna substancja skoaguluje się lub kiedy jej brak, to stop znowu nabywa zdolności krystalizacji w postaci poliedrów, co zresztą jest zgodne z praktyką. W stopach żelazo-niklowych (meteorytach!) zmieniona budowa jest znacznie trwalsza.



Rys. 7.

Pow. 100 X.

W chemii koloidów spotykamy kilka przykładów analogicznych: np. dodatek gumy arabskiej, żelatyny lub podobnych substancji do roztworu soli kuchennej sprzyja powstawaniu dendrytów, natomiast w nieobecności tych substancji sól kuchenna wypada z roztworu stałego w postaci sześciątów. O tych odmiennościach krzepnięcia wspomniał W. Rosenhain jeszcze w r. 1914. W podobny sposób wpływa środowisko metaliczne na krystalizację wtrąceń niemetalicznych (krzemianów, siarczków): Wtrącenia MnS (temp. topienia 1620°) są spotykane bądź w postaci dendrytów, bądź w postaci sześciątów, zależnie od tego, czy rosnący kryształ styka się z cieczą metaliczną bezpośrednio, czy też za pośrednictwem powłoki żuźlowej.

Szybkość i przebieg krystalizacji zależą przede wszystkim od środowiska, a określają je następujące czynniki zewnętrzne: 1) różnica temperatur na powierzchni, odgraniczającej fazę ciekłą od fazy stałej; 2) stosunek gęstości faz ciekłej i stałej; 3) przewodność cieplna, ciepło krystalizacji i inne warunki cieplne, a przede wszystkim warunki pro-

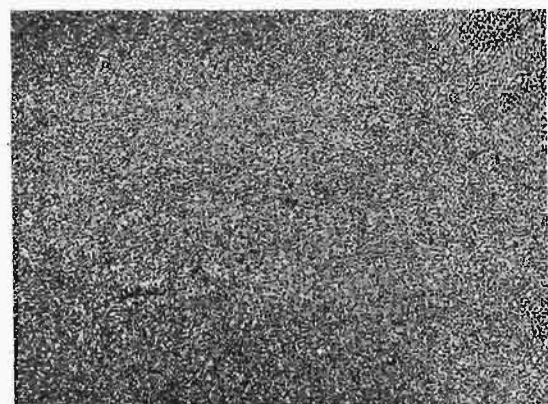
mieniowania ciepła; 4) ruch, wzgl. stan spokoju masy metalicznej podczas krystalizacji, 5) szybkość chłodzenia; 6) zakres krzepnięcia (odstęp po-



Rys. 8.

Pow. 2,5 X.

między likwidusem a solidusem); 7) stopień krystalograficznej symetrii fazy stałej i 8) obecność faz obcych (zmieniających!) w stanie stałym, ciekłym i gazowym. Im większa jest różnica przewodności cieplnej w różnych kierunkach, tem wyraźniejsza niejednorodność dendrytyczna. Każde następane wytwarzanie się wewnątrz krzepnącego bloku metalicznego nowych ośrodków krystalizacji pociąga za sobą automatycznie różnicę koncentracji w przestrzeniach sąsiednich, lokalną różnicę temperatur i odmienności własności fizycznych sąsiadujących przestrzeni, a tem samem — lokalną niejednorodność. Natomiast przebieg zjawisk podobnych do tężenia amalgamów, przekrystalizowywania się szkła i t. p. rozumiemy w ten sposób, że w pewnej



Rys. 9.

Pow. 100 X.

chwili w całej objętości zachodzi gwałtowna zmiana budowy.

Według G. Tammanna<sup>o)</sup>, już nieznaczna ilość domieszek (typu zmieniających!) w wysokim

<sup>o)</sup> Z. f. Metallkunde. 1929, str. 277—282.

stopniu zwiększa liczbę zarodków krystalizacji; zjawienie się nowej fazy wewnątrz krzepnącej masy metalicznej zmienia wymiary mikroziarn, utrudnia rozrost kryształów (dendrytów), sprzyja powstawaniu budowy drobnoziarnistej. Ostatnie twierdzenie G. Tammann'a ma bardzo doniosłe znaczenie, a zwłaszcza objaśnia nam, dlaczego obecność 0,1% V wywołuje tak olbrzymi wpływ na własności mechaniczne tworzywa stalowego, chociaż przy tym nie zjawia się żadna nowa faza, widoczna pod mikroskopem, żaden nowy składnik strukturalny! Podobnie działa sód w stopach Al-Si, Al-Ni, Al-Cu, aluminium w stopach Pb-Sb. Spotykane są też zjawiska o charakterze odwrotnym; tak naprz. stop Al-Fe, zawierający około 6% Fe, przez proces zmieniania zapomocą ługu sodowego nabywa zdolność wybitnego rozrostu dendrytów.

Struktura czystego złota (odlew) jest grubokrystaliczna. Domieszka 0,1% Sb, lub 0,06% Pb zmienia tę budowę na drobnoziarnistą, z eutektyką na granicach ziarn; w skład tej eutektyki wchodzi związek: Au<sub>2</sub>Sb; Au<sub>2</sub>Pb. Natomiast wyżarzanie w temperaturze powyżej 650° sprzyja koagulacji związku chemicznego, co następnie powoduje rozrost ziarn. Badania rentgenograficzne przebiegu starzenia się stopów aluminiowych, dokonane przez panią Gayler i Prestona<sup>10)</sup>, ustaliły, że w pierwszym stadium starzenia się zachodzi wydzielanie się atomów, następnie tworzenie się bardzo małych drobin, na skutek czego siatka przestrzenna odkształca się, a stop utwardnia się. W czasie sztucznego starzenia się (przy około 200°) koagulacja drobin doprowadza te ostatnie do rozmiarów mikroskopowych, co pociąga za sobą zmniejszenie odkształceń siatki przestrzennej i automatyczne zmiękczenie się stopu.

Według F. Mylius'a<sup>11)</sup>, ilość obcych domieszek w metalu rzadko jest mniejsza niż  $1 \cdot 10^{-6}$ . Znaczący to, że w jednej gram-drobinie metalu (6.10<sup>23</sup> atomów) będzie 6.10<sup>17</sup> atomów obcych, z których część rozpuszcza się w stałych kryształach, zaś tlenki, siarczki, krzemiany i prawdopodobnie część węglików, następnie fosforiki i t. p., będą rozpuszczone w fazie ciekłej, krzepnącej pod koniec tego procesu, w najniższych temperaturach, koncentrują się w nie całkowicie jeszcze skrzepłym metalu na granicach kryształów i wykazują tendencję do wytwarzania szkieletu niemetalicznego, podobnie do szkieletu żelaznego w konstrukcjach żelbetowych. G. Tammann próbował rozpuścić cienką płytkę metaliczną o grubości 0,1—0,3 mm (naprz. Zn) w rozpuszczalniku, który rozpuszcza metal bez wydzielania się wodoru (naprz. w 40% roztworze NH<sub>4</sub> NH<sub>3</sub>). Po ukończeniu rozpuszczania się pozostawała za każdym razem cienka skorupka o budowie podobnej do plastra miodu; w każdej komórce tego plastra znajdował się poprzednio kryształ. Tworzywo szkieletu tych komórek składało się z tlenków, a częściowo — z krzemianów.

Można przypuszczać, że ilość i jakość substancji międzydendrytycznej zmniejsza się wraz ze zmianą rozpuszczalnika. Lecz fakt stwierdzenia obecności takiej substancji ma bardzo doniosłe zna-

czenie dla praktyki, a zwłaszcza — wpływ tej substancji na skutki przeróbki mechanicznej oraz na przebieg i wyniki obróbki termicznej. Natomiast wtrącenia obce, posiadające wyższą temperaturę topienia, zawieszane w krzepnącem tworzywie, mogą się zachowywać jako ośrodki krystalizacji, czyli jako punkty wyjściowe narastania kryształów, ułatwiając przebieg krystalizacji. Natura substancji krzepnącej i wtrąceń w niej zawieszonych odgrywają przy tem wielką rolę (G. Tammann). Im gęstsza jest krzepnąca ciecz, im więcej złożone są drobiny obce — wtrącenia, tem mniej są one ruchliwe, tem mniejsza więc powstaje liczba ośrodków krystalizacji, i odwrotnie. W pewnych wypadkach mogą nie powstać żadne ośrodki krystalizacji; wówczas mamy do czynienia ze stanem bezpostaciowym.

Podobnie jak w drucie wolframowym wielkość ziarn reguluje się zapomocą nierozpuszczalnych w fazie ciekłej tlenków toru, uranu i wapnia, należy przypuszczać, że można regulować wielkość ziarn austenitu zapomocą pewnych drobnych wtrąceń tlenowych. Wielu badaczy wskazywało, że obecność w tworzywie stalowym nierozpuszczających się wtrąceń Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jest jedną z poważnych przyczyn drobnego ziarna austenitu, a następnie — anormalności<sup>12)</sup>. Podobnie działa wanad. Jeżeli takie przeszkody przeciw rozrostowi ziarn wytwarzają się w stali jeszcze ciekłej, znaczy to, że tworzywo zawiera tlen, który następnie z odpowiednim dodatkiem stopowym (Al, V) wytwarza związek chemiczny i że koagulacja jego cząstek, praktycznie biorąc, nie następuje. Niestety, są to cząsteczki o wielkości podmikroskopowej, więc do sprawdzenia powyższej hipotezy pozostaje jedynie tylko drogą pośrednią. Była ona zresztą trafnie wykorzystana przez E. C. Bain'a i dała nam podstawę do kategorięcznego twierdzenia, że wtrącenia Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utrudniają rozrost ziarn. Im drobniejsze ziarno austenitu, tem ostateczny wygląd struktury stali wypada anormalniej; drobne ziarno, a jednocześnie normalny wygląd struktury mogą być uzyskane tylko w obecności domieszek, sprzyjających głębokiemu hartowaniu, oraz obecności odpowiednich „zapór”, przeszkadzających rozrostowi ziarn. Natomiast gruboziarnista, anormalna struktura świadczy, że tworzywo posiada małą ilość pierwiastków, sprzyjających głębokiemu hartowaniu, lecz że są obecne pierwiastki, zmniejszające rozpuszczalność tlenu w austenicie. Pierwiastki sprzyjające płytkiemu hartowaniu (V, Co, W, Mo) zmniejszają rozrost ziarn; przez odpowiednie podniesienie temperatury, opór, stawiany rozrastaniu się ziarn przez owe zapory może być pokonany.

Niektóre zapory rozpuszczają się w wyższych temperaturach w stałym austenicie, natomiast przy ochładzaniu tworzywa nadmiar rozpuszczonych wtrąceń niemetalicznych wydziela się wskutek obniżania się rozpuszczalności i w czasie przemiany

- <sup>10)</sup> a) H. Styrl, Chem. Metall. Engg. 1919.  
 b) S. F. Comstock, Trans. Am. Inst. Min. a. Metall. Engrs. 1919.  
 c) T. Swinden, Iron a. Steel Inst. 1925.  
 d) A. Schleicher, Stahl u. Eisen, 1923, str. 1449/52.  
 e) E. C. Bain, Metall. Progress, 1932. XI. 17.  
 f) E. W. Ehn, Iron a. Steel Inst. 1932 I, str. 157.

<sup>10)</sup> Inst. of Metals. 1929. I., str. 191.

<sup>11)</sup> Z. f. Metallkunde. 1922, str. 271.

Z. f. an- u. allg. Chem. 1929, str. 1—34.



Rys. 10.

Pow. 100 ×.



Rys. 11.

Pow. 100 ×.



Rys. 12.

Pow. 100 ×.

alotropowej wtrącenia te stają się ośrodkami rekryształizacji.

Szybkość rozkładu austenitu podczas hartowania zależy od składu chemicznego tworzywa i wielkości ziarn austenitu. Do pierwiastków opóźniających rozkład austenitu, a tem samem sprzyjających głębokiemu hartowaniu, zalicza E. C. Bain: Mn, Cr, Ni, Si, Al. Natomiast W, Co, Mo, V, a prawdopodobnie tlen, w drodze pośredniej, t. zn. wytwarzając zapory, hamujące rozrost ziarn austenitu (przewszystkiem  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $MnSiO_3$ ,  $FeSiO_3$  i t. p.), sprzyjają płytkiemu hartowaniu. Im drobniejsze ziarno austenitu, tem szybciej on się rozkłada i tem niższą posiada hartowność.

S. Epstein i H. S. Rawdon<sup>13)</sup>, badając stale anormalne i ich zachowanie się w procesie cementacji, dochodzą do wniosku, że zwykła stal handlowa, używana do cementacji i odtleniona ostatecznie przez aluminium, zawsze wykazuje objawy anormalności, i to w ten sposób, że im więcej użyto Al do odtlenienia, im później było ono dodane do tworzywa, tem więcej pozostało w tworzywie  $Al_2O_3$  i tem bardziej anormalną staje się struktura takiego tworzywa po nawęglaniu. Obróbka termiczna, podobnie jak i obróbka mechaniczna (kucie, walcowanie), nie są w stanie usunąć budowy anormalnej.

