

Inż. MARCIN MAŚLANKA

Spoleczne znaczenie maszyny.

(Z powodu IX Zjazdu Inżynierów Mechaników Polskich).

Życie gospodarcze ludzkości było zawsze ściśle związane z techniką, w czasach nowożytnych zaś szczególnie wybitnie zaznaczyła się ta łączność, o ile chodzi o maszynę w ogólnym tego słowa znaczeniu. Wskutek zastawienia maszyny wytworzyły się warunki, umożliwiające powstanie wielkiego przemysłu, tak bardzo charakterystycznego dla cywilizacji obecnej. Inżynier, twórca maszyny, powinien zdawałoby się znać nie tylko tajemnice jej konstrukcji, ale i skutki, jakie pociąga za sobą jej zastosowanie w życiu gospodarczym i jej oddziaływanie na kulturę duchową i materialną. O ile jednak strona konstruktywna maszyny zajmowała zawsze niepodzielnie umysł inżyniera, o tyle dalsze jej losy, a w szczególności jej rola w procesach gospodarczych nie przedstawiała dla niego dostatecznie pociągającego interesu i pozostawiał to przemysłowcowi, kupcowi, ekonomistom, socjologowi, bankierowi, a nawet politykowi. Wskutek tej abstynencji możliwym się też stało, iż niepowodzenia w życiu gospodarczym przypisywano maszynie, a nawet się wydarza, że to dziecko genialnych koncepcji inżyniera czyni się odpowiedzialnym za wszystko złe, co się dzieje: za pauperyzm mas, za bezrobocie klasy pracującej, za upadek moralności, a nawet za rzekomy upadek cywilizacji. Wszyscy tutaj zabierają głos, nieraz bez najmniejszego zrozumienia sprawy, a jeden tylko inżynier, twórca tych cudownych rzeczy, które wprawiają cały świat w zawrotny ruch przemysłowy, nie wypowiada się i do rzadkości należy, aby który sprostował fałszywą opinię, jaka się wytworzyła około maszyny. A przecież to jest życiowo także ważne, a nie tylko sama konstrukcja maszyny, i doświadczenia, jakie rejestrujemy pilnie w naszych pracach praktycznych, nie są wcale ważniejsze od doświadczeń czynionych z naszymi dziełami przez społeczeństwo i od opinii, jaka się na podstawie tych doświadczeń kształtuje. Nasze zjazdy inżynierskie byłyby powołane do zabierania głosu w tych sprawach, tymczasem ograniczają się one tylko do czysto technicznej materii i wyjątkowo tylko można coś przy tej sposobności usłyszeć o współżyciu, że się tak wyrażę, maszyny ze społeczeństwem.

Takiem krótkim wspomnieniem jest pierwsza połowa artykułu prof. Hauswalda w *Czasopiśmie Technicznym* z dn. 10. VI. 1935, napisanego z powodu IX Zjazdu Inżynierów Mechaników Polskich.

Na rolę maszyny w życiu społecznym można oczywiście mieć rozmaite zapatrywanie. Zależy

to od miejsca, z jakiego to życie obserwujemy. Inżynier będzie miał jednak zawsze jedno tylko zdanie, a mianowicie, że maszyna jest, jak słusznie podnosi prof. Hauswald czemś „stojącym poza dobrem i złem“ i że użycie jej w ten czy ów sposób zawisłe jest tylko od człowieka i on, a nie ktoś inny lub coś innego, ponosi odpowiedzialność za użycie maszyny. Następnie każdy inżynier wierzy mocno, że przeznaczeniem maszyny jest przynieść ulgę człowiekowi i ta wiara potwierdzana doświadczeniem na przestrzeni wieków stanowi to szlachetne podłoże wszelkiej wynalazczości technicznej.

Spółczeństwo ma oczywiście nieco odmienne poglądy pod tym względem i świat techniczny musi być świadom tej różnicy w sądach, które zresztą nie są jednolite; na każdy sposób jednak pożytecznym będzie przypomnieć sobie, co o maszynie mówią rozmaici ludzie z poza świata technicznego. Dodaję tutaj, że pod rozszerzone pojęcie maszyny podkładam wszystkie wyniki wynalazczości technicznej.

Otóż na pierwszym miejscu stawiam owego znakomitego (?) człowieka, poetę, który zapatrywanie swoje na rolę techniki w społeczeństwie określił w zdaniu: „Co pan chce ze swoją techniką, czy przez to stałem się lepszym, że wieczorem chcąc zrobić światło skręcam wyłącznik żarówki elektrycznej zamiast pocierać zapałkę o pudełko“? (Gedanken zu einer Weltanschauung vom Standpunkte des Ingenieurs, Prof. Dr. Stodola). Na tej płaszczyźnie dyskusja o znaczeniu techniki jest oczywiście nie do pomyślenia.

Również trudno jest porozumieć się z prof. Ermatingerem (Technik und Geist 1927). „Jak bardzo różne jest oddziaływanie ducha i techniki w usługach człowieka. Dialogi Platona, tragedje Ajschylosa, biblijne psalmy, wzruszają nas jeszcze dzisiaj. Nie przyjdzie nam na myśl pytać o wykończenie techniczne, gdy się rozchodzi o najwyższe walory piękna i myśli. Przy maszynie nikt się nie pyta, jakiego jest usposobienia i jaką ma wartość etyczną. Ważne jest tylko pytanie o jej sprawność“.

Ta opinia wybitnego uczonego czasów obecnych przypomina poniekąd opinię intelektualistów greckich z przed lat 2000. Oto co pisze Plutarch. „Żaden mąż szlachetny na widok Zeusa Olimpijskiego lub Hery z Argos nie życzy sobie być Fidjaszem lub Polykлетem. Lubimy wprawdzie wonność i purpurę, perfumiarzy i farbiarzy uważamy jednak za ludzi pospolitych“.

Możnaby oczywiście odpowiedzieć, że kto w dziele inżyniera nie widzi nic więcej jak przedmiot użyteczny, ten nie zrozumie także

piękności maszyny, a pięknem jest harmonja ruchu nadana materji bezwładnej przez geniusz człowieka, jest niem świadomość opanowania materji, jest niem cel szlachetny; piękno stanowi wreszcie ten niezmierny trud i wysiłek myślowy, trwający nieraz długie lata (np. żarówka Edisona), a poniesiony w imię idei, która miała się stać w swoim urzeczywistnieniu dobroczyńcą człowieka.

Jak bardzo różnią się ludzie w sądach o tej samej rzeczy, dowodem opinja Spenglera (*Der Mensch und die Technik* 1932). „Idealisci i ideologowie, potomkowie humanistycznego klasycyzmu uważali rzeczy techniczne i gospodarze jako stojące poniżej kultury i pogardzali niemi. Kulturę jakiejś epoki miało się oceniać według ilości książek i obrazów, jakie wówczas powstały... Zestawiać wielkiego kupca lub inżyniera z poetą lub myślicielem było obrazą „prawdziwej“ kultury. Do dnia dzisiejszego uważa wielu ludzi, nawet historycy, literaci i esteci, że napisanie powieści jest ważniejsze jak konstrukcja aeroplanu“.

Spengler przy całym uznaniu dla maszyny ma jednak o niej pojęcie, na które się żaden inżynier zgodzić nie może. Maszyna jest według niego narzędziem mordy, ponieważ człowiek jest zwierzęciem drapieżnym (*Raubtier*) i cała cywilizacja ludzka wraz ze świetną techniką jest bezapelacyjnie poświęcona zagładzie z zasadniczego powodu, którym jest przeznaczenie człowieka do bezlitośnej walki. Nie potrzeba prawie dodawać, że ponura ideologia Spenglera jest diametralnie przeciwna pojęciom inżyniera, który już z racji swego zawodu jest idealistą, t. j. piastunem niewzruszonych nadziei na lepszą przyszłość.

Znany filozof francuski Bergson jest zdania, że pojęcie techniki przekracza pojęcie samej tylko użyteczności, i technika jest czemś bez porównania większem, niż wytwórczynią użytecznych przedmiotów, a to staje się zrozumiałem, jeśli weźmiemy pod uwagę oddziaływanie maszyny na duszę i umysł.

Natomiast francuski ekonomista i polityk Caillaux uważa inżynierów za sprawców obecnej niedoli, gdyż wynajdują coraz to sprawniejsze maszyny wytwórcze i usuwają przez to pracę fizyczną.

Z naszych publicystów zajmuje w tej sprawie podobne stanowisko jak Caillaux Roman Dmowski (*Świat powojenny i Polska*). Największem niebezpieczeństwem naszej cywilizacji ma być niesłychanie szybki postęp techniczny, za którym nie nadąża postęp moralny i polityczny.

Maszyna jest więc osądzana nieraz jako rzecz drugorzędna w dorobku ludzkości, za którą nie można łączyć żadnych walorów duchowych, a nieraz także jako ważna wprawdzie, lecz niedobrana towarzysząca człowiekowi, za którą on podążyć nie może. Najcięższy zarzut jednak, jaki się jej stawia, to umożliwienie rozwoju wielkiego przemysłu i stworzenie tą drogą specjalnej, nasze czasy charakteryzującej cywilizacji „przemysłowej“, na tle której powstały wszystkie utrapienia ludzkości.

Gdyby nie maszyna, nie mógłby oczywiście

powstać wielki przemysł. Wielki przemysł jednak, to wielki kapitał, wielki zysk i wielka konsumcja, a wreszcie obfite źródło tanich surowców. Aby mieć surowce potrzebne wielkiemu przemysłowi nie wahały się Państwa przemysłowe używać najwstrętniejszych pod względem moralnym środków, a tożsamo robiły, gdy chodziło o rynki zbytu. I dzisiaj jesteśmy świadkami takich zabiegów ze strony potężnego przemysłu, popieranego całą siłą Państw interesowanych. Wielkie wojny miały najczęściej przyczyny tkwiące w przemyśle, a ostatnia wielka wojna miała je tak samo, jak je mieć będą przyszłe wojny, które wiszą obecnie w powietrzu. W ciągu wieku XIX nastąpił podział świata na kraje bogate, które stworzyły i pielegnowały wielki przemysł i na kraje ubogie, które były odbiorcami towarów u nich niewyrabianych i płaciły za nie surowcami, wyczerpując swoje bogactwa naturalne. Wielki przemysł popierał oczywiście z całych sił ten stan rzeczy, który umożliwiał mu ustawiczny wzrost i dlatego nie wahał się nawet robić inwestycji w krajach ubogich, jeżeli tylko inwestycje te umożliwiały zwiększenie konsumcji, co było jego ostatecznym celem. W ten sposób czyniono w krajach ubogich wydatki „cywilizacyjne“ na szkoły, telefony, telegrafy, koleje żelazne, drogi, kanalizacje, wodociągi i t. d., które wzbogacały przedsiębiorców z bogatych krajów, a zubożały powoli kraje ubogie, niekiedy do tego stopnia, że ludność opuszczała ojczyznę, która jej już więcej wyżywić nie mogła (patrz Francis Delaisi — *Les deux Europes* 1930). Zanim bowiem obcy handel zajął te kraje, mogła ludność żyć, posługując się drobnym, domowym lub regionalnym przemysłem, używając będących na miejscu surowców. Wielki przemysł zabił jednak ten drobny przemysł, zabierając surowce i zalewając kraj swojemi wyrobami. Lecz nawet stosunkowo bogate kraje nie wytrzymały naporu opanowującego je obcego przemysłu, czego dowodem Indje, kraj z natury bogaty, gdzie jednak głód jest stałym zjawiskiem. Dążenie i cel ostateczny wielkiego przemysłu jest zawsze i wszędzie ten sam — a tylko taktyka jest rozmaita. Skutek jest równie zawsze jednakowy: najpierw wzmoczenie konsumcji, potem zubożenie, a w końcu nędza. Powstają sztucznie t. z. „konieczności ekonomiczne“, za którymi ukrywają się nadużycia wielkiego przemysłu. Dla niego, który musi mieć dla swego istnienia surowce i rynek zbytu, jest to istotnie konieczność, ale nie dla krajów, które opanowuje. Metoda zastosowana jest całkiem prosta: zajęcie kraju (jeśli można, to zbrojną ręką), potem okupacja stała, a potem ile możności suwerenność polityczna, a już co najmniej finansowa. Równocześnie wielkie daniny, nałożone na krajowców z tytułu rzekomych dobrodziejstw cywilizacji, jak n. p. kolei żelaznych, (których krajowcy nie używają prawie), alkoholu, opium, broni palnej i t. d. Tak powstały wszystkie kolonie należące do Anglii, Francji, Niemiec, Belgii i Holandji. „Konieczności ekonomiczne“ były przyczyną inwazji do Persji, Chin i Egiptu. Specjalny wypadek przedstawia Rosja Sowiecka,

która forsuje wielki przemysł, a która pomimo, że ma wszystkie surowce pod ręką i należy wogóle do najbogatszych krajów, nie uniknęła losu, jaki gotuje wielki przemysł każdemu, kto go czci. Wiadomo jaka tam drożyzna, jaka pauperyzacja, jakie tam tragedje. Połączenie wodne morza Białego z Bałtykiem, ostatnie wielkie dzieło inżynierskie, ma służyć przemysłowi który, się dopiero kształtuje, który jest dopiero *in statu nascendi*, a który już wyrządza spustoszenia. Kilkadziesiąt tysięcy ludzi zginęło przy tych robotach, jak donosi prasa codzienna, a straty te ma usprawiedliwiać „konieczność ekonomiczna“ połączenia dwóch mórz. Potężna Japonja odczuwa już także skutki wielkiego przemysłu, ma już swoich bezrobotnych i szuka na gwałt rynków zbytu. Ameryka Północna szuka ratunku przed swoim wielkim przemysłem w robotach publicznych i kto wie, czy praktyczny rozum Amerykanów, którzy już raz jeden, mianowicie w wieku XVIII, pokonali wielki przemysł, wówczas angielski, wyłamując się z pod jarzma angielskiego, nie znalazł drogi ratunku, jeżeli już nie właściwej, to do właściwej bardzo zbliżonej.

