

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

TOM 55

LWÓW, 10 WRZEŚNIA 1937 R.

Nr. 17

Chcąc uczcić uroczystość 60-lecia Polskiego Towarzystwa Politechnicznego oraz zebranie się w dniach 12—14 września b. r. we Lwowie Pierwszego Polskiego Kongresu Inżynierów, oddaje Redakcja „Czasopisma Technicznego“ do rąk Czytelników w przedzień tych pamiętnych dni zeszyt kilkakrotnie zwiększony a poświęcony, z jednej strony całokształtowi zagadnień technicznych naszego kraju, z drugiej zaś specjalnym pracom doświadczalnym.

Prof. Inż. I. STELLA-SAWICKI
(KRAKÓW)

Nowy trójkąt przemysłowy Polski.

Podstawą wysiłku mającego zapoczątkować nową erę w Polsce staje się dziś rzucone przez p. Wicepremiera Inż. Kwiatkowskiego hasło nowego wielkiego centrum przemysłowego w środkowej Polsce. Myśl ta rzucona początkowo dość szkiecowo, staje się z dniem każdym coraz bardziej konkretną, czego dowodem otrzymana z Bukaresztu wiadomość, że Rząd polski oficjalnie zawiadomił Rumunię o zamiarze budowy połączenia dorzecza Wisły i Bałtyku z Morzem Czarnym. W ten sposób myśl Pana Wicepremiera, która zjednała sobie całe społeczeństwo, rozrasta się i jeśli hasło to, tak jak szereg innych urzeczywistnionych już Jego haseł, zostanie również zrealizowane — zainicjuje to przypuszczalnie ten może dla przyszłości Polski decydujący skok wzwyż. O rozmiarach „wielkiego planu gospodarczego“ p. Wicepremiera Inż. Kwiatkowskiego świadczyć może cyfra 1800 a ostatnio nawet 2400 milionów złotych, które ma on nadzieję uzyskać i uruchomić w ciągu czterech najbliższych lat. Podjęcie tych inwestycji niewielkich w stosunku do naszych potrzeb, a niezmiernie wielkich w stosunku do możliwości naszego rynku pieniężnego może być ruszeniem z miejsca ze stanowiska biernego, jakie opornie zajmowaliśmy dotąd. Nawet zwiększenie obciążeń, zdaniem moim, można witać z radością, jeśli zużyte one będą na zwiększenie siły produktywnej kraju. Przy małych obciążeniach, jak wiemy, kraj może ginąć — przy wielkich rozwijać się, o ile tylko będą one zużyte celowo i mądrze. Ważnym jest, by mieć z czego płacić, — sprawa bowiem sama ile się płaci, gdy jest tylko z czego, staje się kwestią drugorzędną. Kwota uruchomić się mająca jest tak już wielka, że można za nią zrobić bardzo dużo i rozwinąć nasze siły ekonomiczne, jeśli tylko wyteżymy nasze siły zbiorowe w jednym kierunku, a nie rozrzucimy ich na wszystkie strony i zamiast by dokonać inwestycji epokowej, pozałatwiamy tylko szereg spraw lokalnych, które chociażby wielkie, ustąpić muszą sprawom państwowo ważniejszym.

Jako taka dla naszego Państwa najbardziej użyteczna inwestycja, która każdemu rzucić się musi w oczy, a której wykonanie nie przewyższa zupełnie sił naszych, jest regulacja i uspławnienie Wisły od Sandomierza aż do jej ujścia, oraz szczegółowo już przed wojną przestudiowana i opracowana budowa kanału spławnego, łączącego nie tylko Wisłę za pośrednictwem istniejącego już portu w Nadbrzeziu, ze spławną przetrzeźnią Dniestru pod Zaleściami, a nawet Haliczem, lecz także z Polskim Zagłębiem węglowym. Kanał ten złączyłby równocześnie sieć kanałów niemieckich oraz Odry, nasze Zagłębie węglowe i najbardziej uprzemysłowioną część Polski zachodniej z jednej strony przez Kraków, w którym obustronne bulwary wykonano już z uwzględnieniem kanału i lokalnego skanalizowania Wisły, z Warszawą, Bałtykiem i Gdynią, — z drugiej strony stworzyłby połączenie z Kresami wschodnimi oraz krajami położonymi wzdłuż Dniestru i nad Morzem Czarnym, gdzie nasz węgiel jako główny surowiec motoryczny życia gospodarczego oraz produkty naszego przemysłu znaleźć będą mogły łatwy i opłacalny zbył. Przez połączenie Dniestru z Prutem, jak to projektowano w Rumunii, możliwe jest z czasem jeszcze silniejsze złączenie północy z południem, a więc Gdyni, Gdańska i Polski przez Tczew i Warszawę z Gałaczem, Braiłą i naszym sprzymierzeńcem Rumunią. Droga ta wodna, najkrótsza ze wszystkich możliwych połączeń Europy środkowej i Bałtyku z Morzem Czarnym — jako połączenie wodne międzynarodowego znaczenia — będzie niezmiernie rentowna i dostarczać będzie przy tym za tranzyt waluty obce, tak bardzo Polsce potrzebne.

Regulacja Wisły i budowa kanału, które stworzą podstawową arterię wodną Polski, łączącą jej kraje północne i Gdynię z zachodem i wschodem, — pomnożą bogactwo narodowe Polski nie tylko o wartość poczynionych inwestycji, lecz przez stworzenie podstaw dla uprzemysłowienia kraju i melioracji doliny Wisły, przez ułatwienie zbytu i stworzenie światowej

arterii między północą i zachodem a wschodem i południem Europy, — podniosą kulturę rolną oraz wartość ziemi i wszelkich nieruchomości wzdłuż całej Wisły. Przemysł i handel, jak ogólnie wiadomo, trzyma się rzek i z ich biegiem zdąża ku morzu. U nas niestety ta naturalna komunikacja i złączony z tym rozwój ekonomiczny przez rozbiór Polski i podział Wisły na trzy części został zupełnie zahamowany. Połączenie to przyczyni się do wzmożenia ruchu w naszym porcie w Gdyni, dla którego złączenie z wnętrzem kraju będzie miało wielkie znaczenie.