### III.

Na podstawie powiedzianego wyżej wnioskujemy, że, przy rozważaniu wpływu tlenu na zachowanie się tworzywa stalowego w czasie krystalizacji wtórnej, należy rozróżnić następujące dwie ewentualności:

1. Tlen, znajdujący się w roztworze stałym, t. zn. ten tlen, który pozostaje po skrzepnięciu w dendrytach, działa podobnie jak mangan i chrom, wzgl. krzem, aluminium i nikiel, mian. sprzyja rozrostowi ziarn austenitu, przesuwa rozkład austenitu do niższych temperatur, hamuje początkową szybkość

rozkładu austenitu (nadając temu zjawisku początkową bezwładność), podnosi znacznie wrażliwość na podwyższenie temperatury hartowania i ułatwia przegrzanie się tworzywa.

Tlen będący w roztworze stałym nie pociąga za sobą koniecznie objawów anormalności, zwłaszcza w wypadkach nieobecności czynników trzecich, które w obecności tlenu czynią ukazanie się objawów anormalności nieuniknionem.

Rozpuszczony w żelawie stałym tlen wydziela się wraz z obniżeniem temperatury, na skutek zmniejszenia się jego rozpuszczalności, w postaci kropelek  $FeO$ , które to wtrącenia możemy w takich wypadkach łatwo obserwować pod mikroskopem, przeważnie w polach ferrytu.

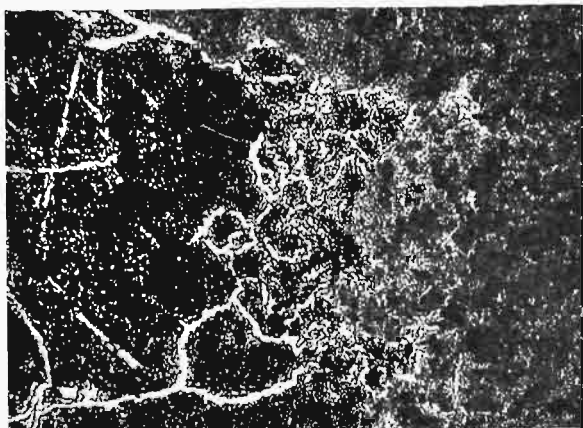
2. O ile w tworzywie stalowym, bogatym w tlen, znajdują się domieszki Al, V, Mo, W i Co, to tlenki zawieszony w tworzywie, czy to o bardzo wysokiej temperaturze topienia ( $Al_2O_3$ ), czy też stosunkowo niskotopliwe ( $V_2O_5$ ,  $MoO_3$ ,  $WO_3$ ), działają jako zmieniacze, podobnie jak sól w siluminach. W czasie zmieniania się powstaje wielka liczba ośrodków krystalizacji, co prowadzi do mniej rozwiniętego układu dendrytycznego kryształów pierwotnych. Obecność owych zapór, powstałych na skutek zmian warunków pierwotnego skrzepnięcia, utrudnia naturalny rozrost ziarn austenitu; austenit pozostaje więc w stadium drobnoziarnistym, wykazuje skłonność do szybkiego rozkładu w czasie przemiany alotropowej, i to stosunkowo w najwyższych możliwych temperaturach, i znieczula tworzywo na przehartowanie.

3. Wślad za M. J. Karnachowym<sup>14)</sup> przyjmujemy, że  $SiO_2$  jest rozpuszczalny w kąpieli stalowej, lecz w mniejszym stopniu niż  $MnO$  (którego rozpuszczalność jest, jak wiadomo, bardzo ograniczona) i w znacznie mniejszym stopniu niż  $FeO$ .

Stopień rozpuszczalności  $SiO_2$  w ciekłej stali wzrasta wraz z temperaturą, a przed krzepnięciem — należy przypuszczać — kąpiel stalowa jest nasycona  $SiO_2$ . Zatem w dalszym ciągu przypuszczamy,

<sup>13)</sup> Trans. Am. Soc. for Steel Treat. 1927, XII, str. 337/375.

<sup>14)</sup> „Metafurgja stali”, Piotrogród, 1923/25. II. str. 87—225.



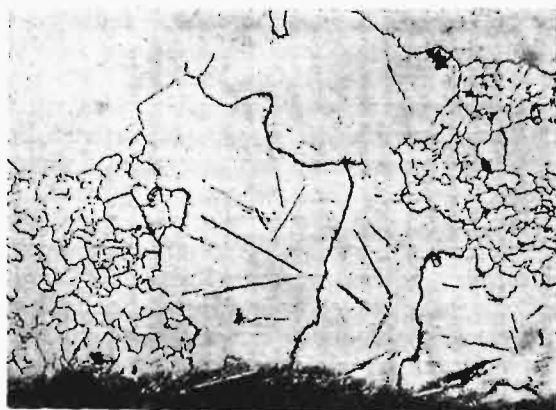
Rys. 13.

Pow. 100 X.

że podczas krzepnięcia przechodzi  $\text{SiO}_2$  automatycznie do dendrytów, a dalej, już w stanie stałym,  $\text{SiO}_2$  wydziela się, na skutek szybko obniżającej się rozpuszczalności, będąc rozproszony po całej objętości tworzywa w postaci cząsteczek o wielkości podmikroskopowej, podobnie jak  $\text{FeO}$ , lecz w znacznie większym stadium rozproszenia (emulsji!).

Rzecz naturalna, że wpływ  $\text{SiO}_2$  na własności tworzywa jest podobny do wpływu  $\text{FeO}$ , wzgl. tlenku rozpuszczonego w tworzywie stałym, lecz wzmoczone na skutek indywidualnych własności krzemionki, a zwłaszcza na skutek nader ograniczonej rozpuszczalności  $\text{SiO}_2$  w żelazie stałym, i to tylko w zakresie temperatur bliskich do temperatury solidusu. Praktycy słusznie twierdzą, że krzem, prawdopodobnie raczej krzemionka, nadaje tworzywu charakterystyczną „suchość”, t. zn. wysoką wrażliwość na przegrzanie.

Objawy łatwego przegrzania i wysoka wrażliwość na podwyższone temperatury hartowania two-



Rys. 14.

Pow. 50 X.

rzyw, zawierających pierwotnie w roztworze stałym nadmierne zawartości tlenu (wzgl.  $\text{FeO}$  lub  $\text{SiO}_2$ , znajdujących się wewnątrz przestrzeni, należących do pierwotnych kryształów) — są znane. Podobnie, lecz w słabym stopniu, działają tlenki chromu.

4. Krzemiany ( $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$ , o temp. topienia  $1215^\circ$ ;

$\text{Mn}_2\text{SiO}_4$ , o temp. top.  $1327^\circ$ ,  $\text{FeSiO}_3$ , o temp. top.  $1525^\circ$  i  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ , o temp. top.  $1503^\circ$ ) posiadają wielką drobinę i, praktycznie biorąc, ich łatwość wypływania jest tak wielką, że nie wykazują one żadnej skłonności do przejścia nie tylko do roztworu stałego, lecz i do roztworu w kąpieli ciekłej. Wtrącenia krzemianów, znajdujących się w czasie krzepnięcia w stadium stałym, o ile nie zdążyły wypłynąć do żużla, odgrywają rolę zapór, ewent. zmieniaczy, t. zn. ich rola przy krzepnięciu jest podobna do roli  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Krzemiany, posiadające temperaturę topienia tworzywa stalowego, o ile nie zdążyły przedostać się do żużla przed skrzepnięciem, krzepną jednocześnie z tworzywem przestrzeni międzydendrytycznych, osłabiając tworzywo w sposób mechaniczny.

5. Zmieniacze, które uczestniczą w czasie krzepnięcia tworzywa stalowego w postaci tlenków o utrudnionej zdolności wypływania i koagulacji, należy podzielić na dwie kategorie; do pierwszej należą zmieniacze o bardzo wysokiej temperaturze topienia tlenków, wyższej od temperatury topienia stali. Do tej kategorii należą przede wszystkim



Rys. 15.

Pow. 100 X.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ , o temp. topienia około  $2025^\circ$ , całkiem nierozpuszczalny w ciekłej stali, a następnie  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , to temp. top. około  $1990^\circ$  i  $\text{SiO}_2$ , o temp. top. około  $1600-1670^\circ$ , częściowo rozpuszczalne w ciekłej stali; zdolność zmieniania tych ostatnich jest stosunkowo słabsza.

Do drugiej kategorii należą zmieniacze również nierozpuszczalne w ciekłym i stałym tworzywie stalowym, lecz posiadające temperaturę topienia tlenków niższą od temperatury topienia stali, mianowicie:

$\text{CoO}$	o temperaturze rozkładu około	$1200^\circ$
$\text{Co}_2\text{O}_3$	„ „ „	$850^\circ$
$\text{WO}_3$	„ „ topienia „	$900^\circ$
$\text{MoO}_3$	„ „ „	$791^\circ$
$\text{V}_2\text{O}_5$	„ „ „	$660^\circ$

6. Spostrzeżenia wypowiedziane pod 1 i 2 potwierdzają dawniejsze wnioski I. Feszczenki-Czopiewskiego i S. Orzechowskiego (1931), dotyczące budowy układu żelazo-tlen, który wyobrażamy sobie jako układ o zamkniętym obszarze fazy  $\gamma$  i o zmniejszającej się rozpuszczalności tlenu w roztworze stałym w miarę obniżania się temperatury (patrz „Prace Badawcze P. W. U.”, 1931, Nr. 2).



# O kształtach równowagi cienkiego pręta kołowego w pewnych szczególnych przypadkach obciążenia\*)

Napisał Dr. Inż. F. Szelaǳowski.

B) Przypadek drugi, gdy  $\mu=1$ .

Z równania (2) otrzymujemy więc

$$\frac{EJ}{2} \left( \frac{d\theta}{ds} \right)^2 = P \cos \theta + \frac{R}{2} \sin \theta + Q,$$

skąd

$$\frac{d\theta}{ds} = 2q \cos \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right), \quad (21)$$

oraz

$$s = \frac{1}{q} \log \frac{\operatorname{tg} \left( \frac{\theta - \gamma}{4} + \frac{\pi}{4} \right)}{\operatorname{tg} \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{4} + \frac{\pi}{4} \right)} \quad (22)$$

Następnie, całkując podaną niżej zależność

$$\begin{aligned} \cos(\theta - \gamma) &= \cos \theta \cos \gamma + \sin \theta \sin \gamma = \\ &= 2 \cos^2 \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) - 1, \end{aligned}$$

otrzymamy

$$\begin{aligned} x \cos \gamma + y \sin \gamma &= \frac{2}{q} \left[ \sin \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) - \right. \\ &\left. - \sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right) \right] - s. \quad (23) \end{aligned}$$

Tak więc ze wzorów (1) i (23), po uwzględnieniu zależności (14), (15) oraz (21), będzie można otrzymać wartości rzędnych dowolnego punktu odkształconej pręta w postaci następującej:

$$\begin{aligned} y &= \frac{R}{2qQ} \left\{ 2 \left[ \sin \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) - \sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right) \right] - \right. \\ &\left. - qs - \frac{2P}{Rq} \left[ 2q \cos \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}, \quad (24) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{P}{qQ} \left\{ 2 \left[ \sin \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) - \sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right) \right] - \right. \\ &\left. - qs + \frac{R}{2Pq} \left[ 2q \cos \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}. \quad (25) \end{aligned}$$

Na podstawie wzoru (21) można zauważyć, że punkty przegięcia badanej krzywej mają miejsce dla wartości kątów

$$\theta_1 - \gamma = \pi,$$

oraz

$$\theta_2 - \gamma = 3\pi,$$

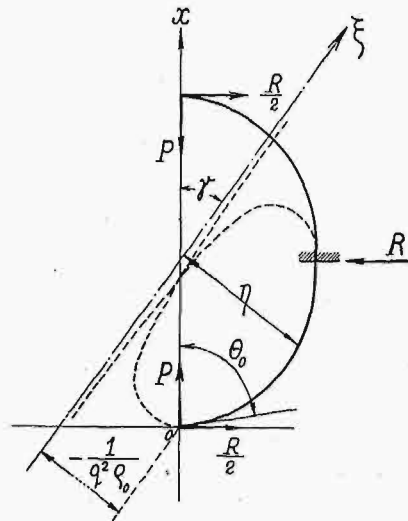
które to wartości podstawione we wzór (22) dają odpowiednio długości łuku  $s_1 = +\infty$  i  $s_2 = -\infty$ .

