

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POSWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- O krajowych mosiadcach typu 60% Cu do obróbki na automatach, nap. Inż. W. Łoskiewicz, zast. Profesora Akademii Górniczej w Krakowie.
- O przyczynach urywania się haków, nap. Inż. Z. Jasiewicz, Kraków, Akademia Górnicza.
- Eksport węgla drogą wodną, nap. Inż. M. Rybczyński, Profesor Politechniki Warszawskiej.
- Przegląd pism technicznych.
- Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

SOMMAIRE:

- Sur les laitons du type 60% Cu, produits en Pologne, pour l'usinage aux machines-outils automatiques, par M. W. Łoskiewicz, Ingénieur, Professeur adjoint à l'Académie des Mines de Cracovie.
- Sur les causes de la rupture des crochets, par M. Z. Jasiewicz, Ingénieur, l'Académie des Mines de Cracovie.
- Transport du charbon par voies navigables en Pologne, par M. M. Rybczyński, Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.
- Revue documentaire.
- Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

O krajowych mosiadcach typu 60 % Cu do obróbki na automatach.

Napisał Inż. W. Łoskiewicz, zast. Profesora Akademii Górniczej w Krakowie.

W-689

W roku bieżącym miałem styczność z większymi ilościami prętów mosiężnych, podlegających obróbce na automatach. Skład tych mosiadców (60 ± 1% Cu) i minimalne własności mechaniczne ($R_r > 39 \text{ kg/mm}^2$, $A > 15\%$) były przepisane.

Wobec tego, że masowa obróbka tych prętów wymaga możliwie jednorodnych własności technologicznych, postanowiłem sprawdzić, jak dalece mosiadze krajowe tego typu odpowiadają przepisom i czy określenie tylko dolnej granicy własności mechanicznych nie jest wadliwe.

W tym celu przeprowadziłem badanie tych mosiadców pod względem chemicznym, wytrzymałościowym i mikroskopowym.

Jak widać z wykresu rys. 1 (pg. Bauera), mosiadze, zawierające do około 33% cynku, są jednorodne we wszelkich temperaturach po skrzepnięciu. Mosiadze, zawierające więcej cynku, mogą przy wyższych temperaturach być albo mieszaniną roztworów α i β albo też jednorodnym roztworem β .

Do 39% Zn ilość mosiadzu β maleje w miarę obniżania się temperatury i przy temperaturze poniżej linii Bm mosiadze te stanowią czystą odmianę α .

Mosiadze powyżej 39% Zn, przy temperaturach wyższych niż to wskazuje linia Cn , są pod

postacią roztworu β . Podczas stygnięcia, przy przecięciu linii Cn , zaczyna się wydzielać z tych kryształów β roztwór α pod postacią płytek na płaszczyznach łupliwości kryształów β (na szlifie widoczne są one jako igły). Ten proces wydzielenia się α trwa aż do 435°. Przy tej temperaturze, roztwór β przechodzi w roztwór β' , co jednakże nie odbija się na budowie, zaś rozpuszczalność α nie ulega dalszym zmianom.

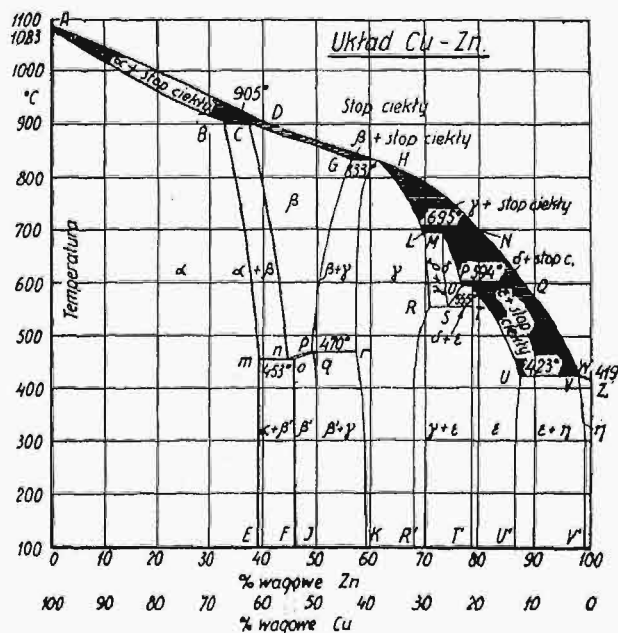
Dzięki tym wszystkim przemianom, zachodzącym podczas stygnięcia, mosiadze tego typu mogą być poddawane obróbce termicznej; jednocześnie warunki stygnięcia będą się obijały na budowie, jak zobaczymy dalej.

Mosiadze typu α , ogólnie biorąc, ulegają przeróbce mechanicznej przy zwykłej temperaturze, to znaczy na zimno, gdyż roztwór α jest bardzo ciągliwy w tych warunkach. Mosiadze typu β ulegają przeróbce tylko w wysokiej temperaturze (powyżej linii Cn). Niektóre mosiadze $\alpha + \beta$ (w pobliżu 60% Cu — Muntz-Metall) mogą ulegać przeróbce i w wysokich i w niskich temperaturach.

Do obróbki narzędziami skrawającymi nadają się szczególnie dobrze mosiadze typu $\alpha + \beta$, gdyż z

powodu obecności kruchego składnika β , rozdzielającego kryształy ciągliwego α , dają wiór krótki i łamliwy (suchy).

Dla zwiększenia kruchości tego wióra, do mosiadców tego typu dodaje się pewnych ilości ołowiu, który w ilości większej niż 0,4% nie jest roz-



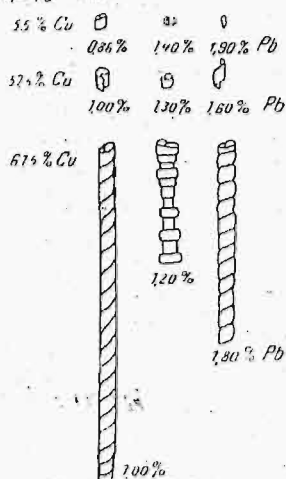
Rys. 1. Układ Cu—Zn.

*] Referat, wygłoszony na 3-im Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w marcu r. b., w Warszawie.

puszczalny w stanie stałym. Występuje więc jako oddzielny składnik, który rozdziela mechanicznie cząstki mosiądzu. Przy ilości większej niż około 3%, rozluźnienie to pomiędzy kryształami powoduje kruchość mosiądzu.

Wpływ ołowiu na wygląd wióra rozmaitych mosiądzów ilustruje rys. 2.

W naszym wypadku ilość Pb nie powinna przekraczać 1,2%, jednakże dopuszcza się do 1,8% Pb.



Rys. 2. Wióry mosiądzu o różn. zawartości ołowiu.

Osobiście uważałbym za wskazane przesunąć skład tych mosiądzów tak, by górna granica tolerancji była trochę niższa niż dotychczas, a to ze względu na to, że obecnie leży ona na samej granicy mosiądzów α i $\alpha + \beta$ i może wypadkowo być przekroczona. Jednocześnie byłoby może wskazane zwięzić granice do $\pm 0,5\%$, a to z tego powodu, że mniejsze wahania składu będą mniej się odbijać na własnościach mechanicznych tych mosiądzów oraz upraszczają pracę (ujednostniają warunki) w prasowni prętów. Przy obecnych małych jednostkach wytopów, uzyskanie tak jednolitego materiału nasuwa bardzo duże trudności, jednakże przy dużych — jednolitość dałaby się osiągnąć.

Tabela I.

Nr. szlif	% Cu	% Pb	Nr. szlif	% Cu	% Pb	Nr. szlif	% Cu	% Pb
225	61,14	1,20	254	60,41	1,25	191	59,68	1,45
155	61,09	1,47	113	60,36	1,34	104	59,64	1,60
232	61,01	1,28	38	60,30	1,69	96	59,60	1,49
68	60,9	1,37	195	60,18	1,06	185	59,47	1,23
161	60,85	1,12	4	60,17	1,61	188	59,45	1,19
60	60,80	1,68	183	60,15	1,56	123	59,45	1,08
247	60,70	1,35	200	60,14	1,10	111	59,44	1,48
230	60,69	1,48	119	60,12	1,22	168	59,42	1,73
110	60,68	1,37	101	60,09	1,41	187	59,10	1,81
65	60,65	1,62	186	60,0	1,40	125	59,06	1,33
2	60,48	1,44	127	59,92	1,51	190	58,71	1,40
184	60,47	1,63	228	59,86	1,23	116	58,63	1,10
36	60,44	1,66	118	59,85	1,31	182	58,27	1,42
8	60,41	1,55	148	59,81	1,57	159	57,92	1,11

W ścisłym związku ze składem chemicznym znajdują się własności mechaniczne i budowa mikroskopowa, o ile materiał znajduje się w równowadze, t. j. nie jest zgnieciony na zimno lub hartowany (w wypadku gdy takie hartowanie wpływa na zmianę budowy).

Tabela II.

Wykonawcy	% Cu	% Pb	Wykonawcy	% Cu	% Pb
Laboratorium	60,4	1,8	Wytwórnia	59,5	1,4
Wytwórnia	59,3	1,0	„	59,5	1,4
	60,4	1,2	„	59,5	1,2
	60,2	1,2	„	59,57	?
„	60,1	1,1	Laboratorium	59,4	1,1
„	59,9	?	„	59,0	1,1
„	59,8	1,3	Wytwórnia	59,3	1,0
„	59,8	1,1	„	59,2	1,0
„	59,7	1,0	„	58,9	1,4
„	59,6	?	„	58,7	1,1
„	59,6	?	„	58,7	1,1

Dostarczane mosiądze należą do typu półtwardego, czyli pręty te ulegały pewnemu zgniotowi na zimno. Zjawisko to komplikuje sprawę, gdyż stopień zgniotu poszczególnych prętów nie jest jednakowy: zależy on od średnicy pręta po wyjściu z pod prasy (dokładność surowych prętów około $\pm 0,3$ mm) i po ostygnięciu oraz od wymaganej średnicy ostatecznej. Ponieważ te właśnie małe różnice stopni zgniotu (przy ogólnym małym stopniu zgniotu) mają znaczny wpływ na własności mechaniczne, więc przeprowadzone próby na rozciąganie dały rzeczywiście znaczne odchylenia wzwyż od przepisowej minimalnej wytrzymałości 39 kg/mm².

Na wykresach zamieszczonych na rys. 3 podaję ogólne zestawienie własnych wyników prób mechanicznych oraz niektórych wyników prób, wykonanych w wytwórniach.

Na 215 pomiarów wytrzymałości, największa ilość próbek (32) wykazała wytrzymałość równą $43 \pm 0,5$ kg/mm². Większość próbek (200) wykazała R od 39 do 50 kg/mm², 6 próbek — R niższe od dopuszczalnego < 30 kg/mm², zaś 9 — bardzo wysokie $R > 52$ kg/mm².

Analogicznie i przydłużeniu próbek wykazuje znaczne odchylenia od najczęściej spotykanego wyniku $24 \pm 0,5\%$ i obejmuje zakres od 15 do 60%. Większość próbek wykazuje A od 19 do 28 i od 33 do 35%, przyczem pierwsza grupa jest znacznie liczniejsza.

Charakterystyczne jest, że wyniki wytwórni I, oznaczone kółkami, dają wyższe R i A , zaś wytwórni II — oznaczone krzyżykami — niższe, lecz są więcej zbliżone do siebie. Próbkę rozerwaną na miejscu, obejmującą obydwie wytwórnie, wykazują to samo zjawisko, co jednakże nie zostało uwidocznione na wykresie.

Zgodnie z powyższymi wynikami, pomiary twardości wykazują taką samą rozbieżność wyników. Na 159 pomiarów początkowych mamy tylko 18 o takim samym wyniku ($120 \pm 1,5$ kg/mm²), pozostałe obejmują zakres od 95 do 130 kg/mm²; w dwóch zaś wypadkach otrzymano wynik wyjątkowo niski (85) i wysoki (145 kg/mm²).

Pomiary wytrzymałości wykonywano na próbkach proporcjonalnych ($l = 10 d$), przyczem pręty o średnicy do 17 mm były obtaczane do wymaganych wymiarów, zaś pręty o średnicy większej przecinano wzdłuż na 2 części i próbki obtaczano do wymaganych wymiarów.

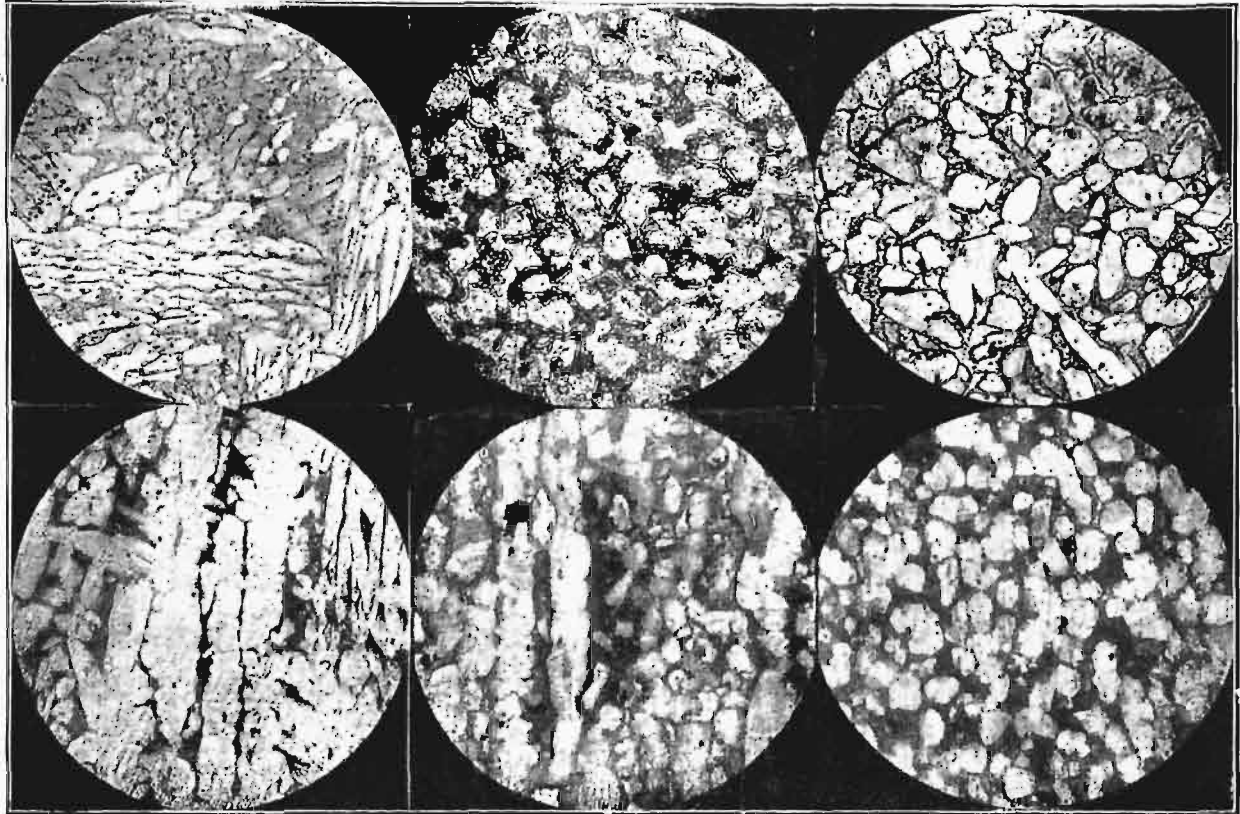
Przy pomiarach twardości, badania przeprowadzono kulką 10 mm (3000 kg) i 5 mm (1000 kg), ze względu na wymiary próbek. Ze względu na niezupełną zgodność wyników przy tych zamianach, pomiary twardości nie są zupełnie ści-

PLANSZA II. GRUPA III. Pow. 67 X.

e
 $R = 41 \text{ kg/mm}^2, A = 22\%,$
 $C = 53\%, B = 128^\circ(?)$

f
 $R = 45 \text{ kg/mm}^2, A = 33\%,$
 $C = 52\%, B = 104^\circ.$

g
 $R = 46 \text{ kg/mm}^2, A = 30\%,$
 $C = 38\%, B = 105^\circ.$

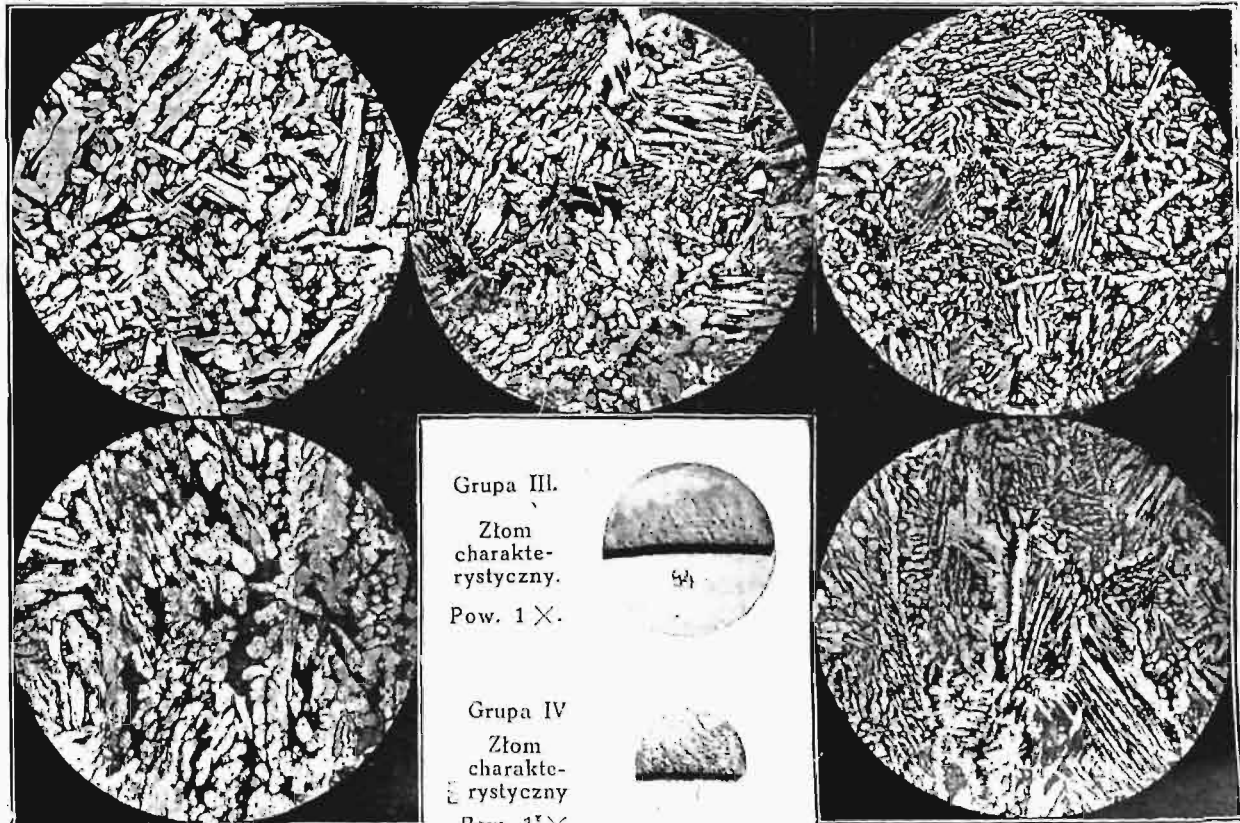


PLANSZA III. GRUPA IV. Pow. 67 X.

h
 $R = 43 \text{ kg/mm}^2, A = 36\%,$
 $C = 46\%, B = 99^\circ.$

i
 $R = 45 \text{ kg/mm}^2, A = 38\%,$
 $C = 56\%, B = 105^\circ.$

j
 $R = 63 \text{ kg/mm}^2, A = 35\%,$
 $C = 54\%, B = 106^\circ.$



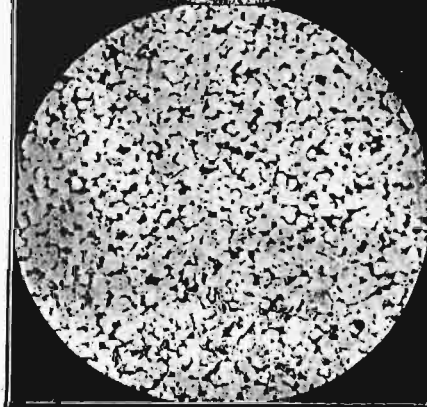
hh

ii

PLANSZA I. GRUPA I.