Wisła jednak, jako główna naturalna droga wodna Polski, łącząca jej rynki wewnętrzne z Bałtykiem i Gdynią, musi być ściśle związana z kanałem, bez złączenia tego ani Wisła, ani kanał nie spełniłby swego wielkiego zadania odnośnie do podniesienia ekonomicznego Polski. Z tego względu musi się równocześnie przystąpić do budowy kanału Zagłębie — Wisła — Dniestr oraz regulacji Wisły od Sandomierza do Tczewa, by mogła ona służyć dla ruchu statków 600 tonowych, na które conajmniej muszą być zaprojektowane kanały i dozwalała tym samym na bezpośrednią komunikację Wisły z kanałem, tworząc w ten sposób podstawę dla polskiej żeglugi śródlądowej. W obecnym stanie Wisła w szczególności na przestrzeni Sandomierz — Warszawa nie nadaje się zupełnie dla normalnej żeglugi, gdyż warunki nawigacyjne zmieniają się w tak znacznym stopniu, że czasu przewozu na przestrzeni tej nigdy z góry przewidzieć nie można. Arteria ta ułatwi z jednej strony rozwój po całym kraju węgla polskiego, który w obecnych warunkach do naszych kresów wschodnich i północnych nie dociera — z drugiej zaś ułatwi ona również przywóz do Polski surowców zamorskich, a przede wszystkim rudy żelaznej ze Szwecji do Zagłębia i wywóz płodów rolniczych z Polski do Niemiec.

Jak przeprowadzone przed wojną studia wykazują, warunki projektowanej budowy jak i przyszłego ruchu na kanale są bardzo korzystne. Kanał ten od Niepołomic pod Krakowem po za Jarosław, tj. na przestrzeni 230 km iść może jednym poziomem bez żadnej służy, cały zaś spad, który pokonać należy słuzami wynosi około 100 m, na co wystarczy 17 słuz, średnio więc 23 km odległych. Również i doprowadzenie wody do kanału z prawobrzeżnych dopływów Wisły nie przedstawia większych trudności, a zatem i kosztów.

Licząc według kosztorysów zestawionych przed wojną, można przyjąć średnio koszt 1 km kanału na 900 tys. zł¹⁾.

| | |
|--|-----------------|
| Stąd koszt kanału od granicy niemieckiej pod Gliwicami i Zabrzem do Krakowa około 100 km | 90,000.000 zł |
| Koszt kanału Kraków — Nadbrzezie około 170 km | 153,000.000 „ |
| Koszt kanału Nadbrzezie — Dniestr około 230 km | 207,000.000 „ |
| Razem | 450,000.000 zł. |

| | |
|---|-----------------|
| Koszta regulacji Wisły od Sandomierza do Tczewa ocenili eksperci delegowani, na życzenie Rządu Polskiego przez Ligę Narodów w r. 1926, dla zbadania sprawy dróg wodnych w Polsce na | 400,000.000 zł |
| Razem więc | 850,000.000 zł. |

Z zestawienia powyższego kosztów budowy kanału spławnego Zagłębie — Nadbrzezie — Dniestr jest widoczne, że inwestycja ta nie przekracza naszych możliwości. Praca ta musi być przeprowadzona etapami i przez szereg lat, a koszt jej całkowity stanowi jedną trzecią sumy, którą p. Wicepremier pragnie uruchomić w ciągu lat czterech. Inwestycja zaś taka, na miarę światową zakrojona, stanowić może krok niesłychanie ważny dla podniesienia całokształtu życia gospodarczego Polski.

W zestawieniu tym przyjęto kanał sztuczny od Zagłębia do Sandomierza, wobec tego, że kanalizacja Wisły od Krakowa do Sandomierza z powodu niskich brzegów i wynikającej stąd konieczności budowy licznych jazów i słuz byłaby połączona z wielkimi kosztami, a kosztu ruchu byłyby również wysokie. Poza tym wskutek podniesienia zwierciadła wody na Wiśle zniszczoną by została wykonana przed wojną, a bardzo kosztowna melioracja tej części doliny Nadwiślańskiej. Dodać należy, że regulacja Wisły na małą wodę, jak ustalili eksperci, doprowadzi do osiągnięcia przy niskich stanach 1,5—1,7 m głębokości między Sandomierzem a Modlinem, zaś 1,8 do 2,0 m głębokości między Modlinem a ujściem do morza. W ten sposób stałaby się Wisła doskonałą drogą wodną Polski i wraz z drogą wodną Zagłębie — Nadbrzezie — Dniestr przyczyniłaby się niesłychanie do ekonomicznego podniesienia kraju. Twierdzenie to poprzec można tym, że państwa zachodnie, jak Francja, Anglia i Niemcy rozwój swój gospodarczy zawdzięczają w wielkiej mierze tanim transportom wodnym.

Łącznie z kanałem wodnym i użegłownieniem Wisły należałoby przeprowadzić systematyczną hydroelektryfikację naszego kraju przez ujęcie obfitych sił wodnych Podkarpacia i uprzemysłowanie przede wszystkim pasa kraju wzdłuż wspomnianych linii wodnych. Stworzy się w ten sposób nowy przemysłowy, ze względów wojskowych bardzo ważny, oparty o Karpaty trójkąt. Od uprzemysłowienia tej połaci kraju, leżącej nie tylko najbezpieczniej pod względem geograficznym, lecz korzystnie w stosunku do gazów ziemnych, jakie mamy na Podkarpaciu, oraz białego węgla w postaci licznych potoków górskich, jako najtańszej energii, z którą surowce motoryczne, jak węgiel, nafta i benzyna konkurować nie mogą, — zależy więc rozwój naszego kraju. Część kraju objęta projektem Wicepremiera Inż. Kwiatkowskiego, posiadając wielkie bogactwa surowców oraz naturalnych górskich rzek, jest jakby przez przyrodę predy-

¹⁾ Dr Inż. Andrzej Kędziór: Roboty wodne i melioracyjne w południowej Małopolsce. Lwów 1928, str. 233 do 273.

stynowana dla szerokiego rozwoju przemysłowego i handlowego²⁾.

Sprawa elektryfikacji kraju, czyli produkcji i zaopatrzenia go w energię elektryczną jest sprawą wielkiego znaczenia, a wyzyskanie naturalnych źródeł energii i oddanie jej jak najszerszym warstwom ludności na potrzeby miast, oświetlenia, przemysłu i rolnictwa, przez przeniesienie jej w najdoskonalszej formie energii elektrycznej na dalekie przestrzenie — jest zagadnieniem niesłychanie ważnym. Hydroelektryfikacja kraju otworzy dla Państwa nowy monopol dostarczania społeczeństwu energii elektrycznej, a tym samym nowe źródło dochodów.