Ponieważ łukowi  $s_1 = +\infty$  odpowiada na podstawie wzoru (24)  $y_1 = -\infty$ , zaś dla  $s_2 = -\infty$  jest  $y_2 = +\infty$ , przeto krzywa odkształconego pręta będzie miała postać wskazaną na rys. 3.

Dla długości łuku  $s = \frac{l}{2}$  strzałka ugięcia osiąga swą największą wartość:

\*) Ciąg dalszy do str. 366 w zesz. 14 z r. b.

$$\begin{aligned} f_2 &= \frac{R}{2qQ} \left\{ \frac{2P}{Rq} \left( \frac{1}{\rho_0} - 2q \cos \frac{\gamma}{2} \right) - \frac{ql}{2} - 2 \left[ \sin \frac{\gamma}{2} + \right. \right. \\ &\left. \left. + \sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right) \right] \right\}, \quad (26) \end{aligned}$$



Rys. 3.

przyczem kąt  $\frac{\theta_0 - \gamma}{2}$  określa równanie

$$\frac{1}{\rho_0} = 2q \cos \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right),$$

otrzymane bezpośrednio ze wzoru (21) dla wartości kąta  $\theta = \theta_0$ .

Rozpatrzony kształt równowagi pręta ma miejsce dla wartości obciążenia Q, które czyni zadość poniższej równości

$$e^{\frac{ql}{2} \left( \frac{\psi + 1}{\psi - 1} \right)} = \operatorname{tg} \left( \frac{\pi - \gamma}{4} \right), \quad (27)$$

gdzie

$$\psi = \sqrt{\frac{2q\rho_0 + 1}{2q\rho_0 - 1}}.$$

Równość (27) powstała z warunku  $\mu=1$  po odpowiednim przekształceniu.

C) W końcu należy rozpatrzyć przypadek trzeci, gdy

$$-1 < \mu < 1.$$

Czynimy więc

$$\mu = -\cos \alpha.$$

Równanie (2), po uwzględnieniu zależności (14) i (15), będzie

$$\frac{EJ}{2} \left( \frac{d\theta}{ds} \right)^2 = Q \left[ \cos(\theta - \gamma) - \cos \alpha \right],$$

względnie

$$\left( \frac{d\theta}{ds} \right)^2 = 4q^2 \left[ \sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) \right]. \quad (28)$$

Zakładając w dalszym ciągu

$$\sin \frac{\alpha}{2} = k,$$

oraz

$$\sin \left( \frac{\theta - \gamma}{2} \right) = k \sin \varphi, \dots (29)$$

z równania (28) otrzymamy

$$s = \frac{1}{q} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}}, \dots (30)$$

skąd

$$\sin \varphi = sn(qs + u_0), \dots (31)$$

gdzie

$$u_0 = \frac{1}{q} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}}$$

Uwzględniając następnie zależność (31) w równaniu (28), będzie

$$\frac{d\theta}{ds} = 2qk \operatorname{cn}(u, k), \dots (32)$$

przyczem oznaczono

$$u = qs + u_0 \dots (33)$$

W powyższych warunkach równanie gięcia przybierze postać

$$EJ \left[ 2qk \operatorname{cn}(u, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] = -Py + \frac{R}{2}x \dots (34)$$

Ponieważ w danym przypadku równanie (12) po odpowiednim scałkowaniu jest

$$\begin{aligned} & x \cos \gamma + y \sin \gamma = \\ & = \frac{1}{q} \left\{ 2 [E(u, k) - E(u_0, k)] - (u - u_0) \right\}, \dots (35) \end{aligned}$$

przełożenie dowolnego punktu krzywej odkształconego pręta będzie można otrzymać z równań (34) i (35), po uwzględnieniu zależności (14) i (15), w postaci następującej:

$$y = \frac{R}{2qQ} \left\{ 2 [E(u, k) - E(u_0, k)] - (u - u_0) - \frac{2P}{qR} \left[ 2qk \operatorname{cn}(u, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}, (36)$$

$$x = \frac{P}{qQ} \left\{ 2 [E(u, k) - E(u_0, k)] - (u - u_0) + \frac{R}{2qP} \left[ 2qk \operatorname{cn}(u, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}. (37)$$

Z równości (32) można zauważyć, że punkty przegięcia rozpatrywana krzywa posiada dla argumentu

$$u_p = (2m + 1)K,$$

gdzie  $m$  oznacza liczbę całkowitą, zaś  $K$  jest czwartą częścią okresu funkcji  $\operatorname{cn}$ .

Omawiane punkty przegięcia, jak to wynika ze wzoru (18), leżą na prostej

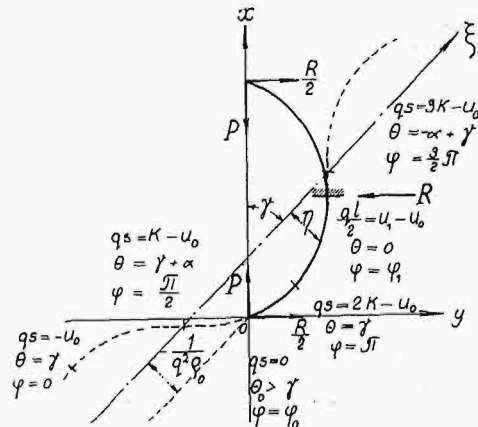
$$\xi = y \cos \gamma - x \sin \gamma - \frac{1}{q^2 \rho_0} = 0.$$

Ponadto ze wzorów (29), (31) i (33) zostały określone charakterystyczne wartości  $s$ ,  $\theta$  i  $\varphi$ , zgrupowane w poniższej tabelce:

$qs$	$-u_0$	$K - u_0$	$O$	$2K - u_0$	$3K - u_0$	$4K - u_0$	$\dots$
$\theta$	$\gamma$	$\gamma + \alpha$	$\theta_0 > \gamma$	$\gamma$	$-\alpha + \gamma$	$\gamma$	$\dots$
$\varphi$	$0$	$\frac{\pi}{2}$	$\varphi_0$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$2\pi$	$\dots$

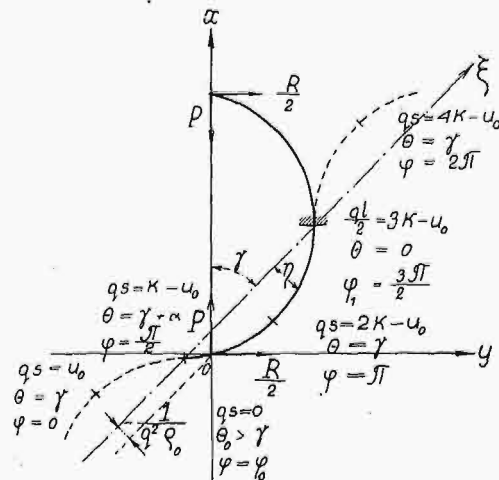
W zależności od położenia prostej  $\xi$  mogą być w rozpatrywanym przypadku zasadniczo trzy rodzaje krzywych:

a) bez punktów przegięcia (rys. 4),



Rys. 4.

b) z jednym punktem przegięcia, względnie z punktem spłaszczenia\*) odnośnie całego pręta (rys. 5),



Rys. 5.

c) z dwoma punktami przegięcia (rys. 6),

przyczem przy pewnych wartościach modułu  $k$  mogą być również krzywe, posiadające punkty podwójne.

Strzałka ugięcia dla długości łuku  $s = \frac{l}{2}$  wynosi

$$f_3 = \frac{R}{2qQ} \left\{ 2 [E(u_1, k) - E(u_0, k)] - (u_1 - u_0) - \frac{2P}{qR} \left[ 2qk \operatorname{cn}(u_1, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}, (38)$$

przyczem wartości  $k$ ,  $u_1$  i  $u_0$  będzie można określić z równań:

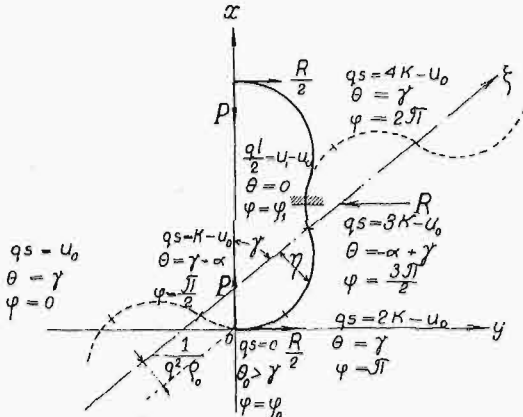
\*) Określenie punktu spłaszczenia (point méplat) patrz: B. Niewengłowski. „Cours de géométrie analytique”, t. II. Paris. 1911.

$$\frac{1}{\rho_0} = 2qk \operatorname{cn}(u_0, k),$$

$$\operatorname{sn}(u_1, k) = -\frac{1}{k} \sin \frac{\gamma}{2} = \frac{1}{k} \sqrt{\frac{1 - \cos \gamma}{2}},$$

oraz

$$\frac{ql}{2} = u_1 - u_0.$$



Rys. 6.

Wyprowadzone wzory wyżej omówionego przypadku są słuszne dla obciążenia Q, zawierającego się w granicach

$$-1 < \frac{1}{2q^2 \rho_0^2} 2dn^2(u_0, k) + 1 < 1,$$

otrzymanych bezpośrednio z warunku  $-1 < \mu < 1$ .

W dalszym ciągu rozważań, celem będzie określenie górnej granicy obciążenia Q.

Otóż ze wzorów (29) i (32) jest

$$\sin \varphi_0 = \frac{\sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right)}{\sqrt{\sin^2 \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right) + \frac{1}{4q^2 \rho_0^2}}},$$

skąd wynika

$$\sin \varphi_0 < 1$$

lub też

$$\operatorname{sn}(u_0, k) < 1,$$

względnie

$$\operatorname{sn}(u_0, k) < \operatorname{sn}(K, k). \quad (39)$$

Argument  $u_0$  można wyrazić w zależności od rozpatrywanej długości łuku pręta w postaci następującej:

$$u_0 = n \frac{ql}{2},$$

gdzie liczba  $n$  jest pewnym dodatnim i rzeczywistym współczynnikiem, zaś wielkość  $K$  można z przybliżeniem przyjąć równą  $\frac{\pi}{2}$ .

Wtedy na podstawie zależności (39) będzie

$$n \frac{ql}{2} < \frac{\pi}{2},$$

skąd

$$Q < \frac{\pi^2 EJ}{n^2 l^2} \quad (40)$$

W zastosowaniu do łuku dwuprzegubowego wielkość siły  $P$  jest zależna funkcjonalnie od siły  $R$ . Oznaczając zatem rozpiętość łuku przez  $L$ ,

można z równania (37) otrzymać wtedy zależność między  $P$  i  $R$  w postaci wzoru:

$$\frac{L}{2} = \frac{P}{qQ} \left\{ 2 \left[ E(u_1, k) - E(u_0, k) \right] - (u_1 - u_0) + \frac{R}{2qP} \left[ 2qk \operatorname{cn}(u_1, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}, \quad (41)$$

t. j. ogólnie

$$f(P, R) = 0.$$

Ze względów technicznych ważną rzeczą jest określenie sprawy stateczności kształtów równowagi krzywej z dwoma punktami przegięcia, w związku z oznaczeniem największej wartości obciążenia  $R$ , jakie pręt może wogóle przenieść.

Stosowanie w danym przypadku ogólnych warunków stateczności ustrojów prowadzi do zbyt skomplikowanych i mało przejrzystych wyników, przeto celem będzie przeprowadzać omawiane badanie w sposób szczególny, przy czym w rozpatrywaniu zagadnienia w zupełności wystarczający.

Otóż dla punktu  $s = \frac{l}{2}$  z równania (29) jest

$$-\sin \frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \gamma}{2}} = k \sin \varphi_1.$$

Ponieważ dla krzywej z dwoma punktami przegięcia (rys. 6) moduł funkcji eliptycznych  $k$  maleje, jak również i  $\sin \varphi_1$ , co można zauważyć z tabeli na str. 400, zatem  $\sin \frac{\gamma}{2}$ , a więc i kąt  $\gamma$  będzie w tym

przypadku mniejszy, niż dla krzywej z jednym punktem przegięcia.

Z drugiej strony kąt  $\theta_0$  zwiększa się dla krzywej z dwoma punktami przegięcia.

Zatem na podstawie zależności

$$\sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right) = k \sin \varphi_0$$

należy przyjść do wniosku, że ponieważ  $\sin \left( \frac{\theta_0 - \gamma}{2} \right)$  zwiększa się przy  $K$  zmniejszającym się, to wartość kąta  $\varphi_0$  musi ze swej strony również zwiększać się.