W krajach ekonomicznie słabych, gdzie istnieją rządy stałe, szuka wielki przemysł miejsca dla siebie w ten sposób, że udziela za poręką rządową pożyczek i uzyskuje monopol w większej lub mniejszej mierze, co jest jednak obojętne dla końcowego efektu, który się objawia zawsze i bez wyjątku ogólnym wzrostem drożyzny, chociażby nawet z wyłączeniem pewnych artykułów przemysłowych. Obserwować to można szczególnie wyraźnie w południowo-amerykańskich republikach, które się zapożyczyły. W następstwie tego są tam zaburzenia wewnętrzne stałym zjawiskiem. Drożyzna jest spowodowana konsumcją niejako obowiązkową wszystkich nadwyżek produkcji ponad potrzebę istotną. Do konsumpcji niepotrzebnej excytuje się ludzi na wszelki możliwy sposób i rzecz ta uchodzi za zdrową i pożądaną pod względem gospodarczym. Z urzędu zachęca się do konsumpcji i czyni z tego patryjotyczny obowiązek. Wprawdzie cena zwykłego towaru zmniejsza się niekiedy, ale zato wzrastają daniny publiczne, które pośrednio służą na tej drodze okrężnej do zwiększenia zysku przemysłowego. Przypomnijmy sobie z naszych stosunków tylko przedsiębiorstwa Ullenowskie i monopol zapalczany, a są jeszcze i inne przemysły, w których partycypuje wprawdzie kapitał krajowy, lecz okoliczność ta nie zmienia wcale antyspołecznego charakteru wielkiego przemysłu. Wielki przemysł wytworzył cywilizację „przemysłową“, której główną cechą jest konsumpcja — nie konsumpcja potrzebna do życia i jego rozwoju, lecz ile możliwości jak największa i stale wzrastająca bez względu na konieczność. W tem właśnie ma leżeć dobrobyt i szczęście. Istotna potrzeba schodzi na drugi plan. Im kto więcej konsumuje, oczywiście ponad istotną potrzebę, ten stoi społecznie wyżej i to nastawienie umysłowe naszej cywilizacji, wychowane w atmosferze wielkiego przemysłu, jest jego najcięższym grzechem, niezmiernie trudnym do usunięcia.

Inżynier cieszy się swoim wynalazkiem maszyny, przewidując, jakie to ulgi i dobrodziejstwa przyniesie ludziom jego praca. W pierwszej linii przychodzi mu na myśl, że produkt będzie tańszy, a może i lepszy — do tego ma właśnie służyć wynalazek. Jeden z socjologów rozumuje w tej sprawie jak następuje (Gina Lombroso — *La rançon du machinisme* 1931). „Jeżeli maszyna prowadzona przez jednego robotnika robi w jednej godzinie tyle płótna, ile go robiło niegdyś 100 robotników w czasie dziesięciokrotnie większym, powinni ludzie mieć tysiąc razy więcej czasu, a płótno powinno być tysiąc razy tańsze. Tymczasem rzecz się ma wprost przeciwnie. Ludzie pracują obecnie daleko więcej, niż dawniej, kiedy warstwy były ręczne; pracują dniem i nocą; do mężczyzn przyłączyły się kobiety i dzieci; życie kosztuje więcej i brak nam czasu dla nas samych, dla przyjaciół, dla miłości, dla myśli“. Rozumowanie to nie jest wprawdzie bez zarzutu, odnosi się jednak do faktu, napozór nielogicznego, lecz w rzeczywistości sprawdzalnego, który też musi mieć z tego powodu swoje uzasadnienie. Wywodzące się jednak z bardzo wielu przyczyn. Pomijając tutaj ich roztrząsanie można jednak stwierdzić, że stan taki powstał dopiero po wprowadzeniu w użycie maszyny jako narzędzia wielkiego przemysłu i to, coby na korzyść wielkiego przemysłu przemawiało, a mianowicie, że wskutek użycia maszyny zwiększyła się naogół ilość pracowników, że płace wzrastają, a typowy okres pracy dziennej ma tendencję zniżkową, nie ma wielkiego znaczenia, gdyż korzyści te są anulowane ogromną liczbą bezrobotnych, nieproporcjonalną do wzrostu zajęcia, a podwyżka płacy jest z reguły następstwem mechanizacji, która usuwa zwyczajny materiał robotniczy, a poszukuje dla prowadzenia skomplikowanego w wyższym stopniu ruchu tylko wysoce wykwalifikowanych robotników. Tych robotników płaci wprawdzie lepiej, ale tworzy równocześnie bezrobotnych. Skrócenie czasu pracy dziennej jest następstwem reakcji społeczeństwa na wzrost wielkiego przemysłu.

Cywilizacja wytworzona pod wpływem wielkiego przemysłu, tak zwana „cywilizacja przemysłowa“, która jest naszym udziałem, stanowi podłoże naszych cierpień, a prawdą jest, że gdyby nie maszyna, nie mogłaby ta cywilizacja nigdy powstać.

Fałszywy byłby jednak z tego wniosek, że cywilizacja ta jest tworem maszyny, tak jak fałszywym byłby wniosek, że np. ubranie jest tworem nożyc, użytych w tym celu przez mistrza krawieckiego. W rzeczywistości odpowiedzialnym twórcą jest tylko mistrz, w naszym wypadku umysł, a ogólnie mówiąc: sam człowiek.

Aby chronić reputację nowoczesnej maszyny, należy stale zaznaczać jej zasadniczy charakter narzędzia, a niebezpiecznym jest przypisywać jej jakieś inne własności, w szczególności jakieś aktywne stosunki z życiem.

Osądzając rzecz obiektywnie, nie możemy nabrać przekonania, że zaopatrzenie świata w przeróżne wyroby wielkiego przemysłu jest

błogosławieństwem, że dobrobyt ogarnia coraz liczniejsze koła ludności i że fala jego powoli się wznosi (chyba przeciwnie!), gdyż rzeczywistość zaprzecza temu całkiem wyraźnie, a już całkiem jest niedopuszczalne z powodów zasadniczych łączyć przyczynowo te zjawiska z nowoczesną maszyną. Maszyna nigdy nie była przyczyną, lecz zawsze tylko środkiem, użytym w ten lub inny sposób, z takim lub innym wynikiem. Można by wprawdzie powiedzieć, że jakkolwiek maszyna nie jest bezpośrednią przyczyną, to oddziaływała pośrednio. Nie zmieni to jednak wcale faktu, że jest tylko narzędziem nieodpowiedzialnym, a o to tutaj chodzi. Granat wyrzucony przez działą jest także pośrednią przyczyną zniszczenia, nikt jednak nie będzie twierdził, że granat jest przyczyną klęsk wojennych i samej wojny. Wielki przemysł nadużył maszyny tak, jak wojna nadużywa narzędzi zniszczenia i on, a nie maszyna odpowiedzialny jest za spustoszenia moralne i materialne. Jeżeli sobie uprzytomnimy, że wielki przemysł nie może istnieć bez wielkiego kapitału, a ten chce mieć bezwzględnie jak największe zyski i każdy środek jest dla niego dobry do osiągnięcia tego celu, to potrafimy zrozumieć, gdzie leży właściwie główne źródło naszych nieszczęść. Stosunki w naszym Państwie, gdzie wielki przemysł jest słabo rozwinięty, nie dają sposobności do stwierdzenia w całej jaskrawości złych stron wielkiego przemysłu t. z. nadużywania maszyny w celach szkodliwych i dlatego dla ich oceny właściwego trzeba wziąć pod uwagę kraje o rozwiniętym silnie przemyśle, a to, co tam widzimy, uprawnia w zupełności do nieprzychylnego sądu o tem nowoczesnym zjawisku życia społecznego. Mnogość dóbr materialnych, bogactwo, jakiego nie było od początku świata, dobrobyt pewnej stosunkowo nieznacznej części społeczeństwa — wszystkie te świetne objawy „cywilizacji przemysłowej“ błędą w porównaniu z nędzą ogólną. W r. 1933 umarło z głodu na kuli ziemskiej 2,400.000, a popełniło samobójstwa 1,200.000 ludzi — to są tylko ci, których można było policzyć. W jednej tylko Warszawie było w r. 1934 — 1935 samobójstw. Człowiek znękany ucieka z życia, a notowane są już wypadki, gdzie się to dzieje gromadnie (Sowiety). Górniczy w kopalni „Szczęście Luizy“ (Śląsk Górny) w liczbie 86 zagrozili (lutą 1935) masowem samobójstwem w razie unieruchomienia kopalni. Ci, którzy jeszcze nie stracili instynktu zachowania życia, cierpią i nie potrzeba tego, jako rzeczy notorycznej, udowodniać cyframi; pamiętać jednak należy o tem, jeśli się mówi o dobrobycie i zestawia go z położeniem materialnem czasów ubiegłych w celu stwierdzenia jego rzekomego polepszenia. Prawda, suma dóbr materialnych wzrosła dzięki w pierwszej linii wielkiemu przemysłowi, lecz czy sama mnogość dóbr materialnych może być uważana za kryterjum istnienia, lub może nawet wzrostu dobrobytu? Przecież pojęcia dobrobytu i dóbr materialnych nie pokrywają się wcale, gdyż pierwsze z nich obejmuje także psychikę człowieka, czego niema w drugim. Na jedno więc

tylko można się zgodzić, mianowicie, że ilość dóbr materialnych wzrosła, lecz od stwierdzenia tego faktu do stwierdzenia przeciętnego wzrostu dobrobytu, choćby tylko materialnego, jeszcze bardzo daleko, zwłaszcza jeżeli się weźmie pod uwagę wzrost ludności, a więc wzrost mianownika przy oznaczeniu przecięcia. Na razie odczuwamy natomiast wszyscy całkiem wyraźnie, że się w dobrobycie cofamy pomimo zwiększenia bogactw, a ta tendencja zniżkowa uważana jest nawet za pożądaną, czego dowodem oficjalne zachęty do obniżenia naszej stopy życiowej — wezwania oczywiście zupełnie niepotrzebne, gdyż życie samo wymusza na nas to obniżenie. Cyframi tego udowodniać nie potrzeba.

Wszystkie powyższe zjawiska życia społecznego bywają nieraz łączone z nowoczesną maszyną. Jak bardzo mylny bywa sąd o maszynie, naprowadzono już wyżej. Wielki przemysł, który jest w istocie swojej tylko agentem kapitału, posługuje się zawsze najlepszymi maszynami i bez nich (tak samo jak bez kapitału) jest wogóle nie do pomyslenia. Lecz ta okoliczność jest też powodem, że się czyni maszynę odpowiedzialną za nadużycia wielkiego przemysłu. Inżynier musi być świadom tego i jego obowiązkiem jest prostować fałszywe zapatrywania.

Najnowsze poglądy ekonomji społecznej opierają się na założeniu (było i dawniej znane), że życie gospodarcze jest życiem psychicznem a nie materialnem (p. prof. Cole: Istotny sens marksizmu, z angielskiego, wydawnictwo Rój). Jeżeli by tak było, a wszystko potwierdza słuszność tej hipotezy, to oczywiście całkiem naturalną byłaby zasada współzależności przebiegów, tak samo jak i fakt, że na życie społeczeństwa składają się najrozmaitsze czynniki, nie dające się nieraz ani przewidzieć ani oznaczyć. Jeden tylko inżynier ma ten wielki przywilej, że dla swoich konstrukcyj może wszystko przewidzieć i obliczyć. Ale też ma on do czynienia tylko z materją martwą i tutaj jest suwerennym panem. Przebiegi gospodarcze, które są właściwie zjawiskami natury psychicznej, mogą być kalkulowane tylko na podstawie niepewnych przewidywań przyszłości — dedukcje w sprawach psychiki i moralności nigdy nie są pewne — i leżą poza polem właściwej działalności inżyniera, opartej na ścisłych i niezawodnych obliczeniach. Ten psychiczny moment, jaki przenika wszelkie życie gospodarcze, nie daje się ująć w pojęcia przestrzenne, jedyne, jakie są dostępne umysłowi i dlatego zjawiska gospodarcze są zawsze dla nas w większym lub mniejszym stopniu niespodzianką. Nie rozumiejąc życia z powodów przyrodzonych widzimy przed sobą, gdy na nie patrzymy, tylko mieszaninę najrozmaitszych czynników i co chwila szukamy coraz innej syntezy. Rola maszyny jest jednak w tym życiowym chaosie (pozornym tylko!) zupełnie jasno oznaczona: zadaniem maszyny jest służyć człowiekowi za narzędzie. Czem doskonalsza maszyna, tem subtelniejsze narzędzie i chodzi tylko o to, jak go człowiek użyje.

Inż. JERZY MEIER
Mechaniczna Stacja Doswiadczalna P. L.

Spostrzeżenia i uwagi dotyczące oceny prętów mosiężnych¹⁾.

I. Wstęp.

Mimo, że problem wyrobu prętów mosiężnych, przeznaczonych do obróbki skrawaniem, wydaje się raczej mało ważny i zdawałoby się nie nasyca tematu do specjalnych rozważań — ukazał się w ostatnich latach cały szereg prac wybitnych fachowców różnych narodowości, poświęconych tej sprawie. Zainteresowanie to staje się zrozumiałe, jeśli się zważy masowość produkcji, oraz wysoką jakość prętów mosiężnych, wymaganą do wyrobu niektórych odpowiedzialnych elementów.

Zagadnienie to rozpatrywane być może albo z punktu widzenia samego procesu technologicznego, ważnego przede wszystkim dla huty, albo pod względem wymogów materiałowych, obciążających odbiorcę i warsztat przerabiający. Większość prac ogłoszonych zajmuje się albo samem wytwarzaniem, albo niektórymi zaledwie problemami materiałowymi, — tak, że całokształtu wymagań, stawianych prętom mosiężnym, dotąd jeszcze nie ujęto.

Jakkolwiek żadna z faz wyrobu prętów nie jest specjalnie skomplikowaną — to jednak, ze względu na wysoką jakość, wymaganą od gotowego wyrobu, ustalenie współzależności wszystkich etapów produkcji należy do zadań bardzo trudnych i najlepiej mogłyby powiedzieć o tym walcownie krajowe, które dużo trudów i kosztów ponieść musiały, zanim problem ten dostatecznie opanowały.

Wymagania stawiane prętom mosiężnym, przeznaczonym do obróbki skrawaniem, dotyczą składu chemicznego, własności mechanicznych, odpowiedniego przełomu, mikrostruktury, wyeliminowania szkodliwych naprężeń wewnętrznych i dobrej obrabialności.

Celem tego referatu jest szczegółowa analiza wymagań technicznych, oraz niektórych metod badania — przy uwzględnieniu możliwości hut i potrzeb warsztatu przetwórczego. Z rozważań tych wynikają wytyczne dla zracjonalizowania wyrobu prętów mosiężnych.