Tego rodzaju idea kanału Zagłębie — Wiśła — Dniestr i elektryfikacja Polski będzie motorem tworzenia się małych i wielkich samodzielnych warsztatów. Wobec ogromnego rozwoju techniki współczesnej i wytwarzania niewielkich nowoczesnych maszyn i obrabiarek, dostępnych nawet dla mniej zamożnych rękodzielników, możliwym jest utworzenie szeregu warsztatów zapewniających utrzymanie i dobrobyt ich właścicielom a Państwu rozwój przemysłu obrabiarkowego, będącego u nas dopiero w zarodku. Jest to droga do poprawy egzystencji chałupnictwa. Przyczyni się to poza tym do zmiany struktury gospodarczej naszego kraju, do uwłaszczenia wielkich mas ludności właścicielskiej i robotniczej. Dzięki tego rodzaju małym warszatom pracy odciąży się wieś, a dzięki rozrzuconiu warsztatów wielkich odciąży się miasto. W ten sposób tylko tworząc na wielkiej przestrzeni kraju dogodne warunki dla przemysłu i kierując świadomie jego rozmieszczenie, można nie dopuścić do tworzenia się, jak w uprzemysłowionych państwach zachodu, tych wielkich zbiorowisk pracowników najemnych, skupiających się naokół kopalń i wielkich fabryk. Będzie to zarazem najlepszy sposób usuwania bezrobocia, ułatwienie wyżywienia ludności, jak również rozwiązanie sprawy mieszkaniowej. Ludność w znacznej mierze uniezależni się od wielkiego kapitału. Elektryfikacja kraju nie wyklucza jednak powstawania i wielkiego przemysłu. W każdym razie tego rodzaju stworzenie warunków dla małych warsztatów jak i wielkich fabryk będzie najszybszą drogą do uprzemysłowienia i uniezależnienia się Państwa pod względem ekonomicznym od państw zachodnich i od obcego kapitalizmu. W ten sposób Polska stojąca u progu rozbudowy przemysłu może ustroić swego gospodarstwa urządzić zgodnie z duchem czasu, tworząc o ile tylko można przemysł mały i średni oraz pracowników pracujących na własnych warsztatach, pozostawiając wielki kapitalizm tam, gdzie jest on nieodzowny, a w każdym razie rozrzucając go tak, by wykluczyć te złe strony wielkiego przemysłu, z jakimi spotykamy się na zachodzie.

Taka dekoncentracja przemysłu na wielkiej

²⁾ Eug. Kwiatkowski: Dysproporcje. Kraków 1932. Wydanie drugie.

przeźrzeni jest również pożądana na wypadek nalołów powietrznych.

Uprzemysłowienie tej właśnie części kraju, położonej najbezpieczniej i przesunięcie świadomego przemysłu w głąb kraju, w okolice jakby na ten cel predystynowane jest więc nakazem możliwie najlepszego rozwiązania sprawy socjalnej, będąc równocześnie wysoce korzystnym ze względu na potrzeby naszej armii i bezpieczeństwo na wypadek wojny.

Postawienie sprawy rozbudowy kraju na szerokiej podstawie jest konieczne i zyskuje ono z dniem każdym zwolenników nie tylko zagranicą, lecz i u nas. Między innymi żąda inż. St. Różański³⁾ przygotowania obecnie już w czasie pokoju obrony całości państwa w skali państwowej i regionalnej, nie zaś poszczególnych elementów, tj. miast i ludności tylko, w skali miejskiej i indywidualnej. Żąda on opracowania rozplanowania terytorium całego państwa. Kiedy zaś na podstawie rozplanowania kraju zostanie ustalony charakter i rola poszczególnych regionów w Polsce, żąda racjonalnego zorganizowania poszczególnych obszarów z uwzględnieniem terenów przemysłowych, ośrodków dyspozycji, rozmieszczenia ludności, sieci komunikacyjnej itp.

Rozbudowa kraju powinna być planowana przy uwzględnieniu najnowszych zdobyczy techniki komunikacyjnej i higieny, przez ludzi znających zasady robót ziemnych, budowy dróg, kolei normalnych i miejskich, budowy kanałów spławnych, wodociągów i kanalizacji, budownictwa użyteczności publicznej, urbanistyki, zabudowania strefowego oraz techniki przeciwlotniczej. Należy bowiem pamiętać, że nasze poczynania na tle zabudowy kraju i miast naszych, decydują dla całych pokoleń nie tylko sposób mieszkania, życia, poruszania się i odpoczynku, lecz przede wszystkim o ich istnieniu lub zagładzie.

Aby tego rodzaju wysiłek dał dobre rezultaty, nieodzownym jest, by to trudne zagadnienie robót publicznych było należycie ujęte w jednym ręku przez resort techniczny, jakim jest Ministerstwo Robót Publicznych, które byłoby w stanie ocenić celowość każdej zamierzonej roboty, jak i jej wagę oraz skutek, pod względem gospodarczym i społecznym. Jest to konieczne, ponieważ wszystkie problemy w dziedzinie robót publicznych i technicznej kultury kraju, zachaczają nawzajem ściśle o siebie i nie mogą być traktowane oddzielnie.

Zasługą Pana Wicepremiera Inż. Kwiatkowskiego jest to, że rzucił on program robót ożywiony jedną wielką myślą gospodarczą, która ma wskazywać społeczeństwu pewien określony cel, do którego ma ono konsekwentnie dążyć, oraz przypominać mu, że jedynie pracą i własnymi siłami i środkami, można wybrnąć z tego marazmu i bezczynności, jakie wytworzył kryzys i błędy organizacyjne lat ostatnich.

³⁾ Inż. St. Różański: Kilka uwag o obronie przeciwlotniczej państwa, jego regionów i miast. Przegląd techniczny. 1935, Nr. 25, str. 528.

Inż. MIECZYŚLAW JAWOREK
(MOŚCICE)

Stale stopowe specjalne — stosowane w przemyśle chemicznym.

Tworzywo w przemyśle chemicznym.

Najważniejszym warunkiem stosowalności stawianym materiałom, z których budujemy aparaturę chemiczną, jest ich odporność na działanie korozyjne tych czynników, które pracują w danej aparaturze. Dla tej podstawowej własności tworzywa, poświęca się często szereg innych dodatnich właściwości, które mają np. metale, jak dużą wytrzymałość mechaniczną, ciągliwość, obrabialność itd. — a to celem zapewnienia albo aparaturze trwałości, albo produktowi odpowiedniej jakości czy wyglądu, który może popsuć rozpuszczające się tworzywo.

Tworzywa, o których mowa, są często pochodzenia mineralnego jak kamionka, cegły odporne chemicznie — pochodzenia syntetycznego jak bakelit (Haveg) a nawet organicznego jak kauczuk lub drzewo.

W ostatnich dziesiątkach lat udało się wytworzyć szereg takich stopów metalowych, które w wielu ośrodkach chemicznych są całkowicie odporne a równocześnie posiadają wiele dodatkich cech konstrukcyjnych.

Wśród stopów metalowych w ogólności czołowe stanowisko zajmują stale. Również w zastosowaniu do urządzeń przemysłu chemicznego wysuwają się one na pierwszy plan z powodu swych cennych zalet wytrzymałościowych, technologicznych i odporności na korozję.