Następnie z równania (33) dla  $s = \frac{l}{2}$  wynika

$$\frac{ql}{2} = u_1 - u_0, \quad (42)$$

przy czym dla krzywej z dwoma punktami przegięcia  $u_1$  również zmniejsza się, zaś  $u_0$  zwiększa się, gdyż jest

$$\sin \varphi_0 = \operatorname{sn}(u_0, k)$$

i

$$\sin \varphi_1 = \operatorname{sn}(u_1, k).$$

Tak więc na podstawie równości (42) można ostatecznie zauważyć, że obciążenie  $Q$  dla krzywej z dwoma punktami przegięcia będzie mniejsze od obciążenia krzywej z jednym punktem przegięcia (względnie z punktem spłaszczenia), dla której argument  $u_1 = 3K - u_0$ .

Krzywa z dwoma punktami przegięcia jest w stanie równowagi niestatecznej.

Powyżej otrzymany wynik potwierdza w zupełności doświadczenie, z którego jednocześnie wynika, że mimośrodkowe położenie siły  $R$  zmniejsza w znacznym stopniu nośność danego pręta.

Dla krzywej, mającej punkt spłaszczenia w środku długości łuku, jest więc

$$\frac{1}{\rho_{1K}} = 2 q_K k_K \operatorname{cn}(u_{1K}, k_K) = 2 q_K \sqrt{k_K^2 - \sin^2 \frac{\gamma_K}{2}} = 0,$$

skąd moduł funkcji eliptycznych  $k_K$  wynosi

$$k_K = -\sin \frac{\gamma_K}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \gamma_K}{2}}.$$

Zatem będzie

$$\sin \gamma = 2 k_K k'_K \quad (43)$$

$$\cos \gamma = k_K^2 - k'_K{}^2, \quad (44)$$

gdzie

$$k'_K{}^2 = 1 - k_K^2.$$

Następnie z równości

$$\frac{q_K l}{2} = u_{1K} - u_{0K} = 3 K_K - u_{0K}$$

jest

$$Q_{KR} = \frac{4 E J (3 K_K - u_{0K})^2}{l^2},$$

oraz na podstawie wzorów (4), (5), (43) i (44) otrzymamy

$$P_{KR} = \frac{4 E J (3 K_K - u_{0K})^2 (1 - 2 k_K^2)}{l^2}, \quad (45)$$

jak również

$$R_{KR} = \frac{16 E J k_K k'_K (3 K_K - u_{0K})^2}{l^2}. \quad (46)$$

Wartość modułu  $k_K$  oraz argumentu  $u_{0K}$  będzie można określić z równań:

$$L = \frac{(1 - 2 k_K^2) l}{(3 K_K - u_{0K})} \left\{ 2 [E(3 K_K, k_K) - E(u_{0K}, k_K)] - (3 K_K - u_{0K}) - \frac{k k' l}{(1 - 2 k_K^2)(3 K_K - u_{0K}) \rho_0} \right\}, \quad (47)$$

i

$$k_K = \frac{l}{4(3 K_K - u_{0K}) \rho_0 \operatorname{cn}(u_{0K}, k_K)}, \quad (48)$$

otrzymanych, ze wzorów (32) i (41) po wprowadzeniu zależności (43) i (44).

W przypadku pręta prostego, obciążonego tylko siłą skupioną  $P$ , można ze wzoru (45) otrzymać wartość krytyczną tego obciążenia, zakładając odpowiednio

$$k_K = 0,$$

oraz

$$3 K_K - u_{0K} = K = \frac{\pi}{2}.$$

Zatem dla tego przypadku ze wzoru (45) jest

$$P_{KR} = \frac{\pi^2 E J}{l^2}.$$

Odnosnie pręta prostego obu końcami utwierdzonego jest

$$k = 0,$$

$$3 K_K - u_{0K} = 2 K = \pi,$$

i

$$P_{KR} = \frac{4 \pi^2 E J}{l^2}.$$

Ostatnio otrzymane wzory są już znane z zagadnienia Euler'a.

Wyprowadzone wyżej wzory (45), (46), (47) i (48) są słuszne również dla systemu łuku dwuprzegubowego ze ściąganiem, z tą jednak różnicą, że lewą stronę równości (47) należy zastąpić wyrazem

$$L \left( 1 + \frac{P_{KR}}{E \omega_s} \right) = L \left[ 1 + \frac{4 J (3 K_K - u_{0K})^2 (1 - 2 k_K^2)}{l^2 \omega_s} \right],$$

gdzie przez  $\omega_s$  oznaczono przekrój poprzeczny ściągu. (d. c. n.)

## Hałas i jego zwalczanie

Jedną z plag dzisiejszego życia wielkomiejskiego jest hałas. Nie jest tylko kwestją przeczenia nerwowego powstanie w wielu miejscowościach specjalnych Komitetów do zwalczania hałasu, jak np. „Noise Abatement Commission” w New Yorku, lub Lärmabwehr-Organisation w Berlinie. Zarówno badania lekarskie, jak i studia fizjologiczne wykazały, że organizm ludzki, poddany ciągłemu działaniu hałasu, przestaje działać normalnie. W pierwszym rzędzie występują schorzenia słuchowe. Tak np. do 60% robotników, pracujących w zakładach metalurgicznych, mają słuch bardzo przytępiony, do 10% głuchnie. Ze wielkomiejski hałas nie pozostaje bez wpływu na stan nerwów mieszkańców, to również nie ulega wątpliwości.

Komitet do zwalczania hałasu, jaki powstał przy Stowarzyszeniu Niemieckich Inżynierów (V. D. I.), bada w poszczególnych swoich sekcjach stronę techniczną, medyczną, prawną i społeczną zwalczania hałasu. Najdalej posunęły się badania sekcji fizycznej i technicznej.

Oczywiście, zagadnienie zwalczania hałasów nie będzie obejmowało hałasów, których źródłem jest

młodzieńcza nieopatrność i swawola. Temu może zaradzić jedynie wychowanie, a w najgorszym razie kary policyjne. Chodzi tu o hałasy, pochodzące z niedoskonałości technicznych instalacji. Tu otwiera się pole działania dla inżynierów, współwinowajców poniekąd w ich wytwarzaniu.

Mimo, że hałasy oddziałują na organizm ludzki poprzez organ słuchu, ucho nie może zastąpić obiektywnej metody mierzenia. Obiektywne metody pomiarowe opracowane zostały stosunkowo niedawno, dzięki wielkiemu rozwojowi elektryczności. Do pomiaru fizycznego natężenia dźwięku wystarczyłoby użyć jako aparatury pomiarowej mikrofonu w połączeniu ze wzmacniakiem i jakimś wskaźnikiem, który — zależnie od wymagań — wskazywałby maksymalne, średnie lub skuteczne wartości ciśnienia fal głosowych; ze względu na niewielkie wartości tych ciśnień, wyrażałyby się one w barach, czyli dynach na centymetr kwadratowy. Jednakże sprawa komplikuje się o tyle, że chodzi tu przecież o wrażenia słuchowe, a natężenie głośności nie odpowiada natężeniu głosu i funkcjonalnej zależności między nimi ustalić nie można. Ponadto ucho nie jest jednakowo uczulone na poszczególne częstotliwości. Najlepiej uwidacznia to rys. 1, na którym przed-

stawiona jest dziedzina słyszalności. Krzywe ograniczające ją noszą nazwę dolnego i górnego progu słyszalności, przyczem krzywa dolna wyraża najmniejsze natężenia słyszalne w funkcji częstotliwości, podczas gdy krzywa górna odpowiada natężeniom głosu, powyżej których odczuwamy raczej ból, niż odbieramy wrażenia dźwiękowe. Poszczególne krzywe, objęte dziedziną słyszalności, wyrażają natężenia głosu, odpowiadające określonym poziomom głośności w funkcji częstotliwości. Jak widać z tych krzywych, ucho ludzkie jest najwrażliwsze na tony wysokości około 2 000 okr. sek., podczas gdy na zmiany natężenia poszczególnych dźwięków jest najwrażliwsze względem częstotliwości niskich.

Jeżeli więc, jak w danym wypadku, nie będzie chodziło o pomiary natężenia głosu, lecz o pomiary odbieranych wrażeń słuchowych, trzeba będzie obrać specjalną skalę, skalę głośności, różną od fizycznej skali natężenia głosu. Przychodzi nam tu z pomocą przybliżone prawo fizjologiczne Webera - Fechnera, które orzeka, że natężenia odbieranych wrażeń są proporcjonalne do logarytmów natężeń bodźczych. Za poziom zerowy skali przyjmujemy dolny próg słyszalności, a jednostkami będą, zależnie od tego, czy operujemy logarytmami naturalnymi, czy też dziesiętnymi: *nepery*

( $n = \frac{1}{2} \log \frac{M_1}{M_2}$  neperów, o ile przez  $M_1$  oznaczymy

my moc akustyczną, odpowiadającą natężeniu dźwięku badanego, przez  $M_2$  — próg słyszalności) i *bele* = 10 *decibelom* ( $db = 10 \log_{10} \frac{M_1}{M_2}$  de-

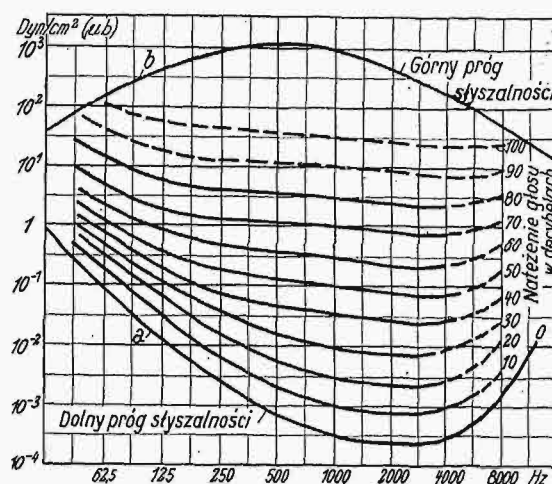
cibeli), przyczem dodać należy, że różnica w natężeniach odpowiadająca 1 db odpowiada mniej więcej najmniejszej z wyczuwalnych słuchowo różnic w natężeniach dźwięków.

Na kontynencie europejskim w użyciu są przeważnie nepery, Anglicy i Amerykanie posługują się decibelami. Niemcy przy pomiarach akustycznych posługują się fonami, gdzie porównywane są nie natężenia, lecz ciśnienia fal akustycznych, wobec czego jednostka głośności  $fon = 20 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$  (1 fon = 1 db).

Dla zobrazowania, z jak znikomymi wartościami ciśnień, czy energii mamy tu do czynienia, wystarczy podać, że przy częstotliwości 1 000 okr./sek progowi słyszalności odpowiada ciśnienie  $p = 3,16 \cdot 10^{-10}$   $\mu b$  (mikrobarów, czyli  $3,16 \cdot 10^{-10}$  dyn/cm<sup>2</sup>). Gdyby energię akustyczną okrzyków stutysięcznego tłumu na zawodach w Wembley zamienić na energię elektryczną, wystarczyłaby ona za ledwie na zasilenie niewielkiej żarówki, entuzjastyczne okrzyki powitalne dla Lindberga, pod postacią energii cieplnej, wystarczyłyby na zagotowanie 10-u szklanek herbaty. Moc akustyczna rozmowy, prowadzonej cichym szeptem, wyraża się wartością 0,001 mikrowata, rozmowy głosem podniesionym — 1 000 mikrowatów.

Porównajmy teraz skalę fizycznego natężenia dźwięku ze skalą głośności. Falam dźwiękowym o tem samym natężeniu, odpowiadającym ciśnieniu 1  $\mu b$ , odpowiada przy częstotliwości 1 000 okr./sek

głośność 70 fonów, przy 200 okr./sek — 66 fonów, przy 60 okr./sek — 50 fonów. Dlatego też ton o stałym natężeniu, lecz o częstotliwości zmieniającej się w sposób ciągły, np. od 200 do 3 400 okr./sek, robi na nas wrażenie szmeru o perjodycznie zmiennej głośności.



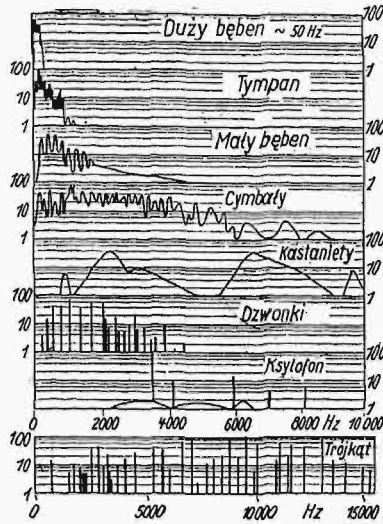
Rys. 1. Krzywe równej głośności tonów czystych w zależności od częstotliwości drgań głosowych.