II. Własności mechaniczne²⁾.

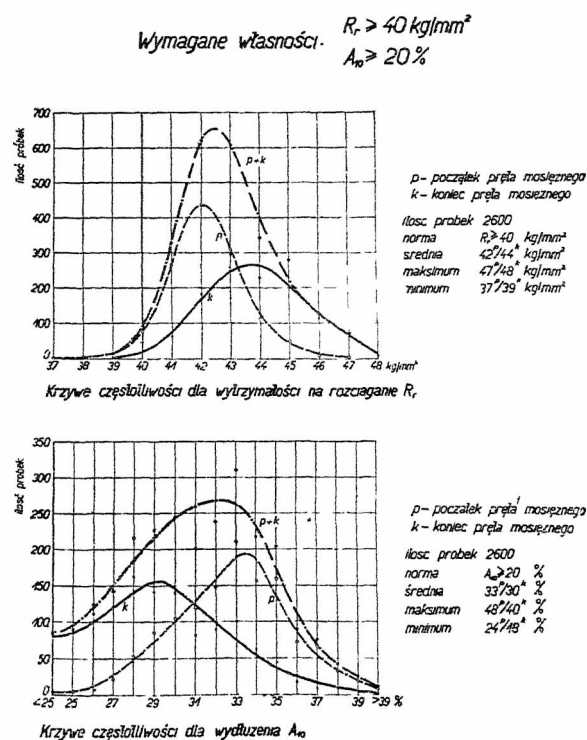
a) Próba rozciągania.

Podobnie jak i w innych materiałach, które w dalszym swem przeznaczeniu podlegają naprężeniom różnego rodzaju, do ustalenia jakości mosiądzu prętowego służy próba rozciągania.

Warunki, przepisane dla prętów mosiężnych do obróbki skrawaniem, wymagają wytrzymałości na rozciąganie R_r powyżej 40 kg/mm^2 i wydłużenia A_{10} powyżej 20% . Jak walcownie krajo-

we warunki te spełniają, wskazuje Ryc. 1, przedstawiająca krzywe częstotliwości wyników liczebnych prób.

Na wykresach tych określono oddzielnie krzywe dla próbek pobranych z początku i końca prętów. Różnice własności dla obu końców pręta tłumaczą się tem, że z powodu różnych temperatur na początku i przy końcu prasowania, tak struktura jak i własności mechaniczne na długości pręta są różne. Początek pręta, wyprasowany w temperaturze leżącej powyżej granicy przemiany faz, posiada strukturę dendrytyczną i niższe wartości R_r i H_n przy większym wydłużeniu i wyższej udarności. Końce prętów natomiast wykazują strukturę droбноziarnistą i wzrost wartości R_r i H_n przy spadku własności plastycznych.



Ryc. 1.

Krzywe te, zestawione z wyników 2.600 prób, wykazują, że osiągnięcie żądanych własności wytrzymałościowych nie sprawia zbyt trudności.

Próba ta daje orientację, czy materiał odpowiada gatunkowi półtwardego mosiądzu, używanego do obróbki na automatach. Własności wytrzymałościowe gwarantują ponadto, że materiał sprosta wymaganiom konstruktora, uwzględniającym późniejsze warunki pracy wykonanego elementu.

W szczególności należy podkreślić znaczenie granicy płynności (Q_r) jako najistotniejszej wartości dla konstruktora. Wysoka granica płynności gwarantuje nam, że zakres naprężeń, w któ-

¹⁾ Referat wygłoszony dnia 3 czerwca 1934 r. w Sekcji Metaloznawczej VIII Zjazdu Inżynierów Mechaników Polskich w Katowicach, oraz dnia 3 kwietnia 1935 r. na zebraniu Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie

²⁾ Znakowanie własn. mech. wg. Uzb. P. N. W./mech. 220 i 222.

rym powstają tylko odkształcenia elastyczne, jest duży, co pozwala na dopuszczenie w gotowych elementach odpowiednio znacznych naprężeń.

Granica płynności zależy od sposobu wyrobu, w szczególności od wielkości stosowanego zgniotu, którego wpływ zaznacza się wybitniej dla Q_r jak R_r (Ostermann). W próbach doraźnych oznaczenie gr. płynności sprawia pewne trudności i nie jest tak proste, jak wyznaczenie R_r . Granica płynności nie ujawnia się bowiem wyraźnie (jak dla niektórych gatunków stali), wobec czego należy wykonać pomiar $Q_{r, 0,2\%}$ (zastępczej granicy płynności).

Przy danym sposobie wyrobu, t. j. ustalonych stopniach zgniotu i temp. wyżarzania, o wielkości Q_r można sądzić z wartości R_r . Natomiast przy każdej zmianie metody wyrobu należałoby sprawdzić wartość granicy płynności celem przekonania się, czy odpowiada ona jeszcze wymaganiom konstruktora. Wykonane sporadycznie pomiary wykazały, że granica płynności dla mosiądzu prętowego, obecnie stosowanego, leży powyżej 20 kg/mm^2 .

Określona normami naszymi dolna granica wartości wydłużenia wynosi $A_{10} = 20\%$. Jak wykazuje wykres częstotliwości (Ryc. 1), wartość ta jest zawsze dotrzymywana, a raczej minimum praktyczne przesuwają się do ok. 25% .

Pożądanym jest, aby raczej wyższa wartość wydłużenia była dotrzymywana. Wymaganie to nie wynika jednak ze względu na warunki późniejszej pracy elementów, podyktowane jest tylko możliwością uzyskania większej jednolitości materiału. Obecnie wahają się wartości R_r od 40 do 52 kg/mm^2 , zaś A_{10} od 20 do 40% , przyczem dolnej wartości wydłużenia odpowiada oczywiście górna wartość wytrzymałości. Tak duży rozrzut własności mechanicznych jest bardzo niepożądanym dla jednolitości materiału.

Wydłużenie $A_{10} = \text{ok. } 20\%$ otrzymuje się tylko w t. zw. zimnym końcu prasowania i to na skutek albo zbyt niskiej ogólnej temperatury prasowania albo za małej szybkości tegoż i łączy się z nader drobnoziarnistą strukturą, niepożądaną, tak ze względu na gorszą obrabialność, jak i mniejszą odporność na pęknięcia sezonowe.

Żądanie zatem wyższej wartości wydłużenia ma na celu skłonienie producenta do takiego doboru czynników, aby uniknąć trudności w późniejszej przeróbce materiału.

b) T w a r d o ść.

Najwięcej zastrzeżeń i dyskusyj wywołuje stosowanie pomiaru twardości do oceny prętów mosiężnych. Pochodzi to stąd, że niewłaściwa interpretacja wyników tej próby może z łatwością doprowadzić do niesłusznych wniosków.

Badaniu twardości należy bowiem przypisać tylko ograniczone znaczenie, a wyciąganie wniosków z wyników tej próby w odniesieniu do innych cech materiału musi być bardzo ostrożne i oparte na licznych doświadczeniach.

Na pierwszy plan wysuwa się sprawa zależności pomiędzy twardością Brinella a wielkością naprężeń wewnętrznych, której doszukiwano się u nas przez czas dłuższy. Spra-

wa ta wyglądała zachęcająco, gdyż ustalenie takiej zależności od wygodnej próby Brinella — byłoby wielkim uproszczeniem oceny materiału. Usiłowania znalezienia zależności pomiędzy różnicą twardości w przekroju a wielkością naprężeń wewnętrznych (skłonnością do pęknięć sez.) nie znalazły rozwiązania, co potwierdzają posiadane przez nas wyniki przeszło 5.000 prób, wykonanych w ostatnich 2 latach.

Wysoka wartość twardości, wyższa niż przeciętna przy danym sposobie wyrobu, może wskazywać, że materiał został niedostatecznie odżarzony, a pozostały w nim naprężenia dość znacznej wielkości. Należy to jednak potwierdzić oddzielnymi badaniami, gdyż ostateczna twardość jest funkcją i innych czynników, w szczególności wielkości końcowego zgniotu³⁾.

Czy twardość może dać wskazówki co do obrabialności materiału, było w literaturze przedmiotem dużego zainteresowania. Do sprawy tej powrócimy w rozdziale o obrabialności.

Badanie twardości stanowi przede wszystkim bardzo ważny czynnik kontroli wyrobu prętów, ich obróbki mechanicznej i termicznej. Zaletą tej próby jest jej prostota, dzięki czemu znaczna ilość materiału może być zbadana w krótkim czasie. Pozwala to na szybkie, warsztatowe stwierdzenie jednolitości wyrobu, oraz daje obraz przebiegu innych własności mechanicznych.

Ze względu na dużą ilość pomiarów, koniecznych przy masowej produkcji, badanie twardości powinno być jaknajbardziej uproszczone i zajmować jaknajmniej czasu. Metoda Brinella przy stosowaniu do większej ilości prób jest bardzo uciążliwa. Dlatego stosuje się zwyczajnie metodę Rockwella, dającą dużą oszczędność czasu pomiarów. Twardość ze względu na rozpowszechnienie i dotychczasowe stosowanie podaje się zazwyczaj w jednostkach Brinella. Znane z literatury tabele przeliczeń dawały przy stosowaniu ich do prętów $M_s 60$ znaczne rozbieżności, co skłoniło nas do bezpośredniego ustalenia tej zależności dla tego materiału⁴⁾.

Ustalenie ściślejszej tabeli przeliczeń dało w praktyce stosunkowo duże korzyści.

Badania innych własności mechanicznych (udarność, granice zmęczenia i t. p.), stosowane niekiedy do prętów mosiężnych, nie wchodziły w zakres naszych prób, jako niedające wskázówek, co do użyteczności tego materiału.

III. Naprężenia wewnętrzne.

Niekorzystną własnością półfabrykatów mosiężnych, wykonanych zapomocą przeciągania,

³⁾ Zauważyliśmy, że przy danym sposobie wyrobu, pręty mosiężne, wykazujące twardość ok. $150 H_B$, w próbie rteciowej prawie zawsze pękały. Przy innym sposobie wyrobu, gdzie zastosowano większe zgnioty, a co zatem idzie większą początkową twardość, pręty przy tej samej twardości $150 H_B$ nie wykazywały pęknięć — były zatem dostatecznie odżarzone.

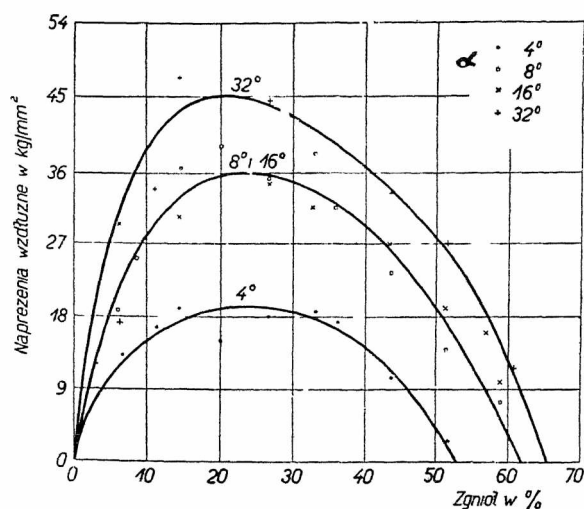
⁴⁾ Sposób przeprowadzania badań nad ustaleniem tej zależności, oraz jej uzasadnienie i granice błędów ogłoszone będą osobno.

jest ich skłonność do pękań t. zw. sezonowych („season cracking“). Pęknięcia te powstają w czasie dalszej obróbki (np. skrawaniem, Ryc. 2) lub po dłuższym okresie magazynowania, przyczem występują one tak w półfabrykatak jak i gotowych elementach, powodując często ich niezdatność.

Dotąd nie udało się ustalić jednoznacznego wyjaśnienia przebiegu tego zjawiska, zaś istniejące hipotezy wybitnych badaczy są ze sobą sprzeczne. Stwierdzono natomiast ścisły związek między powstawaniem tych pęknięć a wielkością i rozkładem naprężeń wewnętrznych. Niektórzy autorowie podają jednak, że naprężenia wewnętrzne powodują pęknięcie mosiądzu tylko pod wpływem czynników zewnętrznych, a przede wszystkim działania korodującego związków amoniaku i rtęci. (Moore, Beckinsale i Mallinson, Masing). Związki te powodują w mosiądzu powstawanie włoskowatych rys wzdłuż granic ziarn (względnie w mosiądzach $\alpha + \beta$ — poprzez kryształy β). Pod wpływem większych naprężeń wewnętrznych rozciągających lub sił zewnętrznych w miejscach tych rys, działających jako karby, powstają pęknięcia. Skłonność do pękań zależy jednak i od innych czynników, jak od sposobu wyrobu, składu chemicznego i charakteru mikrostruktury (Masing, Köster, Křeček).

Najważniejszym jednak czynnikiem powstawania tych pękań są naprężenia wewnętrzne. — Powstają one w prętach w czasie przeciągania, przyczem ich wielkość i rozkład zależą przede wszystkim od wielkości zgniotu, sposobu przeciągania i kształtu wykroju (matrycy), oraz od przeróbki poprzedniej.

Ryc. 3 wykazuje wdg. Linicusa i Sachsa wpływ zgniotu i kształtu (kąta) wykroju na wielkość naprężeń wzdłużnych w drucie mosiężnym. Wykres ten wskazuje, że maksimum naprężeń występuje przy zgniocie ok. 20%, poczem już wartości ich maleją.



Wpływ wielkości zgniotu i kształtu wykroju na wielkość naprężeń wewn.

Ryc. 3. (wdg. Linicusa i Sachsa).

Rozkład naprężeń w przekroju pręta mosiężnego przedstawia Ryc. 4 (wdg. Sachsa).

Jak z tych wykresów wynika, najważniejsze są tu naprężenia styczne i wzdłużne, które w wewnętrznych warstwach pręta występują jako rozciągające; naprężenia poprzeczne (promieniowe) są stosunkowo nieznaczne i jako ściskające mogą być pominięte.

Dalsze wykresy obrazują wpływ prostowania maszynowego na wielkość i rozkład naprężeń wewnętrznych pręta. Prostowanie to odbywa się na specjalnych maszynach (prostownicach) o skośnie ustawionych walcach, przyczem pręty doznają lekkiego spęczenia. Zmienia się przytem korzystnie rozkład naprężeń wewnętrznych — a mianowicie na powierzchni pręta występują teraz naprężenia ściskające. Dlatego też pręty prostowane wykazują o wiele mniejszą skłonność do pękań, co liczne doświadczenia nasze potwierdziły.

Jedynym środkiem do zupełnego usunięcia wzgl. skutecznego zmniejszenia naprężeń wewnętrznych, jest odżarzanie. Temperatura i czas tego zabiegu muszą być jednak tak dobrane, aby nie obniżyć wymaganych dla mosiądzu półtwardego własności mechanicznych (R_p i Q_p). Z przebiegu zależności własności mechanicznych od temperatury odżarzania (Ostermann, Broniewski i Pełczyński) wynika, że znaczniejszy spadek tych własności następuje dopiero powyżej 300°. Wyższą temperaturę odżarzania zastosować można tylko w wypadku, jeśli zgniot był dostatecznie duży i wywołane niem własności mechaniczne tak wysokie, że spadek ich nie spowoduje przekroczenia przepisanych wartości.