Stal węglowa jako tworzywo odporne na korozję nie posiada większego znaczenia, gdyż nie odpowiada wielu stawianym warunkom. Poszukiwania poszły więc w kierunku stali stopowych i należy przyznać, że w ciągu ostatniego dwudziestopięcioletnia otrzymano już w tym dziale wcale poważny dorobek. Szereg bowiem metali jako składniki stopowe stali został już zbadany w zastosowaniu do wielkiej ilości ośrodków chemicznych, zaś inne są jeszcze w toku badań. Badania prowadzone w obecnym czasie są raczej poszukiwaniami stopów odpornych w danym agresywnym czynniku, którego korozji obecne nie wytrzymują — niż próbami danego stopu w różnych czynnikach. W zakresie tym istnieje bogata literatura a zwłaszcza czasopiśma przynoszą często nowe przyczynki do badań korozyjnych.

Rodzaje korozji.

Działania korozyjne czynników chemicznych na stale można podzielić na dwojaki — powierzchniowe i międzykrystaliczne, te ostatnie zaś na ogólne i lokalne. Działanie powierzchniowe występuje wtedy, gdy metal wchodzi w reakcję z danym czynnikiem a powstały związek chemiczny w nim się rozpuszcza. Wtedy sukcesywnie ubywa tworzywa na powierzchni, w głębi zaś może ono być zupełnie niezmiennione. — Przeciwstawieniem tego jest odporność w danym

ośrodku, która przejawia się t. zw. pasywacją powierzchni metalu. Zachodzi to wtedy, gdy metal z czynnikiem chemicznym wchodzi w reakcję i tworzy związek nierozpuszczalny w ośrodku i przylegający ściśle do powierzchni tworzywa.

Korozja międzykrystaliczna postępuje normalnie wzdłuż granic ziarn, rozpuszczając lub niszcząc w inny sposób substancję międzykrystaliczną, podczas gdy kryształy mogą nie ulegać zmianie. Stopy niejednorodne mogą zostać zniszczone również w ten sposób, że jedna postać tworzywa ulega korozji a druga zostaje niezmienniona. Tworzywo traci wtedy całkowicie swą spoiwość. Objaw tej korozji występuje często wtedy, gdy tworzywo w czasie swej przeróbki ulegało różnym zmianom termicznym czy mechanicznym, podczas których istniały możliwości wydzielenia się roztworu innej fazy, która spowodowała niejednorodność tworzywa.

Przykładem korozji powierzchniowej jest zachowanie się stali w kwasie azotowym, — pasywację zaś w tym kwasie objawia stal chromowa t. zw. nierdzewna.

Korozja międzykrystaliczna ogólna występuje w stali stosowanej na aparatury syntez pod ciśnieniem, w których znajduje zastosowanie wodor. Korozji międzykrystalicznej lokalnej ulegają stale kwaso-odporne przegrzane w temperaturach krytycznych, umieszczane w siarczanie miedzi, żelaza itp. Inny objaw tej korozji lokalnej występuje w ługu sodowym lub potasowym, gdzie stal wykazuje kruchość w miejscach przegrzanych i natężonych w czasie pracy.

Stale stopowe.

a) Stale chromowe.

Z pierwiastków stopowych stosowanych do wyrobu stali odpornych na działanie chemiczne obecnie największe zastosowanie znalazł chrom dzięki temu, że jego tlenek powstający w różnych utleniających ośrodkach jest bardzo trwały i równomiernie przylegający do powierzchni. Ilość chromu musi więc w stopie być taka, ażeby warstwa tlenku była tym większa im silniejsze jest działanie czynnika.

Stosowane w przemyśle chemicznym stopy chromowe mają przeważnie strukturę jak najbardziej jednorodną a więc ferrytyczną względnie austenityczną. Strukturę austenityczną trwałą otrzymuje się w tych stalach przez dodatek niklu, względnie manganu, o czym mowa poniżej. Wybitną rolę w tych stopach wykazuje węgiel, który jak długo znajduje się w roztworze, nie osłabia odporności. Jeżeli jednak przez zabiegi termiczne wydzieli się w granicach ziarn, w postaci węglików chromu, wtedy z jednej strony pozbawia roztwór cennego składnika jakim jest chrom, z drugiej strony staje się przyczyną niejednorodności struktury, przez co powstają lo-

kalne ogniwa, które powodują rozpuszczanie się składników stali. Wydzielanie się to odbywa się podczas żarzenia w temperaturze od 650—800°. Wydzielone węgliki można wprowadzić z powrotem w roztwór przez ogrzanie ponad podane temperatury krytyczne i szybkie ostudzenie. W ogólności staramy się zawartość węgla w tych stalach ograniczyć do minimum.

W przemyśle chemicznym znalazły zastosowanie stale chromowe zaczynając od 12% Cr. Przy tej bowiem ilości chromu w żelazie stop otrzymuje potencjał elektro-chemiczny dodatni i nabiera zdolności pasywacji. Stale od 13—17% Cr t. zw. półferetyczne, nazywane stalami nierdzewnymi, mają jeszcze zdolności przemiany struktury, jeżeli ilość węgla jest dostateczna. Znajdują one obecnie najszersze zastosowanie w przemyśle nożowniczym, na narzędzia chirurgiczne, na łopatki turbin itp. Przemysł chemiczny stosuje je z małą zawartością węgla około 0,12%, specjalnie w czynnikach utleniających jak kwas azotowy zimny, nitrujące mieszanki kwasowe, zimny kwas fosforowy, poza tym kwasy organiczne w niskich temperaturach. Stopy o tym składzie są odporne również na działanie zasad, nieodporne natomiast na działanie wody morskiej, dla której stają się niewrażliwe dopiero przy 20% Cr.

Następną grupą stali czystochromowych są stopy o 30% Cr. przy 0,3% C, które stosowane są w czynnikach podobnych do wyżej wymienionych wtedy, gdy poprzednie stale działania nie wytrzymują.

Poza swą odpornością na korozję w czynnikach chemicznych, posiadają te stale inną cenną własność, mianowicie odporność na wysokie temperatury. Stoi to również w związku z tworzeniem się trwałego i mocno przylegającego do powierzchni tlenku chromu, który powstaje przy działaniu gazów w wysokich temperaturach. Ponieważ odporność stali na wysokie temperatury zależy od szybkości dyfuzji chromu na utleniającą się powierzchnię, musi być w stopie taka ilość Cr, ażeby kompenzować wzgl. przewyższyc szybkość utleniania się powierzchni. Im wyższą temperaturę gazów, tym szybkość utleniania się tworzywa jest większą, — tym większa również musi być zawartość Cr. Jeżeli np. dla temperatury 900° wystarczy ilość 9—10%, to tę samą odporność uzyskuje się w temp. 1200° przy 30% Cr.

Trzecią zaletą stali chromowych jest odporność na działanie wodoru w wysokich temperaturach i pod wysokim ciśnieniem. Warunki te występują w syntezie amoniaku, przy uwodornianiu węgla kamiennego, przy syntezie metanolu itp. Wodór bowiem łączy się szybko z węglem stali, wymywa go z cementytu i powoduje kruszenie się tworzywa. Ażeby zabezpieczyć się przed tym, należy łączyć węgiel z pierwiastkiem, który tworzy trwałe węgliki. I w tym wypadku chrom wykazał swe cenne własności, tak, że stale o zawartości Cr od 6% wytrzymują dobrze trudne warunki syntez.