Teraz dopiero możemy sobie zdać sprawę, jakim wymaganiem winien odpowiadać aparat do pomiarów głośności. Czułość jego powinna zależeć nie tylko od częstotliwości, lecz również i od natężenia dźwięków — dla dźwięków cichych powinna być większa niż dla głośnych (różne nachylenia krzywych poziomu głośności). Dla osiągnięcia tego celu, między mikrofon i wskaźnik włącza się obwody o przebiegu oporności falowej, odpowiadającym przebiegowi podanych krzywych. Gdy chodzi dalej o pomiary dźwięków, nie tonów prostych, sumowanie głośności składowych odpowiadać powinno sumowaniu ich przez nasze ucho. Najlepiej odpowiada temu, jak wykazały badania, sumowanie wartości skutecznych.

Przy badaniu hałasów chodzi nie tylko o ich natężenie, lecz również o barwę ich dźwięku, a więc o składowe. Z analizy widma akustycznego można wnosić o pochodzeniu hałasu. Tak np. uderzenie o materiał łatwo uginający się da nam przeważnie tony niskie, materiały twarde, sprężyste, dają składowe wysokiej częstotliwości. Istnienie w widmie pojedynczych linii każe wnosić o występowaniu szeregu mało tłumionych drgań własnych, tło ciągłe każe raczej przewidywać tarcia lub uderzenia o podłoże mało sprężyste. Tak np. analiza widmowa szumu palnika bunzenowskiego, w którym źródłem dźwięku jest tarcie o siebie cząstek gazu, materiału bardzo „łatwo odkształcalnego“, wykazuje obecność głównie częstotliwości niskich. Jako ilustracja takich widm służyć może rys. 2.

Rozpatrzmy przedewszystkiem hałasy związane z pracą. Oczywiście, że w pierwszym rzędzie chodzi o zwalczanie przyczyn samych hałasów, potem dopiero o wynalezienie i wprowadzenie środków, tłumiących ich słyszalność. Tak np., jeżeli chodzi o pracę w biurach, największą plagą pracy biurowej jest stukot maszyn do pisania. Im gorszy jest stan

maszyny, tem więcej hałasuje. Dalej zdarza się bardzo często, że maszyny stoją na nieodpowiednich stolikach, działających jak rezonatory. W tym ostatnim wypadku dość skutecznie tłumi ich klekotanie warstwy izolującej między maszyną i stolik.

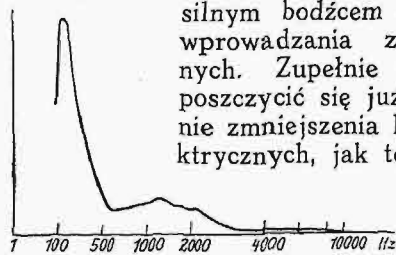


Rys. 2. Widma dźwiękowe rozm. instrumentów muzycznych wedł. E. Meyera i G. Buchmanna.

(maszyna zwykła daje w odległości 1 m głośność 68 fonów, maszyna cichopisząca — zaledwie 48 f.).

Podobnie rzeczy się mają z odkurzaczami — cichy odkurzacz nowego systemu daje o 8 fonów mniej hałasu, niż odkurzacz stary.

Objektywne środki pomiarowe powinny stać się



Rys. 3. Widmo dźwiękowe palnika bunzenowskiego.

siłnym bodźcem dla inżynierów do wprowadzania zmian konstrukcyjnych. Zupełnie ładnymi wynikami poszczycić się już można w dziedzinie zmniejszenia hałasu silników elektrycznych, jak to zestawiono w tabelce 1. Jak z tej tabelki widać, głośność silnika zależy w znacznej mierze od budowy jego łożyska, przyczem najczęściej hałasują łożyska kulkowe. Hałas silnika może przeniesić się poprzez jego podstawę na podłogę i ściany budynku. Zapobiec temu w pewnym stopniu można przez danie warstwy lub nawet 2-ch warstw tłumiących, przez odpowiednie umocowanie podstawy silnika oraz bardzo staranne wyważenie wirnika. Rodzaj warstwy izolującej powinien odpowiadać częstotliwości drgań własnych maszyny — im niższa jest ta częstotliwość, tem podatniejszy powinien być materiał izolujący.

Przejdźmy teraz do hałasów ulicznych. Dla zorientowania się, z jakimi wielkościami mamy tu do czynienia, ciekawem może będzie przytoczenie kilku danych „Noise Abatement Commission” (tabela 2).

O dokuczliwości hałasu nie rozstrzyga jednak tylko jego natężenie, lecz w znacznej mierze jego barwa — znacznie przykrzejsze są np. ryki syren lub trąbek samochodowych, niż turkot wozów. Naj-

Niemalże też znaczenie ma pod tym względem umeblowanie pokoju. Duże płaszczyzny murów gołych potęgają hałas, dając dość znaczny pogłos. Danie portier, firanek, wystanie ścian materiałami tłumiącymi, wyposażenie pokoju w odpowiednie meble może w znacznej mierze stłumić męczący hałas. Rzecz prosta, że najradkalniejszym środkiem jest zaopatrzenie się w maszynę cichopiszącą

przykrzejszemi z ulicznych hałasów są bezwątpienia sygnały samochodowe i hałas motocykli. Z odległości 8 m elektryczny sygnał daje do 92 fonów, trąbki do 82 fonów. Z porównania ich głośności z głośnością hałasu najruchliwszych ulic. wynika,

TABELA 1.

Hałaśliwość silników elektrycznych prądu zmiennego tego samego typu (220/380 V).

Nr.	Rodzaj wykonania	Liczba obr./min	Moc	Głośność w fonach na odległ. 1 m	Wykonanie łożysk
1	Bezdzwięczna	1400	0,6	poniżej możliwości pomiaru	specjalne ślizgowe
2	Cichobieźna	„	0,6	29	ślizgowe
3	Zwykła	„	0,5	41	„
4	Bezdzwięczna	„	0,6	68	kulkowe
5	Zwykła	3000	1,3	63	ślizgowe
6	„	„	1,5	66	kulkowe

że są one stanowczo zbyt głośne. Do tego samego wyniku doprowadziły doświadczenia ze sztucznym hałasem ulicznym — zaledwie 30% osób oceniło hałas kilku z pośród kilkudziesięciu badanych sygnałów jako niewystarczający, podczas gdy pozostałych 70% uważało ich dźwięk za zbyt głośny. Próbowano je zagłuszać sztucznie wytwarzanym hałasem o natężeniu graniczącym z wywoływaniem uczucia bólu — nie udało się to nigdy.

Za utrzymaniem głośnych sygnałów przemawia jednak konieczność górowania ich głosu ponad najgłośniejszym nawet ruchem wozów ciężaro-

TABELA 2.

Głośność różnych źródeł hałasu.

Źródło dźwięku	Średnio ponad progrem słyszalności w decybelach
Ruchliwa ulica w New Yorku . . . . .	75
Ruchliwa ulica w Londynie . . . . .	70
Tramwaj na hałaśliwych szynach . . . . .	90
Expres z odległości 3,5 m . . . . .	100
Wnętrze wagonów kolei podziemnej . . . . .	75—80
Wnętrze wagonów ekspresu podziemnego . . . . .	95
Oklaski przy witanu Lindberga . . . . .	90
Najhałaśliwszy punkt wodospadu Niagary . . . . .	85
Silnik samolotu z odległości 3,5 m . . . . .	115
Wnętrze kabiny samolotu . . . . .	80—110
Ryk lwa z odległości 5,5 m . . . . .	85
Pokój maszynistek . . . . .	70
Na najruchliwszym placu w Berlinie hałas w południe dochodzi do . . . . .	82

wych, wobec czego jedynym wyjściem zdaje się być wprowadzenie dla samochodów osobowych sygnałów podwójnych, podobnie jak stosuje się podwójne oświetlenie.

Jeżeli chodzi o drugie utrapienie słuchowe, t. j. motocykle, dają one średnią głośność 105 fonów. Zaczęto obecnie opracowywać w politechnice berlińskiej tłumiki akustyczne. Zastosowanie ich obniża hałas do 62 fonów.

Jeszcze jedno dodać należy — podobnie jak silnik o złe wyważonych masach, jak zniszczona maszyna do pisania, zniszczony wóz jakiegokolwiek typu hałasuje znacznie więcej, niż wóz w dobrym stanie. Niemalże również rolę odgrywa stan i jakość b r u k ó w.

Jeżeli przejść teraz do hałasów wewnątrz wielkomiejskich mieszkań, hałasów pochodzenia ulicznego, to obraz daje przytoczona poniżej tabela 3.

TABELA 3.

Hałas wewnątrz mieszkań w zależności od ich położenia i głośności ulicy.

Rodzaj ulicy	Stan okien	Głośność w fonach		Ocena hałasu
		średnia	najwięk.	
Spokojna ulica boczna 1 piętro, 2 okna	zamkn.	17	32	niewielki
	1 otwarte	30	56	
To samo od strony podwórza, 1 okno	zamkn.	12	26	niewielki
	otwarte	26	58	
Boczna ulica od podwórza, 1 okno	zamkn.	17	40	średni
	otwarte	26	58	
Ulica ruchliwa 1 piętro, front, 2 okna	zamkn.	23	45	średni
	otwarte	47	60	
To samo, IV piętro, 4 okna	zamkn.	21	45	znaczący
	2 otwarte	41	60	
Dom na uboczu, w pobliżu linii tramwajowej, IV piętro	zamkn.	30	44	znaczący
	otwarte	45	58	
Ciasna ulica o dużym ruchu ciężarowym I piętro	zamkn.	34	45	bardzo silny
	otwarte	55	68	

Środkami zaradczeni w zwalczaniu dotychczas rozpatrywanych hałasów byłoby do pewnego stopnia:

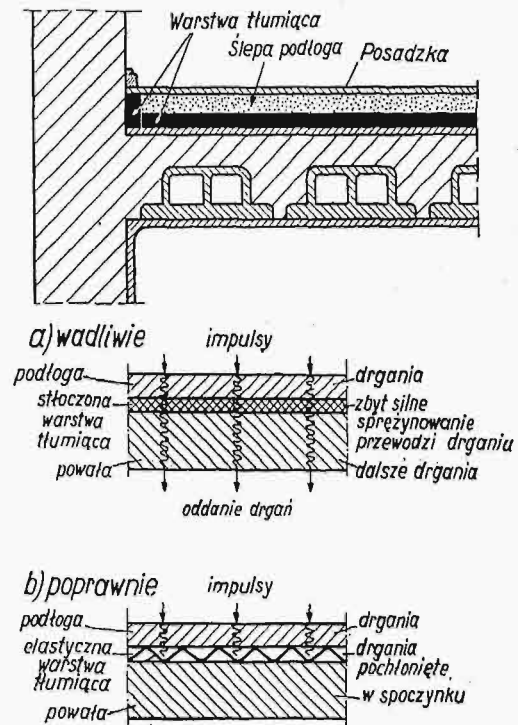
1. Utrzymanie w odpowiednim stanie bruków. (Pomiary wykazały, że wstrząśnienia, wywołwane przez wozy ciężarowe przejeżdżające po „kociach łbach” przed Instytutem Hertza w Berlinie, dorównują średniemu natężeniu trzęsienia ziemi).
2. Wydanie przepisów co do konieczności zastosowania do motocykli tłumików.
3. Unormowanie głośności sygnałów samochodowych, zarówno pod względem natężenia dźwięku, jak i jego barwy.
4. Zakaz używania w samochodach ciężarowych gum pełnych.

Niemniej od hałasów ulicznych mogą być dokuczliwe i hałasy wewnętrzne kamienic. O zapobieganiu im należy pamiętać już przy budowie domu. Ich obecność ma aż nazbyt często swe źródło w omyłkach budowniczego. Wchodzą tu w grę: 1) hałasy przenoszące się z piętra na piętro, 2) hałasy dochodzące z mieszkań sąsiednich tego samego poziomu, oraz 3) hałasy mające swe źródło w instalacjach wodnych.

W pierwszym wypadku bardzo dobre wyniki daje ułożenie na stropie warstwy izolacyjnej, sprężynującej. Oczywiście sprężynowanie nie powinno być zbyt silne, gdyż wówczas dźwięk przenosi się jeszcze lepiej. Na tej warstwie izolacyjnej spoczywać powinno swobodnie podłoże, na którym dopiero ułożona jest posadzka (rys. 4).

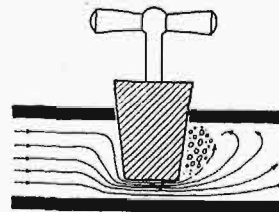
Izolacja akustyczna murów jednorodnych jest wprost proporcjonalna do ich masy, a więc tem samem do ich grubości, a grube masywne mury są kosztowne. Można jednak i w murach lekkich osiągnąć izolację akustyczną, stosując cienkie stonkunkowo mury podwójne, między nimi zaś niezwiązaną z murami warstwę izolacyjną.