Wpływ temperatury odżarzania na wielkość naprężeń wewnętrznych uwidacznia Ryc. 5 (wdg. Bauera i Memmlera). Przykład ten, chociaż co do wielkości naprężeń w porównaniu z używanymi u nas zgniotami niezupełnie trafny, poucza, że całkowite usunięcie naprężeń następuje zwyczajnie dopiero przy temperaturach wyższych. Należało wobec tego zbadać, jakiej wielkości naprężenia wewnętrzne przestają być niebezpieczne. Wyniki tych badań, podane w literaturze, nie przedstawiają praktycznego znaczenia, gdyż, jak stwierdzono, zakres „szkodliwości“ naprężeń wewnętrznych jest różny nawet dla tych samych materiałów, lecz wykonanych odmienną metodą.

Heyn i Bauer, a później i inni badacze, wykazali, że nawet stosunkowo krótkie odżarzanie w temp. ok. 300° usuwa w większości wypadków niebezpieczeństwo późniejszych pękań.

Do oznaczenia wielkości naprężeń wewnętrznych stosuje się różne metody. Najdokładniejszą metodą, podaną przez Heyna i Bauera, a uzupełnioną dla naprężeń stycznych i promieniowych przez Sachsa, jest pomiar odkształceń powstałych przez skrawanie (toczenie) kolejnych warstw pręta. Zwolnione przez to naprężenia wewnętrzne powodują odkształcenia materiału, które są podstawą do obliczania wielkości tych naprężeń. Chociaż metoda ta jest bardzo ścisła i pozwala na bezpośrednie określenie wielkości naprężeń, wymaga ona specjalnej aparatury pomiarowej, co pobudziło do szukania metod prostszych. Podają one jednak tylko wyniki przybliżone, porównawcze.

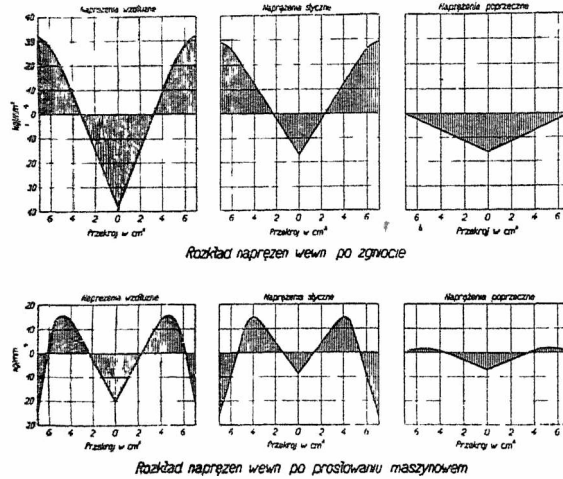
Dla badań warsztatowych lub odbiorczych przy masowej produkcji prętów zastosowane być mogą jedynie próba gięcia lub badanie zapo-
moga odczynników chemicznych.

Próba gięcia, stosowana przy odbiorze prętów mos. w Anglii i Japonii, u nas — mimo licznych doświadczeń — nie przyjęła się. Próba ta po-
zwala na ujawnienie naprężeń wewnętrznych przez działanie sił zewnętrznych, nie ujmuje na-
tomiaszt wpływu korozji, oraz ew. zwiększonej skłonności materiału do pęknięć sezonowych.

Ponieważ dotąd nie istnieją żadne normy wzgl. obowiązujące wytyczne, dotyczące sposobu przeprowadzenia tej próby — przystąpiliśmy do ustalenia czynników wpływających na jej wyniki. Czynniki te są: rodzaj, stężenie i ilość od-
czynnika, kształt i przygotowanie próbki, oraz sposób jej wykonania.

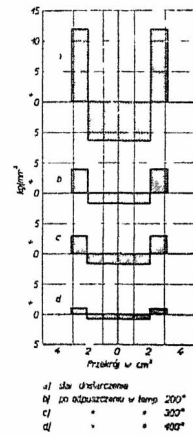
a) Rodzaj i stężenie odczynnika. Nie znając w tym czasie obszernej pracy Moore'a, Beckinsale'a i Mallinsona — przeprowadzono porów-
nawcze badania 10 odczynników, przedstawio-

Naprężenia wewn w prętach mos



Ryc. 4. (wg. Sachsa).

Wpływ odpuszczania termicznego na wielkość naprężeń wewn



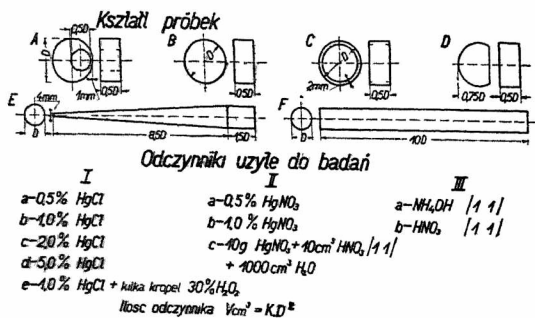
Ryc. 5. (wg. Bauera i Memmlera)

Przy próbie tej zgina się odcinek pręta na wałku o promieniu równym średnicy badanego pręta do kąta 75°, przyczem na powierzchni nie powinny wystąpić pęknięcia.

Najczęściej stosuje się badanie w odczynnikach chemicznych. Liczne doświadczenia, a przede wszystkim obszerna praca Moore'a, Beckinsale'a i Mallinsona, wykazały, że najskuteczniej działają odczynniki azotowe i rtęciowe. Mechanizmu działania tych odczynników nie ustalono dotąd jednoznacznie, stwierdzono jednak, że atakują one i osłabiają zanurzoną próbkę w miejscach wykazujących naprężenia wewnętrzne, powodując pęknięcia (Ryc. 6 i 7).

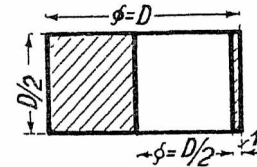
nych na Ryc. 8, a różniących się bądź to składem, bądź to stężeniem. Najlepszym, t. j. najszybciej i najpewniej działającym, okazał się wodny roztwór nitratu rtęciowego z dodatkiem kwasu azotowego. Jest on poza tym najwygodniejszym w użyciu, gdyż nie tworzy żadnego osadu, jak np. sublimat, co pozwala na obserwowanie próbki w roztworze bez jej wyjmowania. Tak samo zmywanie próbki przy oglądaniu dokładniejszym jest albo niepotrzebne, albo łatwiejsze.

PRÓBA RTĘCIOWA dla prętów mostaż.



Ryc 8

Próbkę tę w Polsce utarło się nazywać próbą „sublimatową“, co jednak jest niesłuszne. Podstawowym jej czynnikiem jest rtęć, wobec czego próbkę tę należy nazywać „rtęciową“.



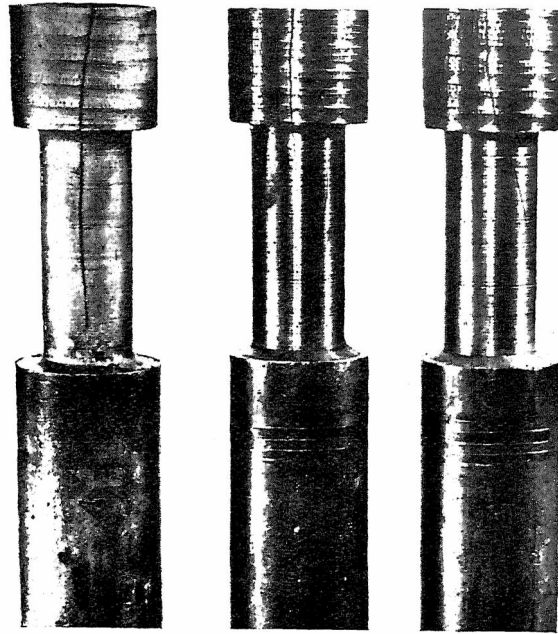
Próbka do próby rtęciowej

Ryc. 9.

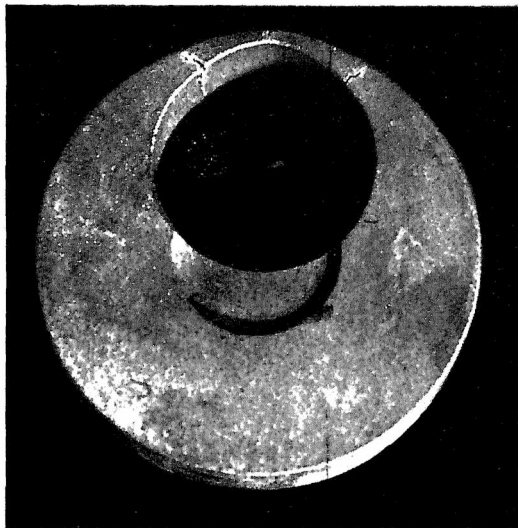
Dodatkowo sprawdzono także próbkę japońską, t. j. działanie 10% roztworu nitratu rtęciowego, przyczem okazało się, że wyższe stężenia odczynników bardzo nieznacznie tylko wpływają na przebieg próby i nie dają spodziewanych korzyści.

TABLICA XVI.

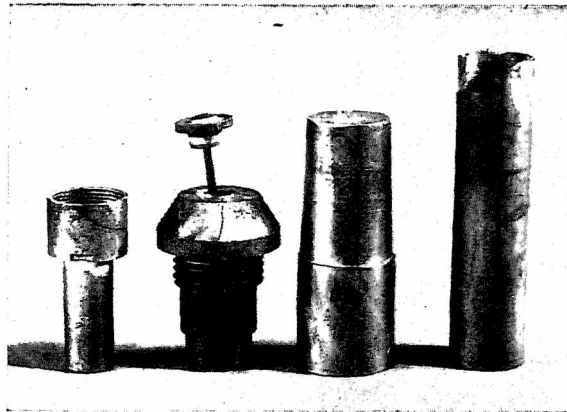
zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. J. Meiera p. t. „Spostrzeżenia i uwagi dotyczące oceny prętów mosiężnych“.



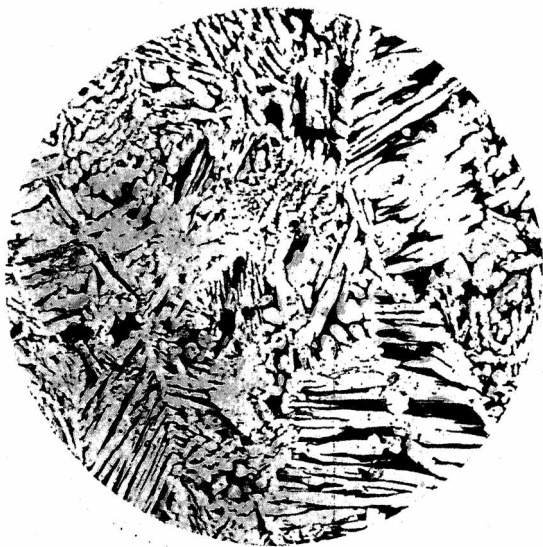
Ryc. 2.



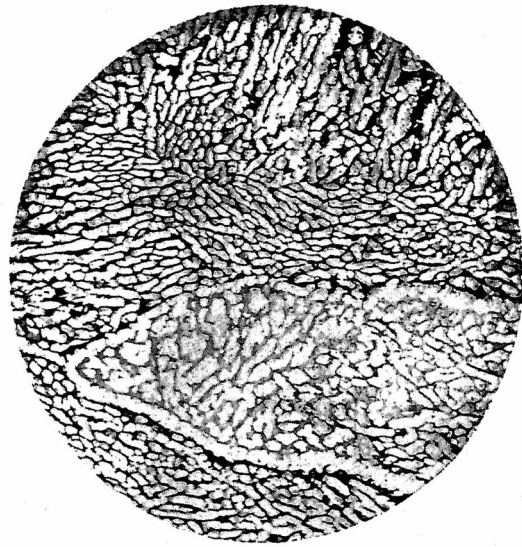
Ryc. 6.



Ryc. 7.



Ryc. 12.



Ryc. 13.

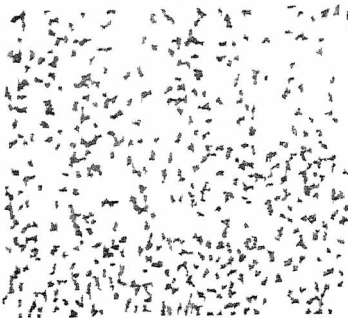


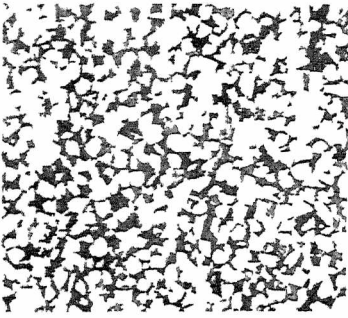


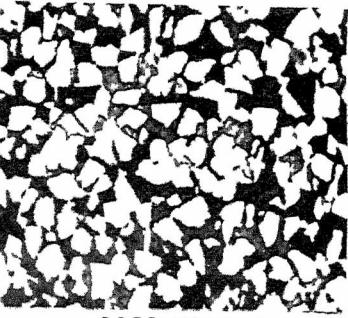
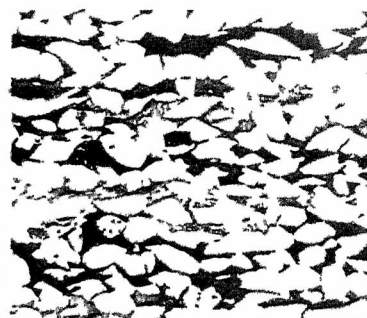
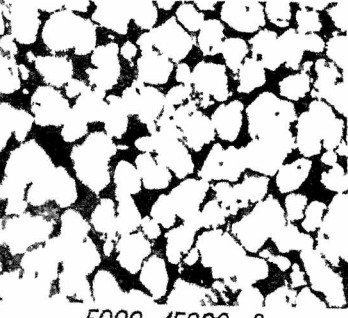
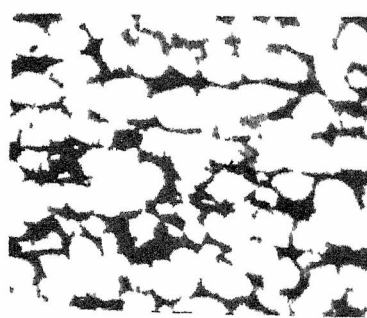

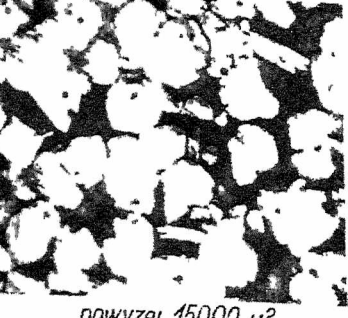






TABLICA XVII

Zużycie makro- i mikroskopowe do art. Inz. J. Meiera p. t. „Spóźnienia i uwagi dotyczące oceny prętów mosiężnych“

TABELA OZNACZEŃ MIKRO
pow $\times 50$ objas.