O ile stale chromowe mają wiele zalet jeżeli chodzi o względy chemiczne, o tyle pod względem własności technologicznych stoją one niżej

niż złożone z innymi pierwiastkami a przede wszystkim niklem.

b) Stale niklowe.

Nikiel w stalach posiada cenną zaletę tworzenia trwałej struktury austenitycznej, która jak poprzednio zaznaczono jest najbardziej jednolita i najbardziej odporna na działania chemiczne. Jednakowoż dla uzyskania równocześnie dobrych własności chemicznych i technologicznych potrzebna jest stosunkowo wysoka zawartość niklu, bo około 25%. Stale tego typu używane były przez pewien okres czasu, szczególnie w budownictwie morskim, gdzie wykazywały dużą odporność na wodę morską, lecz zostały wyparte przez stale wprawdzie bardziej złożone, jednak tańsze. Tendencja bowiem obecnie jest albo zastępowanie niklu innymi metalami, które dawałyby te same własności, albo obniżenie jego zawartości do minimum ze względu na konieczność importowania tego składnika przy stosunkowo wysokiej cenie.

Obecnie szersze zastosowanie mają jedynie stale niklowe o zawartości 3—5% Ni w budowie kotłów parowych oraz elementów aparatury na ług sodowy, potasowy itp. W ługach tych występuje bowiem t. zw. kruchość kaustyczna (Laugensprödigkeit — Caustic brittleness), która objawia się pękaniem tworzywa w miejscach nateżonych mechanicznie, po poprzedniej obróbce termicznej. Zjawisko to jeszcze nie jest dostatecznie wyjaśnione. Hypotezy podają jako przyczynę kruchości działanie wodoru, powstającego w czasie reakcji z tworzywem.

Stale niklowe o podanym składzie są właśnie w tych warunkach dostatecznie odporne i wypierają stal węglową.

c) Stale chromo-niklowe.

Stale chromo-niklowe znalazły w ostatnich latach największe zastosowanie w przemyśle chemicznym dzięki szeregowi bardzo cennych własności tak chemicznych jak i mechanicznych, których nie posiadają ani stale czyste chromowe ani niklowe. Dzięki zawartości chromu posiadają one dużą odporność na czynniki utleniające, przy odpowiedniej zaś zawartości niklu posiadają strukturę austenityczną, która powiększa odporność na czynniki chemiczne oraz utlenianie w wysokiej temperaturze. Posiadają one również szereg dodatknych własności mechanicznych, jak wysoką wytrzymałość, ciągliwość, dobrą obrabialność, spawalność itd. Charakterystyczną ich cechą jest brak magnetyczności i hartowności, które to cechy są właściwością struktury austenitycznej.

Ostatnio spotyka się dwa typy tych stali o przyjętej ogólnie nomenklaturze. Pierwszy jako stal kwasoodporna, drugi — ognioodporna. Stale kwasoodporne gatunku typowego posiadają 18% Cr, 8% Ni przy zawartości węgla około 0,1%. Zaznaczyć należy, że w tych gatunkach o jakości stali decyduje właśnie zawartość węgla, która podanej wartości przekraczać nie powinna, a obecnie istnieje tendencja do stałego jej obniżania. Węgiel bowiem podczas przeróbki termicznej tworzywa w temperaturze od 600 do

800° łączy się — podobnie jak w stalach czysto chromowych — z chromem na węgliki, które wydzielają się na granicy kryształów i w odpowiednim ośrodku korodują, powodując korozję międzykrystaliczną. Dla przeciwdziałania temu utrwała się węgiel w roztworze stałym przez związanie go z pierwiastkami, z którymi tworzy on bardziej trwałe węgliki, a mianowicie tytanem, tantalumem i niobem. Jakkolwiek tą drogą zapobiega się korozji międzyziarnistej, to jednak równocześnie zmniejsza się częściowo odporność na korozję powierzchniową. Dlatego lepszym środkiem jest obniżenie ilości węgla do minimum, które obecnie wyraża się ilością 0,05—0,06% C.

Poza wymienionymi dodatkami spotyka się w tych stalach inne, które służą do podwyższenia odporności chemicznej w takich czynnikach, w których poprzednio wymienione nie wytrzymują. Najpopularniejszym dodatkiem stopowym w tych razach jest molibden stosowany w ilości 2—3%, poza tym coraz częściej obecnie miedź do ilości 1%, rzadziej wyżej. Próby dodawania większej ilości *Mo* i *Cu* nie dały spodziewanych wyników. Poza tym w stalach bardziej złożonych spotyka się kobalt w ilości około 0,2%. Od czasu do czasu próbują huty wprowadzać inne pierwiastki dla podniesienia wartości tych stopów, jednak niewiele z nich utrzymuje się w późniejszym użyciu.

Własności mechaniczne tych stali są następujące: wytrzymałość na rozciąganie dochodzi do 75 kg/mm² — wydłużenie do 50% — uderność do 30 kgm/cm² — twardość 150—200 jednostek Brinella.

Stale tego typu odporne są na działanie wielu kwasów, tak organicznych jak i nieorganicznych, zasad oraz innych czynników agresywnych, tak że wyjątkiem są media, w których one tracą swe zastosowanie. Do tych wyjątków należy przede wszystkim kwas solny, kwas siarkowy w podwyższonej temperaturze, kwas fluorowodorowy, wilgotny chlor itp. W temperaturach wyższych zachowują stale tego typu swe dobre własności mechaniczne w gazach spalinyowych, wzgl. utleniających do wysokości 800° i stanowią przejście do następnej grupy stopów ognioodpornych. Stale ognioodporne składu typowego mają około 20% *Ni*, 25% *Cr*, 1—2,0% *Si* oraz węgla do 0,3%. Jakkolwiek wpływ ilości węgla na odporność korozyjną nie jest jeszcze całkowicie wyjaśniony, to jednak ze względu na obniżanie punktu topliwości tworzywa nie przekracza się znacznie podanej wartości. Struktura tych stopów jest również austenityczna — posiadają więc one lepsze własności mechaniczne i technologiczne niż stopy ferrytyczne. Stale te wytrzymują działanie temperatur do 1050—1100°.