Duże znaczenie również ma dobre uszczelnienie, dźwięk bowiem przechodzi bardzo dobrze przez wąskie nawet szczeliny. To też zwracać należy uwagę na szczelność okien, drzwi i t. p. Pamiętać też trzeba, że materiały porowate łatwo przewodzą dźwięki (dzięki porom).



Rys. 4. Izolacja dźwiękowa stropu oraz schematy izolacji wadliwej i poprawnej.

Hałasy pochodzące z instalacji wodociagowych mają zazwyczaj swe źródło w zmieniającym się nagle przekroju rur, a więc przede wszystkim w sąsiedztwie kurków wodociagowych. Hałasy te przenoszone bywają przez rury bardzo daleko. O ile niemożliwym jest zastosowanie ulepszonych typu kurków (rys. 6), należy umocować je w warstwie tłumiącej, lub też łączyć je z rurami doprowadzającymi za pomocą rur gumowych.



Rys. 5 (lewy) wskazuje tworzenie się wirów i miejsc o niższym ciśnieniu wokół zyłki kurka, rys. 6 (prawy) - sposób omięcia tych zjawisk i związanego z nimi hałasu.



Przenoszenia szumu wentylatorów unika się, wysycelając kanały wyciągowe warstwami dźwiękochłonnymi.

Czynnikiem najważniejszym jednak jest odpowiednie wychowanie i nastawienie współmieszkańców wielkich miast. Można bowiem wydać bardzo surowe przepisy, dotyczące zarówno ruchu ulicznego, jak i budowlane, — dopilnowanie ich jednak w znacznej mierze zależy od dobrej woli i życzliwego stosunku do ludzi wszystkich obywateli.

I. W.

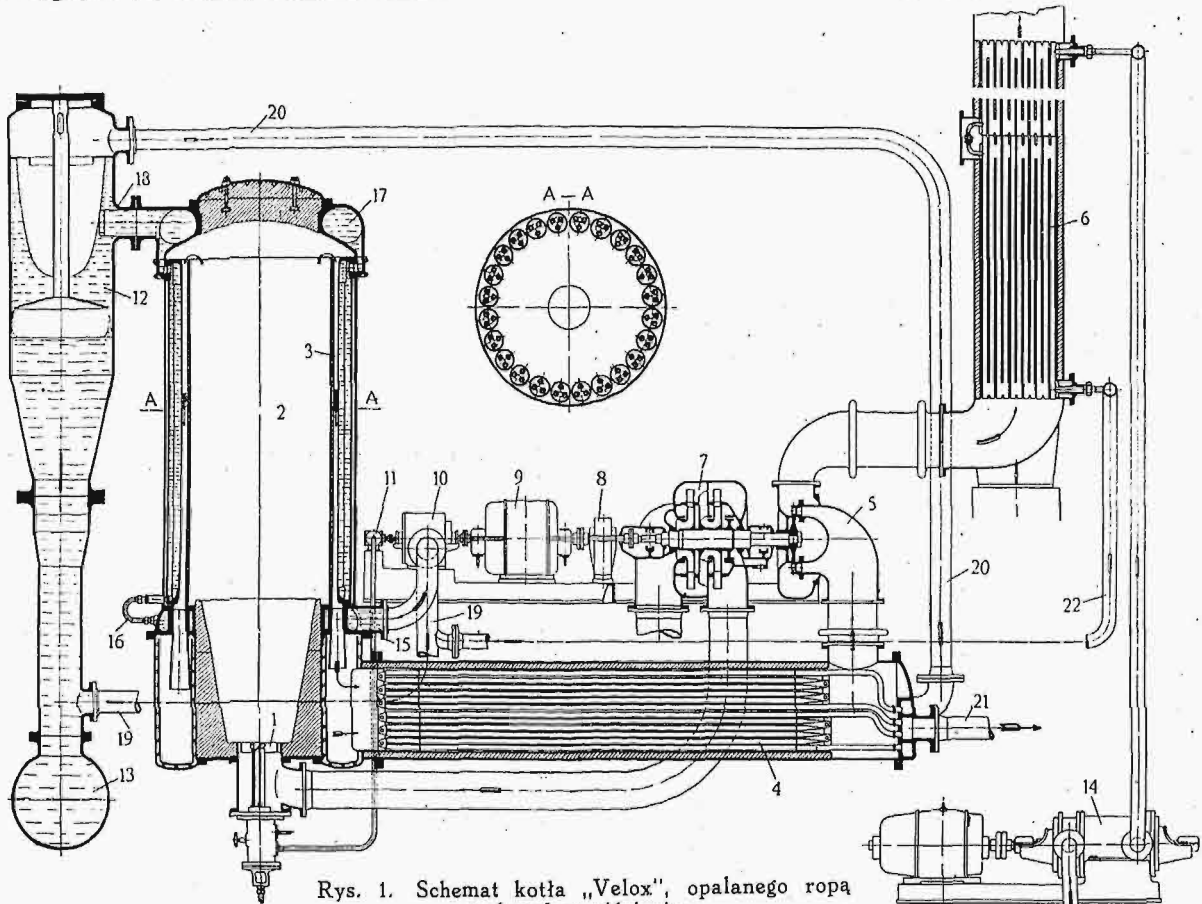
## Nowy kocioł parowy

**W** końcu roku ubiegłego ukazał się w czasopiśmie związku inżynierów niemieckich (V. D. I.) artykuł inż. Noacka<sup>\*)</sup>, opisujący wyniki doświadczeń Zakładów Brown Boveri w Badenie w Szwajcarii nad instalacjami kotłowymi ze spalaniem pod ciśnieniem. Również pierwszy tegoroczny numer dwumiesięcznika, wydawanego przez tę firmę<sup>\*\*)</sup>, przynosi wiele interesujących szczegółów, dotyczących tych instalacji w zastosowaniu przemysłowym, instalacji już wykonanych, względnie wykonywanych, posiadających zastrzeżoną nazwę „Velox”.

Nietylko z obowiązku sprawozdawczego, ale także ze względu na bardzo ciekawy układ i własno-

umieszczone trójkami w rurach wodnych. Zewnętrzna powierzchnia rur wodnych i wewnętrzna rur grzejnych stanowią powierzchnię ogrzewaną kotła. Po przejściu przez rury grzejne, spaliny płyną przez przegrzewacz pary 4 do turbiny gazowej 5, a stamtąd przez podgrzewacz wody 6, stanowiący część komina, uchodzą do atmosfery.

Pompa obiegowa 10 wywołuje w kotle obieg wody o wydajności przewyższającej wielokrotnie odparowanie. Woda uchodzi nasadą 15 do dolnej komory wodnej, skąd przedostaje się rurkami łączącymi 16 do rur wodnych. Para, wywiązująca się w tych rurach, dąży wraz z nadmiarem wody do górnej komory wodnej 17, a stamtąd przez nasadę 18, ułożoną według stycznej — do oddzielnika pary 12, w którym woda oddziela się od pary działaniem siły odśrodkowej, sływa w dół i rurą 19



Rys. 1. Schemat kotła „Velox”, opalanego ropą pod stałym ciśnieniem.

ści, pragniemy tu na podstawie wymienionych wyżej źródeł podać opis typowej instalacji kotła parowego „Velox” na paliwo płynne, przedstawionej schematycznie na powyższym rysunku.

Sprężarka wirnikowa 7 tłoczy potrzebne do spalania powietrze do komory paleniskowej 2, odpornej na ciśnienie, zaś pompka paliwowa 11 wtryskuje paliwo, spalające się w palniku 1 stałym płomieniem pod ciśnieniem 2 do 3 atm. Powstałe spaliny, płynąc do góry, ogrzewają z zewnątrz rury wodne, ułożone — jak wskazuje przekrój AA — tuż przy ścianie komory paleniskowej i stanowiące jakby jej wykładzinę, poczem przepływają z szybkością ok. 200 m/sek w dół przez właściwe rury grzejne 3,

wraca do pompy obiegowej. U spodu oddzielnika pary znajduje się zbiornik (szlamownik) 13, w którym osiadają zanieczyszczenia i z którego mogą być spuszczone podczas postoju. Pompa zasilająca 14 tłoczy wodę przez podgrzewacz, a stąd — rurą 22 do pompy obiegowej. Para oddzielona w oddzielniku płynie rurą 20 do przegrzewacza, a stamtąd — rurą 21 — do odbiorników.

Pompa zasilająca posiada osobny napęd, podczas gdy wszystkie inne maszyny robocze stanowią jeden zespół o wspólnym podwójnym napędzie, mianowicie oprócz turbiny gazowej także za pomocą silnika elektrycznego 9 do rozruchu i regulowania instalacji, jak również do uzupełnienia mocy turbiny. Turbina i sprężarka posiadają większą ilość obrotów niż reszta maszyn zespołu i oddzielone są od nich przekładnią zębatą.

<sup>\*)</sup> Zeitschrift des V. D. I., 1932, Nr. 42.

<sup>\*\*)</sup> Brown Boveri Mitteilungen, 1933, Nr. 1, styczeń—luty.



Ze względu na brak miejsca nie powtarzamy tu opisu szczegółów konstrukcyjnych. Bardzo interesujące dane co do nich można znaleźć we wspomnianych na początku wydawnictwach.

Regulacja kotła odbywać się ma samoczynnie i jednocześnie z zespołem maszyn przez zmianę jego liczby obrotów stosownie do obciążenia. Ciśnienie pary, zmieniające się nieco pod wpływem zmiany obciążenia kotła, powoduje przez specjalny regulator zmianę mocy silnika pomocniczego, co znowu sprawia powiększenie lub zmniejszenie liczby obrotów zespołu. Ze zmianą liczby obrotów zmienia się ilość i ciśnienie dostarczanego do kotła powietrza i paliwa, a z kolei i energia zawarta w spalinach do napędu turbiny, dopóki zespół turbina-sprężarka nie dostosuje się do nowego obciążenia.

Cechami charakterystycznymi kotła „Velox” — obok cech zewnętrznych, a więc typowego wyglądu kotła stojącego oraz skomplikowanego zespołu maszyn, stanowiącego integralną część instalacji — są spalanie po ciśnieniu oraz ogromna szybkość spalin wzdłuż powierzchni ogrzewanej, powodująca, jak wykazały doświadczenia, w połączeniu z wielką szybkością wody, nadzwyczaj intensywne oddawanie ciepła. Takie warunki pracy powinny zmniejszać bardzo znacznie przekrój kanałów spalinowych i wielkość powierzchni ogrzewanej, a co za tem idzie — wymiary i ciężar kotła właściwego, przegrzewacza pary i podgrzewacza wody. Rzeczywiście, opublikowane liczby, odnoszące się do instalacji próbnej (pracującej zresztą już od początku ubiegłego roku na stacji doświadczalnej fabryki), poddanej pomiarom, nie zostały dotychczas osiągnięte w instalacjach kotłowych budowy normalnej. A więc instalacja o pojemności komory paleniskowej 1,05 m<sup>3</sup>, powierzchni ogrzewanej samego kotła 22,7 m<sup>2</sup>, przegrzewacza 26,5 m<sup>2</sup> i podgrzewacza 66,0 m<sup>2</sup> dostarczała 11 250 kg/h pary o nadciśnieniu 28 atn i temperaturze 380°C, co odpowiada natężeniu powierzchni ogrzewanej kotła ok. 500 kg/m<sup>2</sup>h.

Mimo że moc potrzebna do napędu turbiny gazowej pochłania bardzo znaczną część energii cieplnej spalin, pomiary wykazały sprawność całkowitą instalacji ok. 90%, co się tłumaczy prawie zupełnym odzyskaniem tej energii przez sprężenie powietrza i paliwa, pomijając nieznaczne straty zewnętrzne. Sprawność ta pozostawała prawie stała aż do zupełnie małego obciążenia, co można wyjaśnić stałą sprawnością turbiny i sprężarki, wynikającą ze sposobu regulacji, oraz możliwością zachowania prawie stałego stosunku mieszanki, spalającej się w kotle. Dowiadujemy się również, że pomiary innej instalacji, na 32 000 kg/h, 19 ata, 325°C dla jednej z cukrowni hiszpańskich, wykonane w końcu maja r. b. w fabryce w Badenie przez prof. Quiby z Politechniki Zuryskiej, wykazały sprawność całkowitą ok. 92%.

Nadzwyczaj małe wymiary i ciężar instalacji, który według opublikowanych zestawień, łącznie ze wszelkimi urządzeniami pomocniczymi, jest czterokrotnie mniejszy niż instalacji zwykłych, w połączeniu z wysoką sprawnością, wysuwałyby instalację „Velox” na czołowe miejsce wśród nowoczesnych kotłów parowych, uwzględniając jeszcze

inne zalety, ujawnione podczas doświadczeń i prób, jak szybkość i czułość regulacji, możliwość bardzo szybkiego uruchomienia (w ciągu 7 minut ze stanu zupełnie zimnego aż do pełnej wydajności), skutkiem małej pojemności wodnej i małej masy żelaza, zupełnego braku obmurowania oraz szybkiego obiegu wody i mechanicznego rozdziału pary od wody, wreszcie brak osadu kamienia kotłowego nawet po długim okresie ruchu (prawdopodobnie skutkiem szybkiego obiegu wody), jak również zupełna czystość rur grzejnych (skutkiem ogromnych szybkości spalin). Budowa kotła, w którym przy małej pojemności wody rury wodne otoczone są płaszczem komory paleniskowej, wytrzymałym na ciśnienie, pozwalałaby z jednej strony na stosowanie bez trudności wysokich prędkości pary, z drugiej zaś polepszałaby warunki bezpieczeństwa.