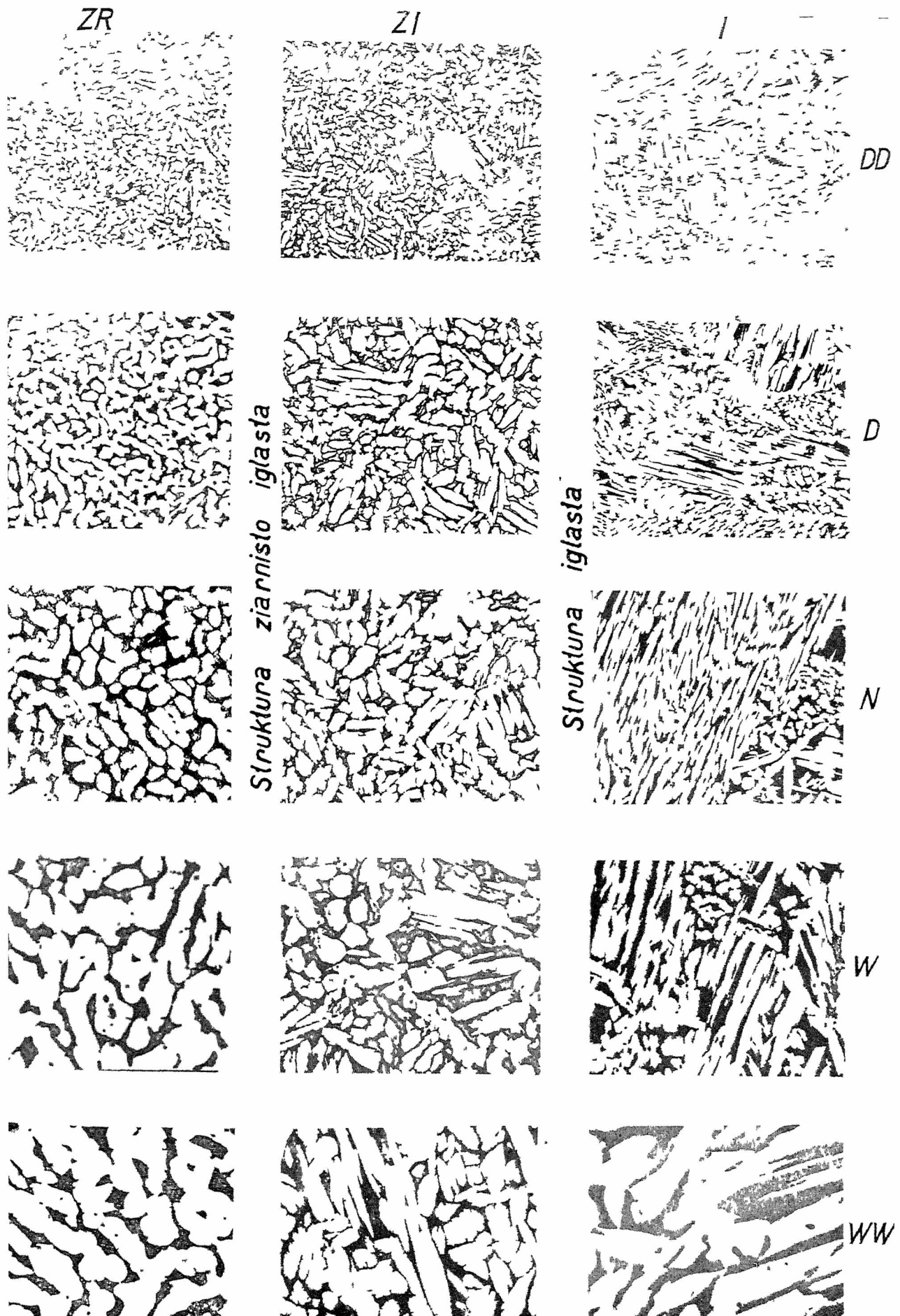
	Z	ZK	ZKK
	 do $500 \mu^2$		
Struktura ziarnista	 500-2000 μ^2		
	 2000-5000 μ^2		
Struktura ziarnista kierunkowa	 5000-15000 μ^2		
	 powyżej 15000 μ^2		
			Struktura ziarnista wybitnie kierunkowa
			

TABLICA XVIII.

Obrazki makro i mikroskopowe do art. Inż. J. Meiera p. t. „Spodziewzenia i uwagi dotwozące oceny prętów nosiężnych

POSIADZU Ms 60

J. Meiera.



b) Ilość odczynnika. Ze względu na to, że działanie odczynnika rtęciowego zasadza się na atakowaniu powierzchni próbki — ilość odczynnika ($V \text{ cm}^3$) winna być proporcjonalna do wolnej powierzchni próbki ($F \text{ cm}^2$), poddanej działaniu

$$V \text{ cm}^3 = k \cdot F$$

(dla próbek okrągłych: $V = k' \cdot D^2$).

Współczynnik „ k ” zależy od kształtu próbki i stężenia odczynnika. Należy ilość odczynnika tak dobrać, aby próbka była w całości zanurzona i azotan nie wyczerpał się przed ukończeniem próby. Praktyczne ustalenie tej ilości nie przedstawia żadnych trudności. Wpływu większej ilości odczynnika (nadmiaru ponad ilość konieczną) na wynik próby nie stwierdziliśmy.

c) Kształt próbki jest bardzo ważnym czynnikiem próby rtęciowej. Rozkład naprężeń wewnętrznych, wytworzonych w przecie pod wpływem przeciągania, wskazuje, że pęknięcie nastąpi przy działaniu odczynnika rtęciowego jedynie w tych miejscach, w których istnieją naprężenia rozciągające. Próbka pręta nawet nie odżarzonego, jednak pobrana po prostowaniu maszynowym, użyta w formie odcinka pręta pełnego, może nie wykazać pęknięć, pomimo, że pręt wewnątrz posiada duże naprężenia. Jeżeli natomiast wykonamy z tego pręta element, odsłoniwszy jego niektóre partje wewnętrzne na działanie odczynnika — może nastąpić pęknięcie.

Wypływa stąd wniosek, że na podstawie dodatniego wyniku próby rtęciowej na próbce pełnej, nie można sądzić o zachowaniu się gotowego elementu. W elemencie takim przy obróbce skrawaniem zostają odsłonięte warstwy wewnętrzne, zawierające naprężenia, przy czym część ich się wyzwala, wzgl. zmienia znak. Powstaje zatem inny układ naprężeń wewnętrznych w gotowym elemencie, co należy uwzględnić przez odpowiedni dobór kształtu próbki.

Najlepszym niewątpliwie kształtem próbki byłby każdorazowo gotowy element, który ma być z danego pręta mos. wykonany. Jest to jednak praktycznie niemożliwe, choćby z powodu skomplikowanych nieraz kształtów takich elementów i kosztów z tem związanych.

Sprawdziliśmy używane dotąd w różnych laboratorjach kształty próbek, przedstawione na Ryc. 8, przy czym najlepszą okazała się próbka, przedstawiona na Ryc. 9. Ekscentrycznie wykonany otwór tej próbki odsłania wszystkie warstwy przekroju, przez co prawdopodobieństwo ujawnienia się naprężeń wewnętrznych, o ile one istnieją, jest największe.

d) Sposób wykonania próbki wpływa nieraz decydująco na próbę i może spowodować zupełnie fałszywy jej wynik. Przy wykonaniu próbki (Ryc. 9) ważnym jest zarówno rodzaj narzędzia, jak i sposób jej przeprowadzenia. Zbyt energiczna obróbka wprowadzić może naprężenia dodatkowe tej wielkości, że zależnie od ogólnej jakości materiału (jego skłonności do pękań) mogą one zwiększyć niebezpieczeństwo pękań sezonowych.

e) Przygotowanie próbki ma wpływ na szybkość i równomierność reakcji odczynnika. Powierzchnia próbki powinna być czysta i wolna od tłuszczu, co najlepiej osiąga się przez wymy-

cie próbki np. w kwasie azotowym. Nie należy oznaczać próbek przez wybijanie cech lub cyfr, gdyż może to mieć wpływ na wyniki próby (w naszych badaniach nie stwierdzony).

f) Czas próby. Wszystkie doświadczenia nasze wykazały, że przy użyciu azotanu rtęci, okres 12 godzin zupełnie wystarcza, gdyż pęknięcia późniejsze są bardzo rzadkie. Ponieważ zdarzają się wypadki pęknięcia próbek po wyjęciu z odczynnika, należy je przechować i po 24 godzinach obejrzyć powtórnie.

Przy osądzaniu wyników próby rtęciowej należy być ostrożnym, ponieważ jak niejednokrotnie już stwierdzono, pęknięcia, spowodowane działaniem odczynnika, posiadają często charakter odmienny od pęknięć sezonowych. Tak samo czas pęknięcia próbek, liczony od chwili zanurzenia próbki do odczynnika, nie może być miarą wielkości naprężeń wewnętrznych, gdyż czas ten zależy i od innych czynników. Pewnym jest jednak, że materiał posiadający większe naprężenia wewnętrzne jest skłonniejszy do pękań przy próbie rtęciowej.

Pozostaje do rozstrzygnięcia jeszcze bardzo ważne pytanie, czy dodatni wynik należyce przeprowadzonej próby rtęciowej jest gwarancją, że materiał w czasie magazynowania nie pęknie. Odpowiedź na to pytanie jest bardzo trudna, ponieważ jak wyżej podaliśmy, odżarzanie w temp. ok. 300° nie usuwa całkowicie naprężeń wewnętrznych, a tylko bardzo znacznie je zmniejsza. Teoretycznie istnieje zatem nadal niebezpieczeństwo pękań, które usunąć można jedynie kosztem własności mechanicznych.

Niebezpieczeństwo pęknięć, jak już zaznaczono, zależy będzie przy danej wielkości pozostałych naprężeń od jakości materiału i sposobu wyrobu (struktury materiału), od kształtu gotowego elementu i warunków magazynowania. Ostatni ten czynnik jest szczególnie ważny, gdyż znane są wypadki, że nawet stosunkowo niewielkie naprężenia wewnętrzne powodowały pęknięcie materiału, o ile warunki magazynowania były nieodpowiednie (np. magazyny położone w pobliżu stajni lub ustępów, a więc silne działanie amonjaku).

Próba rtęciowa jest próbą surową i przyjąć można, że naprężenia wewnętrzne, które nie powodują pęknięcia przy jej stosowaniu, także w trudnych warunkach pracy mosiądzu lub jego konserwacji nie powinny doprowadzać do pękań sezonowych. Dodatnie wyniki próby rtęciowej, przeprowadzonej przy uwzględnieniu kształtu próbki, odpowiadającemu gotowemu elementowi, wydają się być dostateczną gwarancją odporności na pęknięcie sezonowe.

W sprawie tej jednak w literaturze nie wypowiedziano dotąd ostatniego zdania.

IV. Ocena przełomu.

Dużo sprzeciwów ze strony hut, a spornych poglądów wogóle, wywołało wprowadzenie oceny jakości prętów mosiężnych zapomocą badania przełomu na obu ich końcach. Próbę tę dla mosiądzu przewidują poza naszymi tylko normy japońskie. Powoływanie się jednak na stosunki materiałowe w innych państwach jest o tyle nie-

uzasadnione, że tam materiał ten bywa używany albo do wyrobu elementów nie wymagających tak wysokiej jakości półfabrykatów, albo do wyrobu tych elementów inną metodą. W czasie pobytu w Szwajcarii przekonałem się np., że najodpowiedzialniejsze elementy mosiężne wykonywane są tam przeważnie drogą tłoczenia na gorąco — co oczywiście zupełnie zmienia wymagania materiałowe. Wymagania te muszą być wszędzie dostosowane do istotnych potrzeb, wpływających z konstrukcji i przeznaczenia gotowych produktów.

Sporne poglądy w tej sprawie wpływały przede wszystkim z tego, że próba ta zależy w dużej mierze od subiektywnego zdania badającego i dotychczas niema norm ani wytycznych, któreby pozwoliły na bardziej obiektywne i jednoznaczne jej stosowanie. Także w dostępnej nam literaturze niema żadnych rozważań nad tą kwestią⁵⁾.

Doświadczenie przeszło dwuletnie wykazuje jednak, że mimo tak stanowczych zastrzeżeń, wyrób materiału odpowiadającego wymogom tej niewątpliwie ostrej próby, nie tylko jest możliwy, ale przy odpowiednio postawionej produkcji nawet nie wpływa zbytnio na ekonomję wyrobu.

Korzystne wyniki stosowania tej próby zależą jednak w dużej mierze od sposobu jej przeprowadzenia i dokładnej analizy przyczyn powstawania napotykaných wad. Dużym ułatwieniem tego badania, a właściwie podstawą należytej oceny materiału, jest kontrola poszczególnych etapów produkcji, gdyż dopiero dokładne poznanie metody wyrobu pozwala na jednoznaczne określenie pochodzenia wad, oraz w wypadkach wątpliwych na zorientowanie się co do ich szkodliwości.

W większości wypadków stosowano próbę tę w ten sposób, że oglądano pewną ograniczoną ilość prętów, wybranych z badanej partji i bądź to nieuzbrojonym okiem, bądź też nawet przez lupę dociekano, czy wielkość szczelinki wzgl. pęknięcia na złomie uważać należy za szkodliwą. Należy natomiast nie zwracać uwagi na wielkość ziarn, ani na charakter i wygląd samej niespoistości, a co może najbardziej charakterystyczne — na kolor złomu.