Spotyka się coraz częściej stale o wyższych ilościach składników np. 20% *Cr*, 40% *Ni* lub 20% *Cr* i 60% *Ni* i wiele innych dla uzyskania odporności w jeszcze wyższych temperaturach niż poprzednio podane. W tych jednak wypadkach natrafia się na trudności związane z im-

portem niklu do wszystkich krajów europejskich i badania idą w tym kierunku, ażeby go zastąpić innymi metalami a uzyskać te same własności. W tym celu dodają jeszcze większą ilość *Si*, *Mn* oraz *Al*, czasem *Cu* lub *Mo*. W ten sposób uzyskano inną grupę tworzyw ognioodpornych (t. zw. Sicromal). Są to również stale chromoniklowe, jednak o niewielkiej ilości niklu, posiadające w swym składzie pewien procent *Si*, *Al* oraz *Mo*. Produkowane w kilku gatunkach zależnie od wymaganych warunków — w najwyższym gatunku wytrzymują temperaturę do 1200°. Wartość ich leży jednak w tym, że wytrzymują one działanie wodoru w warunkach syntez pod ciśnieniem i są do tego celu specjalnie polecane.

Przy omawianiu stali kwasoodpornych wspomniano, że nie wytrzymują one działania kwasu solnego. Do tego celu stosuje się obecnie powszechnie kamionkę. Badania w kierunku uzyskania stopu metalowego nie ustają jednak i w ostatnich latach próbuje się zastosować stal (o ile te stopy w ten sposób nazwać można), o składzie około 60% *Ni*, 20—30% *Mo*, reszta *Fe*. Huty amerykańskie produkują tę stal we formie blach i prętów walcowanych tak, że robią wrażenie produktu definitywnego. W Europie czynione są próby z materiałem o podobnym składzie, uzyskano jednak dotychczas tylko części lane. Tworzywo amerykańskie wytrzymuje dobrze każdą koncentrację kwasu solnego do temperatury 100°, natomiast działania wilgotnego chloru nie wytrzymuje. Stop europejski zachował się w tych samych warunkach gorzej.

d) Stale krzemowe.

Niskoprocentowy dodatek krzemu w stalach nie znalazł dotychczas zastosowania w przemyśle chemicznym, natomiast stopy wysokoprocentowe począwszy od 13% *Si* w górę przy zawartości węgla do 0,7% stosowane są na wielką skalę do wyrobu armatur i w budowie pomp odśrodkowych.

Materiał ten jest odporny na działanie wielu bardzo agresywnych czynników chemicznych między innymi również na kwas solny i siarkowy — nieodporny zaś jest na działanie kwasu fluorowodorowego. Odporność swą w czynnikach utleniających zawdzięcza temu, że na powierzchni materiału tworzy się warstwa trwała. Struktura stopów jest ferrytyczna bez przemian. Ze względu na podwyższenie twardości i kruchości przez krzem, tworzywo tego typu posiada te własności w wybitnym stopniu, tak że z tego powodu może być stosowane jedynie we formie odlewów. Odlewy te mają twardość dochodzącą do 320 jednostek Brinell'a i mogą być obrabiane jedynie drogą szlifowania.

Do tworzywa o powyższym składzie próbowano dodać szereg metali jak *Cr*, *Ni*, *Cu*, *Mo* celem poprawienia jego własności mechanicznych, jednak dotychczas bez wyraźnego, dodatniego skutku.

Poza tym — jak już poprzednio zaznaczono — *Si* jest stosowany jako dodatek stopowy w stalach ognioodpornych.

Inne składniki stopowe.

Z pośród innych metali jako samoistne dodatki stopowe do stali węglowych znalazły zastosowanie jedynie miedź i obecnie polecany tytan.

Miedź dodawana jest w ilościach do 0,5% do zwyczajnych stali węglowych i poza podwyższeniem wytrzymałości mechanicznej zwiększa w wybitnym stopniu odporność tego tworzywa na działanie gazów spalinowych. Poza tym — jak poprzednio wspomniano — dodaje się miedzi coraz częściej jako składnika drugorzędowego do wielokrotnych stali kwasoodpornych.

Drugim metalem, którego użycie jako jedynego dodatku stopowego w stalach dopiero się zapoczątkowuje, jest tytan. Polecana mianowicie jest stal tytanowa przy 0,1% C i 0,5% Ti jako tworzywo na elementy aparatury syntez wodorowych. Ti tworzy bowiem z C trwałe węgliki i przez to zapobiega wymywaniu węgla przez wodór w stalach węglowych. Ponieważ zastosowanie tego rodzaju tworzywa jest w stadium prób, nie można wysnuć jeszcze ostatecznych wniosków. Poza tym Ti wprowadzany jest — o czym mowa była poprzednio — do szeregu stopów jako czynnik wiążący węgiel.

Innym dodatkiem stosowanym przede wszystkim w stalach kwasoodpornych jest molibden. Zwiększa on odporność tych stali w kwasie siarkowym i solnym i dlatego stosowany jest w większej ilości jako tworzywo odporne na kwas solny. W stalach czysto chromowych czy niklowych wpływu nie wywiera. Stale stopowe z Mo polecane są również do syntez wodorowych — większego zastosowania jednak nie znalazły. Inne metale, jak mangan, wanad, kobalt, glin, tantal i niob spotykane w stalach używanych w przemyśle chemicznym nie znalazły zastosowania jako samoistne składniki stopowe lecz dodawane dla uzyskania pewnych właściwych im cech.

I tak ze względu na wysoką cenę niklu na rynku europejskim istnieje tendencja zastąpienia go manganem z tego względu, że wywołuje on w żelazie również strukturę austenityczną. Jednak trwałość tego rodzaju austenitu jest mniejsza niż przy użyciu niklu, poza tym również odporność na wpływy chemiczne jest mniejsza. Ze względu na mniejszą wrażliwość manganu niż niklu na wpływy siarki, badania w kierunku jego zastosowania w stalach ognioodpornych w obecności związków siarki nie ustają. W stalach kwasoodpornych obecność Mn ponad 1% psuje odporność chemiczną tych stali.

Inż. ERYK BERTHELMAN S. I. M. P.
(WARSZAWA)

O powierzchniowych i wymiarowych wadach odkuć ze stopów aluminiowych Hiduminium RR 56, RR 59 i Y.

Produkcja odkuć ze stopów aluminiowych Hiduminium RR 56, RR 59 i Y została zapoczątkowana w kraju w 1932 r. w Fabryce Me-

Tantal i niob (występujące razem) stosowane są w stalach kwasoodpornych podobnie jak Ti jako czynniki wiążące węgiel.

Podobnie wanad próbowany był do tego samego celu, jednak wobec małej trwałości jego węglików, wyszedł z użycia. Dodawany jest obecnie do stali molibdenowych jako czynnik utrwalający węgiel w stalach polecanych do syntez wodorowych.

Kobalt dodawany jest czasem do niektórych stopów w ilościach do 0,5% raczej dla celów doświadczalnych. Działa on bowiem na stale podobnie jak Ni i jest kwestią rentowności zastępowanie jednego składnika drugim.

Największe zainteresowanie jako składnik stopowy wzbudza obecnie glin. Jest on na ogół tani i posiada trwałe tlenek i chętnie byłby używany do stali stopowych, gdyby nie trudności z wprowadzeniem go do roztworu. Próbné stopy wielokrotne z dodatkiem Al, wytrzymują temperaturę do 1300°. Stale tego typu posiadają jednakowoż wiele wad wytrzymałościowych i technologicznych i zastosowania praktycznego nie znalazły.