Ilość wykonanych, względnie wykonywanych instalacji „Velox” wynosi już 7, z czego 2 mają charakter obiektów doświadczalnych, zaś 5 — już konkretnych zamówień. Wspomniany zespół próbny, jak i większość innych, przewidziane są do opalania olejem gazowym, jeden — do opalania mazutem, jeden — gazem wielkopieczowym, wreszcie jeden z zespołów doświadczalnych służyć ma do prób z pyłem węglowym. Wszystkie instalacje do zastosowania przemysłowego cechują się spalaniem paliwa pod ciśnieniem stałym. Prowadzone są również badania metody spalania wzbuchowego w komorze paleniskowej, zamkniętej sterowanymi zaworami. Takie urządzenie kotłowe, posiadające również nazwę „Velox”, jest jeszcze przedmiotem prób i doświadczeń. W razie pomyslnego rozwiązania spraw, połączonych z prawidłowym zapaleniem i zupełnym spalaniem paliwa, opierając się na rozważaniach teoretycznych, konstruktorzy spodziewają się uzyskać w takiej instalacji kotłowej ze spalaniem wzbuchowym sprawność znacznie większą niż w instalacji ze stałym ciśnieniem spalania.

W opublikowanym materiale nie poruszone są trudności i usterki, jakie zapewne musiały występować w długim już okresie ruchu wspomnianej instalacji doświadczalnej, uwzględniając zwłaszcza, że mimo kilkoletniego okresu wstępnych doświadczeń i prób, jakie poprzedziły wykonanie obiektu, była to pierwsza próba zastosowania praktycznego na szerszą skalę. Jest to poniekąd zrozumiałe, uwzględniając z jednej strony charakter artykułu i wydawnictwa, z drugiej zaś fakt, że miejscem pracy była stacja doświadczalna w twórnicy, gdzie wszelkie usterki mogą być od razu zauważone i usunięte i mają zresztą znaczenie również doświadczalne. Z pracy innych instalacji, przeznaczonych do zastosowania przemysłowego, brak jeszcze sprawozdań instytucji badawczych, czy też dozorów kotłowych, któreby pozwoliły oprzeć na szerszych podstawach ocenę właściwości nowej instalacji kotłowej. Wydaje się na pierwszy rzut oka, że przedewszystkiem dość złożony zespół maszynowy (6 jednostek, licząc silnik elektryczny i przekładnię zębatą), stanowiący zasadniczą część instalacji, uwzględniając jeszcze specjalne urządzenie regulacyjne, stanowi element, nasuwający obawy co do niezawodności ruchu.

Wydawałoby się również, że mała przestrzeń wodna mogłaby powodować znane w kotłach normalnych „plucie” przy nagłych zmianach obciążenia, chociaż zjawisko to powinno być w instalacji „Velox” być opanowane przez mechaniczny rozdział pary od wody, która krąży zawsze w wielokrotności wytworzonej pary. Ogromne szybkości spalin i wody czynią koniecznym upewnienie się i zabezpieczenie co do trwałości rur spalinowych i wodnych. Wreszcie turbina gazowa, narażona na działanie wysokich temperatur spalin, stanowi czuły element konstrukcyjny.

Jeżeli dłuższy ruch w zakładach przemysłowych rozwieje te wątpliwości, albo wykaże, że niedomaganie nie są większe niż kotłów normalnych, wów-

czas można będzie wróżyć instalacji „Velox” trwałe powodzenie. Już obecnie jednak można stwierdzić, że stanowi ona bardzo śmiały i daleko idący pomysł, i że wykazała poważne zalety. Możliwym jest, że spełnią się nadzieje konstruktorów i wytwórców, którzy, przeprowadzając porównanie pomiędzy instalacją silników Diesela a instalacją kotłową „Velox”, połączoną z ogrzewaniem w postoju turbozespołami nowego układu, t. zw. turblokami, dają pierwszeństwo tej drugiej, gdyż, dorównując pierwszej w sprawności i szybkości uruchomienia, przewyższa ją mniejszym zapotrzebowaniem miejsca, możliwością wyzyskania gorszych gatunków paliwa i równiejszymi sprawnościami przy obciążeniach częściowych.

*Inż. A. Uklański.*

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

### BUDOWNICTWO.

#### Schody przesuwne, uruchamiane samoczynnie.

Duże obciążenie pracą schodów ruchomych, umieszczonych na niektórych dworcach kolejowych w Berlinie (aż do 22 godz. na dobę), dało impuls do wprowadzenia instalacji włączających i wyłączających samoczynnie posuw schodów w godzinach mniejszego ruchu.

W otwartym na wiosnę r. b. nowym dworcu Schöneberg umieszczono przed schodami ruchomymi płytę, która, z chwilą obciążenia przez wstępującego na schody, włączała automatycznie urządzenie rozrządzące mechanizmu napędowego. Na dworcu Innsbrucker Platz, oddanym do użytku 1 lipca r. b., zastosowano inne rozwiązanie, mianowicie w drewnianym oblistwowaniu poręczy schodów, bezpośrednio przed wejściem na pierwszy stopień, wbudowano przekaźnik, składający się z żarówki czerwonej i, umieszczonej w przeciwległej poręczy, komórki fotoelektrycznej. Wstępujący na schody przerywa pęk światła, padający z żarówki na komórkę, co powoduje (pośrednio) włączenie rozrusznika i uruchomienie napędu schodów. Urządzenie może być wyłączone w godzinach dużego natężenia ruchu, kiedy schody będą biegły bez przerwy. Wprowadzenie samoczynnego włączania mechanizmu napędowego umożliwiło na dworcu Schöneberg zaoszczędzenie ok. 35% kosztów prądu i utrzymania schodów. (*Glaser's Ann.*, t. 112, zes. 11).

### DROGI KOŁOWE.

#### Budowa dróg żelbetowych w Argentynie.

Władze ustawodawcze prowincji Santa-Fé wydały w r. 1927 ustawę upoważniającą do budowy szeregu odcinków dróg żelbetowych o ogólnej długości 500 km. W tym celu wybrano odcinki o najbardziej intensywnym ruchu i rozpoczęto roboty w r. 1931. Obecnie są one w toku.

Autór przytacza motywy, które zdecydowały o wyborze nawierzchni żelbetowej (lekki grunt na słabym podłożu) i opisuje ustrój oraz budowę dróg. W ustroju opierano się na wzorach półn.-amerykańskich, stosując płyty żelbetowe o grubości w środku 16 cm, szerokości 6 m (czasem 8 m), długości 12 m; skład betonu: 500 kg cementu, 650 litrów proszku i 1100 l tłuczni granitowego. Nie zastosowano (jak to się robi np. we Francji) dwóch warstw, dolnej — chudszej i górnej — bogatszej w cement, lecz poprzestano na jednej warstwie.

Uzbrojenie składa się z dwóch krat 6×6 m na każdej płycie, utworzonych z prętów 9 mm średnicy, w odstępach 0,25 m × 0,30 m (*Gén. Civ.*, t. 103 (1933 r.), str. 10/12).

### GAZOWNICTWO.

Spżycie gazu w ważniejszych krajach Europy podaje *Gén. Civil.* (t. 103, 1933 r., str. 15) w zestawieniu nast.:

Nazwa kraju	Rok	Wytwórczość roczna miliony m <sup>3</sup>	Spżycie na 1 mieszk. m <sup>3</sup>
W. Brytania	1931	8879	198,2
Holandja	1930	642	81
Belgia	1930	498	61,8
Szwajcaria	1931	240	60
Dania	1930	216	59,2
Niemcy	1931	3578	54,4
Austria	1931	371	55,2
Francja	1931	1890	47,2

### METALOZNASTWO.

#### Układ ołów-cyna.

Stopami cyna-ołów zajmowano się oddawna i poświęcono temu zagadnieniu szereg prac. Ustalono, iż cyna rozpuszcza się w ołowiu w temp. eutektyki w znacznej ilości (16% wagowo wg. Rosenhaina i Tuckera oraz Jeffery'ego; 18% — wg. Hondy i Abé'go) i że ta rozpuszczalność znacznie maleje ze spadkiem temperatury. W 100° C rozpuszczalność tę ustalili Rosenhain i Tucker na 12%, Honda i Abé na 8% i Jeffery na 4%. Również istnieje rozbieżność poglądów co do przemiany, zachodzącej w temperaturze około 150° C. Rosenhain i Tucker twierdzą, iż zachodzi przemiana roztworu stałego β w roztwór stały α. Roztwór stały α ma charakteryzować się nieznaczną rozpuszczalnością w nim cyny. Metody pomiarów oporności elektrycznej (Jeffery) i analiza termiczna (Honda i Abé) nie potwierdziły przypuszczeń Rosenhain'a.

Badania Stockdala dadzą się ująć w następujące wnioski. Temperatura topliwości eutektyki stanowi 183,30° C; eutektyka składa się z 61,86% Sn wagowych, albo 73,94% atomowych. W temperaturze eutektyki w ołowiu rozpuszcza się 19,5% cyny wagowych, albo 29,7% atomowych; zaś w cynie rozpuszcza się 1,5% atomowych, albo 2,6% wagowych ołowiu.

Z obniżeniem temperatury rozpuszczalność maleje. W temperaturach pokojowych rozpuszczalność cyny w ołowiu nie przekracza 2% wagowych, zaś ołowiu w cynie wynosi praktycznie zero.

Zjawiska ciepłe mają miejsce w temperaturze około 150° C, lecz nie mają nic wspólnego z przemianami alotropowymi. (*Journal Inst. of Metals*, 1932/II, T. XLIX, str. 267—286).

E. P.

## PALIWO.

### Wzbożacanie mialu węglowego z punktu widzenia petrografii węgla.

Autor zestawia ceny rynkowe mialu węglowego w Polsce od 1918 r., stwierdzając, że są one niższe niż zagranicą. Następnie podaje szczegółowo własności składników petrograficznych (duryt, wityt i fuzyt) węgla polskiego, które stoją w związku z rozdrabnianiem. Badania autora miały na celu wykazanie, jakie z tych składników przyczyniają się do tworzenia mialu węglowego.

Na podstawie przeprowadzonych badań petrograficznych oraz doświadczeń nad zdolnością wzbożacania mialu węglowego, następnie na podstawie badań innych autorów, dotyczących spalania mialu na odpowiednich rusztach i w paleniskach pyłowych, jako też porównań tego sortymentu z grubym, — dochodzi autor do wniosku, iż cena mialu w stosunku do ceny najgrubszych sortymentów jest za niska i nie odpowiada jego wartości rzeczywistej. Dokładne zatem wzbożacanie i rozwój palenisk do spalania mialu mogą podnieść cenę tego materiału opałowego do poziomu, odpowiadającego jego istotnej wartości. (*T. Laskowski. Przegląd Gór.-Hutn.* 1932 r., str. 595).

### Zastosowanie praktyczne lekkich węglowodorów, otrzymywanych jako produkt uboczny przy stabilizacji gazoliny.

Autor zajmuje się sprawą stosowania t. zw. „eteryny”, t. j. skroplonej mieszaniny lekkich węglowodorów, do nawęglania gazów o małej wartości opałowej, do wyrobu t. zw. gazu powietrznego i do bezpośredniego spalania w postaci par. Ten ostatni sposób uważa autor za najodpowiedniejszy i zaleca podgrzewanie „eteryny” w celu uzyskania stałej wartości opałowej gazu.

W końcu podaje przykłady przemysłowego stosowania wymienionego ostatnio sposobu oraz kalkulację kosztów. (*Gaz i Woda*, 1932, str. 242—45).