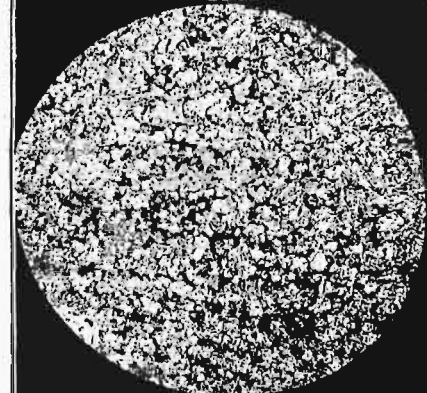
a

$R = 29 \text{ kg/mm}^2, A = 23^\circ,$
 $C = 57\%, B = 125^\circ.$



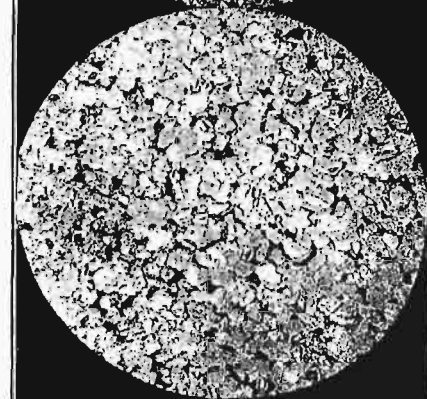
b

$R = 42 \text{ kg/mm}^2, A = 25^\circ,$
 $C = 46\%, B = 125^\circ.$



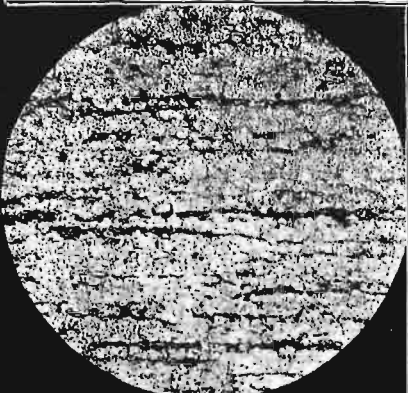
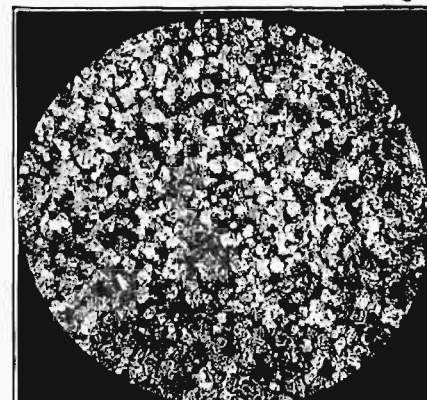
c

$R = 44 \text{ kg/mm}^2, A = 26^\circ,$
 $C = 43\%, B = 122^\circ.$

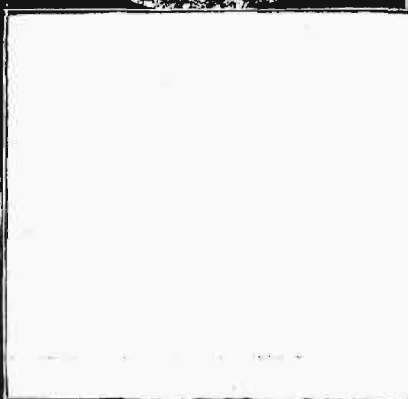


d

$R = 49 \text{ kg/mm}^2, A = 18^\circ,$
 $C = 24\%, B = 121^\circ.$



bb



dd

Grupa I.
Złom
charakterystyczny
Pow. 15X.



Plansza I do art. Inż. W. Loskiewiczza „O krajowych mosiądzach typu 60% Cu do obróbki na automatach”.

się, lecz noszą charakter raczej orientacyjny. Przeprowadzić wszystkie próby po raz wtóry przy takich samych warunkach, np. 5 mm (250 kg) nie mogłem, ze względu na brak materiału i zużycie poprzednich próbek.

Wobec tego, że różnice stopnia zgniotu mogą nie być jedyną przyczyną (poza składem chemicznym) wahań własności mechanicznych, przeprowadziłem jednocześnie badania mikroskopowe nadesłanych prętów.

W tym celu przygotowano przeszło 200 szlifów nadesłanych prętów, przeważnie w przekroju poprzecznym i częściowo w podłużnym.

Początkowo zamierzano przeprowadzić podział szlifów, kierując się ilością odmiany β , jej rozmieszczeniem i wielkością ziarn. Przy tym podziale zauważyliśmy, że można grup takich znaleźć 10, przyczem jednak przydział znacznej ilości szlifów do poszczególnych grup nasuwał ogromne trudności, ze względu na budowę pośrednią, i nie było zgodności opinii poszczególnych obserwatorów co do ich przydziału. Pozatem niektóre grupy były reprezentowane przez pojedyncze szlify.

Z tych względów zaniechaliśmy takiego różniczkowania i przegrupowaliśmy szlify, kierując się tylko charakterystyczną budową i wielkością ziarn, zaś uszeregowanie podług wielkości przeprowadzając w poszczególnych grupach.

W ten sposób znaleźliśmy, że zasadniczych grup można znaleźć cztery i tylko 10 szlifów (na 192 poprzednich) nie udało się w te grupy umieścić. Jednakże zasadniczo te wszystkie 10 szlifów posiadają ten sam typ i możnaby je przyjąć jako typ V grupy, ale ze względu na to, że są to szlify wykonane z zewnętrznej warstwy grubszych prętów, których rdzenie należą przeważnie do grupy I i mają zasadniczo budowę analogiczną, typu tego nie wprowadzamy.

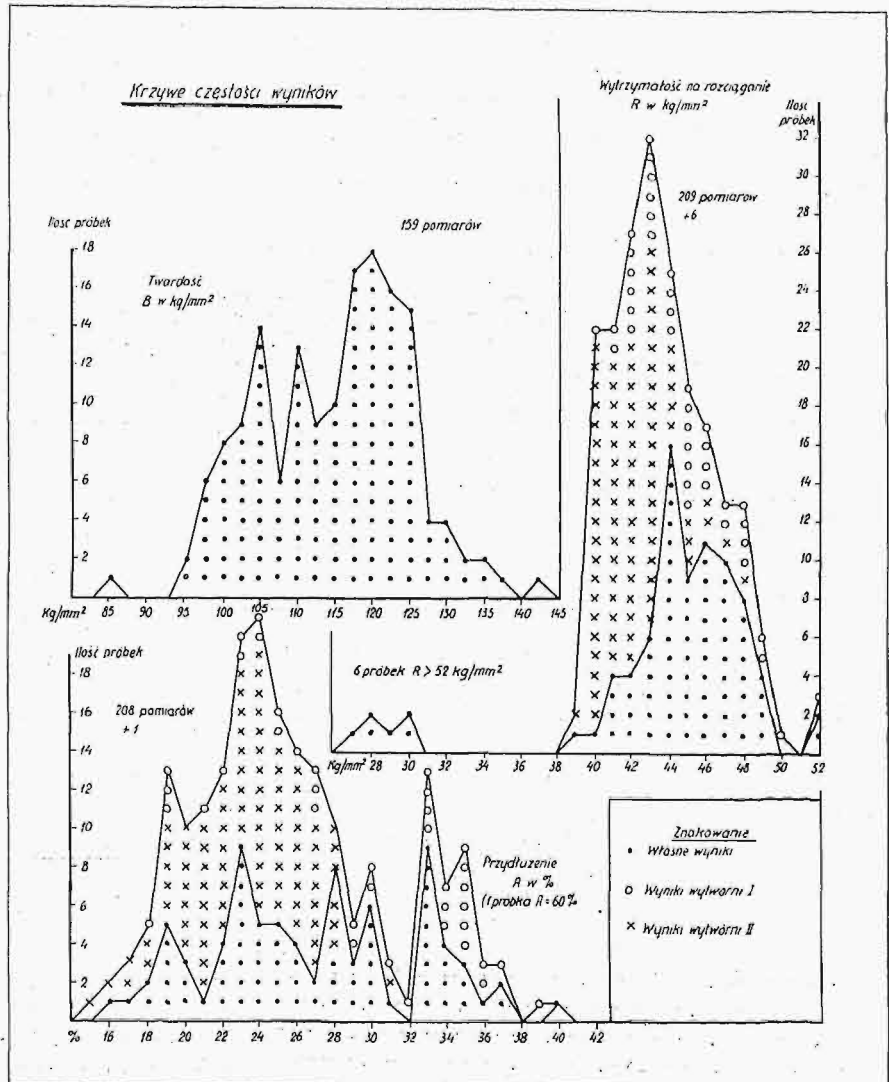
Jednocześnie zauważyliśmy, że poszczególne wytwórnie mają uprzywilejowane typy: wytwórnia I — typy I, II i IV, a tylko pięć szlifów było typu II (który różni się od typu I tylko wielkością ziarn); wytwórnia II — typ II i cztery szlify typu I, zaś osiem typu IV.

Dla scharatkeryzowania więc wytwórczości poszczególnych wytwórni, zebraliśmy na podanych poniżej wykresach i planszach typy poszczególnych wytwórni razem i w tej kolejności rozpatrujemy je szczegółowo.

Przedtem jednak parę ogólnych uwag o tych wykresach.

Na osi poziomej podane są numery szlifów,

którym odpowiadają dane wytrzymałościowe na osiach pionowych. Liczby większe miały oznaczać te próbki, których mikrofotografie miały być załączone, jednakże ze względu na to, że mikrofotografie te nie zawierają nic szczególnie nowe-



Rys. 3.

go, zredukowano potem ich ilość.

Przy poszczególnych próbkach, które zostały zanalizowane, podana jest zawartość miedzi (zaokrąglona do $\pm 0,5\%$). Porównując je z tabelą I, można dowiedzieć się o zawartości ołowiu.

U góry podane są średnice prętów, z których próbki obtoczono. Niektóre próbki wytrzymałościowo nadesłano już obrabione; w tych wypadkach średnica pręta oznaczona jest znakiem zapytania.

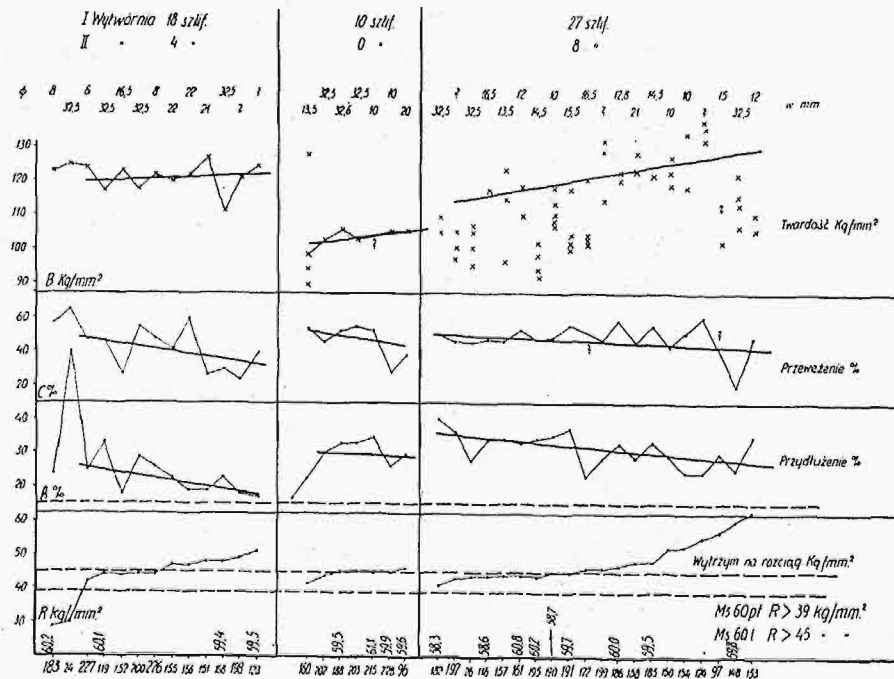
Przerwane linje poziome przy R oznaczają: dolna — dolną granicę tolerancji ($R = 39 \text{ kg/mm}^2$) dla mosiądzu półtwardego Ms 60 pt, zaś górna ($R = 45 \text{ kg/mm}^2$) — dolną granicę następnego typu — mosiądzu twardego Ms 60 t^{*}). Dla A linja ta zaznacza najniższe dopuszczalne przydłużenie (15%).

Krzywe przydłużenia, przewężenia i twardości mają tak nieregularny przebieg, że przeprowadzenie jakiejś średniej krzywej nie było możli-

* Dostarczany mosiądz miał być typu Ms 60 pt.

we. Przeprowadziliśmy tylko „ogólnie kierunkową” prostą dla A i C, zaś dla B nie zawsze to było możliwe. Tak np., w grupie II podajemy górną i dolną granicę dla szeregu pomiarów, przyczem stwierdzono, że pomiary na szlifach poprzecznych dawały niższą twardość, niż na szlifach podłużnych. Możliwe, że taka rozbieżność pomiarów twardości powstała i z tego powodu, że przy pierwotnie przeprowadzanych pomiarach nie zwracano na to uwagi.

W mikrofotografiach użyto powiększenia $200\times$ (na rysunkach $135\times$), z wyjątkiem grupy IV oraz



Rys. 4.

kilku szlifów, gdzie to będzie zaznaczone. Powiększenie to jest zbyt duże dla szlifów podłużnych, lecz przy pozostałych szlifach pozwala zobaczyć rozmieszczenie β , co przy mniejszym powiększeniu, np. w grupie I, nie było możliwe. Do wytrawiania użyto następującego roztworu: $90\text{ cm}^3\text{ H}_2\text{O} + 10\text{ cm}^3\text{ HCl}$ (c. wł. 1,19) + 4 g CrO_3 .

Wytwórnia I, grupy I, III i IV, rys. 4 a, b, c, mikrofotografie od a do j (plansze I, II i III).

Grupa I. (plansza I, rys. 4a).

Charakterystyczną budową tej grupy na szlifach poprzecznych jest rozmieszczenie zaokrąglonych wysepek ciemno-czarnego β pomiędzy ziarnami α .

Dla szlifów podłużnych: wyciągnięte pasma kryształów α i β . Mikrofotografia a, szlif Nr. 183, odnosi się do próbki, która wykazała R mniejsze od dopuszczalnego (29 kg/mm^2). Ze względu na niskie A , możliwe jest, że w próbce tej była jakaś miejscowa wada, czego nie mogłem stwierdzić z powodu zużycia tej próbki przed rozpoczęciem moich badań.

Mikrofotografie b i bb odnoszą się do szlifów poprzecznego i podłużnego Nr. 227. Jest to próbka o najniższej z próbowanych wytrzymałości w granicach tolerancji ($R = 42\text{ kg/mm}^2$). Budowa tego szlif jest bardziej drobnoziarnista w porównaniu z poprzednią.

Mikrofotografia c, szlif Nr. 226, odpowiada

próbce, której wytrzymałość leży na granicy górnej tolerancji K . Ilość β jest trochę większa.

Mikrofotografie d i dd, szlif Nr. 198, odpowiadają próbce prawie o najwyższej wytrzymałości ($R = 49\text{ kg/mm}^2$) w tej grupie. Ilość β jest znacznie większa niż na poprzednich (szczególnie przy podłużnych szlifach bb i dd). Na podłużnym przekroju (dd) wyciągnięcie w warstwy nie jest tak widoczne i obydwa przekroje mają podobną budowę.

Grupa III (plansza II, rys. 4b).

W grupie III tło stanowi β , zaś α występuje w postaci wysp, przyczem kontury α nie są tak wybitnie iglaste, jak w następnej grupie.

Pomimo dość rozmaitej budowy, własności mechaniczne są stosunkowo bardzo równomierne. Najniższą wytrzymałość wykazała próbka Nr. 160, mikrofotografie e i ee. Budowa iglasta jest dość wybitna na szlifie poprzecznym, jednakże na podłużnym ee budowa jest wybitnie warstwowa i gruboziarnista.

Mikrofotografie f i ff szlif Nr. 188 wykazują w przekroju poprzecznym budowę podobną do grupy I, jednakże składnik β tworzy prawie całkowitą siatkę, podczas gdy w grupie I — tylko wyspy. Szlif podłużny wykazuje jednocześnie budowę warstwową i kryształową mniej wyciągniętą.

Szlif Nr. 96, mikrofotografie g i gg wykazują zbliżoną budowę obydwu przekrojów, ilość β jest większa niż w poprzednich, wielkość ziarn jest mniejsza.

Równoległe ze wzrostem drobnoziarnistości i ilości β , wzrasta wytrzymałość z 41 kg/mm^2 na 45 kg/mm^2 i 46 kg/mm^2 .

Grupa IV (plansza III, rys. 4c).

Charakterystyczną cechą tej grupy jest iglasty układ α na tle β , niezależny od kierunku szlif. Z powodu stosunkowo znacznej różnicy budowy w poszczególnych miejscach, przy fotografowaniu użyto powiększenia mniejszego (100-krotnie), aby mieć większe pole widzenia.

Szlif Nr. 197, mikrofotografie h i hh, wykazał stosunkowo niską wytrzymałość ($R = 43\text{ kg/mm}^2$). Na szlifie podłużnym odczuwa się pewien kierunek wydłużenia. Wielkość ziarn jest stosunkowo znaczna.

Szlif Nr. 191, mikrofotografia i, wykazał wytrzymałość odpowiadającą minimum dla mosiądzu twardego, a nie półtwardego, jak jest wymagane ($R = 45\text{ kg/mm}^2$).

Szlif Nr. 153, mikrofotografie j i jj, odnosi się do próbki, która wykazała najwyższą wytrzymałość nie tylko w tej grupie, ale i pomiędzy wszystkimi próbowanymi: $R = 63\text{ kg/mm}^2$. Niezrozumiała jest jej niska twardość.

Wytrzymałość wzrasta w tej grupie w miarę wzrostu drobnoziarnistości i ilości β .

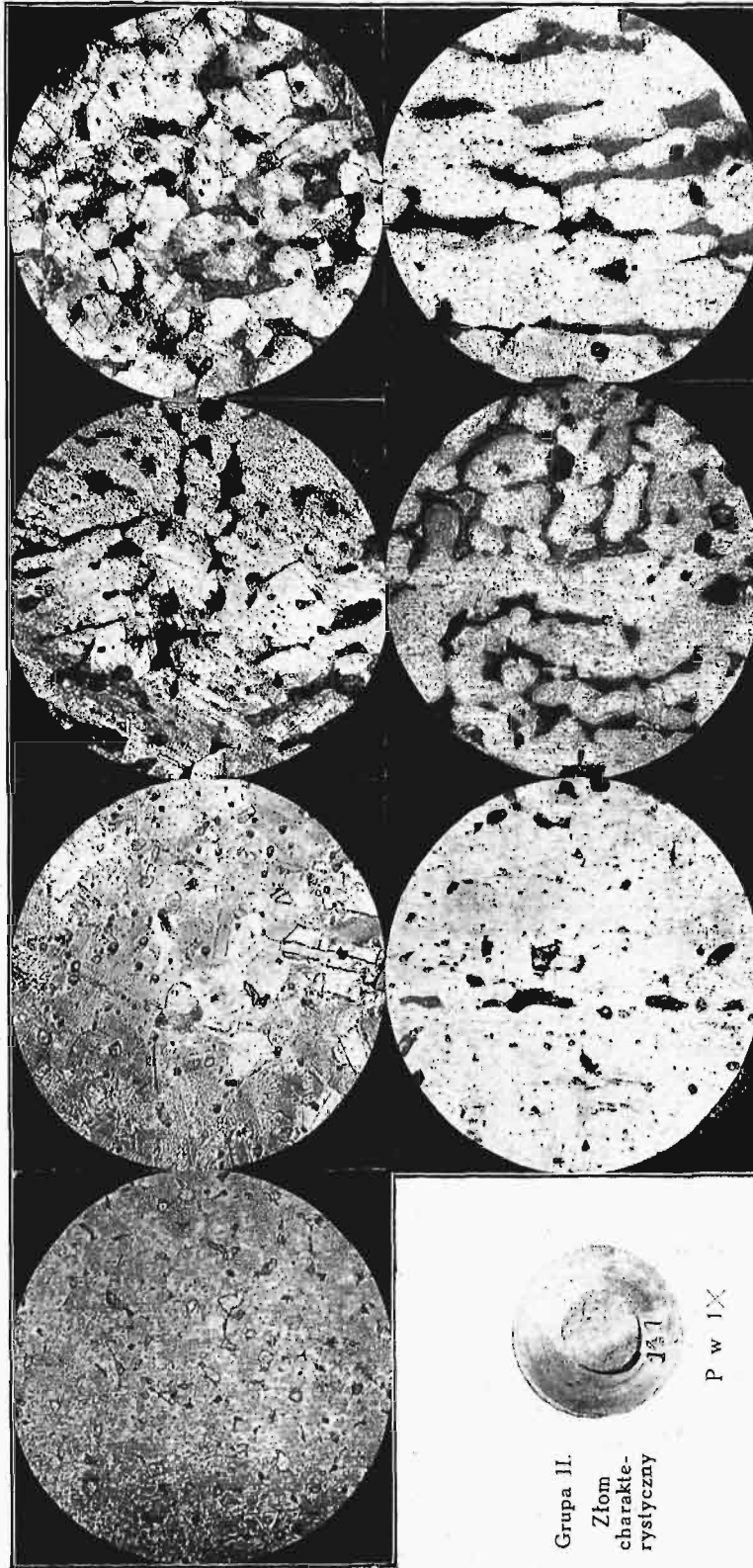
PLANSZA IV. GRUPA II

k
 $R = 28 \text{ kg/mm}^2, A = 30\%,$
 $C = 70\%, B = 118^\circ.$

l
 $R = 41 \text{ kg/mm}^2, A = 33\%,$
 $C = 55\%, B = 102^\circ.$

n
 $R = 45 \text{ kg/mm}^2, A = 38\%,$
 $C = 46\%, B = 110^\circ.$

o
 $R = 48 \text{ kg/mm}^2, A = 28\%,$
 $C = 52\%, B = 120^\circ.$



Grupa II.
 Złom
 charakterystyczny

P w 1 X

il

nn

oo

Plansza IV do art. Inż. W. Łoskiewicza „O krajowych mosiądzach typu 60% Cu do obróbki na automatach”.