Wady przełomu prętów mosiężnych podzielić można na:

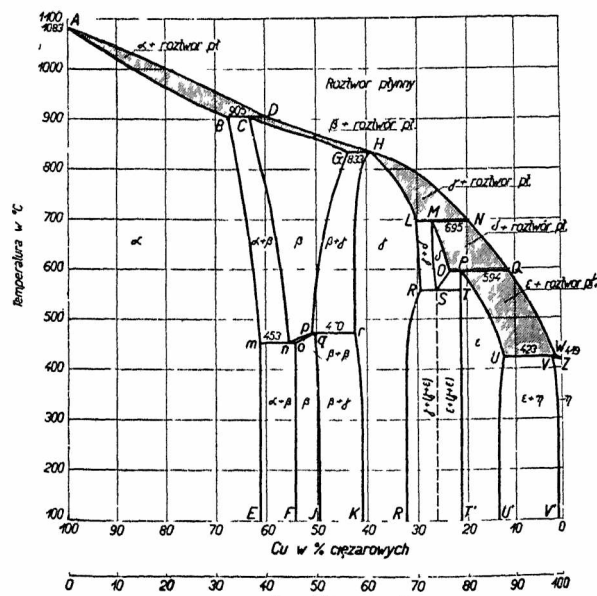
- dziury lub pory pochodzące z wad odlewu,
- dziury pochodzące z procesu prasowania, które powstają przez wciągnięcie niemetalicznych części powłoki bloka,
- pęknięcia powstające w dalszych operacjach.

Czasami jest trudne rozróżnienie wad złomu, pochodzących z odlewni od wad powstałych przez nieodpowiednie prasowanie, ponieważ, tak w jednym jak i w drugim wypadku widoczne są zanieczyszczenia niemetaliczne. Charakter i rodzaj skupienia tych zanieczyszczeń, jak i wygląd samej niespoistości pozwalają jednak na określenie, czy jest to wada odlewnicza, ciągnąca się

często przez całą długość pręta, czy też wada tłoczenia, dająca się usunąć przez odłamanie dalszego odcinka pręta. Wady te odznaczają się ponadto bardziej regularnym brzegiem, a czasem w wypadkach skrajniejszych uzyskuje się złom drzewny („Holzfaserbruch“).

Zupełnie inny charakter posiadają pęknięcia powstające w dalszych fazach wyrobu prętów. Są one przede wszystkim mniej regularne, a brzegi ich są metalicznie czyste. Najbardziej jednak charakterystycznym przy tego rodzaju pęknięciach jest kolor całego złomu, wzgl. części okalającej samą niespoistość.

Jak wiadomo (Schimmel) kolor kryształów mosiądzu, zależnie od zawartości cynku, przechodzi od czerwonego przy bardzo małych zawartościach Zn aż do zupełnie jasno-żółtego przy zawartości 61% Cu . Ponieważ kryształy mosiądzu β posiadają kolor czerwony, podobny do kryształów α o zawartości 85% Cu , kolor kryształów mosiądzu $\alpha + \beta$ staje się z rosnącym procentem zawartości fazy β coraz ciemniejszy. Ponieważ mosiądz prętowy zawiera mieszaninę $\alpha + \beta$, przyczem przy zawartości 60% Cu wg. wykresu Bauera i Hansena (Ryc. 10) właściwa zawartość składnika β powinna być minimalna, kolor tych kryształów byłby bardzo zbliżony do kryształów α przy zawartości 61% Cu . Okazuje się, że faktycznie złomy dobrych zupełnie prętów wykazują taki właśnie jasny kolor, jednolity na całym przekroju.



Ryc. 10.

Wiadomo, że wszystkie stopy zawierające mosiądz $\alpha + \beta$ posiadają pewien nadmiar fazy β pochodzący z niekompletnego wydzielania się fazy α . Prasowanie prętów mosiężnych odbywa się w bardzo niejednorodnych warunkach termicznych — poczem są one jeszcze stosunkowo szybko studzone. Wpływa to przede wszystkim na duży nadmiar kryształów β , które zostały jakby „zahartowane“. Daje się to bardzo dobrze zauważyć w kolorze złomu pręta prasowanego — jest on ciemniejszy z odcieniem różowym. Także twar-

⁵⁾ Artykuł Inż. A. Wójcika (*Mechanik* r. 1934, str. 173 i 201) ukazał się po wygłoszeniu niniejszego referatu na VIII. Zjeździe I. M. P.

dość takiego pręta jest większa od twardości pręta wyżarzzonego.

Żarzenie prętów po wyprasowaniu, mające na celu ujednorodnienie materiału, jeżeli jest pod względem tak temperatury jak i czasu odpowiednio dobrane, usuwa do pewnego stopnia ten stan przymusowy, nadmiar składnika β się zmniejsza, wzgl. jeżeli chodzi o stronę czysto praktyczną niejako znika i następuje charakterystyczna dla danego stopu równowaga faz. Uwidoczni się to także na złomie, obecnie całkowicie jasnym i jednolitym.

Przy nieodpowiednim żarzeniu homogenizującym, t. j. przy niewłaściwie dobranej temperaturze lub za krótkim czasie, proces wydzielania się fazy α i ujednorodnienia strukturalnego nie zostaje ukończony, co ujawnia się na złomie w postaci ciemniejszych czerwonych plam na jasnym tle reszty przekroju pręta. Obecność takich plam wskazuje zatem na szkodliwy nadmiar fazy β .

Wiadomo, że kryształy α są miękkie i ciągliwe, poddają się bardzo dobrze obróbce na zimno, natomiast mniej podatne są na obróbkę na gorąco. Kryształy β dają się dobrze przerabiać na gorąco, na zimno jednak są trudno obrabialne, twardsze i kruche. Mosiądz $\alpha + \beta$ posiada charakter pośredni, zależny od zawartości procentowej składników.

Jeżeli pręt mosiężny, wykazujący na swym złomie ciemniejsze plamy, poddamy zgmiotowi, naprężenia wewnętrzne mogą spowodować pęknięcia w miejscach występowania nadmiaru kruchych kryształów β . Na podstawie licznych obserwacji stwierdziliśmy, że pęknięcia ujawnione na prętach łamanych po przeciągnięciu, występują w miejscach wykazujących kolor kryształów β , a. więc niejako obramowane są kolorem ciemniejszym.

Dla stwierdzenia przyczyn tych pęknięć przystąpiliśmy do licznych prób. Wpływ odlewni i wciągania niemetalicznych części przy prasowaniu był tu wątpliwy, gdyż pęknięcia te były zupełnie czyste, bez śladów zanieczyszczeń niemetalicznych. Pozostały dwie alternatywy, albo nieumiejętne prasowanie powoduje te pęknięcia, albo powstają one w czasie przeciągania na zimno. Dla stwierdzenia tego wybraliśmy pewną partję prętów, wykonanych z tego samego nadmiaru i prasowanych w tych samych warunkach.

Prasowanie tych prętów odbywało się przez matrycę dwuotworową. Ocechowaliśmy wszystkie pręty bliźniacze, t. j. pręty pochodzące z tego samego bloczka. Zbadaliśmy dokładnie z każdej takiej pary prętów po jednym w ten sposób, że zbadaliśmy złom nie tylko na obu końcach prętów, ale i w kilku miejscach pośrodku. Stwierdziliśmy, że wszystkie te pręty wykazały złom bez zarzutu. Resztę prętów poddaliśmy żarzeniu. Odbywało się ono w takich warunkach, że złomy badane po żarzeniu wykazywały wspomniane poprzednio ciemne plamy. Pręty te zostały następnie przeciągnięte (ok. 12% zgnotu) — i poddane badaniu złomów. Większość badanych prętów wykazała w miejscach o ciemniejszym kolorze pęknięcia poprzednio omówione.

Wobec takiego wyniku prób, kilkakrotnie sprawdzonych, przystąpiliśmy do następnego zagadnienia, a mianowicie do zbadania, czy pręty wykazujące wadliwy kolor złomu dadzą się jeszcze „naprawić”. W tym celu wykonaliśmy drugą serję prób. Badana partja prętów wykazywała po żarzeniu homogenizującym złomy z ciemniejszymi plamami. Po przeciągnięciu pierwszych kilku prętów stwierdziliśmy, że złomy ich wykazały charakterystyczne pęknięcia. Wobec tego resztę prętów tej partji poddaliśmy dalszemu żarzeniu, aż do stwierdzenia, że złomy wykazują jednolity, jasny kolor. Pręty te następnie przeciągnięte wykazały złom poprawny.

Doświadczenia te sprawdzone później wielokrotnie w praktyce fabrycznej, stwierdziły w dostatecznej mierze, że powodem omawianych wad było nieodpowiednie żarzenie przed obróbką na zimno.

Niewyjaśniono natomiast dotychczas podniesionych wątpliwości, czy wyżej opisane pęknięcia na złomach prętów mos. są istotnie niespoistościami (przerwami) materiału przed jego złamaniem, czy też są to tylko pasma (strefy) materiału wybitnie słabszego (kruchszego), które przy łamaniu doznają rozszczepienia (rozwarstwienia), widocznego na złomie. Wyjaśnienie tej sprawy wymaga osobnego, szczegółowego badania. Jakkolwiek jednak wypadnie taka ekspertyza, stwierdzić można, że materiał wykazujący opisane wady przełomu jest bezwzględnie wadliwy, gdyż wykazuje niejednorodność, która i w późniejszej pracy gotowych elementów jest niekorzystna. Jak to wykazuje praktyka, uniknięcie tych wad nie jest skomplikowane.

V. Obrabialność.

Najważniejszą cechą prętów mosiężnych przeznaczonych do obróbki na automatach, stanowi ich dobra obrabialność. Badanie tej zasadniczej własności materiału jest utrudnione przede wszystkim przez to, że odbywa się ono dopiero w warsztacie przetwórczym, a więc zupełnie odrębnie od prób innych. Przeprowadzane jest natomiast przez fachowców innej specjalności, co powoduje, że rzadko tylko można spotkać metalurga, który uznaje trudności obróbcze i kłopoty materiałowe warsztatowca, oraz zdaje sobie sprawę z tego, że sposób wyrobu półfabrykatu musi być dostosowany do najekonomiczniejszej jego dalszej obróbki. Z drugiej strony także i warsztatowcy często nie znają metody wyrobu i własności materiału im dostarczonego. Z tego też powodu mało jest prac z dziedziny badania obrabialności mosiądzu, a istniejące nie są wyczerpujące.

Obrabialność zależna jest przede wszystkim od składu chemicznego, od sposobu wyrobu i struktury mosiądzu.

Najlepiej obrabialny jest mosiądz $\alpha + \beta$ przy czym korzystniejsze są tu mniejsze zawartości miedzi. Wydatnie polepsza obrabialność mosiądzu dodatek ołowiu, stosowany do 2, wzgl. nawet 3%. Inne domieszki wzgl. zanieczyszczenia w granicach przepisanej zawartości chemicznej, według dotychczasowych doświadczeń, większego wpływu na obrabialność nie mają.

Wybitnie wpływa na obrabialność także sposób wyrobu i struktura prętów mosiężnych. — Stwierdzono, że mosiądz o strukturze iglastej (początek pręta) obrabia się o wiele lepiej od materiału o strukturze drobnoziarnistej (końca prętów). Wydaje się także, że pręty mosiężne nieodpowiednio homogenizowane, a więc posiadające pewien nadmiar kruchego składnika β , są znacznie gorzej obrabialne. Pewnym potwierdzeniem tego przypuszczenia są wyniki pracy Guttmanna, w której stwierdzono lepszą obrabialność prętów mosiężnych, które zostały po wyprasowaniu wyzarzone, wobec prętów niezarzonych. Stwierdzone polepszenie obrabialności łączy się tu z częściowym wyrównaniem własności prętów po żarzeniu.

Miara porównawczą obrabialności są: kształt wióra, zużycie narzędzi wzgl. energii, wydajność obrabiarki, oraz czasami także wygląd powierzchni po obróbce w tych samych warunkach. — Ścisłe ustalenie obrabialności wobec braku nieskomplikowanej, a obiektywnej metody warsztatowej jest bardzo trudne i zwyczajnie odbywa się na „oko“ lub „czucie“ warsztatowca, wzgl. przez porównanie wydajności warsztatu. Badania laboratoryjne polegające na dokładnym pomiarze oporów lub czasu skrawania, wzgl. zużycia narzędzi lub energii, wymagają specjalnych urządzeń pomiarowych i nie mogą być używane przy doraźnej ocenie materiału.

Ścisłej zależności między twardością Brinella, a obrabialnością mosiądzu — dotąd nie ustalono. Nadmienić jednak należy, że odnośne badania prowadzone były dla znalezienia jakiejś ogólnej zależności tych dwóch własności — bez względu na skład chemiczny i sposób wyrobu, a więc najważniejszych czynników obrabialności. Porównywanie twardości i obrabialności dla materiałów różnych chemicznie (Kessner np. porównuje miedź, żeliwo i mosiądz) lub choćby tylko odmiennie wykonanych (Guttman) było zgóry skazane na niepowodzenie. Praktyka warsztatowa pozwala jednak na pewne orjentowanie się na podstawie pomiaru twardości co do własności obróbczych prętów mosiężnych, o ile są one wykonane tą samą metodą produkcyjną i posiadają zbliżony skład chemiczny. Uwzględniając te zastrzeżenia — należałoby tę zależność wyjaśnić osobnym badaniem.

Sporne poglądy na obrabialność mosiądzu wynikają także z tego powodu, że uzyskane wartości porównawcze zależą ściśle od zastosowanej metody pomiarowej, a porównywanie wyników uzyskanych różnymi metodami nie zawsze jest możliwe.

Dla uniknięcia nieporozumień metoda badania zdatności obróbczej winna być jaknajbardziej zbliżona do rodzaju obróbki warsztatowej. Dla prętów mosiężnych, przeznaczonych do obróbki na automatach, stosuje się zwyczajnie pomiar porównawczy oporów wzgl. czasu skrawania.

Można wprawdzie często dobrać i dla materiału „gorzej obrabialnego“ takie narzędzia (kąty skrawania), które pozwolą na lepszą obróbkę — przy masowej produkcji jednak ciągłe zmiany narzędzi lub sposobu obróbki powodują duży spadek wydajności warsztatu, niewspółmierny

do minimalnego zwiększenia kosztów wyrobu mosiądzu lepiej obrabialnego. Ponadto warto zwrócić uwagę, że w automatach cały szereg noży kształtowych wogóle nie może ulec zmianie, zaś wielkość stosowanego kąta skrawania dla mosiądzu mieści się w b. wąskich granicach.

I zagranicą pręty mosiężne wywołują liczne skargi na niejednorodną obrabialność, pochodzącą z różnych metod wyrobu prętów. Dlatego też huty, chcąc utrzymać się wobec konkurencji, muszą stosować się ściśle do wymogów warsztatów przeróbczych i posiadają często nawet specjalne urządzenia do przeprowadzania porównawczych badań własności obróbczych, które decydują o wyborze metod produkcyjnych.