Z powyższego przeglądu tworzyw stosowanych w przemyśle chemicznym wynika, że stale te — ogólnie biorąc — są wytworem ostatnich lat. Wyrób stali nierdzewnych datuje się od roku 1912 a są one pierwszym produktem tego rodzaju. Największy rozwój stali kwasoodpornych przypada na okres 1924—1930 r. W późniejszych latach udoskonalono produkty a praca w tym kierunku trwa do dnia dzisiejszego. Wiele gatunków stali kwaso- i ognioodpornych wypróbowano i wprowadzono w użycie w ostatnich kilku latach.

Polska pod tym względem idzie równolegle z innymi krajami i obecnie jakość naszych stali nie ustępuje równorzędnym zagranicznym. Stale nierdzewne rozpoczęto produkować u nas przed rokiem 1930, kwaso- i ognioodporne zaś właśnie w tym roku i w krótkim czasie doprowadzono jakościowo do wysokości produktów obcych — tak, że stale obce powoli ustępują z naszego rynku.

Również prace badawcze nad wyrobem stopów odpornych na kwas solny, na działanie wodoru w warunkach syntez, stopów bardziej złożonych i chemicznie odpornych itp. postępują równolegle z badaniami hut zagranicznych. Dążeniem bowiem tak przemysłu hutniczego jak i chemicznego jest uniezależnienie się jeżeli już nie pod względem dostawy surowców, to przynajmniej od zagranicznych produktów gotowych.

talurgicznej Państw. Zakł. Inżynierii wg licencji angielskiej firmy High Duty Alloys.

Kucie wstępne odbywa się na młotach pneu-

talurgicznej Państw. Zakł. Inżynierii wg. licencji młotach spadowych.

Pierwotnie produkcja obejmowała niewielką ilość części podlegającej całkowitej obróbce mechanicznej, przy czym niektóre odkucia były dostarczane w stanie częściowo oskórowanym (głowice, tłoki, komory reduktora). W tych odkuciach produkowanych według wypróbowanych angielskich planów operacyjnych wady powierzchniowe i wymiarowe ograniczały się głównie do wad powstających przy niedość dokładnym ustawianiu foremników pod młotami, za dużych luzach w stojakach młotów spadowych itp. W miarę rozwoju produkcji nowych części zaczęto plany operacyjne opracowywać na miejscu. Stwierdzono wówczas, że technika kucia stopów aluminiowych znacznie różni się od techniki kucia stali, gdyż stopy aluminiowe przy płynięciu zachowują się odmiennie, a także zgrzewają się bardzo słabo. Spowodowało to powstanie pewnych błędów powierzchniowych, które z czasem stopniowo opanowywano i wyeliminowano. W dalszym ciągu rozpoczęto produkcję części bardzo odpowiedzialnych, a tylko częściowo mechanicznie obrabianych jak na przykład korbowody niektórych silników lotniczych. Te części wymagają przed ostatecznym odkuciem w foremniku oskórowania dla zabezpieczenia się przed ewentualnymi późniejszymi wadami powierzchniowymi. Ich wykonywanie zmusza do specjalnego skupienia uwagi a to celem dokładnego ustawienia foremników, gdyż niedokładności dopuszczalne przy kuciu części, następnie częściowo mechanicznie obrabianych, są już niedopuszczalne.

Wreszcie rozpoczęto produkcję drobnych części płatowcowych, jak na przykład wszelkiego rodzaju zawiasy. Do tej produkcji istniejące wyposażenie właściwe już nie wystarczało. Trzeba było myśleć o jego uzupełnieniu, a na razie kuć na młotach istniejących. Żądanych dokładności wymiarowych dotrzymać nie było można i instytucje zamawiające musiały rozszerzyć tolerancje. Mimo to produkcja drobnych płatowcowych części ze względu na otrzymanie powierzchni wolnych od wad nastęrczyła duże trudności. Przez skrupulatny dobór wymiarów i rodzaju wyjściowej surówki, wprowadzenie bieżącej kontroli w czasie produkcji i stałą nieślabnącą uwagę wady te usuwano stopniowo. Opanowanie ich było tym trudniejsze, że drobne skazy sięgające kilku dziesiątych milimetra, nie grające roli w większym odkuciu a szczególnie odkuciu mechanicznie obrabianym, przy drobnych odkuciach płatowcowych o cienkich przekrojach, nabierają znaczenia niedopuszczalnych.

Dokładny opis wszelkich możliwych w odkuciach ze stopów aluminiowych wad powierzchniowych i wymiarowych jest w ramach niniejszego artykułu niemożliwym, wobec czego przytoczę tu tylko najważniejsze i bardziej charakterystyczne i to tylko w ogólnej opisowej formie. Część dotycząca niedokładności wymiarowych jest ważna nie tylko dla stopów aluminiowych, ale i dla innych materiałów.

1. Wzajemne przestawienie części odkuć.

Błąd ten zachodzi wtedy, gdy foremniki górny i dolny nie są ustawione dokładnie względem siebie i albo są przesunięte w bok, albo skrzyżowane, albo też jedno i drugie razem. Przy istniejącym systemie, przy którym dolne połówki foremników są umocowywane na młotach spadowych za pomocą śrub, zaś górne za pomocą klinów, błąd taki jest nieunikniony i najwyżej można go ograniczyć. Na przykład dla 1-tonowego młota spadowego najmniejsza górna granica tolerancji przestawienia, którą można w praktyce utrzymać, wynosi ok. 0,4 mm.

2. Wahania grubości odkuć.

Grubość odkucia, tj. wymiar w kierunku prostopadłym do rąbka jest tak obliczony, że odkucie ma ten wymiar wtedy, gdy przy ubijaniu górny foremnik dotknie dolnego. Jest kwestią wycucia projektującego foremnik, jak wyzyska on tolerancję grubości daną przez konstruktora odkucia, czy pozostawi ją na niedobicie foremników, czy na ich zużycie. Zależy to też od ilości odkuć do wykonania, stali z jakiej foremnik będzie wykonany itd. Błędy grubości powstają, gdy surówka jest źle dobrana — za duża, gdy temperatura surówki jest za niska, lub też gdy kowal pracuje niedbale.

3. Wahania długości odkuć.

Wahania długości odkuć są spowodowane różnym skurczem wskutek nie jednakowej temperatury końcowej podczas kucia odkuć, a także różną temperaturą foremników i uwydatniają się szczególnie przy długich i wąskich odkuciach (naprz. korbowody). Mylnie jest, spotykane czasami zdanie, że skoro odkucia pochodzą z foremników, to muszą wszystkie mieć ściśle jednakowe wymiary. Zakres kucia stopów RR i Y wynosi od 480°—350° C, a temperatura foremnika może się wahać od ok. 50°—250° C, co tłumaczy niezrozumiałe, dla nie mających z kuciem do czynienia, różnice wymiarów długości niektórych odkuć.