Wytwórnia II, grupa II, rys. 5, mikrofot. od k do o (plansza 4).

Cechą charakterystyczną tej grupy są wyspy β na tle α , tak jak w grupie I, jednakże wielkość ziarn jest tu znacznie większa.

Mikrofotografia *k*, szlif Nr. 60, wykazuje bardzo małą ilość β , zaś wytrzymałość tej próbki była niższa od dopuszczalnej ($R = 28 \text{ kg/mm}^2$).

Analogiczną budowę wykazuje i szlif Nr. 233, mikrofotografie *l* i *ll*, którego wytrzymałość leży już w granicach tolerancji ($R = 41 \text{ kg/mm}^2$).

Następny szlif, Nr. 100, mikrofotografie *n* i *nn*, wykazuje dalszy wzrost ilości β , przyczem na przekroju podłużnym (*nn*) widoczna jest budowa warstwowa i również znaczne ilości β . Wytrzymałość tej próbki leży już w zakresie wymagań, stawianych dla mosiądzu twardego ($R=46 \text{ kg/mm}^2$).

Najwyższą, prawie wytrzymałość w tej grupie wykazała próbka o szlifie Nr. 245, mikrofotografie *o* i *oo* ($R = 48 \text{ kg/mm}^2$), w której ilość β jest najwyższą.

Widzimy więc, że pod względem budowy różnorodność jest dość znaczna. Niezależnie od budowy, otrzymujemy wyniki wytrzymałościowe nie raz prawie takie same. W poniższej tabeli zebraliśmy minimalne i maksymalne wyniki dla poszczególnych grup oraz ich średnie (wyniki poniżej dopuszczalnych nie zostały uwzględnione).

Tabela III.

Grupa	R kg/m ²			A %			C %			B kg/mm ²			U w a g i
	min.	średn.	max.	min.	średn.	max.	min.	średn.	max.	min.	średn.	średn.	
III	41	44,4	46	17	30	35	28	46	54	90	103	105	4 próbki mają R poniżej 39 kg/mm ² 2 próbki mają R poniżej 39 kg/mm ²
II	41	45,3	49	16	25	37	24	38	56	93	113	130	
I	42	46,2	52	17	21	34	24	39	62	111	120	127	
IV	41	48,4	63	23	30	40	18	47	60	93	111	137	

Średnie dla poszczególnych grup charakteryzują do pewnego stopnia poszczególne grupy strukturalne (mogą służyć jako wartości orientacyjne), jednakże — jakśmy to już widzieli na poszczególnych wykresach — te własności mechaniczne zależą wewnątrz grupy od ilości β i odchylenia od tej średniej są bardzo znaczne.

Grupa I posiada wyższą wytrzymałość i twardość od grupy II, zaś własności plastyczne — trochę niższe. Grupa III, posiadając dość nierównomierną budowę (co przy użytem powiększeniu nie zostało uwidocznione), posiada najniższe *R* i *B*, lecz pod względem zdolności do odkształceń jest zbliżona do grupy IV, która jednocześnie posiada i najwyższe *R*.

Jak to więc widać ze wszystkich powyższych badań, omawiane mosiądze — pomimo dość zbliżonego składu chemicznego — posiadają ogromną różnorodność własności mechanicznych i rozmaitość budowy mikroskopowej. Przyczyny tego należy szukać, jak już zaznaczono, w niejednakowym stopniu zgniotu i niejednakowych warunkach termicznych podczas procesów wyrobu.

Wpływ stopnia zgniotu na własności mechaniczne mosiądzu tego typu badali Wieland i Körber. Znaleźli oni dla mosiądzu o składzie 60,05% Cu, 0,2% Pb, 0,16% Fe oraz 59,25% Cu, 0,21% Pb i 0,16 Fe dane następujące:

Tabela IV.

Obróbka	Mosiądz 60% _o -wy			Mosiądz 59% _o -wy		
	R kg/mm ²	A %	B kg/mm ²	R kg/mm ²	A %	B kg/mm ²
Wyżarzony . .	39,1	44,8	61	—	—	—
Zgnieciony o 15% _o	47,9	23,5	93	43,9	26,2	93
„ „ 30% _o	54,7	15,8	124	51,5	15,1	124
„ „ 50% _o	63,3	8,6	141	59,9	7,4	121

Dane powyższe odnoszą się do blach, a nie do prętów. Stopień zgniotu obliczano na podstawie wzoru: stop. zgn. = $\frac{S-s}{S} \times 100$, gdzie *S* — grubość początkowa, a *s* — końcowa.

Wpływ obróbki termicznej na wygląd szlifu ilustrują mikrofotografie *m*, *mw*, *mh*, *mwp* i *mhp* (plansza Nr. 5).

Próbkę o szlifie Nr. 36 przecięto przez pół i poddano różnym zabiegom termicznym.

Mikrofotografia *m* pokazuje budowę materiału w stanie dostarczonym. Należy on do II grupy.

Obie połówki szlifu 36 nagrzano do 850° i przezprzymano przez 30 minut w tej temperaturze.

Jedną z nich wyjęto z pieca i ostudzono szybko przez zanurzenie w wodzie, przez co uzyskano budowę pokazaną na mikrofot. *mh*, pow. 200. Użytkaliśmy tę budowę z tego powodu, że temperatura małej próbki spadła dość znacznie przez zetknię-

cie się ze znaczną masą zimnych szczypiec. Temperatura hartowania była więc już niedostatecznie wysoka, aby uzyskać budowę zahartowanego rozтворu β , lecz tylko jego produkt częściowego rozpadu, t. j. mieszaninę drobnoziarnistych $\alpha + \beta$, przyczem α występuje pod postacią igiełek.

Druga połowa stygła razem z piecem. Uzyskana budowa pokazana jest na mikrofot. *mw*. I w tym wypadku mamy budowę iglastą, lecz nadzwyczaj gruboziarnistą. Obydwie powyższe połówki poddano potem ponownie ogrzewaniu przez 96 godz. przy 440° *). Uzyskana budowa z połówki dawniej szybko studzonej pokazana jest na mikrofot. *mhw*, zaś powoli studzonej — na mikrofot. *mpw*.

Z powodu braku materiału, nie można było stwierdzić wpływu obróbki termicznej na własności mechaniczne. Stwierdziliśmy tylko twardość próbek *m*, *mw* i *mh*. Materiał w stanie dostarczonym a więc zgnieciony na zimno, wykazał najwyższą twardość 115° *B*, materiał powoli studzony — najniższą 79° *B*, zaś szybko studzony — prawie taką, jak materiał dostarczony, 112° *B*.

Jednakże obróbka termiczna, jako taka, nie może objaśnić powstawania budowy ziarnistej, przeważającej w naszych mosiądżach.

*) Dla uniknięcia strat cynku przy takim długim nagrzewaniu, umieszczono próbki w szczelnie zamkniętym cylindrze mosiężnym.

Hinzmann objaśnia powstawanie tej budowy niską temperaturą podczas prasowania. Zaobserwował on mianowicie, że przy długich prętach początek pręta ma budowę iglastą, podczas gdy koniec pręta (otrzymywany wówczas, gdy prasowany blok już znacznie ostygł) posiada budowę ziarnistą. Środkowe części mają budowę przejściową. Poniżej przytaczam jego dane dla mosiądzu o składzie 58% Cu, 2% Pb i reszta Zn.

Tabela V.

	R kg/mm ²			A %			B kg/mm ²			Budowa
	min.	średn.	max.	min.	średn.	max.	min.	średn.	max.	
Początek pręta	42	44	50	22	40	44	82	88	98	iglasta
Koniec pręta	44	46	48	22	32	39	89	96	100	ziarnista

Z powyższego wynika, że na własności tych mosiądźców mają wpływ:

- 1) skład chemiczny,
- 2) temperatura prasowania,
- 3) szybkość stygnięcia,
- 4) stopień zgniotu przy kalibrowaniu.

Dzięki zmienności tych czterech czynników, można z tego samego materiału uzyskiwać próbki o rozmaitych własnościach, zaś z odmiennych — takie same.

Pozatem na ograniczenie wskazanej rozpiętości wyników wytrzymałościowych wpłynęłoby dodatkowo, gdyby odbiór tych prętów był inaczej zorganizowany. Obecnie odbiorowi ulega partja ograniczona tylko ilością kilogramów. W takiej partji mamy więc pręty o najrozmaitszym składzie i rozmaitej średnicy.

Obecnie odbiorca wybiera 2% prętów na wagę i poddaje je oględzinom zewnętrznym i próbie zło-

mu, zaś analizie chemicznej i próbie na rozciąganie poddaje co najmniej po 1 pręcie na każdym 1000 kg jednego kalibru.

Wobec tego jednakże cośmy widzieli, uzyskuje się przez to pojęcie wyłącznie tylko o tych prętach, które się poddało próbie, gdyż pozostałe mogą wykazać zupełnie inne własności. Jest pewne prawdopodobieństwo (dość zresztą problematyczne), że i pozostałe pręty będą miały te same własności, ale żadnej pewności niema. Należałoby zwiększyć

ilość prętów, poddawanych oględzinom i złomowi oraz wprowadzić próbę twardości poszczególnych prętów. Takie próby indywidualne są stosowane w niektórych wytwórniach zagranicznych dla stali, więc przypuszczam, że opłaciłyby się i dla mosiądzu, zwłaszcza wówczas, gdy odbierany materiał nie będzie natychmiast przerobiony w przetwórnicy.

Dzięki uprzejmości tych przetwórci, przytaczam poniżej 11 mikrofotografij z takich „wadliwych” przyjętych prętów na planszach VI i VII.

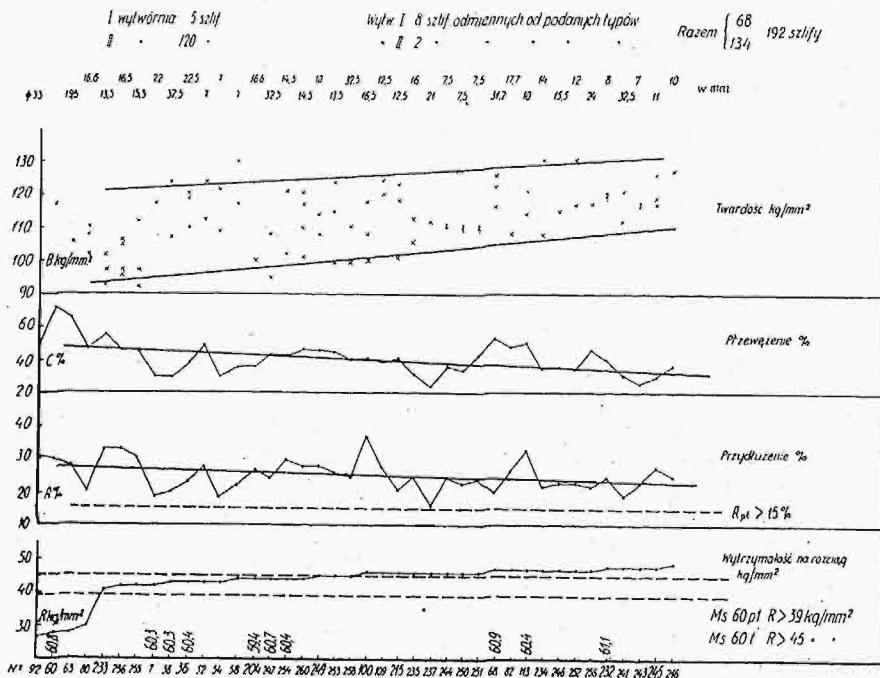
Mikrofotografia Nr. 1 (pl. V) podaje nam przekrój pręta, który został uznany przez przetwórcę za zbyt miękki (M 7), zaś Nr. 2 — za zbyt twardy (T 5).

Fot. Nr. 3 a i b odnosi się do tej samej próbki, której brzegi zewnętrzne miały budowę zupełnie odmienną. Próbka ta (T 5) uznana była za zbyt twarda.

Fot. Nr. 4 pokazuje wewnętrzny pusty kanał, wykryty dopiero po przecięciu pręta (M 3).

Fot. Nr. 5 (pow. 135) i 6 (pow. 35) daje pojęcie o wielkości kryształów, jakie czasem się spotyka w tych prętach (Nr. 1). Pozatem ilość α i β jest znikoma, zaś ilość ołowiu — bardzo duża.

Na planszy VII, fot. Nr. 1 podaje wygląd zewnętrzny kilku prętów które się „łuszczyły” przy prostowaniu. Na fot. Nr. 2 (pow. 350) widzimy, że te nadpęknięcia sięgają bardzo głęboko w materiał. Tę samą wadę „łuszczenia się” posiadają i pręty przedstawione na fot. Nr. 3 i 4, jednakże zewnętrz-



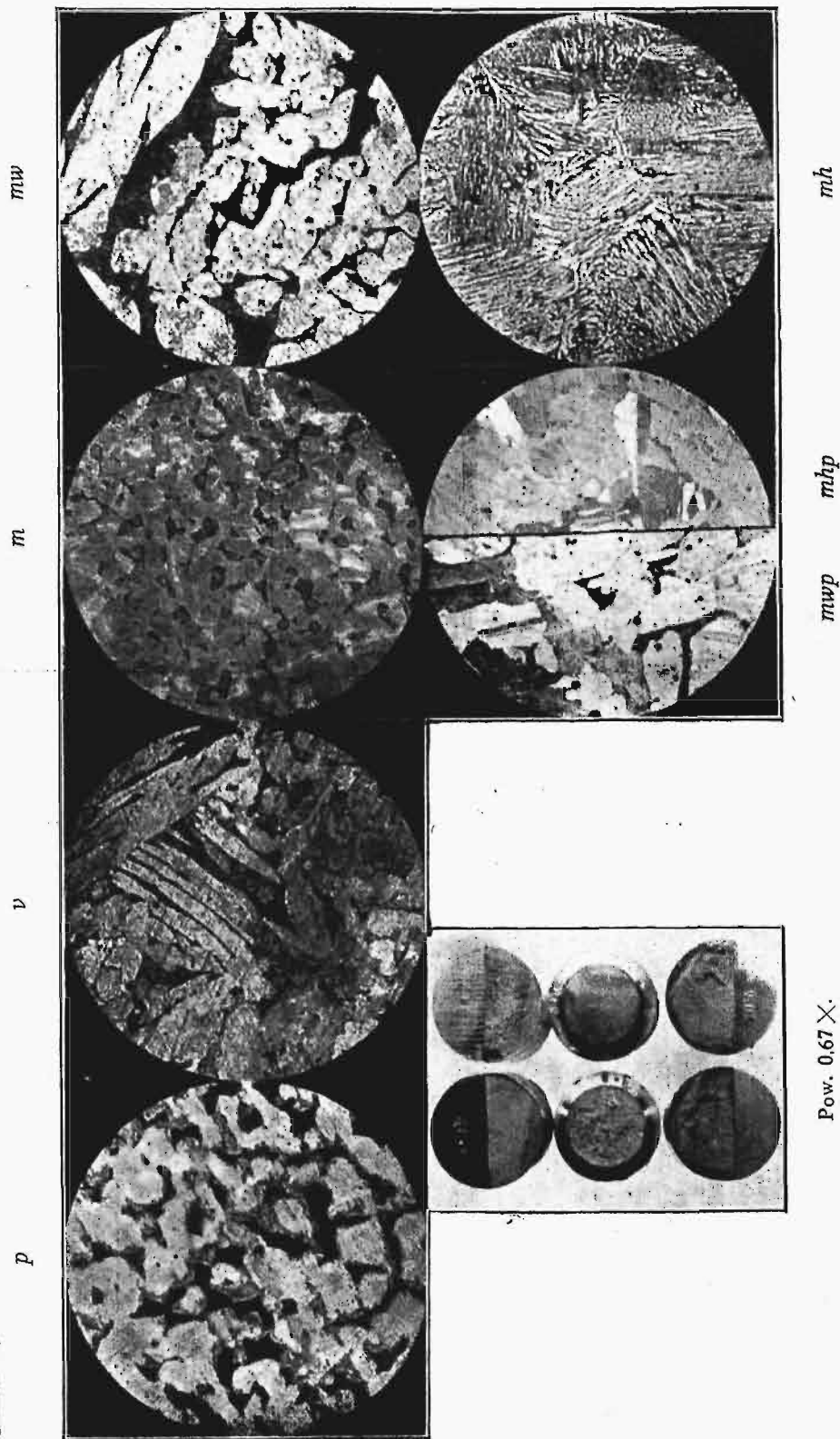
Rys. 5.

Ponieważ jednak pręty przeznaczone do obróbki na automatach powinny posiadać możliwie zbliżone własności, zaobserwowana przez nas rozpiętość tych własności jest zjawiskiem ujemnym.

Jednym ze sposobów zmniejszenia tej rozpiętości jest proponowane przezemnie zmniejszenie tolerancji składu chemicznego. W związku z powyższym, łatwiej będzie trzymać się tych samych warunków termicznych podczas fabrykacji, a przez to ujednostajni się wpływ czynników 2 i 3.

Przy ujednostajnieniu warunków termicznych, pręty surowe będą posiadały bardziej jednolite wymiary, a wobec tego ujednostajni się i stopień zgniotu podczas kalibrowania.

PLANSZA V.



Pow. 0.67 X.

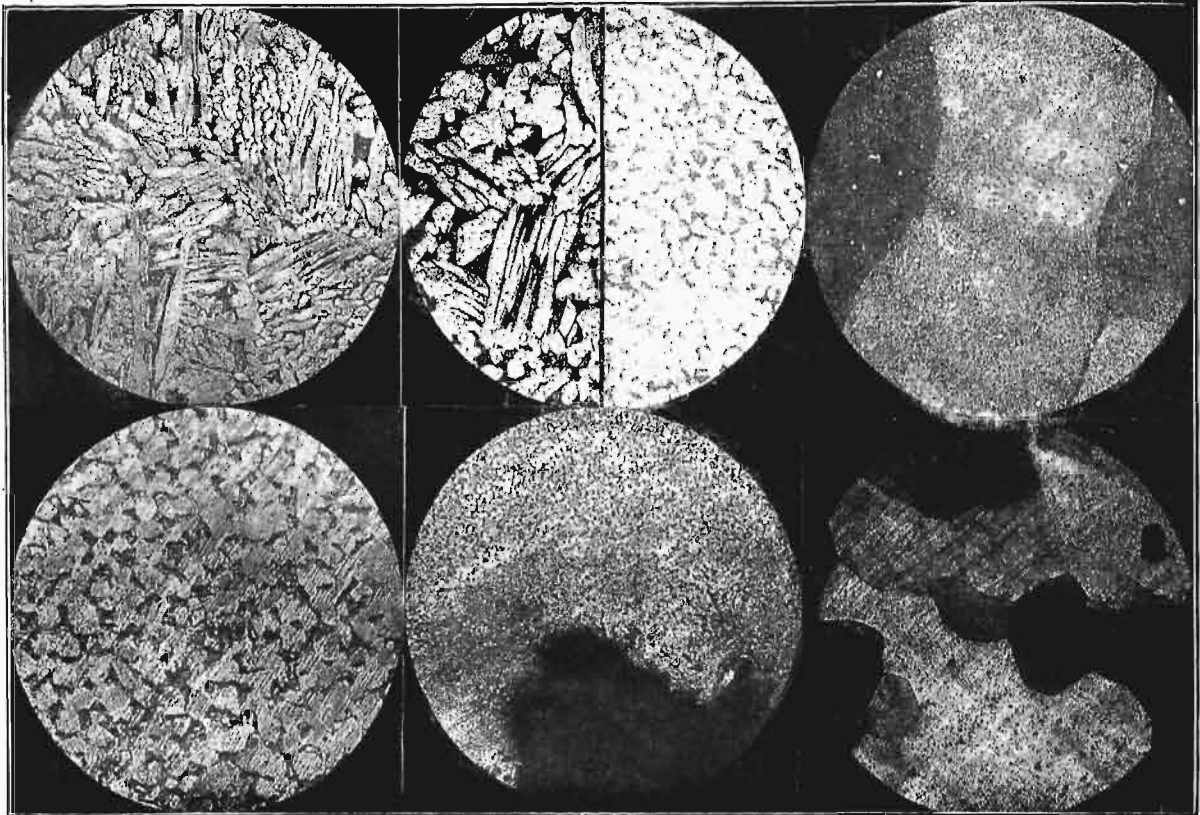
Plansza V do art. Inż. W. Łoskiewiczza „O krajowych mosiądzach typu 60% Cu do obróbki na automatach”.