Najczęstszą miarą obrabialności materiału są wyniki masowej przeróbki warsztatowej, która nie jest wprawdzie tak ścisła jak metody laboratoryjne, daje natomiast wszechstronną charakterystykę materiału przy wyrobieniu właściwych elementów. Praca Guttmanna wykazała, że opinie warsztatów przetwórczych w sprawie obrabialności poszczególnych gatunków mosiądzu, potwierdziły w zupełności jego obszerne badania laboratoryjne.

Byłoby bardzo pożądane, aby tak ważna cecha mosiądzu, jaką jest jego zdatność obróbcza, była i u nas jak najbardziej wszechstronnie zbadana, przyczem badania te winny być przeprowadzone przez odpowiedni instytut naukowy przy ścisłej współpracy tak metalurga, jak i praktyka warsztatowca.

VI. Badanie mikroskopowe.

Dla umożliwienia łatwego i jednoznacznego opisanie charakterystycznych mikrostruktur dla mosiądzu prętowego o zawartości 60% Cu — ułożyliśmy — podobnie jak dla stali — tabelę klasyfikacyjną, przedstawioną na Ryc. 11. Na podstawie kilku tysięcy szlifów, wykonanych w ciągu ostatnich dwóch lat z prętów produkcji tak krajowej jak i zagranicznej — zamieszczono w tej tabeli mikrofotografie struktur wg. rodzaju, ułożenia i wielkości ziarn. Poza zasadniczym podziałem na strukturę iglastą i ziarnistą, oraz przejściową ziarnisto-iglastą, uwzględniono także kierunek ułożenia ziarn, uwarunkowany sposobem wyrobu prętów, a więc strukturą kierunkową, wybitnie kierunkową i różnokierunkową (ziarna „skręcone“). Według wielkości podzielono rodzaje ziarn na 5 klas: bardzo drobne, drobne, średnie (normalne), wielkie i bardzo wielkie — przyczem dla powiększenia 50-krotnego przyjęto wielkości w μ^2 , uwidocznione na tabeli. Nieuwzględniono w tabeli spotykanych anomalii strukturalnych, jak np. ziarna „olbrzymich“ (Ryc. 12 i 13). Wszystkie szlify trawiono w amonjakałnym roztworze chlorku miedzi.

Badanie mikrostruktury, chociaż nie nadaje się jako odbiorczy sprawdzian materiału — daje duże usługi dla dokładnej charakterystyki materiału przy kontroli jego wyrobu, oraz pozwala na pewną orientację co do innych cech jak np. własności mechanicznych, obrabialności, wzgl. skłonności do pękań.

Zależności tych cech od struktury materiału dotąd nie są jednoznacznie określone, a badania własne nad tym problemem są dopiero rozpoczęte.

VII. Skład chemiczny.

Ważnym problemem, tak ze względu na ekonomję wyrobu jak i na inne własności materiału, jest odpowiedni skład chemiczny mosiądzu prętowego. Wiadomo, że zagranicą przeważnie używany jest stop zawierający 58% *Cu* i ponad 2% *Pb* (*Ms* 58/2). I u nas dla wyrobów mniej odpowiedzialnych stosuje się ten stop z powodu niewątpliwie lepszej jego obrabialności. Większość prętów mos. wyrabia się jednak o składzie: 60% *Cu* i ok. 1% *Pb* (*Ms* 60/1). Używanie dwóch stopów jest niekorzystne tak dla gospodarki huty, jak i ekonomji ogólnej, zwłaszcza w wypadku zwiększonego zapotrzebowania.

Należało zbadać, czy trudności technologiczne, które wzrastają przy użyciu stopów o większych zawartościach tak fazy β jak i ołowiu, pozwolą na wyrób prętów, odpowiadających naszym wysokim wymaganiom.

Przeprowadziliśmy dzięki uprzejmości Dyrekcji Walcowni Metali w Dziedzicach doświadczenia nad trzema stopami *Ms* 60/1, *Ms* 58/1 i *Ms* 58/2. Warunki wytwarzania dla lepszej miary porównania przyjęto takie, jakie są używane normalnie do wyrobu prętów *Ms* 60/1.

Wyniki tych prób (Ryc. 14)⁶⁾, wykazały, że mimo, że nie dobierano specjalnie czynników produkcji do zmienionych składów chemicznych — wszystkie pręty odpowiedziały w zupełności warunkom norm. Pozwala to na wniosek, że główny argument przeciw zmianie składu chemicznego, t. j. obawa przed trudnościami wyrobu, nie jest tak groźny.

Uogólnienie użycia stopu *Ms* 58/2 dałoby następujące korzyści:

- oszczędność 2% miedzi,
- zmniejszenie zawartości miedzi przy równoczesnym powiększeniu dodatku ołowiu — lepszy obrabialność skrawaniem,
- ujednostajnienie używanych stopów pozwoli na większą ekonomję wytwarzania, a co zatem idzie — na obniżenie ceny,
- pozwoli na użycie prętów, nieodpowiadających wymaganiom stawianym do wyrobu odpowiedzialnych elementów, na zamówienia drobnych konsumentów, potrzebujących także materiału II. jakości. Będzie to zysk dla ekonomji ogólnej.

e) W razie większego zapotrzebowania pozwoli na natychmiastowe użycie wszystkich zapasów.

VIII. Uproszczenie wyrobu.

W związku z ujęciem całokształtu wymagań technicznych, stawianych prętom mosiężnym do wyrobu odpowiedzialnych elementów, nasuwa się pytanie — czy do osiągnięcia potrzebnych własności nie możnaby dojść sposobem prostszym.

⁶⁾ Szczegółowe omówienie wyników tych prób będzie tematem osobnego referatu.

Łączy się to ściśle z zagadnieniem większej ekonomji wyrobu, szczególnie ważnem przy masowej produkcji.

Opisane powyżej doświadczenia porównawcze dla trzech różnych składów chemicznych mosiądzu prętowego — uwypukliły tę sprawę. Wyniki badań (Ryc. 14), które przeprowadzono na wszystkich prętach po każdej operacji, wykazały, że problem zmiany metody wyrobu przez opuszczenie niektórych operacji jest zupełnie realny.

Tok obecnej produkcji składa się poza odlewem z następujących 6-ciu faz⁷⁾:

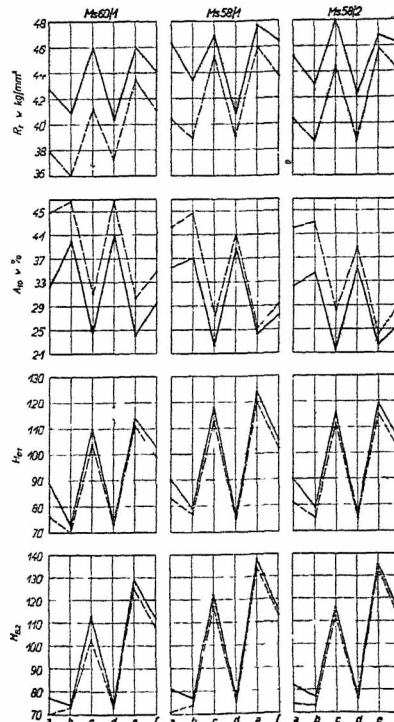
- Prasowanie,
- Żarzenie I (homogenizujące),
- Przeciąganie I,
- Żarzenie II,
- Przeciąganie II,
- Odżarzanie.

Po uproszczeniu — wyrób prętów nastąpić mógłby przez:

- samo prasowanie,
- prasowanie i odżarzanie,
- prasowanie, przeciąganie i odżarzanie.
- prasowanie, żarzenie, przeciąganie i odżarzanie.

BADANIE PORÓWNAWCZE WŁASNOŚCI PRĘTÓW MOSIĘŻNYCH O RÓŻNYM SKŁADZIE CHEMICZ.

Własności mechaniczne



Skład chemiczny

Wzrostanie stopu	<i>Ms</i> 60/1	<i>Ms</i> 58/1	<i>Ms</i> 58/2
<i>Cu</i>	59.67	58.24	57.95
<i>Pb</i>	1.28	1.24	2.05
<i>Fe</i>	0.05	0.05	0.05
<i>Sn</i>	0.02	0.02	0.02
<i>Zn</i>	38.95	40.49	39.85

Próby wykonano na 32 prętach mosiężnych o średnicy 32.5 mm
 ilość próbek 260
 ilość szlifów 420
 ilość prób rzeźcow 420

— początek pręta mos.
 — koniec pręta mos.

Próby pobrano
 a po wyprasowaniu
 b po I żarzeniu
 c po I ciągnięciu
 d po II żarzeniu
 e po II ciągnięciu
 f po wyżarzeniu ost

H_{10} — twardość Brinella w środku przekroju pręta
 $H_{0.2}$ — twardość Brinella na brzegu przekroju pręta

Ryc. 14.

Wyrób prętów przez samo prasowanie (a), stosowany niekiedy zagranicą dla materiału, przeznaczonego na części tłoczone lub mało odpowiedzialne, jest wprawdzie sposobem najtańszym, jednakże daje materiał bardzo niejednorodny i przeważnie nieposiadający wymaganych własności mechanicznych. Ponieważ koniec prasowania odbywa się zwyczajnie już poniżej tem-

⁷⁾ Operacje pomocnicze — jak czyszczenie, trawienie, prostowanie i t. p. — opuszczono

peratury przemiany, wystąpić mogą jako skutki tego zgniotu, jak też nierównych warunków chłodzenia — naprężenia wewnętrzne.

Dla usunięcia niebezpieczeństwa pękań, spowodowanych temi naprężeniami wewn., należy pręty odżarzyć (b).

Ponieważ do obróbki na automatach wymagany jest mosiądz półtwardy — odpowiednie własności mechaniczne uzyskane być mogą jedynie przez przeciąganie (c). Pręty wykonane tą metodą wykazują niejednorodność strukturalną i większy rozsiew własności mechanicznych (Köster, Schreiter, Hinzmann, Sachs). Poza to, o czym już wspomniano, pręty takie wykazują gorszą obrabialność (Guttman), oraz mniejszą odporność na pęknięcia sezonowe (Köster).

Czwarta alternatywa uproszczenia wyrobu prętów mosiężnych (d) przewiduje po prasowaniu żarzenie, mające na celu pewną homogenizację materiału. Żarzenie to, o ile czas i temperatura są odpowiednio dobrane, zmniejsza różnice strukturalne (Köster, Siebe i Elsner, Hinzmann i Flössner) i rozsiew własności mechanicznych (Köster, Ostermann), oraz usuwa nadmiar niewydzielonej fazy β (Schimmel).

Uważając ostatnio wspomniany sposób wyrobu za najbardziej zbliżony do dotychczasowej produkcji i przez to najmniej ryzykowny dla dalszej przeróbki prętów — przystąpiliśmy do specjalnych doświadczeń nad skoordynowaniem poszczególnych czynników wyrobu. Zbadano wielkość potrzebnego zgniotu, temperatury i czasu żarzeń — otrzymując wyniki w zupełności dodatnie ⁸⁾.

Nierozważając dalej korzyści stosowania poszczególnych metod wyrobu — należy jednak stwierdzić, że każda zmiana znanej i ustalonej produkcji winna być poprzedzona licznymi i wszechstronnymi próbami, przy czym przede wszystkim decydować musi zdatność obróbca materiału.

IX. Streszczenie.

Omówiono wymagania techniczne, stawiane prętom mosiężnym, przeznaczonym do obróbki na automatach, dotyczące własności mechanicznych, naprężeń wewnętrznych, charakteru przełomu, obrabialności, mikrostruktury i składu chemicznego, oraz podano niektóre metody badań, stosowane do określenia tych własności.

Wyniki próby rozciągania, a zwłaszcza granica płynności (Q_r), dają gwarancję, że materiał sprostą wymaganiom stawianym w późniejszej pracy. Przez podwyższenie dolnej granicy wydłużenia A_{10} uzyskaliby się większą jednolitość materiału.

Badanie twardości jest bardzo ważnym czynnikiem kontroli wyrobu prętów, nie może jednak zastąpić pomiaru naprężeń wewnętrznych lub badania obrabialności, daje natomiast przy ustalonym sposobie wyrobu wskazówki co do tychże. Do pomiaru twardości — jako próby masowej —

ze względu na prostotę i szybkość zaleca się metodę Rockwella.

Skłonność do pękań sezonowych prętów mosiężnych zależy przede wszystkim od wielkości i rozkładu naprężeń wewnętrznych, składu chemicznego, sposobu wyrobu, oraz działania chemicznego czynników zewnętrznych. Dla uniknięcia pękań sezonowych, należy naprężenia wewnętrzne w prętach usunąć wzgl. skutecznie zmniejszyć, co uzyskuje się częściowo przez prostowanie maszynowe, zaś pewnie przez odżarzenie w temperaturach ok. 300°. Poza to należy zwrócić uwagę na odpowiednią konserwację mosiądzu w magazynach.

Jako sprawdzian, czy pozostałe w materiale naprężenia powodują skłonność do pękań — służy próba rtęciowa. Dodatnie wyniki tej próby przy uwzględnieniu omówionych jej czynników, stanowią dostateczną podstawę do oceny odporności materiału przeciwko pęknięciom sezonowym.

Ocena przełomu służy nie tylko jako sprawdzian zdatności materiału do wyrobu odpowiedzialnych elementów, ale jest także pomocniczym czynnikiem kontroli wyrobu prętów. Omówiono znaczenie koloru przełomu prętów mosiężnych, jako jednego z ważnych czynników jego oceny.

Obrabialność zależna jest od składu chemicznego, sposobu wyrobu i struktury mosiądzu. Metody pomiaru zdatności obróbczej należy dostosować do rodzaju obróbki warsztatowej. Sposób wyrobu prętów winien być uzależniony od ich własności obróbczych.

Dla ułatwienia charakterystyki struktury prętów mos. opracowano i podano tabelę klasyfikacyjną mikrostruktur mosiądzu $Ms 60$ z uwzględnieniem rodzaju, wielkości i ułożenia ziarn. Wskazano na związek pomiędzy strukturą materiału, a jego obrabialnością i skłonnością do pękań sezonowych.

Stosowanie dwóch gatunków mosiądzu prętowego jest niekorzystne. Przeprowadzone badania wykazały, że przy użyciu mosiądzu $Ms 58/2$ uzyskanie wysokich wymagań materiałowych nie sprawi poważniejszych trudności.