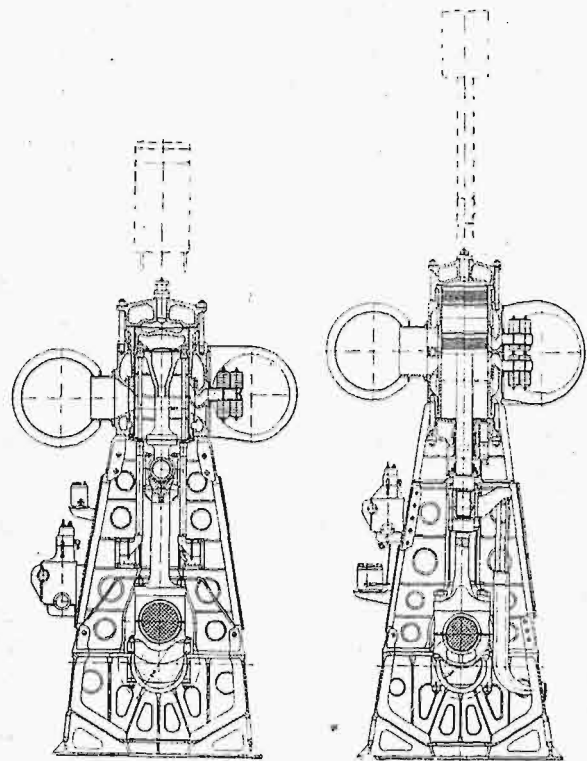
## SILNIKI SPALINOWE.

### Nowy silnik okrętowy wytw. Sulzer.

Dążenie do budowania coraz większych silników okrętowych Diesela umożliwiło w ostatnich latach zwiększenie prędkości poruszanych przez nie statków o 4 — 5 węzłów, osiągając prędkość 20 — 23 węzłów. Wyniki powyższe urzeczywistniono bądź przez zwiększenie mocy, bądź też ilości silników, dawniej już budowanych. Ze względu na szupłość rozporządzanego miejsca, wszystkie wysiłki konstruktorów idą w kierunku zwiększenia mocy, przypadającej na jednostkę powierzchni. To też, jak wiadomo, w budowie silników okrętowych Diesela czterosuw nie znajduje zastosowania, ze względu na większe dla tych samych mocy rozmiary, współzawodniczą zaś między sobą jedynie dwusuw, jednostronny i obustronny działania. Jednostki szybkoobrotowe napędzały dotychczas śmigła najczęściej za pośrednictwem przekładni. Obecnie technika śmigła szybkoobrotowe postąpiła o tyle naprzód, że w niejednym wypadku przekładnia, stanowiąca element kłopotliwy i zmniejszający sprawność ogólną urządzenia, może być pominięta.

Rozwiązanie takie zastosowano na budowanym obecnie statku „Prince Baudouin”, przeznaczonym do regularnej komunikacji na linii Ostenda—Dover. Dwa silniki dwusu-

wowe wytwórni Sulzer (po 12 cylindrów), o łącznej mocy użytecznej 17 000 KM, napędzają śmigła o 268 obr./min; prędkość statku wyniesie ok. 24 węzłów. Ciekawe były przyczyny, które skłoniły konstruktorów do wyboru silników jednostronnego działania. Na pierwszy rzut oka zdawałoby się, że silnik obustronnego działania zdobędzie przewagę przy porównywaniu wymiarów i ciężaru, po szczegółowym jednak rozpatrzeniu okazało się, że wobec zadanej mocy i liczby obrotów oraz konieczności ścisłego przestrze-



Rys. 1. Przekrój poprzeczny silnika wytw. Sulzer jednostronnego i obustronnego działania. Linje kreskowane uwidoczniają demontaż tłoków po odjęciu głowicy.

gania rozkładu jazdy silnik jednostronny jest bardziej celowy. Trzeba się było liczyć z krótkimi postojami statku w portach, w czasie których można przeprowadzić natychmiastową rewizję i ewentualną wymianę źle pracującej części silnika. Aby osiągnąć demontaż w najszybszy sposób, należało przewidzieć w silniku obustronnego działania wyciąganie tłoków z cylindrów do góry, co jednak pociągnęłoby za sobą znaczne zwiększenie wysokości hali maszynowej. Na rys. 1 przedstawione są przekroje obu silników, jednostronnego i obustronnego działania. Widzimy, że wysokości silników niezbyt wiele różnią się między sobą, natomiast wysokość swobodna do zdemontowania silnika obustronnego działania wypadła znacznie większa (linje przerywane). Rodzaj silnika miał również pewien wpływ na konstrukcję płyty fundamentowej, która, w wypadku silnika obustronnego działania, musiałaby być silniejsza (a więc i cięższa), ze względu na wyżej położony środek ciężkości.

Najważniejszym argumentem, przemawiającym za wyborem silnika jednostronnego działania, była sprawa prędkości linjowej tłoka. Przy tej samej wysokości silników i analogicznych liczbach obr., zarówno skok, jak i, oczywiście, prędkość linjowa tłoka mogły być większe w silniku jednostronnego działania. Ponadto w silniku tym łatwiej było zmniejszyć stosunek długości korbowodu i skoku, co przy obustronnym działaniu byłoby w tym stopniu niemożliwe, gdyż czas przepłókiwania dolnej części cylindra stał-

by się zbyt krótki. W omawianym wypadku długość skoku w silniku jednostronnego działania wyniosła 840 mm (prędkość tłoka 7,55 m/sek) oraz 660 mm (5,9 m/sek) w silniku obustronnego działania. (Revue Techn. Sulzer, Nr. 2, 1933).

M. T.

## TELETECHNIKA.

### Inauguracja służby „wizjotelefonicznej”.

Tego nowego terminu używa prasa francuska dla oznaczenia połączonej służby telefonicznej i telewizyjnej, przy której osoby rozmawiające widzą się nawzajem na ekranach. Urządzenie takie opracowali R. Lyon i Stoyanowski, stosując system telewizji Baird'a.

Pierwsze połączenie „wizjotelefoniczne” otwarto w obecności przedstawicieli szeregu władz i instytucji w dniu 19 maja r. b.; pracuje ono pomiędzy redakcją wielkiego dziennika paryskiego „Matin” i domem towarowym „Galeries Lafayette”.

Do połączenia telefonicznego służy zwykła linja i zwykłe aparaty telefoniczne. Obraz rzucany jest na małe kwadratowe okienka, łączące właściwy aparat nadawczy i odbiorczy z kabiną, w której znajduje się osoba mówiąca. Do przesyłania obrazów potrzebna jest dla każdego kierunku osobna linja telefoniczna o częstotliwości granicznej nie niższej niż 10 000 okr./sek. Tak więc dla kompletnego urządzenia potrzebne są 3 linje połączeniowe.

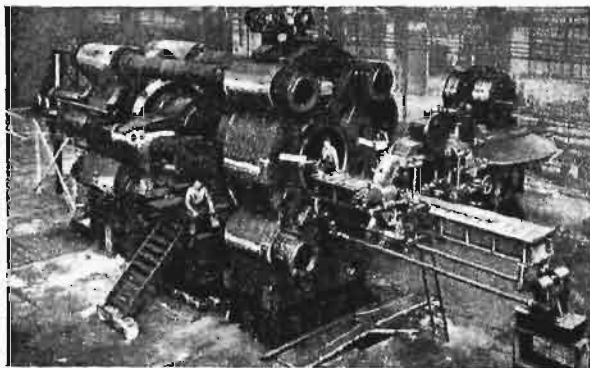
Urządzenie udostępniono publiczności. Ma ono pracować również między Paryżem, Lyonem i Niceą.

Podczas inauguracji obraz był bardzo stały, nie tak, jak w innych systemach telewizyjnych, gdzie często obraz ucieka na prawą albo na lewą stronę ekranu, wskutek poślizgu, podobnego do poślizgu silników asynchronicznych. Natomiast rozmówcy mieli pewną trudność z utrzymywaniem się w polu, naświetlanem przez aparaturę nadawczą, wskutek czego obrazy od czasu do czasu znikają. Czystość reprodukcji pozostawiała nieco do życzenia wskutek zmian w natężeniu promieni naświetlających. (Przeł. Teletechn. 1933, zesz. 4).

## TECHNIKA WARSZTATOWA.

### Prasa do elektrod o nacisku max. 10 000 t.

Wytwórnia Hydraulik G. m. b. H. w Duisburgu zbudowała dla Z. S. S. R. wielką prasę do wyrobu elektrod, stosowanych przy wytapianiu karbidu, staliwa i aluminium. Elektrode tworzy mieszanina mielonego koksu naftowego i antracytu, na zaprawie smołowej. Długość prasy, której max. nacisk osiąga 10 000 t, wynosi 23 m, szerokość — 18 m



Rys. 1. Widok prasy do elektrod o nacisku 10 000 t.

(rys. 1). Masa na elektrody, zmieszana i ogrzana w zbiorniku, jest z niego tłoczona przez rurę (zapomocą urządzenia ślimakowego) do pionowej formy, o średnicy 1600 mm, ustawionej na stole obrotowym; forma ta zamknięta jest

u dołu ruchomą zasuwą. Ponad formą ustawiona jest ubijarka, służąca do równomiernego rozmieszczenia i ubicia masy. W czasie tej czynności sąsiednia analogiczna forma wypełniona już masą, zostaje odchylona do położenia poziomego przez odpowiedni ruch stołu, dociśnięta do płyty oporowej prasy, poczem, po wysunięciu zasuwy, tłok o średnicy 1500 mm ugniata w niej masę pod ciśnieniem dochodzącym aż do 500 at. Po ukończeniu tej operacji, masa elektrodowa zostaje przelłoczona przez formę o kształcie leja, skąd jest wyciskana w postaci jednorodnego twardego słupa, o dowolnym przekroju, wielkości ok. 500×500 mm<sup>2</sup>. Przygotowana w ten sposób elektroda puszczonej zostaje po rolkach przed nożyce, które odcinają żądane długości. W dalszym ciągu, elektrody zostają ochładzane i wreszcie wypalane w piecu. Ciśnienie próbne głównego cylindra prasy wynosi ok. 750 at. Woda dostarczana jest do cylindra przez pompę pionową. Praca wszystkich urządzeń pomocniczych prasy wykonywana jest również zapomocą napędu hydraulicznego o niskim ciśnieniu (50 at). Mechanizmy rozrządzące pomyślane są w ten sposób, aby włączanie dźwignien, uruchamiających poszczególne operacje, odbywać się mogło tylko w przewidzianej kolejności, co zapobiega ewentualnemu uszkodzeniu maszyny. (Z. d. V. d. I., zesz. 27, 1933).

M.

## K r o n i k a

### III Polski Kongres Drogowy.

Trzeci Polski Kongres Drogowy odbędzie się w końcu grudnia r. b. lub na początku stycznia r. p. w Warszawie. Zarząd Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów Drogowych prosi wszystkich interesujących się sprawą drogową, a przede wszystkim członków Stowarzyszenia, o opracowanie referatów na tematy:

#### I. Sprawy finansów drogowych.

- 1) Państwowy Fundusz Drogowy.
- 2) Znaczenie Funduszu Pracy dla gospodarki drogowej.
- 3) Gospodarka finansowo-drogowa samorządów.
- 4) Spółki drogowe.

#### II. Sprawy techniczne.

- 5) Praktyka i wyniki zastosowania budowy różnych nawierzchni drogowych w Polsce.

Zawiadomienie o zamiarze wygłoszenia referatu należy nadesłać do dnia 1 września 1933 roku, a same referaty — do dnia 15 października 1933 roku pod adresem: Warszawa, ul. Chałubińskiego 4. Departament VII Minist. Komunikacji, dla Zarządu Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów Drogowych.

## Sprostowanie.

W artykule p. Inż. D-ra A. Pareńskiego p. t. „Ogólny wzór na średnią prędkość w łożyskach przyrodzonych”, zamieszczonym w zesz. 13 z r. b., zauważone zostały nast. omyłki druku:

na str. 335 we wzorze (2) opuszczono końcowy nawias (klamrę);

na str. 336, we wzorze (11) mianownik powinien brzmieć:  $b_1 + (c_1 I) m_1$ ;

na str. 336 pod wzorem (14) podane zostały wartości liczbowe  $a$ ,  $b$ ,  $c_1$ ,  $m$  oraz  $n$ , natomiast są to wartości niewiadomych  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ,  $m_1$ ,  $n_1$ ;

pod tabelą na str. 337 opuszczono uwagę:  $v$  — prędkości pomierzonej, a  $v_1$  — obliczonej wedł. wzoru (16).

Poza tem komunikuje nam Autor omawianej pracy, że wzór (14), przytoczony na str. 336, powinien mieć postać nieco inną, mian. powinien brzmieć:

$$v_1 = \frac{48 T_1}{\sqrt{T_1 + 0,9}} \cdot \left[ \frac{a_1 I_1}{b_1 + (c_1 I_1)^{m_1}} \right]^{n_1}$$

$$v_2 = \frac{48 T_2}{\sqrt{T_2 + 0,9}} \cdot \left[ \frac{a_1 I_2}{b_1 + (c_1 I_2)^{m_1}} \right]^{n_1}$$

$$\dots$$

$$v_k = \frac{48 T_k}{\sqrt{T_k + 0,9}} \cdot \left[ \frac{a_1 I_k}{b_1 + (c_1 I_k)^{m_1}} \right]^{n_1}$$