PLANSZA VI.
Pow. 67 X. 1

3a

3b

5



2

Pow. 350 X.

4

Pow. 67 X.

6

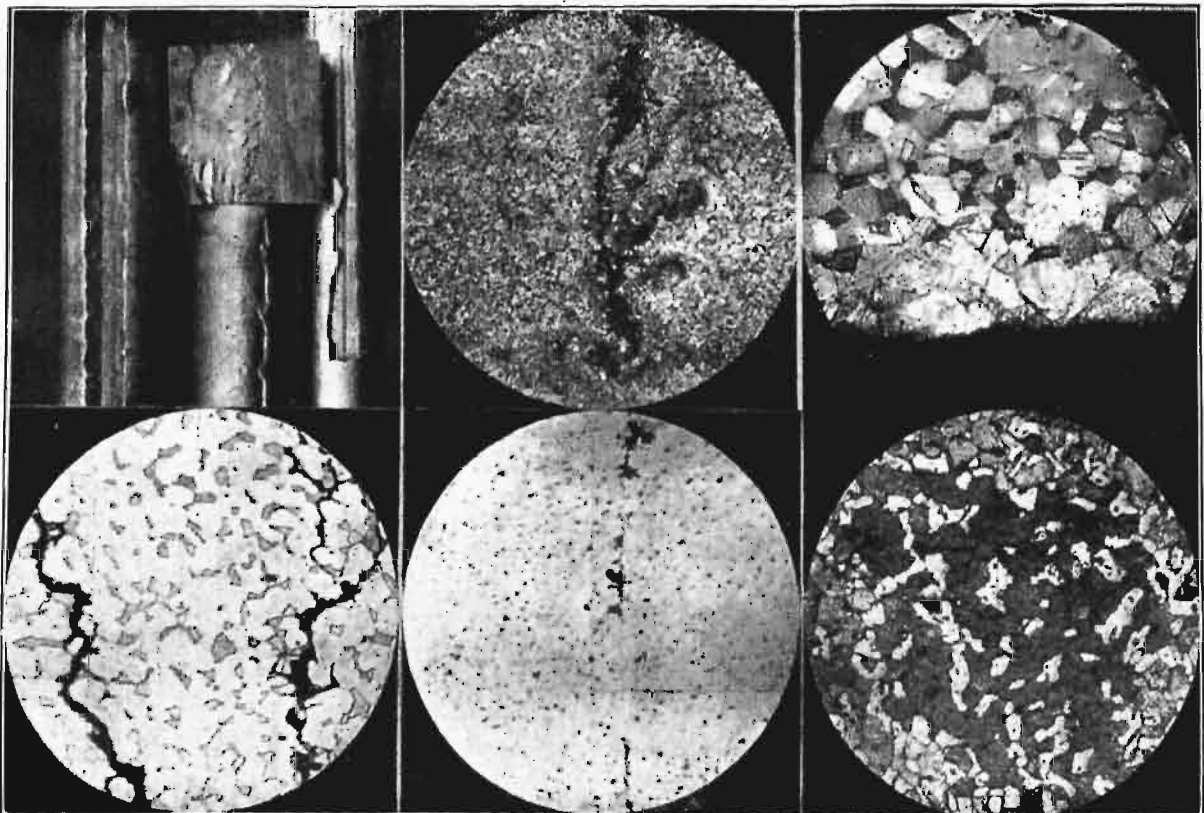
Pow. 35 X.

PLANSZA VII.

1

3

5



Traw NH_3 . 2

Pow. 350 X. 4

6

Tabela VI.

Przyczyna odrzucenia	Znak próbki	R kg/mm ²	A o/0	C o/0	B kg/mm ²	Wygląd szlif	Uwagi	
Za miękki	M3 M5 M7	47,9 43,6 44,5	28,5 34,7 32,8	25,4 32,9 32,5	111 106 106,5	Normalny ziarnisty Iglasty gruboziarnisty	Po przecięciu, znaleziono otwór w środku Po zerwaniu — powierzchnia chropowata	
Za twarde	T3 T5 T7	49,7 52,6 49,9	25,8 21,8 26,7	31,7 24,6 27,6	120 130,5 120	Jeden brzeg iglasty, drugi ziarnisty, dość dużo β Bardzo drobna ziarnista budowa, dość dużo β Statka β		
Pęknięcie zewn.	IC IE IH	50,5 48,0 49,1	10,6 6,3 6,3	7,5 8,3 8,7	142,5 130,5 130,5	Pęknięcie bardzo głębokie, drobne ziarno		
Wady powierzchniowe	IB ID IA XI	45,4 45,3 — —	27,8 31,4 — —	25,2 29,1 — —	120 115,5 130,5 130,5	Nierównomierna wielkość ziarn } nadpęknięcie " " " " } Bardzo mało β, nadpęknięcia	Z powodu zbyt głębokiego wydarcia, nie można było wytoczyć próbek	
Zewn. wady niewidoczne	IIA IIC IIE IID IIH IIB XII XIII	51,0 50,8 41,6 46,1 41,2 — 45,6 45,1	25,3 22,5 32,4 26,7 32,2 — 24,6 23,1	33 22 33,3 24,8 32 — 24,6 21,6	126 126 120 111 111 111 120 120	Normalny, drobne ziarno Ziarnisty, skupienia otowiu Dość grube ziarno Gruboziarnisty Dość gruboziarnisty, bardzo mało β " " " skupienia otowiu Prawie tylko α Ziarnisty, mało α, trochę więcej β	Za mało materiału na próbki	
Luszcze żyły się przy prostowaniu								
Bez podania przyczyn.	1	Nie robiono ze względu na brak materiału					Bardzo gruboziarnisty α, dużo otowiu	
	2						Mniej gruboziarnisty α	
	3						" "	
	4						Ziarnisty, skupienia otowiu	
	5						" "	
	6						Brzeg bez β	
	7						" "	
	8						" "	
	9						Bardzo dużo β	
	10						" "	
	11						" "	
	12						Pęknięcie, ziarnisty	

nie na nadesłanych odcinkach tych wad nie widać. Są tam gniazda ołowiu.

Fot. Nr. 5 pokazuje nam prawie zupełny zanik składnika β na powierzchni, zaś fot. Nr. 6 — materiały z przeważającą ilością β .

W tabeli VI zebrane są wyniki badań tych prętów.

Z tabeli tej wynika, że twardość powyżej $120^\circ B$ (serja T) nie jest pożądana; zaś poniżej $110^\circ B$ (serja M) — zbyt niska.

Nadpęknięcia podłużne (próbki I C, E i H) odbijają się ujemnie na przydłużeniu i przewężeniu, zaś na wytrzymałość nie wpływają (coprawda, ileby wytrzymała próbka bez nadpęknięcia — nie wiemy).

Niegłębokie wady powierzchniowe (pręt środkowy, fot. 1 pl. VII, próbki I B i D) po obtoczeniu znikają i nie odbijają się na własnościach mechanicznych. Przy zbyt głębokich wyzarciach (boczne pręty, fot. Nr. 1, pl. VII, próbki IA i XI) próbki na rozciąganie nie można było wytoczyć.

Kawałek nad pręt środkowym, fot. Nr. 1 pl. VII, pokazuje wygląd wewnętrzny powierzchni pękniętej. Pręt ten po odpiłowaniu odcinka rozpadł się na połowki.

Te wady powierzchniowe odbijają się bardzo ujemnie na pracy automatów.

Wady tego typu istnieją nie na całej długości pręta i dlatego na próbkach serji II, ani zewnętrznie, ani na szlifach, wad tych nie widać. Na niektórych tylko można spotkać skupienia ołowiu.

Powyższe przykłady dowodzą najlepiej, że odbioru prętów nie należy wykonywać sposobem procentowym, jak dotychczas, gdyż wówczas wślizgują się takie wadliwe pręty.

Ponieważ przy odbiorze tych prętów poddaje się pewien procent próbie na złamanie, chcieliśmy sprawdzić, czy ta próba złomu nie da jakich wskazówek co do własności mechanicznych prętów.

Próby takie są już bardzo stare i według poglądów obecnych dają bardzo mało, gdyż dla dostrzeżenia nieznacznych zmian w złomie trzeba mieć ogromną wprawę. Jest to jedna z owych „tajemnic majstrowskich”.

Gdyśmy zebrali nadesłane nam złomy, to początkowo mogliśmy ustalić zasadnicze trzy grupy złomów:

- 1) złomy muszłowate,
- 2) złomy ziarnisto-ziemiste,
- 3) złomy z wadami wewnętrznymi, jak żuźle, rozwarstwienia i t. p.

Złomy te pokazane są na planszy V.

Złom w górnym rogu na lewo (znak 6 ci wybity odwrotnie) i środkowy na prawo (znak 1₁) jest muszłowaty, zaś pozostałe dwa złomy (znak 4.2 i 3.2 u góry i w środku) są ziarnisto-ziemiste.

Dolne dwa złomy (13 i 105) posiadają wady wewnętrzne.

Złomy muszłowe (względnie ziemiste) pochodzą z tego samego pręta. Chodziło o sprawdzenie, czy sposób nadcięcia pręta (czy przecięty, czy też obtoczony do połowy przekroju) i sposób łamania — uderzenie czy gięcie — nie wpływa na wygląd złomu. Wpływu jednak tych czynników na wygląd złomu nie zauważyliśmy.

Jako budowa, odpowiadają tym dwu typom

złomu szlify p i r (plansza V); p — złom muszłowaty, r — ziemisty.

Po ustaleniu przynależności złomów do poszczególnych grup strukturalnych, można było przeprowadzić dalszy ich podział w złomach typu muszłowego. Okazało się wówczas, że:

I-ej grupie strukturalnej — budowa drobnoziarnista, wysepki β na tle α — odpowiada złom jedwabisto-muszłowaty (złom 106, plansza I);

II-ej grupie — grubsze ziarno α z wyspami β — złom ziarnisto - muszłowaty (złom 141, plansza IV).

III-ej grupie — siatka β wypełniona α — złom włóknisto - ziarnisty (złom 94, plansza II).

IV-ej grupie — budowa iglasta — złom ziarnisto - ziemisty (złom 87, pl. III).

Taka subtelna różnica w wyglądzie złomu (na fotografii prawie nieuchwytna) daje więc możliwość określić w przybliżeniu budowę materiału, jednakże — jak to już widzieliśmy — w każdej grupie strukturalnej można znaleźć mosiądze o bardzo zbliżonych własnościach mechanicznych, tak że złom i w tym wypadku nie daje wglądu we własności materiału.

Próba złomu ma więc znaczenie jedynie jako próba szybka, pozwalająca wykrywać w sposób prosty i łatwy wady wewnętrzne prętów.

Literatura (od 1920 roku):

- 1) Doernickel i Trockels. Ueber die Stauchbarkeit von Messing verschiedener Zusammensetzung in Abhängigkeit von der Temperatur, Z. f. Mkunde, 1920, str. 340.
- 2) Doernickel i Trockels. Die Staucharbeit bei Messing verschiedener Zusammensetzung i t. d., Z. f. Mkunde, 1921, str. 305, 367.
- 3) Doernickel. Fliessvorgänge im Messingblock bei Stangenpressen, Z. f. Mkunde, 1921, str. 466.
- 4) Körber und Wieland. Ueber Kaltwalzen und Ausglühen von Kupfer-Zinklegierungen, Mitteil. K. W. Inst., 1921 tom III, zeszyt 1, str. 57.
- 5) Genders. The Extrusion Defect, J. Inst. Met., 1921, II, str. 237.
- 6) Doernickel. Die Abhängigkeit der Staucharbeit von der Hohenabnahme. Z. f. Mkunde, 1922, str. 189.
- 7) Peter. Das Pressen von Nichteisenmetallen, Z. f. Mkunde, 1923, str. 1, 41, dyskusja, 1924, str. 73.
- 8) Genders. The Extrusion Defect in Brass Rods Extruded from a Multiple Die, J. Inst. Met. 1923, I, str. 279.
- 9) Hanser. Blei und Zinn im Messing Ms60, Z. f. Mkunde, 1924, str. 91.
- 10) Obermüller. Werkstofffragen bei der Herstellung von Metallpressteilen, Z. f. Mkunde, 1924, str. 229, 308.
- 11) Genders. The Extrusion of Brass Rod by the Inverted process. J. Inst. Met. 1924, II, str. 313.
- 12) Doernickel. Die Grösse der Schmelz und Gusseinheit bei Messing, Z. f. Mkunde, 1925, str. 177, 264.
- 13) Woelka. Die Warm und Kaltknetbarkeit des Messings, Z. f. Mkunde, 1925, str. 334.
- 14) Masing und Mauksch. Wissenschaftliche Veröffentlich. aus dem Siemens-Konzern, 1925, 41, str. 74, 411, str. 244.
- 15) Genders i Bailey. The Alpha Phase Boundary in the Cu-Zn System, J. Inst. Met., 1925, I, str. 213.
- 16) Bunting. The Influence of Lead and Tin on the Brittle Ranges of Brass. J. Inst. Met., 1925, I, str. 97.
- 17) Clark. Fortschritte in der Messingverarbeitung, Z. f. Mkunde., 1925, str. 205.
- 18) Hanser. Untersuchungen über die Warmverarbeitbarkeit des Messings, Z. f. Mkunde, 1926, str. 247.
- 19) Schreiter. Die günstigste Presstemperatur von ($\alpha + \beta$) Messing, Z. f. Mkunde, 1926, str. 285.
- 20) Köster, Z. f. anorg. Chem., 154, (1926), str. 197.

- 21) Hinzmann. Die Wärmebehandlung und Gefügeausbildung von ($\alpha + \beta$) Messing. Z. f. Mkunde, 1927, str. 297.
- 22) Köster. Über das Verhalten von Messing an der Streckgrenze. Z. f. Mkunde, 1927, str. 304.
- 23) Bauer i Hansen. Der Aufbau der Kupfer-Zink Legierungen. Springer, Berlin, 1927.
- 24) Bauer, Göler, Sachs. Untersuchungen an Kupfer und Messing. Z. f. Mkunde, 1928, str. 202.
- 25) Dyskusja nad ref. Hinzmann'a. Z. f. Mkunde, 1928, str. 229.
- 26) Werkstoff-Handbuch, Nichteisenmetalle, 1927, Beuth, Berlin.
- 27) Dejean. Revue de Mét., 1929, Nr. 2, str. 45.

O przyczynach urywania się haków*)

Napisał Inż. Z. Jasiewicz, Kraków, Akademia Górnicza.

W codziennej praktyce przemysłowej występuje bardzo dużo uszkodzeń przedmiotów sporządzonych z miękkiego żelaza. Do tej kategorii wyrobów należą haki. Im to właśnie chcę poświęcić kilka słów, opierając się na paru przykładach, wziętych z praktyki.

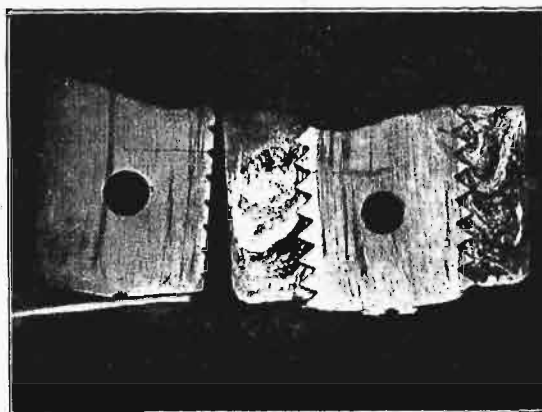


Rys. 1.

Ciekawy przykład tego rodzaju zdarzył się w następujących okolicznościach. W jednej z kopalń zawieszono w szybie wielokrążek ręczny łańcuchowy na haku odwróconym do góry. Wielokrążek zwiisał z belki żelaznej, do której przymocowany był lina, łącząca belkę i ów odwrócony hak. Wielokrążek ów służył do opuszczania demontowanego przewodu rurowego. Hak, obliczony na 1 500 kg, urwał się pod obciążeniem 300 kg przy opuszczaniu rur. Zerwanie nastąpiło przy nakrętce haka poprzez występujące jeszcze z nakrętki nagwintowanie, t. j. w miejscu najmniejszego przekroju. Złom tego haka jest charakterystyczny dla materiału kruchego przy istnieniu uszkodzeń na powierzchni przedmiotów (Bach, Elastizität u. Festigkeit, tab. II).

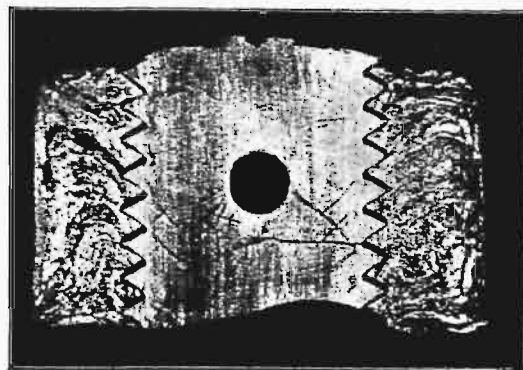
*) Referat wygłoszony na 3-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w marcu r. b. w Warszawie.

Ponieważ hak pracował niespełna rok i był w stanie zupełnie dobrym, nasunęło się przypuszczenie, że przy opuszczaniu zaczepiła się rura o jakiś występ w szybie, a następnie, spadając zeń, spowodowała gwałtowne szarpnięcie; szarpnięcie to mogło również nastąpić skutkiem ewentualnego splątania łańcucha na wielokrążku. Z zeznań świadków nie można ustalić przyczyny pęknięcia, gdyż spadająca rura i wielokrążek zabiły człowieka znajdującego się na dole, jedynego świadka wypadku. Dla stwierdzenia, czy i o ile winny był w tym wypadku materiał, zrobiono przekrój wzdłuż płaszczyzny symetrii haka i nakrętki. Przekroje owe, wytra-



Rys. 2.

wione odczynnikiem jodowym (rys. 1, pow. 0,5 X i rys. 2, w. nat.), wykazują dobitnie, jak znaczne zanieczyszczenia posiada tu materiał. Przeprowadzona analiza chemiczna na wiórkach zebranych z całego przekroju powyższego potwierdziła obserwacje makroskopowe, dając wyniki: C — 0,11%, P —

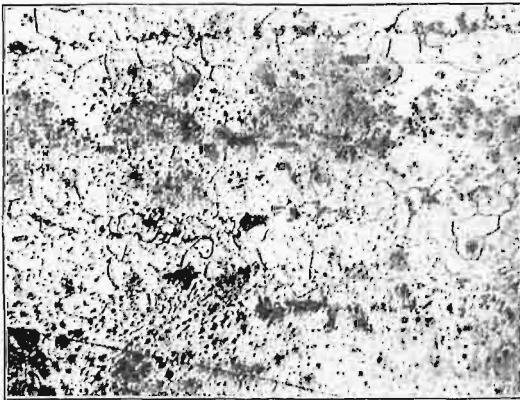


Rys. 3.

wione odczynnikiem jodowym (rys. 1, pow. 0,5 X i rys. 2, w. nat.), wykazują dobitnie, jak znaczne zanieczyszczenia posiada tu materiał. Przeprowadzona analiza chemiczna na wiórkach zebranych z całego przekroju powyższego potwierdziła obserwacje makroskopowe, dając wyniki: C — 0,11%, P —

0,19%, Mn — 0,43%, Si — 0%, S — 0,076%, Cu — 0,02%. Powyższe obserwacje pozwalają już wnioskować, że materiał na hak wzięto niewłaściwie, albo też zrobiono hak z materiału z bliskiego sąsiedztwa jamy usadowej. Z tego widać również, że fosforu i siarki jest stanowczo za dużo. Makrofotografia (rys. 1) uwidoczni zarazem sposób wykucia haka, który dla uproszczenia wykuto równo, t. j. bez uwzględnienia zwiężenia na część nagwintowaną, część tę wytoczono następnie, usuwając w ten sposób prawie całkowicie zdrowy materiał, znajdujący się w warstwach obwodowych zewnętrznych. Rys. 2 uwidoczni pęknięcie, powstałe widać przed zerwaniem haka, musiały więc istnieć poprzednio naprężenia ponadsprężyste. Potwierdzenie

szczególnych gwintów. Skrzyżowanie linii działania sił przypada właśnie na początek pęknięcia, co jest w zupełnej zgodzie z przyjętym obecnie tło-



Rys. 4.