Całokształt wymagań materiałowych, jak i ekonomja wytwarzania masowego prętów mosiężnych nakazuje podjęcie starań o uproszczenie obecnej produkcji. Pierwsze próby, przeprowadzone w tym celu, wykazały, że problem ten jest zupełnie realny. Do uproszczenia produkcji przystąpić można jednak tylko po bardzo licznych i dokładnych próbach, uwzględniających poza ekonomją wyrobu, także potrzeby warsztatów przetwórczych.

Poczuwam się do miłego obowiązku podziękowania Dyrekcji Walcowni Metali w Dziedzicach za umożliwienie przeprowadzenia licznych prób, oraz bezinteresowne dostarczenie materiału do badań porównawczych nad wyrobem prętów o różnych składach chemicznych.

Ź R Ó D Ł A.

⁸⁾ Dokładne omówienie wyników tych prób wraz z dalszymi rozważaniami nad uproszczeniem produkcji prętów mosiężnych — podane zostanie oddzielnie.

1. W. Köster: Z. f. anorg. u. allg. Chemie 1926, str. 327.

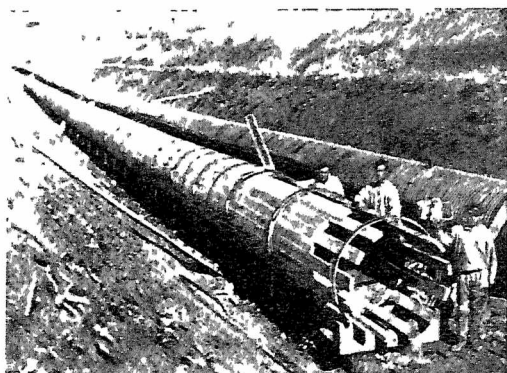
2. W. Schreiter: Z. f. Metallkde. 1926, str. 285.

3. R. Hinzmann: Z. f. Metallkde. 1927, str. 297 i 1933, str. 67.
4. P. Siebe i G. Elsner: Z. f. Metallkde. 1930, str. 109.
5. R. Hinzmann i H. Flössner: Z. f. Metallkde. 1930, str. 115.
6. F. Ostermann: Z. f. Metallkde. 1934, str. 40.
7. W. Broniewski i S. Trzebski: Prace Zakł. Metalurg. Polit. Warsz. Tom IV, 1934, str. 3.
8. W. Broniewski i T. Pełczyński: Prace Zakł. Metalurg. Polit. Warsz. Tom IV, 1934, str. 17.
9. E. Heyn i O. Bauer: Int. Z. Metallogr. 1911, str. 16.
10. H. Moore, S. Beckinsale i C. Mallinson: Journ. Inst. Met. Lond. 1921, str. 35.
11. G. Masing: Z. f. Metallkde. 1924, str. 257 i 301
12. G. Sachs: Z. f. Metallkde. 1927, str. 352 i 416
13. G. Sachs: Z. V. D. I. 1927, str. 1511.
14. A. Křeček: Z. f. Metallkde. 1931, str. 178.
15. A. Kessner: V. D. I. Forschungshefte Nr. 208, Berlin 1918.
16. E. Guttmann: Werkstattstechnik 1932, str. 273.
17. O. Bauer i M. Hansen: Der Aufbau der Kupfer-Zinklegierungen, Berlin 1927.
18. O. Bauer i M. Hansen: Der Einfluss von dritten Metallen auf die Konstitution der Messinglegierungen Z. f. Metallkde. 1929—34.
19. O. Bauer i K. Memmler: Die Eigenschaften des Hartmessings. Berlin 1929.
20. A. Schimmel: Metallographie der technischen Kupferlegierungen, Berlin 1930.
21. W. Linicus i G. Sachs: Spanlose Formung der Metalle. Berlin 1931, str. 38.
22. W. Eisbein i G. Sachs: Spanlose Formung der Metalle, Berlin 1931, str. 67.
23. J. Czochralski: Moderne Metallkunde, Berlin 1924
24. G. Sachs: Praktische Metallkunde, Berlin 1934.

Wiadomości z literatury technicznej

Budownictwo wodne

Drewniane rurociągi klepkowe w Rosji. Z powodu skonstatowania braku metali w Rosji rozwija się tam od 10 lat intensywnie zastosowanie rurociągów drewnianych. Pierwszy rurociąg tego rodzaju wykonano w r. 1927; ma on 22 km. Od tego czasu powstała osobna gałąź przemysłu budowy rur drewnianych, a do r. 1934 wykonano 900 km takich



rur, przeważnie z klepek sosnowych i jodłowych. Rysunek przedstawia wykonanie dwu rur ciśnawych nakładu o sile wodnej w górach Altajskich, mających po 750 m długości, 1,12 m średnicy i największe ciśnienie 60 m, wzrastające jednak skutkiem uderzeń do podwójnej wielkości. Rury oparte są co 3 m na podporach żeliwnych.

Rur takich używa się również do celów wodociagowych, a także do wykonania lewarów (syfonów) pod rzekami. Istnieje projekt wykonania trzech lewarów o całkowitej długości 13 km i około 7,5 m średnicy. *Eng. News-Record*, styczeń 1935.

Dr. M. M.

Budownictwo żelazne

Wpływ nakładek spawanych na I-ówki na ich wytrzymałość omawiają Dr. St. Bryła i Dr. A. Chmielowiec w *L'Ossature metallique* (1935 str. 206). Autorowie wykonali szereg doświadczeń z i-ówkami . 30 i z belkami blaszanymi tejże wysokości. Na i-ówki spawano nakładki już to na całej długości,

już to tylko na części środkowej belki. Doświadczenia wykazały, że przez spawanie nakładek można znacznie podnieść udźwig belek a zwiększenie to jest ekonomiczniejsze przy spawaniu nakładek jednej na całą długość a drugiej na część środkową. Ciekawą jest rzeczą, że udźwig belki jest większy przy jednej nakładce 16 mm grubej, niż przy dwu po 8 mm. Wreszcie wykazały doświadczenia, że i-ówki ze spawanymi nakładkami są znacznie ekonomiczniejsze od belek blaszanych tak nitowanych jak i spawanych.

Dr. M. Thullie.

Żelazobeton

O wzmacnianiu belek żelbetonowych wkładkami zwykłymi i stalą *Isteg* pisze inż. A. Szuman w *Cemencie* (1935 str. 83), podnosząc wysoko zalety stali *Isteg*, wykazującej wielką oszczędność, gdyż zezwolono urzędownie na przyjęcie dla stali *Isteg* $\sigma_b = 1800 \text{ kg/cm}^2$. Ze względu na to, że przy stali *Isteg* słusznie podniesiono granicę ciastowatości, która jednak przy pewnych okolicznościach może się znów obniżyć i ze względu na to, że przy tak wielkim ciągnięciu stali powstaje niebezpieczeństwo powstawania szkodliwych pęknięć w betonie, wydaje mi się przyjęcie $\sigma_b = 1800 \text{ kg/cm}^2$ dla stali *Isteg* trochę za śmiałe.

Dr. M. Thullie.

Recenzje i krytyki

Graf Otto: „Versuche mit Eisenbetonsäulen“. Deutscher Ausschuss für Eisenbeton H. 77. Berlin. W. Ernst & Sohn 1934.

Prof. Otto Graff w Stuttgardzie wykonał w r. 1931 i 1932 doświadczenia ze słupami żelbetonowymi, ogłoszone jako zeszyt 77 sprawozdań niemieckiego wydziału żelbetonowego. Badano słupy ze strzemionami i uzwojone.

Co do słupów ze strzemionami chodziło głównie o wpływ odstepu strzemion. Strzemiona umieszczano w odstepach 12 d, 9 d i 6 d. Wytrzymałość była przy odstepie 6 d albo $\frac{1}{2} b$ około 2 do 6% większa, niż przy odstepach 9 d i 12 d.

Przy doświadczeniach ze słupami stwierdzono dalej, że stosunek wytrzymałości betonu słupowej do kostkowej wynosił dla $W_b = 150 \text{ kg/cm}$ średnio 0.73, zaś dla $W_b = 600 \text{ kg/cm}^2$ tylko 0.50. Wogół-

ności stwierdzono, że można obliczać słupy uzwojone wedle wzoru:

$$P = \sigma_b F_r + \sigma_z F_i + \gamma \cdot \sigma_n F_n. \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Przepisy niemieckie przyjmują $\gamma = 2.5$. Doświadczenia wykazały, że przy zwykłym betonie $W_b = 170 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 2.1$ do 2.8 , przy betonie wyborowym $W_b = 350$, $\gamma = 3.6$ do 4.4 , zaś przy $W_b = 440 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 2.5$ do 3.4 . Wobec tego należałoby przyjmować przy użyciu zwykłego betonu $\gamma = 2.0$, zaś przy wyborowym $\gamma = 2.5$. Przy silnym uzbrojeniu należy używać betonu wyborowego, bo przy silnym uzbrojeniu a zwykłym betonie spada γ do 1.1 .
Dr. M. Thullie.

Bibliografia

Książki nadesłane do Redakcji.

„Wiadomości Służby Hydrograficznej”, zeszyt 1. Wydawnictwo Instytutu Hydrograficznego Ministerstwa Komunikacji. Warszawa 1935. Treść zeszytu: Inż. Kazimierz Dębski i Inż. Otton Faust: Sprawozdanie z pomiarów przepływu wykonanych metodami uproszczonymi; Inż. K. Dębski: Zastosowanie kul na zawieszeniu do pomiarów przepływu.

„Sands, Clays and Minerals”, A British Magazine Devoted to Economic Minerals. Vol. II. No. 3. June 1935. Wydawca: A. L. Curtis, Westmoor Laboratory, P. O. Box 61, Chatteris, England. Zeszyt zawiera artykuły na następujące tematy: materiały ogniotrwałe, kopalnictwo ołowiu i cyny, techniczne zastosowanie cyrkonu, o stali manganowej, mineralne bogactwa Tasmanji, Silicosis jako choroba zawodowa, itd.

Kronika techniczna

Dział bezpieczeństwa i higieny pracy na Międzynarodowych Targach Poznańskich. Na tegorocznych Międzynarodowych Targach Poznańskich zorganizowany został po raz pierwszy przez Instytut Spraw Społecznych specjalny dział, poświęcony bezpieczeństwu i higienie pracy.

W części propagandowej tego działu odpowiednie tablice i fotomontaże przedstawiły ogólne liczby wypadków i ich nasilenie w poszczególnych gałęziach produkcji oraz straty gospodarcze, wpływające stąd dla życia gospodarczego kraju; straty, wynoszące w ciągu roku około 250 milj. zł. Zmniejszenie tylko o 20% wypadkowości w przemyśle pozwoliłoby wybudować w Polsce 10.000 izb mieszkalnych lub 1.000 szkół powszechnych lub też

700 km dróg. Plastycznie przedstawiona analiza przyczyn wypadkowości wskazuje, że większości wypadków można uniknąć, gdyż spowodowane one są głównie przez braki techniczne i organizacyjne. Następnie część propagandowa przedstawiła akcję, jaką prowadzi się w Polsce i zagranicą w kierunku zmniejszenia wypadkowości, ilustrując ją szeregiem plakatów i wydawnictw naukowych i propagandowych. Wreszcie podkreślone zostało znaczenie finansowego zainteresowania przedsiębiorców akcją zapobiegania wypadkom, która powoduje zmniejszenie składek ubezpieczeniowych, strat bezpośrednich, wynikających z wypadków i powiększa wydajność pracy robotników, pracujących w warunkach bezpieczeństwa i zdrowia.

W części handlowej działu bezpieczeństwa i higieny pracy wziął udział szereg firm, wytwarzających lub sprzedających przyrządy i aparaty zabezpieczające, jak maski i respiratory, okulary, ubrania ochronne, gaśnice i t. p.

Na specjalnym stoisku Związek Polskich Hut Żelaznych przedstawił metody i wyniki wprowadzonej w hutnictwie służby bezpieczeństwa pracy.

Informacyj i objaśnień w zakresie zagadnień, uwidoczniionych w stoiskach, udzielali współpracownicy Instytutu. Poza tym zwiedzający otrzymywali szereg wydawnictw propagandowych i wysłuchali specjalnych przemówień, nadawanych z płyt, przez umieszczone w pawilonie głośniki.

Dział bezpieczeństwa i higieny pracy wzbudził wielkie zainteresowanie wśród zwiedzającej Targi publiczności, a zwłaszcza wśród sfer przemysłowych i młodzieży szkół technicznych i rzemieślniczych.

Biuro Informacji Bibliografji Technicznej przy Stow. Techn. Polskich w Warszawie ul. Czackiego 3/5 posiada zbiór notatek bibliograficznych o książkach i artykułach technicznych, drukowanych w językach europejskich we wszystkich czasopismach technicznych świata. Ze zbioru tego można korzystać za zwrotem kosztów, który wynosi 50 groszy za odpis jednej notatki. Członkowie Stowarzyszeń Zrzeszonych w Z. P. Z. T. płacą tylko po 20 gr. za każdą notatkę.

Bliższych informacji udziela Sekretarjat P. T. P. (ul. Zimorowicza 9) w godz. 17—19-tej.

OD REDAKCJI

Redakcja pragnie uwiadomić P. T. Czytelników, że z powodu sezonu wakacyjnego, obydwie tegoroczne zeszyty sierpniowe t. j. 15 i 16 Czasopisma Technicznego wyjdą złączone razem, jako jeden zeszyt o zwiększonej objętości.

TR E Ś Ć: Inż. M. Maślanka: Społeczne znaczenie maszyny. — Inż. J. Meier: Spostrzeżenia i uwagi dotyczące oceny prętów mosiężnych. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. — Bibliografia. — Kronika techniczna.

Adres Redakcji i Administracji:

Lwów, ul. Zimorowicza 1. 9.

Konto P. K. O. 151.857.

Telefon Nr. 226-60.

Prenumerata kwartalna wynosi z przesyłką poczt. w kraju **3 zł.**

Numer pojedynczy kosztuje: **1 zł. 60 gr.**

Ogłoszenie jednorazowo na $\frac{1}{1}$ str.	Zł. 240
„ „ „ $\frac{1}{2}$ „	140
„ „ „ $\frac{1}{3}$ „	80
„ „ „ $\frac{1}{4}$ „	50
„ „ „ $\frac{1}{8}$ „	30
„ „ „ $\frac{1}{16}$ „	„

Ogłoszenia na miejscach uprzywilejowanych, specjalnie rezerwowanych: o 25% drożej. Przy ogłoszeniach powtarzanych lub stałych, odpowiednie opusty.

Redaktor naczelny i odpowiedzialny Inż. Dr. W. Aulich.

Nakładem Polskiego Tow. Politechnicznego we Lwowie.