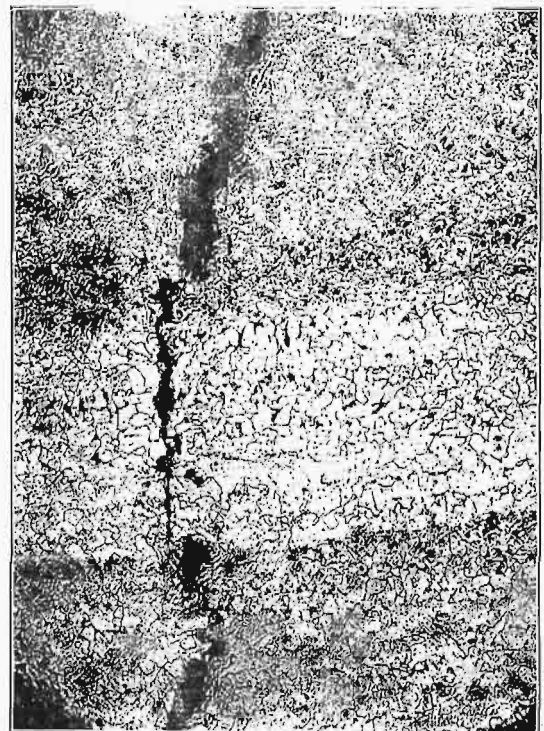
Rys. 6.

nie tego przypuszczenia znajdujemy w makrofotografii na rys. 3 wytrawionej metodą Fry'a. Na

maczeniu powstawania pęknięć. Linje działania sił, wychodzące ze zwoju gwintowego, potwierdza-



Rys. 5.



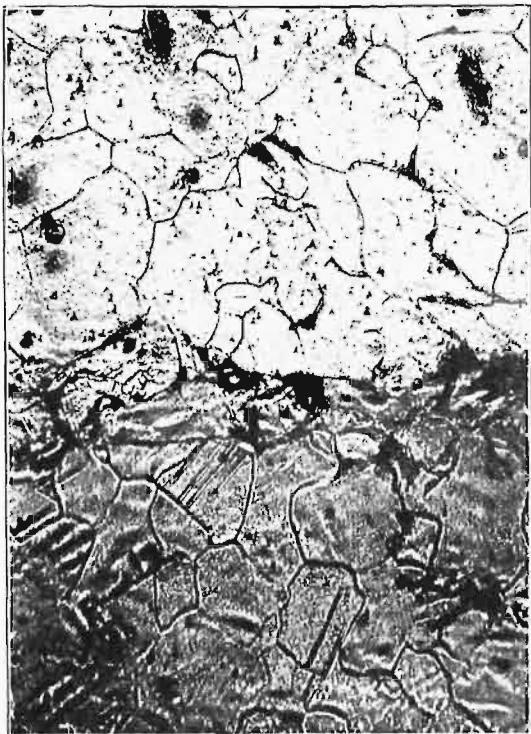
Rys. 7.

rys. 3 widać rozkład linii działania sił w części haka ujętej w nakrętkę. Linje działania sił biegną tutaj od trzpienia usztywniającego nakrętkę i od po-

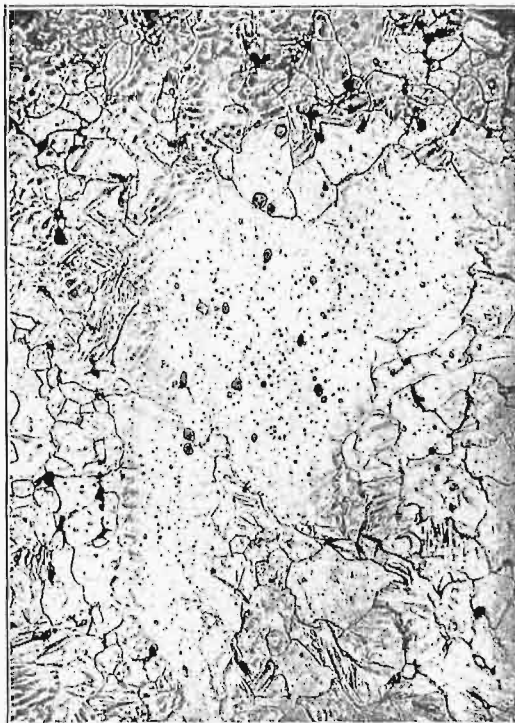
ją jeszcze wybitniej przypuszczenie, że hak poddawano poprzednio naprężeniom ponadsprężystym. Dzieje owego haka przedstawiają się na pod-

stawie dotychczasowych obserwacji następująco: hak składa się z dwóch rodzajów materiału, kruchego wnętrza i ciągliwej warstwy zewnętrznej.

z innymi przykładami pozwala wnioskować o jego znacznej kruchości). Skutkiem tego powstały w nim przy prawdopodobnych poprzednich szarpnięciach



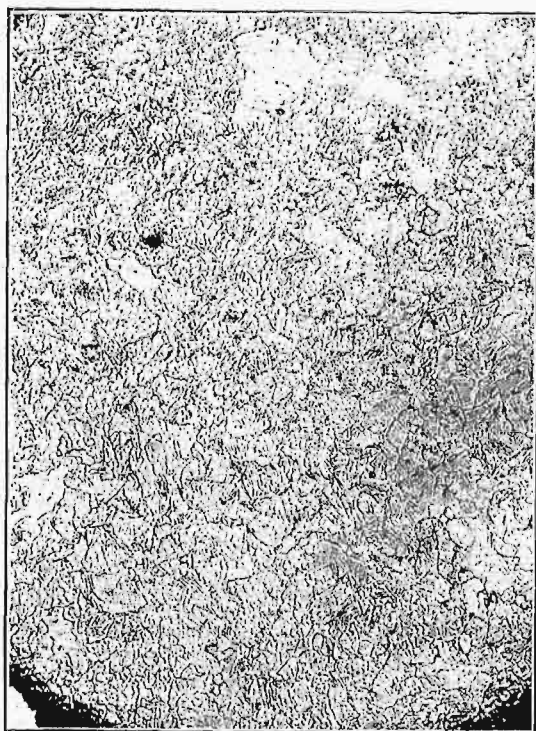
Rys. 8.



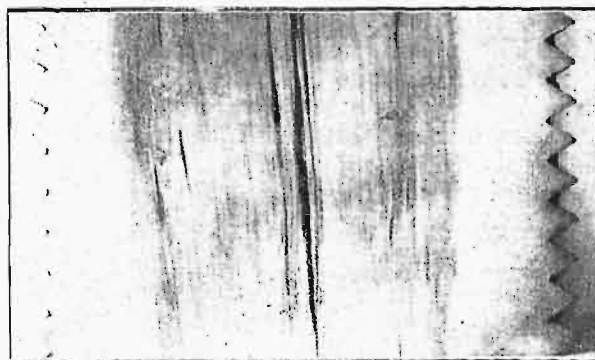
Rys. 10.

Jako taki, hak nie posiadał wymaganej wytrzymałości, na której podstawie był obliczany, a już zu-

linje Neumann'a, skupianie się zaś tych linii dawało początek powstawania rys i szczelin. Ostateczne tragiczne zerwanie haka powstało na zmniejszonym przez poprzednie pęknięcia przekroju w sposób dynamiczny, prawdopodobnie skutek szarpnięcia, spowodowanego czy to splątaniem się łańcucha, czy też zaczepieniem ciężaru o jakiś występ w szybie.



Rys. 9.

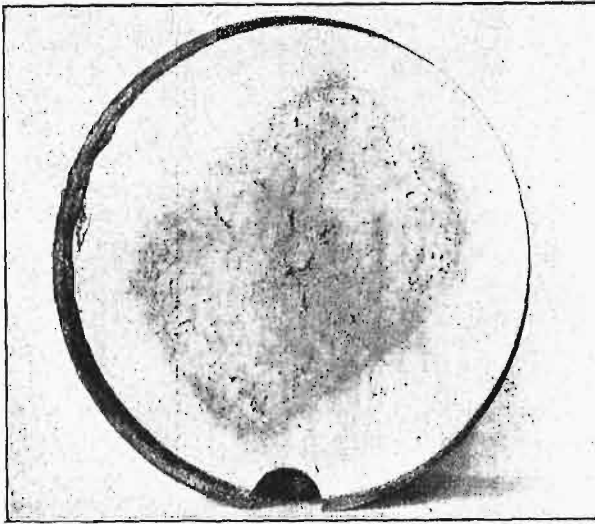


Rys. 11.

pełnie nie nadawał się na obciążenia dynamiczne (badań dynamicznych nie przeprowadzono wskutek zbyt małej ilości materiału, porównanie jednak

(pow. 145 X), zdjętej ze szlifu podłużnego haka, widać przedewszystkiem rozmieszczenie powyższych zanieczyszczeń w kierunku walcowania, za-

nieczyszczenia te występują w postaci już to większych plam, już to jako masa rozsianych kropelek. Mikrofot. rys. 5 stanowi szczegół poprzedniej w powiększeniu $500\times$. Widać na niej jasne ziarna



Rys. 12.

siarczku manganu i ciemniejsze siarczku żelaza, oprócz całej masy drobnutkich kropelek tlenku żelaza. Mikrofot. rys. 6 i 7 (pow. $55\times$) przedstawiają przebieg pęknięcia, zaobserwowanego na makrofot. 2; rys. 6 obrazuje początek pęknięcia, rys. 7 — jego część końcową. Ze materiał przy tym pęknięciu był mocno zgnieciony, dowodzi fot. na rys. 8. (pow. $310\times$), zdjęta w pobliżu pęknięcia, z widocznymi linjami Neumann'a. Badanie szlifów poprzecznych dało jeszcze kilka szczegółów. Mikrofot. rys. 9 (pow. $55\times$) przedstawia przejście zdrowej części haka, odwęglonej jednak podczas kucia, do części zanieczyszczonej likwatami. Mikrofot. rys. 10 (pow. $155\times$), przedstawia jedną z jasnych plam, uwidoczniionych na poprzedniej fotografii. Plama ta jest wypełniona wielką ilością drobnych kropelek tlenku żelaza i siarczku manganu, powodujących kruchość materiału.

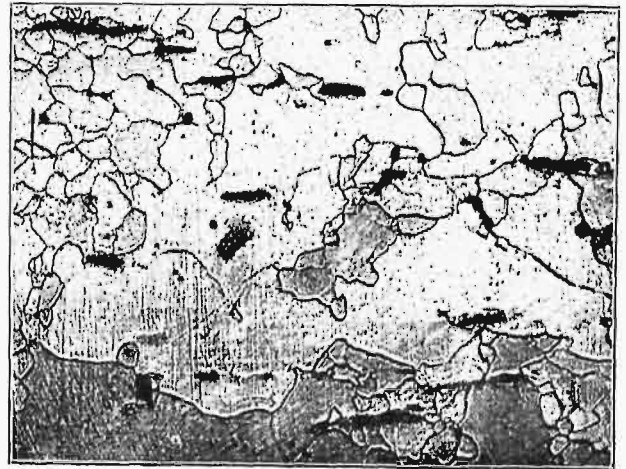
Z powodu braku dostatecznej ilości materiału, nie można było przeprowadzić badań wytrzymałościowych, ograniczono się więc do pomiarów twardości metodą Brinell'a. Pomiaru skutecznie pod obciążeniem 250 kg , przy średnicy kulki $2,5\text{ mm}$. Odciski robiono wzdłuż promienia krzywizny, dając tem możność zorientowania się w zmianach twardości przy przejściu od materiału zdrowego do zanieczyszczonego. Poniższa tabela przedstawia wyniki pomiarów w zależności od odległości miejsca pomiaru od wewnętrznego łuku krzywizny haka.

L	2	5	7,5	11	12,5	14,5	17,5	20,5	23	27,5	28	32,5	33	35,5	37
B	127	127	127	157	157	157	157	157	157	145	145	145	145	127	112

Z powyższego zestawienia widać wyraźnie znaczny wzrost twardości w środkowej, a więc zanieczyszczonej części przekroju; ze wzrostem twardości wiąże się do pewnego stopnia kruchość, czyli badania twardości potwierdzają również wnioski poczynione co do materiału.

Zbierając całość powyższych wyników, można ustalić następujące wnioski:

Za zasadniczą przyczynę zerwania haka, w okolicznościach towarzyszących temu w danym wypadku, należy przyjąć wady materiału, względnie nieodpowiedniość materiału. A więc albo wzięto materiał w pobliżu jamy usadowej bloku, o zamierzonym, odpowiednim składzie, albo też sporządzono hak z materiału zupełnie, nieodpowiedniego. Dalsza przyczyna leży w technologicznej stronie przygotowania haka. Gdyby hak ten wykuwano w matrycy posiadającej zwężenie w części przeznaczony na nagwintowanie, pozostałaby większa ilość zdrowego materiału w części nagwintowanej, przez co całkowity przekrój haka w tym miejscu zyskałby na udarność. Przy zastosowanym w tym wypadku sposobie wykuwania, zebrano przy następnym obtaczaniu niemal całą zdrową część materiału, przez co pozostał w części nagwintowanej prawie wyłącznie materiał zanieczyszczony, posiadający niewątpliwie znaczną kruchość. Tam też, a nie gdzie indziej, zaczęły się tworzyć pęknięcia, czy to pod wpływem większych obciążeń statycznych (mniej prawdopodobne), czy też pod działaniem obciążeń dynamicznych (szarpnięcia i t. p.). Pęknięcia te osłabiały rzeczywisty (czynny) przekrój haka, a równocześnie powiększały się przy każdej nadarzającej się okazji, działając jako kar-



Rys. 13.

by. Kontrola ewentualnych pęknięć haka podczas pracy była niemożliwą, gdyż zaobserwować ich nie było można z powodu mikroskopowego wyglądu i wskutek istnienia nacięć gwintów.

* * *

Drugi wypadek urwania się haka zdarzył się w hucie przy przewożeniu kadzi z płynnym wsa-

dem. Kadź wisiła na dwóch hakach, umieszczonych na belce poprzecznej w suwnicy stalowni. Sworzeń, na którym wisiła poprzeczka z owymi hakami, urwał się w części nagwintowanej i, dzięki tylko szczęśliwemu zbiegowi okoliczności, kadź osiadła na ziemi, nie wylewając swej zawartości. Analiza

chemiczna, przeprowadzona na materiale środkowej części sworznia, dała wyniki następujące: C—0,106%, P—0,115%, Mn—0,53%, Si—0%, S—0,04% i Cu—0,13%. Badania makroskopowe dały nieomal całkowite rozwiązanie zagadki. Fotografia na rys. 11 przedstawia wygląd makroskopowy podłużnego, zaś makrofot. na rys. 12 — wygląd poprzecznego przekroju haka. Na obu fotografiach widać w środku silnie zanieczyszczony likwatami pas, wskazujący, że materiał na sworzeń wzięto bądź to w pobliżu jamy usadowej, bądź też z materiału wogóle zanieczyszczonego likwatami. Mikrofot. 13 i 14 (pow. 100) przedstawiają przekrój podłużny i poprzeczny owego sworznia (część zanieczyszczona). Widać na nich, oprócz całego szeregu wtrąceń żużli, jeszcze bardzo wielką niejednorodność wielkości ziarn. Wskazuje to na silną rekrytalizację materiału, dzięki czemu najbardziej zgniecione ziarna rozrastały się kosztem swych mniej zgniecionych sąsiadów. Tego rodzaju tłomaczenie znajduje potwierdzenie w spostrzeżeniu słabego przekucia na makrografii poprzecznej. Końcowe przekucie mogło się odbywać w temperaturach poniżej przemian, dzięki czemu dawało możliwość silnego rozrostu ziarn, zwłaszcza, jeśli ostatnie stopnie przekucia były dostatecznie małe. Materiał sworznia zawiera dużo tlenu. Tlen podwyższa temperaturę przemian, skutkiem tego mogło się zdarzyć, że przy słabym przekuciu w temperaturach mniej więcej 700 — 800°, materiał pozostawał w stanie α -Fe, a zatem istniały warunki do rozrastania się ziarn.

Sworzeń ten posiadał twardość w przekroju podłużnym w części zdrowej $B=106 \text{ kg/mm}^2$, w części zanieczyszczonej $B=113 \text{ kg/mm}^2$, w przekroju poprzecznym, w części zdrowej — $B=102 \text{ kg/mm}^2$, w części zanieczyszczonej $B=113 \text{ kg/mm}^2$. Wyniki te są średniemi z kilkunastu minimum pomiarów. Brak różnicy twardości w kierunku poprzecznym i podłużnym do kierunku walcowania tłumaczą nam mikrografje rys. 13 i 14: brak wybitniejszej kierunkowości żużli, silny rozrost ziarn tak na jednym, jak i na drugim przekroju, są wystarczającym tego potwierdzeniem; niewielka różnica twardości zaznaczyła się w częściach zdrowych materiału w kierunku podłużnym i poprzecznym. Materiał zanieczyszczony posiada naturalnie nieco większą twardość od materiału zdrowego. Trzeba przytem zaznaczyć, że odchylenia poszczególnych odczytów twardości były dość znaczne, a spowodowane zostały dużą niejednorodnością budowy. Bardzo pouczają

są badania udarności (U), przeprowadzone ze względu na małą ilość materiału w zakresie temperatur od -15 do $+50^\circ$. Udarność w kgm/cm^2 mierzono na materiale zdrowym w kierunku poprzecznym (U_1) i w kierunku podłużnym (U_2) i na materiale zanieczyszczonym w kierunku poprzecznym (U_3) i w kierunku podłużnym (U_4).

t-ra bad	U_1	U_2	$U_1:U_2$	U_3	U_4	$U_3:U_4$
15°	1,111	1,062	1,04	0,907	0,948	0,96
0°	1,053	0,801	1,48	0,988	0,883	1,12
20°	1,495	1,858	0,81	1,002	0,905	1,11
50°	2,162	2,440	0,89	2,130	3,170	0,67

Powyższe zestawienie wskazuje na znaczne przesunięcie zakresu kruchego w stronę wyższych temperatur. Pomiedzy 20 a 50° następuje dopiero wzrost udarności bardziej stromy w materiale zanieczyszczonym, a łagodniejszy w materiale zdrowym. Do temperatury 20° udarność materiału zdrowego jest lepsza niż materiału zanieczyszczonego.



Rys. 14.

Stosunek udarności w kierunku poprzecznym do udarności w kierunku podłużnym wynosi normalnie 1 przy niższych i zwyczajnych temperaturach, w wyższych zaś wzrasta. Stosunek ten jest do pewnego stopnia miarą wydłużenia przy przeróbce mechanicznej na gorąco materiału. W danym wypadku jest niekiedy mniejszy od jedności, co dowodzi bardzo słabego stopnia przekucia (mały zgniot) i potwierdza równocześnie niejednorodność budowy. A zatem i tu, jako główną przyczynę zerwania, przyjąć należy zalikwacenie materiału.

(dok. nast.)

Eksport węgla drogą wodną.

Napisał Inż. M. Rybczyński, Profesor Politechniki Warszawskiej.

W artykule pod powyższym tytułem¹⁾ podaje p. inż. T. Tillinger kilka wyjaśnień, które zmieniają dość znacznie kalkulację kosztów transportu wodnego, podaną przezemnie w Nr. 13 Przeglądu z 27 marca 1929 r.

Uważam, że wszechstronne wyjaśnienie tej kwestji jest dla przyszłych projektów komunika-

cyjnych rzeczą niezmiernie wagi i dlatego pozwalam sobie jeszcze raz głos zabrać w powyższej sprawie.

Porównanie przeprowadzone przez p. inż. Tillingera z kosztami transportu na Odrze budzi pewne wątpliwości, które radbym rozproszyć. Nie można mojem zdaniem porównywać kosztów na drogach wodnych wyłącznie w stosunku do ich długości, bez uwzględnienia jakości.

¹⁾ Przegląd Techniczny Nr. 21 z 22 maja 1929 r.

Otóż drogą Opole — Szczecin przebywają łodzie na 90 km kanalizowanej Odry, zaś na 490 km wolnej rzeki i to przy eksporcie węgla płynąc z prądem wody. projektowaną natomiast drogą Wymysłów — Gdańsk rozporządza jedynie około 200 kilometrami naturalnej drogi wodnej, pozatem zaś przechodzi kanałami lub kanalizowanymi rzekami, w niewielkiej części także jeziorami. Jaki wpływ ma rodzaj drogi wodnej na koszty transportu, świadczy przykład obrany właśnie przez inż. Tillingera.

Odległość z Zagłębia Śląskiego do Berlina jest o 75 km mniejsza niż do Szczecina, mimo to frachty odnośnie wykazują następujące stawki dla transportu węgla o pełnej ładudze łodzi, za jedną tonnę²⁾, nie zmieniające się od roku:

Wrocław — Berlin	Opole — Berlin	Koźle — Berlin
4 mk. (8,48 zł.)	5,70 mk. (12,08 zł.)	6,30 mk. (13,36 zł.)

Wrocław — Szczecin	Opole — Szczecin	Koźle — Szczecin
3,35 mk. (7,10 zł.)	5,05 mk. (10,071 zł.)	5,65 mk. (11,98 zł.)

Jeżeliby więc jaką stawkę można wziąć za podstawę porównania, to raczej dla przestrzeni Koźle — Berlin, na której rzeki kanalizowane i kanały przeważają, należałoby zatem wyjść nie od cyfry 10,10 zł., ale 13,36 zł.

Ze względu na inny wymiar łodzi, obniża p. inż. Tillinger tę stawkę o 20%, posługując się wzorami Symphera. W moim artykule starałem się uzasadnić tezę, że niepodobna operować dziś wzorami Symphera nawet na drogach wodnych niemieckich, a tembardziej na polskich, wobec zasadniczo zmienionych kosztów ruchu, innej stopy procentowej i znacznie przyspieszonego obiegu łodzi. Sprawa komplikuje się, jeżeli w kosztach musi się uwzględnić okresy o różnym stopniu załadowania, co zawsze jest koniecznością, jeśli ma się do czynienia z transportem na naturalnej drodze wodnej. Ponieważ łodzie mniejsze, przystosowane do warunków żeglowności danej rzeki, mogą być znacznie lepiej wykorzystane pod względem swej nośności, przeto koszt transportu nie spada tak szybko, jak to wykazują wzory Symphera — obliczone, jak to stwierdza autor, dla kanałów przy pełnem wyzyskaniu pojemności.

Nie przeprowadzam obliczeń szczegółowych, ponieważ musiałyby się one opierać w braku danych doświadczalnych na przyjęciu zgóry pewnych założeń, wystarczy mi zresztą stwierdzenie, że z podanych powodów zmniejszenie kosztów przez użycie większych łodzi będzie mniejsze, niżby to wynikało z wzorów Symphera.

Dalszą redukcję przeprowadza autor z tytułu znacznie tańszej robocizny w Niemczech. Jednak wysokość płac, a koszt towaru, czy usługi, to zupełnie różne rzeczy. Organizacja pracy, jej wydajność, ilość zatrudnionego personelu, wszystko to wpływa na wynik ostateczny. Wystarczy tu porównać ceny wytworów takich, w których robocizna i węgiel odgrywają, jak przy żegludze, główną rolę. Otóż np. cena przeciętna cegły w Niemczech wynosi 33,4 mk., t. j. 70,8 zł., gdy przeciętna płaca robotnika niewykwalifikowanego 2,35 zł. za godzinę, wykwalifikowanego 2,84 zł.³⁾

A teraz porównajmy pracę załóg:

²⁾ Zft. f. Binnenschiffahrt, Rocznik 1928 i 1929.

³⁾ Statystyka Pracy, 1929 r.

Zjednoczone Warszawskie Towarzystwo handlu i żeglugi podaje koszt roczny załogi na holowniku 24 222 zł., na berlince 5 990 zł., natomiast żegluga wielkopolska płaci załogom niemieckim na wynajętych statkach (zapewne drożej niż w Niemczech) na holowniku 11 424 mk., t. j. 24 227 zł., zaś na berlince 3 840 mk., t. j. 8 141 zł., czyli że koszt załogi jest jednak, tylko zarobek szypira jest o 23% wyższy, przeciętna jednak wielkość łodzi wiślanej jest mniejsza, niż tych, które dochodzą obecnie z Niemiec do Poznania.

Jeżeliby jednak w rezultacie możliwe się okazało nieznaczne zmniejszenie kosztów transportu w porównaniu do niemieckich z tytułu tańszej robocizny, to zanulowane ono zostanie z okładem wpływem znacznie wyższej u nas stopy procentowej, która odgrywa w kalkulacji kosztów drogą wodną ogromną rolę.

Dlatego wywody autora nietylko nie zachwiały moich zapatrywań na koszty transportu eksportowego węgla, ale przeciwnie — utwierdziły mnie w przekonaniu, że są one raczej optymistycznie podane, gdyż uwzględniają możliwie dogodne warunki transportu. Między innymi uwzględniłem ruch nocny, o który p. Tillingerowi chodzi, a moc holowników dostosowałem do rzeczywistej potrzeby, przypuszczając jednak, że na Wiśle używać się będzie statków zdatnych do holowania w obu kierunkach, nietylko do jazdy w dół⁴⁾.

Jeżeli nie mogę podzielić zapatrywań autora na kalkulację kosztów transportu, to natomiast najzupełniej się przyłączam do jego uwag zawartych w drugiej części artykułu, zalecających trasę kanału węglowego wzdłuż doliny Warty, tembardziej, że już dawno na ten kierunek kanału wskazywałem⁵⁾.

W kalkulacji mojej, trasy tej nie brałem pod uwagę, ponieważ jedynym niejako oficjalnym dotychczas jej kierunkiem jest droga Brynica — Częstochowa — Łęczycza — Konin, którą p. inż. Tillinger niezbyt dawno, bo w referacie na Zjeździe hydrotechnicznym w styczniu 1929 w programie rozbudowy dróg wodnych umieścił.

Ponadto różnica w odległości 50 km, t. j. niespełna 8%, nie zaważy tak bardzo na szali przy kalkulacji kosztów, gdyż w moich obliczeniach przewidziałem w opłacie kanałowej jaknajdalej idące zniżki dla węgla eksportowego, zaś koszty ruchu, wobec zwiększenia ilości szluz, nie o wiele mogą się obniżyć.

Najważniejszą zaletą nowopropozowanej przez p. Tillingera drogi wodnej, jest możliwość wykonania i zużytkowania jej etapami, oraz prawdopodobnie znacznie niższy koszt budowy. Co do tej ostatniej kwestji, bałbym się już obecnie podawać choćby przybliżonych cyfr kalkulacyjnych, wiele bowiem kwestyj, związanych z tą trasą, wymaga bliższego zbadania, przedewszystkiem zaś kwestja możliwości skanalizowania Warty.

Jakkolwiek sprawa budowy sztucznych dróg

⁴⁾ Szanowny autor mylnie podaje przyjęcie przeze mnie dla 2-eh łodzi 1 000 t-wych holownika 350 KM, gdyż w obliczeniach moich (str. 371) zamieszczone jest użycie holownika o 300 KM dla 2 łodzi o pojemności 1 200 — 1 300 t, ładowanych przeciętnie na 1 000 t. Na kanale i jeziorach przyjąłem holowniki 75-konne.

⁵⁾ Odczyt w Stowarzyszeniu Techników w roku 1927 i artykuły w Przeglądzie Technicznym.

wodnych, a w szczególności kanału węglowego, jest powszechnie uważana za nieaktualną wobec budowy nowego połączenia kolejowego z Gdynią, to jednak sądzę, że dla zupełnego wyjaśnienia zna-

czenia dróg wodnych dla naszego eksportu powinno Ministerstwo Robót Publicznych jaknajrychlej przeprowadzić potrzebne studia dla tego warjantu tarsi.

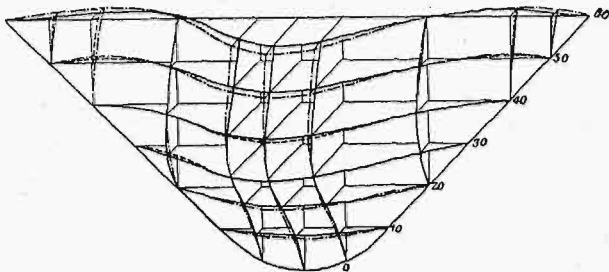
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

Badanie jazów na modelach.

Szereg organizacji inżynierskich w Ameryce, między innymi American Society of Civil Engineers, rozpoczął prace doświadczalne, mające na celu zbadanie naprężeń, występujących w ścianach zapór wodnych; badania przeprowadzane są bądź na zaporach wielkości naturalnej, specjalnie ku temu wzniesionych, jak np. jaz na Stevenson Creek (Colorado), bądź też na modelach jazów, obciążonych ręką.

Doświadczenia te są bardzo kosztowne, nie więc dziw-

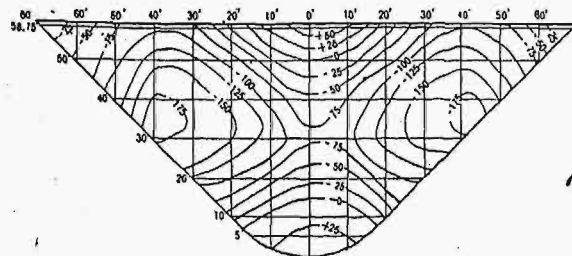


Rys. 1.

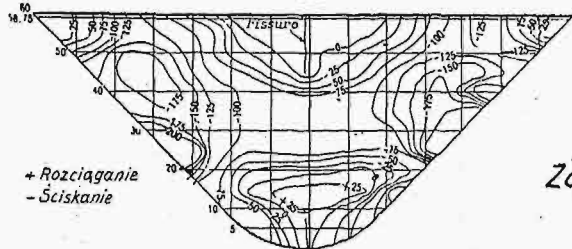
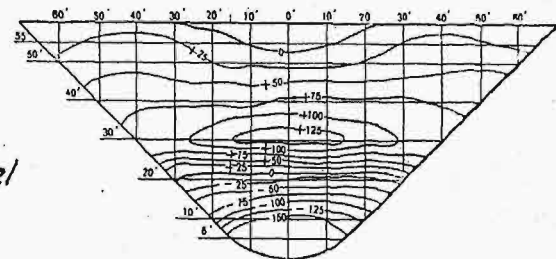
nego, że zainicjowały je i do dziś dnia prowadzą tylko St. Zj. Am. Półn. Wysokość jazu na Stevenson Creek wynosi 18 m, grubość jego w koronie i aż do 9 m nad stopą—0,6 m, w dolnych częściach zaś rośnie po łuku koła do 2,3 m. Ściana po stronie przywodnej jest pionowa, parcie wody oddziaływa więc normalnie względem powierzchni; promień

de rzeczywistości. Prace związane z wykopem w podłożu skalistym ukończono 20 stycznia 1926 r., samą zaporę zaś—4 czerwca tegoż roku. Celem badań było ściśle ustalenie danych doświadczalnych odnośnie jazów o ścianach krzywych, tworzących łuki pojedyncze, względnie wielokrotne, co dla konstrukcji i obliczania takich budowli miałyby znaczenie pierwszorzędne, dałoby bowiem współczynniki bardziej miarodajne, niż czerpane do dnia dzisiejszego z materiałoznawstwa i budownictwa ogólnego, z uwzględnieniem jego obserwacji, poczynionych na zbudowanych dotychczas i eksploatowanych zaporach. Aparatura pomiarowa pomyślana została i wykonana w ten sposób, aby umożliwić jak najbardziej bezpośrednie określenie wydłużeń, ugięć, wpływu temperatury przy pustym zbiorniku, zjawisk skurczowych i t. d. Na miejscu budowy, jak również w laboratorium uniwersytetu kalifornijskiego, przeprowadzono drobiazgowo badania próbek betonu, w różnych odstępach czasu od chwili jego związania. Wreszcie wykonano, na uniwersytecie w Colorado, badania porównawcze z modelem jazu na Stevenson Creek oraz na uniwersytecie w Princeton — z modelami innych jazów, zbudowanymi z celuloidu.

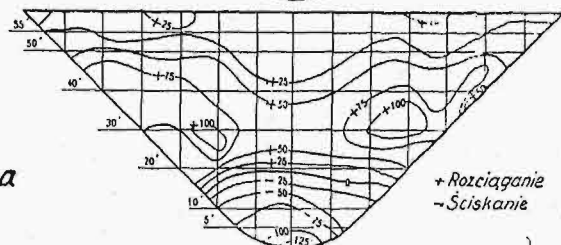
Wszystkie pomiary podzielić można na cztery grupy, a mianowicie na pomiary strzałek ugięcia, wydłużeń, zmiany szerokości szczeliny i wpływu temperatury. Pomiary zmian powyższych uskutecznione zostały zapomocą klinometru, poziomicy, mikromierza oporowego, aparatów do mierzenia wydłużeń i ugięć oraz dalekomierzy. Te ostatnie służyły do określenia mikroskopijnych zmian długości przez zmianę oporu elektrycznego; przyrząd składał się ze słupa płytek węglowych, przez które przepływał prąd, zmieniający swe natężenie w zależności od silniejszego lub słabszego



Model



Zapora



Napr. poziome

Napr. pionowe

Rys. 2.

krzywizny tej powierzchni wynosi 30,5 m. W czasie robót dokładano wielu starań co do ścisłego utrzymania zaprojektowanych wymiarów wykopu i samej budowli, jak również jednostajności składu i własności mechanicznych betonu, aby osiągnięte wyniki pomiarowe zbliżyły się jak najwięcej

ściskania płytek. W ścianę jazu wbudowano w różnych miejscach ściany 140 takich dalekomierzy. Na rys. 1 i 2 pokazane są wykresy, ułożone z dat doświadczalnych przy badaniu jazu na Stevenson Creek, przy stanie wody 18,3 m.

Wspomnieliśmy już, że zapora wykonana została bardzo

dokładnie względem wielkości zaprojektowanych, co się tyczy specjalnie jej krzywizny, grubości muru, pochylenia i prawidłowości powierzchni oporowych. Wytrzymałość i skład betonu były również zadawalające: wytrzymałość była po 28 dniach o ok. 10 proc. większa od przewidywanej — 125 kg/cm², a po 3-ch miesiącach wynosiła 195 kg/cm². Prócz pomiarów na miejscu budowy, zbadano w laboratorium moduł sprężystości i liczbę Poisson'a betonu, w zależności od jego składu, ilości dni od czasu związania i t. d., odkształcenia objętościowe pod wpływem innych przyczyn, jak zmiany temperatury, współczynnik wydłużenia cieplnego, w zależności od temperatury, wilgotności, składu i t. d. oraz wpływ czasu i ciśnienia na porowatość betonu.

Model zapory, na którym przeprowadzono równoległe doświadczenia, wykonany był w zbiorniku betonowym, o głębokości 1,5 m, największej długości 5 m i największej szerokości 3,65 m. Sam model wykonano pierwotnie również z betonu, później zaś dopiero, po uzyskaniu dat doświadczalnych, badane będą modele z innych materiałów i w różnych warunkach pracy. Natychmiast po ukończeniu doświadczeń ze wzmiankowanym modelem, poddany będzie próbom model, znajdujący się obecnie w budowie, jazu na rzece Gibson.

Dla budowli o bardzo znacznej wysokości wykonywanie modeli w skali ok. $\frac{1}{12}$ wielkości naturalnej i obciążenie ich rtęcią powodowałyby koszta tak znaczne, że praktycznie byłyby niewykonalne. Tak np. dla zapory, projektowanej na Boulder Canyon (Colorado), której wysokość wynosić będzie 200 m, wysokość modelu wyniosłaby ok. 17 m, niemal tyle, co zapory na Stevenson Creek. To też w tych wypadkach zwrócono się do wykorzystania materiału posiadającego mniejszy moduł sprężystości, a więc umożliwiającego wywoływanie dostrzegalnych i nadających się do pomiarów odkształceń w modelach małych, np. ok. $\frac{1}{20}$ wielkości naturalnej. Jednym z takich materiałów okazał się celuloide, z którego M. Beggs wykonał miniaturowy model jazu na Stevenson Creek. Model ten, o wysokości maksymalnej 457 mm, składał się z 4 arkuszy celuloide, o grubości 15,21 mm, zmiękczone w gorącej wodzie, sklejonych warstwami według żądanych na danej wysokości modelu grubości i ukształtowanych wreszcie ręcznie, odpowiednio do żadanego profilu.

Następnie model, którego wysokość w skali była o 100 mm większa od wysokości zapory, zamurowany został w betonie, a w odległości 6 mm od jego ściany przywodnej wbudowano arkusz celuloide, zamykający w ten sposób komorę rtęciową. Ilość rtęci, niezbędnej do obciążenia modelu, wyniosła tu ok. 45 kg, t. j. 3,5 l. (Génie Civil, Nr. 19, II, 1928; V. D. I., Nr. 14, 1929).

KOŁTY PAROWE.

Udoskonalenie kotła „Atmos“.

Jak wiadomo^{*)}, przed kilku laty wprowadzony został (przez inż. Blomquista w Szwecji) nowy ustrój kotła wysokoprężnego, który — jako nadzwyczaj interesujący pomysł — wywołał duże zainteresowanie świata technicznego, a później doczekał się niejednego urzeczywistnienia. Ustrój ten ulega nadal pewnym przekształceniom, wprowadzającym udoskonalenia idei pierwotnej, które przytoczymy tu pokrótce.

Przypomnijmy przedewszystkiem, że pierwotny kocioł tego typu, zainstalowany w jednej z celulozowni w Szwecji, posiadał 4 bębny (walczaki) wirujące, o średnicy zewn. 305 mm, grubości ścianek 17 mm i 3,4 m długości komory spalinowej. Kocioł pracował ze stałą wydajnością 5000 kg/h

pary o prężności 100 atn i temperaturze 450° C. Walczaki-wirniki wykonane były z rur ciągnionych, ze stali manganowej. Materiał ten odznaczał się dobrymi własnościami mechanicznymi w wysokich temperaturach, jak to potwierdza wykres przytoczony przez autora omawianego artykułu. Zrazu stosowano wodę oczyszczaną chemicznie, lecz proces oczyszczania nie był dość niezawodny, przeto wprowadzono następnie osobny parownik, który usunął dogodnie wszelkie trudności z oczyszczaniem wody.

Alzackie T-wo Budowy Maszyn, we Francji, wprowadziło następnie pewne zmiany tego ustroju. Jego kocioł składał się z dwu tylko bębnow wirujących, różniących się w szczegółach (zwłaszcza co do uszczelnienia w podporach) od pierwowzoru, lecz o prędkości wirowania nie zmienionej (330 obr./min); prędkość ta miała być konieczną do wytworzenia cienkiej powłoki wodnej na ściankach wewnętrznych bębna i do działania regulatora zasilania. Wynalazca jednak spróbował następnie obniżyć znacznie liczbę obrotów bębnow, a zarazem usunąć wytwarzanie się owej powłoki odparowującej, tak, że poziom wody w bębnach został ograniczony płaszczyzną poziomą, a regulowany był wysokością warstwy wody w bębnie. Próby zmienionego ustroju, wykonane w Miluzie w sierpniu r. ub. wypadły zadawalająco. Przy liczbie obrotów bębnow 20 na min, kocioł wytwarzał parę o prężności 100 do 110 atn, oczywiście w mniejszej ilości, lecz przy mniejszym rozchodzie energii mechanicznej (0,2—0,3 KM zamiast 1,5 KM na 1 bęben). Dla uzyskania dawnej wydajności kotła musiano jednak powiększyć liczbę bębnow.

Dalsze zmiany i uproszczenia ustroju doprowadziły atoli do wzrostu wydajności kotła aż do 25000 kg/h. Wynik ten uzyskano przy otoczeniu bębna pierścieniem („klatką”) opłomek o średnicy wewn. 100 mm, w których głównie zachodziło odparowanie. Zasilano każdą opłomkę, wytwarzającą się zaś w opłomkach para przepływała przez promieniowo rury, łączące się z bębniem środkowym, a stąd — do przegrzewacza. Rury łączące poprowadzone były od środka każdej opłomki, tak że te były zawsze napełnione wodą tylko w połowie.

Kocioł, wykonany w myśl tego projektu, posiadał dookoła bębna (o ustroju dawnym) 12 opłomek 80×102 mm, ułożonych na powierzchni walca o średnicy 660 mm. Odparowanie wynosiło, przy 13 obr./min, 4000 kg/h; temperatura wody zasilającej była 270° C.

Opisany ustrój opłomek i bębnow może się swobodnie rozszerzać i kurczyć. „Klatka” zewnętrzna, jak i bęben, wyposażona jest we wskaźnik wydłużenia. Opłomki są łatwo dostępne do oględzin i czyszczenia. Ze względu na cienkie ścianki, opłomki ulegają mniejszym naprężeniom cieplnym, niż bęben, wobec czego mogą być wykonywane z tańszego (zwykłego) tworzywa. Atoli wypowiedane jest życzenie wyrobu ich również (jak bębna) z wysokowartościowej stali specjalnej.

Nowy ten typ kotła Blomquista ma jeszcze tę zaletę, że może być zasilany wodą niedystylowaną, jako oczyszczaną w zwykły sposób. Pewne domieszki osadzają się z wody w zbiorniku przed ekonomizerem, podgrzewającym wodę aż do temperatury wrzenia. Kamień kotłowy tworzy się oczywiście na ściankach opłomek, lecz wskaźnik wydłużenia sygnalizuje czas, kiedy należy opłomki oczyścić (zanieczyszczone więcej się nagrzewają i wydłużają).

Dwa takie kotły o dwu bębnach każdy zostały zainstalowane w Société Alsacienne do wytwarzania 10000—12000 kg/h pary o prężności 100 atn. Budowa bębna „klatkowego” o wydajności 12000 kg/h nie stanowi żadnej trudności, w danym jednak razie nie było dość miejsca na taki kocioł. (J. V. Blomquist, Engg & Boiler Rev., streszcz. w Mech. Engg, 1929, czerwiec, str. 379/80).

^{*)} Przegląd Techniczny t. 61. (1923) str. 307—308.

WIADOMOŚCI

POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE STANDARDISATION

T R E Ś Ć :

Normalizacja stali na terenie międzynarodowym (c d.).

WARSZAWA
12 CZERWCA
1929 R.

S O M M A I R E :

Standardisation internationale de l'acier (suite).

Badanie tworzywa

Uwagi ogólne

I Fe N 03

Tworzywa

1. Określenia poniższe dotyczą:
 - prób na rozciąganie,
 - „ twardości w/g Brinell'a,
 - „ na zginanie,
 - „ na łamliwość w temperaturze czerwonego żaru i
 - „ na spawanie.

patrz I Fe N 05

Norma niniejsza nie dotyczy warunków, ustalonych w poszczególnych normach fachowych.

Pod „próbka” należy rozumieć taką część pewnego tworzywa, która w stanie nieobrobionym lub obrobionym ma służyć do wykonania prób na rozciąganie, zginanie, prób twardości, łamliwości w temperaturze czerwonego żaru lub prób spawania.

Pod „częścią próbną tworzywa” należy rozumieć taką część z dostawy, która ma służyć do wyrobu właściwej „próbki”, celem przeprowadzenia jednej z powyższych prób.

2. Badanie i odbiór odbywa się w wytwórni, jeżeli nie zostało zastrzeżone inne miejsce odbioru.

3. Wybór części próbnych tworzywa, jak również miejsc wycięcia pojedynczych próbek, pozostawia się decyzji odbiorcy, jednakże zasadniczo próbki muszą być wycinane z części możliwie krótkich, z odpadków, albo z części zabrakowanych wskutek ich wadliwych wymiarów.

4. Części tworzywa z widocznymi brakami, mogącymi wpływać ujemnie na wyniki badań, nie mogą być używane do wyrobu próbek.

Wyniki badań, otrzymane w razie niewłaściwego zamocowania próbek oraz przy stosowaniu podczas badania czynności niewłaściwych, nie mogą być miarodajne.

5. O ile specjalne normy nie dają odrębnych wskazówek, próbki winne być brane z części próbnych w sposób nie wpływający na właściwości samego tworzywa. Jeżeli wyrób ma być w stanie wyżarzonym, to i części próbne muszą być w ten sam sposób wyżarzone. Przy wyrabianiu próbek ze stali walcowanej, oprócz próby twardości w/g Brinell'a, pożądane jest pozostawianie w częściach próbnych ich zewnętrznej powłoki. Próbki poprzeczne bierze się tylko z takiego tworzywa, które w użyciu ulega również poprzecznemu ścisnieniu

lub rozciąganiu, albo jeżeli umowa przewiduje takie specjalne badanie, np. dla blach z żelaza płaskiego (uniwersalnego) używanego na węzłówki.

6. Próby na rozciąganie lub zginanie, o ile umowa nie przewiduje inaczej, mogą być dokonywane tylko na próbkach, których grubość nie przekracza 30 mm. Przy większych grubościach, potrzebne jest specjalne porozumienie. Jeżeli wyrób z dostarczonego tworzywa będzie odkuty, to i próbka winna być również odkuta do wymiaru najcieńszej części tego przedmiotu.

7. Jeżeli przeprowadzone badania odpowiadają postawionym warunkom¹⁾, to tworzywo lub wyrabiany zeń wyrób uważane są za przyjęte. Jeżeli więcej niż połowa zbadanych części próbnych nie odpowiada stawianym warunkom oraz jeżeli dla każdego poszczególnego wyrobu nie zastrzeżono innych poza dokonaniemi próbami wymagań, wówczas odpowiednia część dostawy może być nie przyjęta. Jeżeli jednak, pomimo powyższych wyników ujemnych prób, decyzja odrzucenia dostawy nie nastąpiła, lub jeżeli mniej niż połowa zbadanych części próbnych nie odpowiadała przepisanyemu warunkom, należy przeprowadzić powtórne badania i zamiast każdej nieodpowiadającej przepisom części próbek wybrać po dwie próbki z części próbnych pozostałej części tejże dostawy i, jeżeli w tym ostatecznym wypadku chociażby jedna z nowobadanych próbek nie będzie odpowiadać wymaganym warunkom, wówczas całą partję dostawy należy odrzucić.

8. Drobne braki zewnętrzne, nie wpływające na późniejszą używalność materiału, nie powinny być przeszkodą przy odbiorze. Usuwanie zadziorów, błon, łuski i rys (nieznacznej głębokości), przy stosowaniu w tym celu odpowiednich środków, jest dopuszczalne. Powstałe z tych przyczyn na powierzchni zagłębienia nie mogą zmniejszyć wymiaru grubości badanego materiału ponad tolerancje dopuszczalne.

¹⁾ Patrz ark. 2. I Fe N 05.

¹⁾ O ile dla pojedynczych wyrobów normy nie określają, w stosunku do rozmiaru dostawy, liczby prób pobieranych do analizy, wymagane jest w tej sprawie uprzednie porozumienie, w celu dokładnego określenia tej liczby.

Badanie tworzyw

Próby

I Fe N 05

I. Próba na rozciąganie.

Wymiary próbek.

Próbki mogą być o przekroju kołowym, kwadratowym, prostokątnym (o stosunku boków nie mniejszym niż 1:4), a w wypadkach wyjątkowych o przekrojach dowolnej formy. Małe próbki profilowe, małe rurki i t. p. mogą być badane na rozciąganie jako całość.

Pomiar 2: na dłuższej z oderwanych części próbki mierzy się odcinek (l'') od miejsca zerwania do cechy z, zawierający połowę podziałek długości pomiarowej l_0 . Podziałkę, w której obrębie znajduje się miejsce zerwania, zalicza się do tego odcinka całkowicie.

Pomiar 3: Odcinek od cechy z aż do cechy 3 (długość l'''), zawierający ilość podziałek

Rozróżniamy następujące próbki			Wymiary w mm			Przekrój F mm ²	Oznaczenie przydłużenia
			Długość próbki l_0 (minimum)	Długość pomiarowa l	Średnica ¹⁾ d		
1	długa	próbka normalna	$l + d$	$10 d = 200$	20	314	δ_{10}
2	krótka			$5 d = 100$			δ_5
3	długa	próbka proporcjonalna		$10 d = 11,3\sqrt{F_0}$	dowolna	dowolny	δ_{10}
4	krótka			$5 d = 5,6\sqrt{F_0}$			δ_5
5	próbka długa			200	dowolna	dowolny	δ_L
6	próbka krótka			100			δ_K

¹⁾ Przy przekrojach innych niż kołowe, za średnicę przyjmuje się średnicę koła o polu równoznacznym danemu przekrojowi.

Przejście od wymiarów próbki do części uchwytowej, której kształt jest zależny od budowy maszyny, musi być łagodne.

Próbki długie i krótkie dają wyniki nie dające się bezpośrednio porównywać.

Dla prób rozstrzygających winny być użyte próbki proporcjonalne.

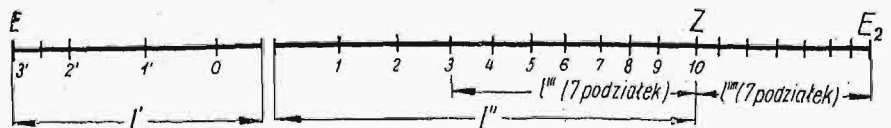
Ustalanie przydłużenia.

Przydłużenie próbki zerwanej może być ustalane według 2-ch metod:

1) przydłużenie mierzy się wzdłuż długości pomiarowej próbki pomiędzy jej skrajnymi cechami. Jeżeli zerwanie nastąpiło w granicach końcowej jednej trzeciej długości pomiarowej i jeżeli otrzymane przydłużenie wypadło niezadawalniająco, próba winna być powtórzona. Tej nowej próby nie należy uważać za powtórzenie poprzedniej — nieudanej.

2) Długość pomiarową pomiędzy skrajnymi cechami trzech próbek dzieli się przed badaniem na 20 podziałek przy próbkach długich i najmniej na 10 podziałek przy próbkach krótkich. Jeżeli przydłużenie, mierzone pomiędzy skrajnymi cechami, wypadła niezadawalniająco, należy je obliczyć dla długości jednakowych od miejsca zerwania w obu kierunkach przy pomocy 3-ch następujących pomiarów:

Pomiar 1: od cechy skrajnej E_1 krótszej części próbki do miejsca zerwania (długość l').



Przykład próbki z 20-ma podziałkami długości pomiarowej.

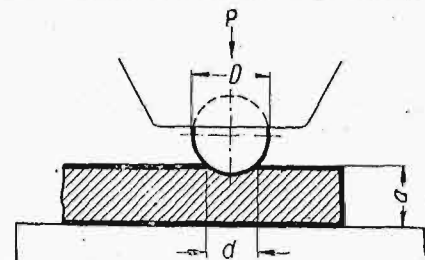
dopełniając krótszy kawałek próbki do połowy podziałek całkowitej próbki. W danym wypadku 7 podziałek dopełniających do 3 podziałek części krótszej.

Przydłużenie zatem wynosić będzie:

$$\Delta l = l' + l'' + l''' + l'''' + l_0$$

Po zerwaniu numeruje się podziałki w jedną i drugą stronę, począwszy od 0, leżącego na najbliższej do miejsca zerwania podziałce krótszej części.

II. Próba twardości w/g Brinell'a.



1. Oznaczenia:

D — średnica kulki,

P — obciążenie kulki,

d — średnica powierzchni wgniecenia.

Nacisk kulki albo twardość Brinell'a H oblicza się w kg/mm^2 ze wzoru:

$$H = \frac{2P}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

2. Próbę należy wykonać na płaszczyźnie czysto obrabianej.

3. Odległość środka wgniecenia od krawędzi części próbnej tworzywa lub też od innego miejsca wgniecenia należy wybrać tak, by nie wywołać żadnych niepożądanych zjawisk ubocznych.

4. Obciążenie powinno być dokonane bez uderzenia i równomiernie wzrastać w ciągu 15 sek do jego wartości ostatecznej. Całkowity czas wgniataania ogranicza się do 30 sek.

Dla stali $H \geq 140 kg/mm^2$ wystarcza 10 sekund.

5. Średnicę wgniecenia d mierzy się z dokładnością do setnej części milimetra.

6. Przy wgnieceniach nieokrągłych, miarodajną jest średnia wielkość średnicy wgniecenia.

7. Średnice wgniecenia należy mierzyć w 2-ch prostopadłych względem siebie kierunkach. Miarodajną jest średnia wielkość tych obu pomiarów.

8. W zależności od grubości próbki a , używa się następujących kulek i obciążeń:

Grubość próbki a mm	Średnica kulki D mm	Obciążenie P w $kg = 30 D^2$ dla żeliwa i stali
ponad 6	10	3000
od 6 do 3	5	750
mniej niż 3	2.5	187.5

Określeniem wykonanej próby jest symbol np. $H 5/250 30$ dla $D = 5 mm$, $P = 250 kg$ i 30 sekund trwania próby.

Przy $H 10/3000/30$ używa się oznaczenia H_n (próba normalna).

Tworzywo kulek: stal zahartowana.

Twardość kulek może być określona przez wzajemny nacisk 2 kulek jednakowej twardości siłą $P = 5 D^2 kg$ (D w mm), przyczem jako twardość kulek przyjmuje się ciśnienie średnie na powierzchni styku o średnicy d , a więc $\frac{P}{\pi/4 d^2}$. Dla kulek dobrego gatunku wielkość ta sięga $630 kg/mm^2$.

Kulki o twardości ponad $670 kg/mm^2$ trafiają się wyjątkowo.

Pomiędzy twardością Brinell'a a wytrzymałością na rozciąganie σ_B istnieje następująca zależność przybliżona:

dla stali węglistej (wytrzymałość na rozciąganie od 30 do $100 kg/mm^2$) $\sigma_B = 0,36 H$;

dla stali chromo-niklowej (wytrzymałość na rozciąganie od 65 do $100 kg/mm^2$) $\sigma_B = 0,34 H$.

Uwaga: Wytrzymałość na rozciąganie σ_B , obliczona z twardości Brinell'a H , nie jest równoznaczna wytrzymałości otrzymanej przez próby na rozciąganie, ponieważ wgniecenie kulką w/g Brinell'a wyraża tylko w przybliżeniu wytrzymałość rzeczywistą. Wytrzymałość na rozciąganie obliczona z twardości Brinell'a jest wielkością tylko orientacyjną.

III. Próba na zaginanie.

Próba na zaginanie służy do określenia giętkości (ciągliwości) tworzywa przy temperaturze zwykłej (pokojowej).

Stan tworzywa próbki musi być taki, jak dostawy (zwykły lub po wyżarzeniu).

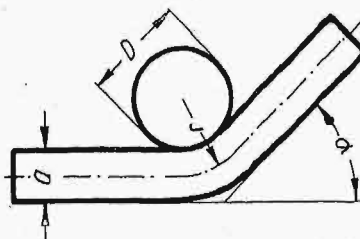
Wyżarzanie odbywa się przed próbą tylko wtedy, jeżeli tworzywo całej dostawy ulega przed użyciem wyżarzaniu.

1. Jeżeli całkowite profile nie mają być podane próbie, wówczas do prób na zaginanie używa się próbek o przekroju płaskim, o szerokości od 30 do 30 mm lub o przekroju okrągłym (patrz DIN 1603, zdania 5 i 6).

Krawędzie próbek należy zaokrąglić.

2. Zaginanie należy dokonywać powoli i stopniowo przy pomocy prasy, przyczem próbka powinna być:

a) zagięta około walca o średnicy przepisanej D do przepisanego kąta α (patrz szkic) lub



b) zagięta początkowo około walca o średnicy dowolnej i następnie przez dociskanie próbki, zdjętej z walca, do zupełnego zetknięcia się jej ramion, lub też dopóty, dopóki na stronie zewnętrznej zgięcia nie ukażą się naderwania.

Długość walca dla próbek płaskich musi być większa od ich szerokości. Przy wykonywaniu próby, strona zewnętrzna miejsca zgięcia powinna być dostępna i widoczna.

3. Przy próbie w/g a) (zaginanie naokoło walca) próba uchodzi za odpowiadającą warunkom, jeżeli przy przepisanej kącie zagięcia nie ukażą się naderwania na stronie zewnętrznej.

Przy próbie w/g b) (zaginanie swobodne) należy określić przy pomocy walca najmniejszy promień wewnętrzny, lub przy pomocy sprawdzianu — najmniejszy promień zewnętrzny miejsca zginanego w chwili powstania rys naderwanych na stronie zewnętrznej. Promień ten, łącznie z grubością blachy a , określa wielkość zagięcia p/g wzoru Tetmajera $B_g = \frac{50 a}{r}$.

We wzorze tym r oznacza promień zagięcia środkowego włókna próbki.

Przy zaginaniu około walca o przepisanej średnicy D otrzymuje się następujące przybliżone wielkości gięcia:

D	0	0,5a	1,0a	1,5a	2,0a	2,5a	3,0a
B_g	100	67	50	40	33	28	25

IV. Próba na łamliwość w temperaturze czerwonego żaru.

Próba na łamliwość w temperaturze czerwonego żaru służy do określenia zdatności tworzywa

do obróbki termicznej. Próba na łamliwość przy czerwonym żarze dla stali zlewnej gatunków handlowych w/g I Fe N 12 jest próba na zaginięcie próbek tworzywa w stanie czerwonego żaru.

V. Próba na spawanie.

Próba na spawanie służy do stwierdzenia wystarczającej spawalności tworzywa.

Części tworzywa winny być z łatwością spawane w nakładkę w/g zwykle używanych metod (warsztatowych).

Obie w ten sposób spojone części nie powinny się dzielić, ani też odrywać w miejscu spawania przy zaginięciu, zarówno w stanie zimnym, jak i gorącym.

Stal zlewna, kuta lub walcowana

Objaśnienie ogólne do I Fe N 11 i I Fe N 61

I Fe N 06

Gatunki stali konstrukcyjnej wyszczególnione są w normach dla stali i żelaza pod tytułem „stal zlewna, kuta lub walcowana niestopowa”.

Stal ta dzieli się na grupy w zależności od użytkowania (stal cementacyjna, stal ulepszona) oraz od własności rozpoznawczych (mechanicznych i chemicznych) na:

I Fe N 11

stal zlewną niestopową kutą lub walcowaną, która używana jest zasadniczo w budowie maszyn, o ile nie są stawiane wyższe wymagania, dotyczące stali cementacyjnej i ulepszonej oraz na:

I Fe N 61

stal zlewną kutą lub walcowaną niestopową, stal cementacyjną ulepszoną.

Grupa ta zawiera wysokowartościową stal cementacyjną, używaną przeważnie w budowie maszyn, jak również stal niestopową ulepszoną używaną przeważnie dla małych przekrojów.

Równie miarodajnymi mogą być inne zapamiętania przy wyborze stali konstrukcyjnej, jak np. odporność na ścieranie, odporność na korozję, możliwość pracy przy wysokich temperaturach, własności elektryczne i magnetyczne i t. p., nieobjęte przez normy I Fe N 11 oraz I Fe N 61. O ile zachodzą powyższe warunki, a konsument nie posiada dostatecznego doświadczenia, wymagane jest specjalne porozumienie z dostawcą.

Stan stali dostarczanej.

Przez obróbkę mechaniczną, a specjalnie przez obróbkę na zimno (przeciąganie, rozciąganie i t. p.), jak również przez obróbkę termiczną, można bardzo znacznie wpłynąć na własności mechaniczne stali (wytrzymałość na rozciąganie, granicę płynności, przydłużenie, przewężenie, udarność).

Co się tyczy wartości liczbowych zmian własności wytrzymałościowych materiału, to, ze względu na ich różnokierunkowość przy poszczególnych operacjach, nie dadzą się one dość ściśle określić. Wartości podane w normach odnoszą się do stali dobrze przekutej lub dobrze przewalcowanej, t. j. takiej, jakiej przeważnie się używa. Otrzymana w sposób powyższy stal ma charakter wyraźnie określony, ponieważ przy dalszej obróbce mechanicznej na gorąco prawie nie zmienia swych własności, z wyjątkiem udarności.

By ująć wpływ obróbki termicznej, wielkości mechaniczne podane w normach odnoszą się do stanu wyżarzzonego (znormalizowanego), z wyjąt-

kiem gatunków stali St. 00.11 oraz St. 37.11 w/g I Fe N 11, których dane wytrzymałościowe dotyczą stanu dostawy.

Przy gatunku stali St. 37.11, chodzi o zwykłą stal Thomasowską lub Siemens-Martinowską, stosowaną zwykle do walcowanych wyrobów profilowych. Jakkolwiek stan dostawy tej stali nie może być ściśle określony, to jednak biorąc pod uwagę, że mamy do czynienia ze stalą miękką, na którą wyżarzanie nie wpływa tak znacznie, jak na stal o większej zawartości węgla, dane tablic mogą być miarodajne. Ponieważ stali tej używa się zwykle bez ulepszającej obróbki termicznej, stan jej dostawy może być uważany za stan używalności.

Stan dostawy.

W zależności od potrzeb, stal może być zamawiana i dostarczana w stanie rozmaitym (wyżarzona, ulepszona i t. p.).

Obróbka termiczna.

Wyżarzanie. Wyżarzanie przewidziane w normach należy rozumieć jako równomierne nagrzewanie do temperatury nieznacznie przekraczającej temperaturę górnej przemiany i następnie ostudzenie w spokojnym powietrzu.

Wyżarzanie to usuwa wszelkie wpływy dokonanej przedtem obróbki termicznej i doprowadza stal do stanu, dającego się określić jednoznacznie.

Wyżarzanie może być dokonane i w inny sposób (np. bez przekraczania górnego punktu przemiany długotrwałego żarzenia), jeżeli skutkiem takiego zabiegu będzie podwyższona ciągliwość, usunięte naprężenie wewnętrzne lub jeżeli tworzywo zostanie zmiękczone. Przy tego rodzaju wyżarzaniu dokonana przedtem obróbka termiczna nie pozostaje bez znaczenia.

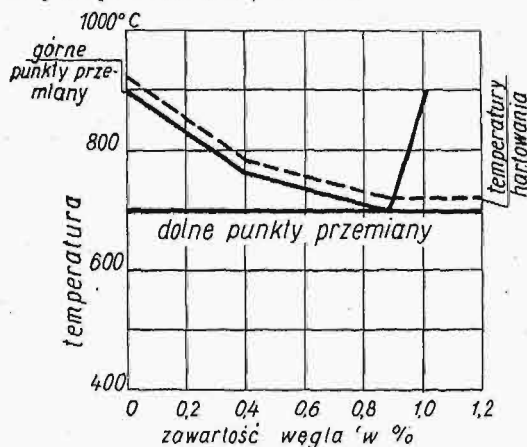
Wysokowartościowe części kute, które nie ulegają ulepszeniu ich własności po odkuciu, bywają przeważnie wyżarzane. Jeżeli po wyżarzaniu gotowych części kutych ostygnięcie odbywa się nie na powietrzu, lecz w samych piecach, to otrzymany stan będzie zbliżony do stanu znormalizowanego. Dla wysokowartościowych części kutych, taki stan wyżarzania jest bardzo podobny do stanu dostawy.

Rys. 1 daje przybliżone położenie punktów przemiany dla stali niestopowej w zależności od zawartości węgla, jak również linię temperatur hartowania.

Hartowanie. Stal niestopowa, po nagrzaniu ponad jej górny punkt przemiany i następnym

ostudzeniu w odpowiedniej cieczy (np. wodzie lub oleju) może być zahartowana.

Zdolność do hartowania wzrasta wraz z zawartością węgla w stali. Przez zahartowanie stal staje się zwykle bardziej kruchą.



Rys. 1.

Hartowanie stali konstrukcyjnej ma znaczenie przy jej ulepszaniu jak również i przy cementowaniu.

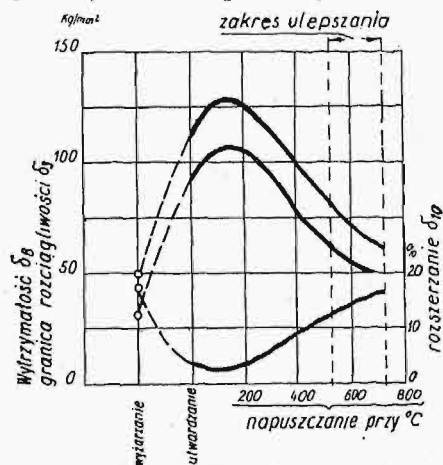
Cementowanie. Cementowanie polega na tym, iż stal z małą zawartością węgla nagrzewa się wspólnie z materiałem, zdolnym oddawać swój węgiel, zwykle do temperatury bliskiej punktu przemiany, tak długo, aż węgiel zostanie przeniesiony do stali do pożądanej zawartości procentowej oraz do potrzebnej głębokości. Jeżeli taka stal będzie zahartowana przy temperaturze 750°C , to zewnętrzna jej powłoka, mająca większą zawartość węgla, stanie się twardą.

Przez szybkie hartowanie przy temperaturze ok. 900°C , ubogi w węgiel rdzeń staje się nieco twardszym, przy stali miękkiej najwyżej o 10 kg/mm^2 wytrzymałości na rozciąganie z odpowiednim spadkiem przydłużenia. Przez następne krótkie zażrzenie do 750°C oraz przez szybkie ostudzenie (podwójne hartowanie) rdzeń odpuszcza się, a budowa gruboziarnista, powstała przy długim cementowaniu, przechodzi w drobnoziarnistą, przy jednoczesnym zahartowaniu powłoki zewnętrznej.

Ulepszenie. Ulepszenie odbywa się przez zahartowanie z następującym powtórnie zażrzeniem (odpuszczaniem) stali najwyżej do temperatury dolnego punktu przemiany. Przy tej ob-

róbce ciągliwość i uduerność wzrastają. Przy ulepszeniu otrzymuje się budowę drobnoziarnistą.

Wartości liczbowe podane dla stali „ulepszonej” otrzymuje się przez raptowne ostudzenie stali nagrzanej do temperatury o ok. 30° do 50°



Rys. 2.

wyższej od górnego punktu przemiany (rys. 1) z następnym odpuszczeniem do 600°C . W rzeczywistości jednak odpuszczanie odbywa się przy temperaturach niższych, przez co otrzymuje się inne wartości ulepszenia. Dokładniejsze dane powinny być omówione z hutą.

Rys. 2 daje przybliżone wartości własności mechanicznych stali o zawartości ok. $0,3\%$ węgla, wyżarzonej, zahartowanej i odpuszczonej przy różnych temperaturach. Temperatura odpuszczania po zahartowaniu wpływa bardzo znacznie na własności mechaniczne.

Ponieważ tylko do 40 mm grubości części dają się zahartować do rdzenia, a tem samym równomiernie ulepszyć, trzeba przy grubszych częściach wejść w bliższe porozumienie z hutą. Przy częściach ponad 100 mm grubości lub o kształcie złożonym, potrzebne specjalne porozumienie z dostawcą co do miejsca wzięcia próbek.

Części o kształtach złożonych mają skłonność do pęknięcia przy hartowaniu; z tego powodu zaleca się przy ulepszeniu posługiwać wskazówkami huty.

Dla części o znacznej grubości można otrzymać wysokie wartości ulepszenia tylko przy użyciu stali stopowej, ponieważ tylko taka posiada mniejszą szybkość przemiany budowy, a przez to pozwala na głębsze hartowanie.

Stal zlewna kuta lub walcowana.

Wskazówki bliższe dotyczące pobierania próbek, badań i odbioru.

I Fe N 07

Grubość i kształt przedmiotów wyrabianych.

Liczbowe wyniki badań zależą w znacznej mierze od grubości wyrabianych przedmiotów. Doświadczenia wykazały, iż blok stali, mechanicznie przerobionej do jednej trzeciej swego przekroju poprzedniego, przez dalszą obróbkę już nie może być znacznie ulepszony. Ponieważ kucie, prasowanie lub walcowanie tem słabiej przenika do rdzenia, im grubszy jest wyrabiany przedmiot, przeto warstwy zewnętrzne przedmiotu grubego lub miejsca cieńsze tegoż przedmiotu są więcej wysoko-

wartościowe niż rdzeń. Również zanieczyszczenie siarką lub fosforem jest znacznie większe w rdzeniu, niż w warstwie zewnętrznej, gdyż po odlaniu bloku podczas jego stygnięcia skupiają się one w miejscach pozostających w stanie ciekłym. Wobec powyższego podane w normach wartości wytrzymałościowe, jeżeli niema innych zastrzeżeń, mogą być stosowane tylko do przedmiotów grubości od 5 do 30 mm . Przy przedmiotach grubości ponad 30 do 150 mm przydłużenia mogą być zmniejszone o 2 jednostki. Przy grubościach większych i kształ-

tach złożonych, utrudniających dokładniejszą obróbkę, mogą powstać odchylenia, których wielkość musi być ustalona przez porozumienie się między dostawcą i odbiorcą.

Przy ulepszaniu wpływ grubości i kształtu może ujawnić się jeszcze silniej.

Przepisy poniższe stosują się do przedmiotów kutych i walcowanych.

Dla walcowanej stali uniwersalnej, płaskiej zawarte w normach wartości przydłużenia są ważne dla grubości ponad 10 mm do 25 mm, przy grubościach od 5 do 10 mm i ponad 25 mm przydłużenia mogą być zmniejszone o 2 jednostki.

Pobieranie próbek.

W tym samym przedmiocie własności tworzywa nie są jednakowe we wszystkich jego częściach (patrz wpływ grubości i kształtu).

Miejsce pobrania próbki, jak również i sposób jej wytwarzania (wykucie lub wycinanie) winny być określone, a przy kształtach grubszych i zawitych winny być omówione z dostawcą. Do pobrania próbek winny być wybrane miejsca, w których mogą być oczekiwane najwyższe naprężenia, o ile sam przedmiot na to pozwala.

Dane norm mówią o własnościach mechanicznych materiału wzdłuż włókien. Przy stali walcowanej własności te w kierunku poprzecznym do włókien są kilkakrotnie mniejsze (szczególnie zmniejsza się przydłużenie).

Badanie i odbiór.

Przepisy zasadnicze badań mechanicznych zawierają normy I Fe N 02 i t. d. Do nich mogą być dołączone, na mocy porozumienia, dodatkowe metody badań, jak np. próba na udarność.

Do powyższych badań mechanicznych stali w/g I Fe N 11 i I Fe N 61 mogą być dodane badania częściowe lub ogólne składu chemicznego.

Ponieważ rezultat badań mechanicznych i analiza chemiczna dla jednego i tego samego spustu i jednego i tego samego przedmiotu mogą się różnić, więc małe rozbieżności obu tych badań mogą być tylko wówczas powodem do odrzucenia materiału, jeżeli stal pod względem dobroci nie będzie odpowiadać swemu przeznaczeniu. Jeżeli okaże się np. dla St. 50.11 o wytrzymałości 50 — 60 kg/mm^2 i 18% przydłużenia przy normalnej próbce dłuższej, że stal ta wykaże 61 kg/mm^2 i przydłużenie 18,5%, to tego rodzaju stal nie może być zabrakowana. Gdyby podobna stal wykazała 58 kg/mm^2 oraz 17,5% przydłużenia to taka stal również nie może być odrzucona; natomiast jeśli jednocześnie ta stal będzie zawierać siarki i fosforu łącznie ok. 0,13%, to dodatkowa ta okoliczność może być powodem do odrzucenia.

Dla stali w/g I Fe N 61, dla której miarodajnym jest skład chemiczny, nie można wymagać by odpowiadała ona ściśle warunkom własności mechanicznych lub odwrotnie. W wypadkach wątpliwych dla określenia można się posługiwać jedną z grup własności w celu wyjaśnienia pozostałej, praktycznej zdatności stali.

Analiza winna odpowiadać średnim wartościom tworzywa. Metody wykonania analizy muszą być oparte na porozumieniu między odbiorcą a dostawcą.

Miejsce pobrania próbek, jak również ich ilość, a w zależności od warunków — ilość próbek zamiennych, muszą być określone przez porozumienie między odbiorcą a dostawcą, o ile norma I Fe N 06 tego nie podaje.

Różne.

Poszczególne gatunki stali I Fe N 11 oraz I Fe N 61 nie powinny być łamliwe ani w stanie zimnym, ani też w temperaturze czerwonego żaru.

Stal zlewna kuta lub walcowana niestopowa Stal do budowy maszyn.	I Fe N 11
---	-----------

Oznaczenie stali zlewnej o wytrzymałości na rozciąganie 50 — 60 kg/mm^2 ;

Stal zlewna St. 50.11 I Fe N 11.

Ciężar właściwy do obliczania wagi 7,85 kg/dm^3 .

A.

Dopuszczalne zanieczyszczenie: Zawartość siarki i fosforu niegwarantowana.

Własności mechaniczne odnoszą się do stanu dostawy.

Warunki odbiorcze ważne są dla stali dobrze przekutej lub dobrze przewalcowanej, patrz I Fe N 12

B.

Dopuszczalne zanieczyszczenie: Zawartość siarki i fosforu nie więcej niż po 0,06%, łącznie nie więcej niż 0,1%.

Własności mechaniczne ważne są dla stanu wyżarzonego (znormalizowanego), będącego zwykle stanem dostawy. Podobne własności (w przybliżeniu) winno posiadać tworzywo w zupełności przewalcowane lub przekute, odnośnie do stanu wyżarzonego — znormalizowanego. Tworzywo może być przekute, przewalcowane przed kuciem lub prze-

Znak	Próba na rozciąganie w/g I Fe N 05			Własności
	Wytrzymałość na rozciąganie δ_B kg/mm^2	Przydłużenie min. w %		
		Próbka normalna krótka lub proporcjonalna krótka δ_5	Próbka normalna krótka lub proporcjonalna długa δ_{10}	
St. 00.11	—	—	—	Bez podania własności mechanicznych, niełamliwa ani w stanie zimnym, ani w stanie czerwonego żaru.
St. 37.11	37 45	25	20	Zwykła Thomasowska lub S-M.; spawalność nie zawsze dobra i pewna.

Znak	Próba na rozciąganie w/g I Fe N 05			Zawartość węgla C (przy odbiorze nie obowiązująca) \approx %	Właściwości
	Wytrzymałość na rozciąganie δ_B kg/mm ²	Przydłużenie minimalne w %			
		Próbka normalna krótka lub proporcjonalna krótka δ_5	Próbka normalna długa lub proporcjonalna długa δ_{10}		
St. 34.11	34 do 42	30	25 ^{9/10}	0,12	Zdatna do cementowania i do spawania
St. 42.11	42 do 50	24	20 ^{1/8}	0,25	Jeszcze może być zdatna do cementowania, jeżeli rdzeń ma zostać twardy. Trudna do spawania.
St. 50.11	50 do 60	22	18 ^{1/6}	0,35	Niezdatna do cementowania i do spawania. Słabo hartująca się.
St. 60.11	60 do 70	17	14 ^{1/2}	0,45	Hartująca się, zdatna do ulepszenia.
St. 70.11	70 do 85	12	10 ^{1/2}	0,60	Dobrze hartująca się. Zdatna do ulepszenia.

walcowane w zupełności; w tym ostatnim wypadku — z następną obróbką, usuwającą powstałe naprężenia.

Powyższa tablica nie obejmuje stali pudlingowej lub zgrzewanej.

Stal przeciągana, prasowana, lub innym sposobem płaszczona na zimno, nie jest objęta przez te normy.

Pod „wyżarzeniem“ (normalizowaniem) rozumieć należy równomierne nasrzewanie do temperatury nieznacznie wyższej od górnego punktu przemiany z następującym ostudzeniem w spokojnym powietrzu.

Właściwości mechaniczne odnoszą się do rozciągania w kierunku włókien i tylko dla wyrobów od 5 do 30 mm grubości. Przy grubościach ponad 30 do 150 mm przydłużenie może być zmniejszone o 2 punkty. Przy jeszcze grubszych wyrobach i zawiłych kształtach, które nie pozwalają na gruntowną obróbkę, potrzebne jest dodatkowe porozumienie.

Granica plastyczności wynosi w ogólności 55% σ_B .

Badanie własności mechanicznych w/g I Fe N 02 i t. d.

Metody badań chemicznych muszą być ustalone przez porozumienie się między odbiorcą i dostawcą.

W wyjątkowych wypadkach przeznaczenie stali winno być podawane przy zamówieniu, jak np. stal cementacyjna, stal spawalna, stal dla większych kół turbinowych i t. p.

Reszta postępowania — w myśl przepisów dla badania tworzywa w/g I Fe N 02 — 07.

Wskazówki dotyczące użycia.

Dla A. Stal St. 00.11 dostarcza się bez wymienienia jej własności mechanicznych i używa się do celów podrzędnych.

Stal St. 37.11 posiada własności żelaza walcowanego, płaskiego i profilowego. Dla wyrobów kutek, podlegających dalszej obróbce, stal ta mniej się nadaje; używana jest przeważnie na części nieobrabiane, o gwarantowanej wytrzymałości (jak np. dla konstrukcji żelaznych).

Stal St. 37.11 określają tylko jej własności mechaniczne.

Dla B. Gatunki stali B odpowiadają wysokim wymagom naprężenia, lecz zasadniczo nie będą ani cementowane ani ulepszone. Tworzywo dostarcza się przekute, przewalcowane wstępnie dla późniejszego przekucia lub też przewalcowane ostatecznie; w tym ostatnim wypadku z następną obróbką, usuwającą pozostałe naprężenia.

Jeżeli stal ma być spawana, to nie powinna zawierać mało manganu, niezbędnego dla związania i usunięcia tlenków, tworzących się przy spawaniu. Zawartość krzemu winna być, na mocy doświadczenia, możliwie mała. Stal, przeznaczona specjalnie do spawania, przy zamówieniu obok znaku winna mieć dodatek: spawalna.

Jeżeli stal jest przeznaczona do cementowania, to zawartość manganu winna być możliwie mała, by uniemożliwić utwardnianie rdzenia przy szybkim ostudzeniu. Przy zamówieniu stal taka otrzymuje dodatek: do cementowania.

Odbiór na mocy badań mechanicznych.

W wypadkach wątpliwych może być badany stopień zanieczyszczenia stali.

Gatunki grupy B mogą mieć następujące zastosowanie:

Stal St. 34.11 na części o wymaganej wielkiej ciągliwości, jak śruby, pierścienie skurczowe i t. p., w granicach danej wytrzymałości.

Ze względu na jej łatwą obrabialność — na części pozbawione wysokich naprężeń, jak: zwykłe układy dźwigniowe, drażki i t. p. Materiał ten pozwala z łatwością wykonywać gruby gwint na tokarkach.

Do części dodatkowych, w razie zaznaczenia tego w zamówieniu, jak czopy, trzpienie, tuleje i t. p., o ile nie jest wymagana stal wyższej czystości w/g I Fe N 61.

Spawalna — jeżeli w zamówieniu to było przewidziane, w przeciwnym razie spawalność niepewna.

Stal St. 42.11 na części, które muszą być ciągliwe, podlegające uderzeniom oraz zmiennym obciążeniom, lecz ze względu na swą nieznaczną wagę, wymagające wyższej wytrzymałości, jak korbowody, korby i t. p.

Na części ruchome, które muszą być miękkie,

jak; wały, których rzeczywiste zużycie w miejscach podparcia nie jest niebezpieczne lub mało szkodliwe.

Na wały i osie o małym ugięciu, a więc i mniejszych naprężeniach.

Na części wymagające wytrzymałości wyższej, niż w/g St. 34.11.

Na części wytłaczane.

Na koła zębate czołowe, mało obciążone.

Gwint nacina się dobrze. Trudno spawalna.

Stal St. 50.11. Na mechanizmy pracujące przy wyższym naprężeniu oraz w wypadkach, gdy ze względu na zużycie jest wymagane tworzywo twardsze, jak np. silnie obciążone wały, wały wykorbione, wały napędowe główne, wały szybkobieżne, wały turbinowe, korby dla rozruchu i t. p.

Na części, które muszą posiadać pewną twardość naturalną, jak tłoczyska, drażki suwakowe i rozrządzące, trzpienie, śruby specjalne nieutwardzone, niezbyt obciążone koła zębate i t. p.

Stal St. 60.11. Jak stal St. 50.11, lecz dla wyższych naprężeń, mianowicie na części, przy których trzeba oszczędzać na objętości i wadze. Na części o wysokim ciśnieniu powierzchniowym, jak kołki nastawne, kliny, zęby, ślimaki, wrzeciona do pras i t. p.

Jeżeli części te mają być bardzo ciągliwe, lub mają podlegać zmiennym w szerokich granicach obciążeniom, to zaleca się ulepszenie, Obróbka kosztowna.

Stal St. 70.11. Na części o naturalnej twardości, jak nieutwardnione cienkie części mechanizmów rozrządzących, twarde walce.

Na części o najwyższym, lecz niezmiennym obciążeniu, jak St. 60.11, w przeciwnym razie ulepszenie.

Na narzędzia o twardości naturalnej, jak szablony, pierścienie wyciągowe, przebijaki w wytłaczarkach.

Stal zlewna walcowana.

Wyroby profilowe, prętowe, płaskie (uniwersalne).

I Fe N 12

Ciężar właściwy do obliczania wagi — $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Kształty przekrojów	Oznaczenia dotychczas używane
	<p>profilowe</p> <p>prętowe</p> <p>płaskie (Uniwersalne)</p>

Własności tworzywa.

Z n a k	Próba na rozciąganie w/g I Fe N 04			Próba na zginanie w/g I Fe N 05	U w a g i
	Wytrzymałość na rozciąganie $\sigma_B \text{ kg/mm}^2$	Przydłużenie minimalne w %			
		Próbka normalna krótka lub proporcjonalna krótka δ_5	Próbka normalna długa lub proporcjonalna długa δ_{10}	Prześwit pętli przy kącie zagięcia 180° , odniesiony do grubości próbki a	
St 00.12	Stal nie powinna być łamliwa ani na zimno, ani też w temperaturze czerwonego żaru, to znaczy, że próbki powinny się dać zagiąć na gorąco lub na zimno do kąta prostego, około trzpienia o promieniu krzywizny równym podwójnej grubości próbki.				
St. 34.12	34 — 42	30	25	$\frac{1}{2} a$	spawalna
St 37.12	37 — 45	25	20	$\frac{1}{2} a$	
St. 42.12	42 — 50	24	20	Do 20 mm grubość = a , ponad 20 mm grub. = $2a$	
St. 44.12	44 — 52	24	20		

Dopuszczalne zanieczyszczenie: Zawartość siarki i fosforu nie jest gwarantowana.

Własności mechaniczne dotyczą stanu dostawy i prób na rozciąganie w kierunku włókien, dla grubości od 5 do 10 mm.

Przy grubościach ponad 30 do 150 mm przydłużenia mogą być zmniejszone o 2 punkty.

Przy wyrobach walcowanych ponad 150 mm grubości dozwala się, jeżeli nie jest przewidziane inaczej, części przeznaczone na próbki przekuć lub przewalcowywać na 150 do 30 mm grubości i z tego materiału brać próbki. Przydłużenia muszą

odpowiadać liczbom wymienionym dla wziętej grubości.

Dla wyrobów uniwersalnych, o grubości ponad 10 do 25 mm, ważne są normalne przydłużenia; przy grubościach ponad 5 do 10 mm i ponad 25 mm przydłużenia mogą być zmniejszone o 2 punkty.

Granica płynności wynosi na ogół 55% σ_B .

Dla pobierania próbek badanego i odbieranego tworzywa ważne są określenia ogólne w/g I Fe N 02 — 07.

Obróbka w temperaturze niebieskiego żaru jest niedopuszczalna.