4. Zakucia.

Zakucia są to błędy powierzchniowe, które dają się szczególnie we znaki przy produkcji odkuć ze stopów aluminiowych, od których wymaga się, aby powierzchnia była zupełnie czysta. Dla lepszej kontroli powierzchni trawi się odkucia w specjalnych kwasach, nadających im srebrzysto białą powierzchnię. Obejmuje ono a) trawienie w mieszaninie roztworów kwasu fluoro-wodorowego i siarkowego, b) płukanie wodą, c) trawienie w roztworze kwasu azotowego, d) płukanie wodą. Dla uniknięcia wszelkich zakuć, powstałych np. z ziarenka piasku, drobnych kawałków wiórków itp., kucie części ze stopów aluminiowych, a szczególnie części nie podlegających późniejszej obróbce mechanicznej, odbywać się musi w niezwykłych, jak na kuźnię, warunkach czystości. Foremniki i miejsce dokoła nich, szmaty do wycierania ich, szczotki do ich oliwienia, płyta pieca, na której leżą surówki, wszystko to musi być bardzo czyste.

5. Poślizg zewnętrznej warstwy odkuć.

Pod tym określeniem rozumiemy zjawisko, gdy na pewnej powierzchni zewnętrzna warstwa materiału jest ścięta i nałożona na wierzch, na niżej położoną powierzchnię odkucia. Podobnie jak zakucia, poślizg powierzchniowy daje się zauważyć dopiero po wytrawieniu odkuć. Poślizg może być spowodowany zbyt dużym luzem baby młota w stojakach, wskutek którego górny foremnik umocowany w babie, nie zawsze spada ściśle w to samo miejsce. Drugim powodem poślizgu powierzchniowego może być położenie odkucia, wyjątego po pierwszych uderzeniach, z powrotem do foremnika nie dokładnie tak samo, np. z lekka pochyło. Wtedy górny foremnik przy spadaniu ścina część powierzchni. Poślizg powierzchniowy przeważnie nie dyskwalifikuje odkucia, gdyż nie sięga głęboko. Zmusza on jednak do zaczyszczania odkuć i powoduje braki z powodu nie dotrzymania wymiarów.

6. Pęknięcia powierzchniowe.

Pęknięcie powierzchniowe, zresztą nieściśle tak nazwane, jest z reguły spłaszczoną w kuciu porowatością materiału, które przy przybieraniu przez materiał ostatecznego kształtu, jaki mu nadaje foremnik, rozchyla się nieco, głównie na wypukłych zagięciach. Tego rodzaju pęknięcie musi być bezwzględnie usunięte przez zdjęcie przylegającej warstwy materiału, na całą głębokość, gdyż mogłoby w pracy spowodować dalsze pęknięcie w głąb i ułamanie się części odkucia.

W odkuciach mechanicznie obrabianych ta warstwa zostaje zdjęta przy obróbce. W niektórych szczególnie odpowiedzialnych odkuciach, jak np. korbowodach, przed wykończeniem ich w foremnikach, usuwa się zewnętrzną warstwę materiału surówek, trawi się je i skrupulatnie sprawdza dla zabezpieczenia się przed pęknięciami.

7. Fałdy powierzchniowe.

Fałdy powierzchniowe powstają przy złe dobranych wymiarach surówki lub też przy niewłaściwym układaniu w foremniku choćby i dobrze dobranej surówki. Pierwszy powód przeważnie po kilku próbach daje się usunąć; wyjątek stanowią niektóre takie odkucia (np. kartery), których bez tworzenia się fałd przy kuciu nie daje się odkuć i fałdy muszą być wycinane pomiędzy poszczególnymi operacjami kucia. Drugi powód można usunąć tylko drogą stałego nadzoru. Często wystarczy surówkę ułożyć na foremniku o 2—3 m/m w bok od prawidłowego położenia, żeby przepływ materiału przy wypełnianiu foremnika był wadliwy i wytworzył się fałd lub zakładka.

Zakładka lub zawinięcie materiału należy do mniejszych wad. Usunięcie go jest łatwe i odkucie może być przyjęte w założeniu, że odpowiada wymiarowo. Fałdy jako sięgające w głąb materiału należą do wad poważniejszych i muszą być traktowane podobnie jak pęknięcia. Dopiero po usunięciu sąsiednich warstw materiału aż do dna fałdu, można odkucie przyjąć, o ile wymiary na to jeszcze pozwalają.

8. Smugi powierzchniowe.

Smugi na odkuciach pochodzą głównie od smug znajdujących się na prętach użytych do odkuć. Wszystkie pręty tłoczone, walcowane czy kute mają na swojej powierzchni wzdłużne smugi, które powstają przy ocieraniu się zewnętrznych warstw prętów o wykroj przy prętach tłoczonych względnie o walce przy prętach walcowanych i kowadła przy prętach kutych. Z wymienionych sposobów produkcji prętów najmniej równomiernym jest kucie, przy którym zewnętrzne warstwy prętów najbardziej cierpią i przy którym z powodu uderzeń i wielokrotnego przesuwania prętów po kowadło, powstaje najwięcej smug i najwyraźniejsze smugi. Przy odkuwaniu z odcinków prętów fasonowych odkuć w foremnikach smugi w różny sposób wyginają się, w zależności od przepływu materiału. Gdy powierzchnia odcinka prętu, mająca na sobie smugi, jest mniejsza od odpowiadającej jej powierzchni odkucia — smugi się rozchodzą, gdy jest odwrotnie, smugi się zgęszczają. Przy zgęszczeniu się smug warstwy powierzchniowe częściowo zanieczyszczone i utlenione marszczą się i tworzą wzdłużne fałdy nie spojone ze sobą. Z tego powodu pręty kute należy skórować, a najlepiej w ogóle do odkuć z pręta, używać prętów tłoczonych względnie walcowanych.

Przy właściwym doborze materiału na gotowych odkuciach smugi są nieznaczne i w większości wypadków nie stoją na przeszkodzie do ich odbioru. Jeżeli jednak z opisanych powodów smugi są bardzo wyraźnie zaznaczone, to należy je usunąć, tak jak się to robi przy fałdach.

Wyżej opisane błędy powierzchniowe i wymiarowe nie wyczerpują zagadnienia, lecz dają obraz trudności, jakie były do pokonania w tym względzie przy uruchomieniu i następnie rozszerzeniu produkcji odkuć ze stopów aluminiowych. Dążeniem na najbliższą przyszłość jest, drogą uzupełnienia wyposażenia, lepsze opanowanie trudności wymiarowych, niż dotychczas to było możliwe, zwięźlenie tolerancji wymiarowych i w miarę możliwości dalsze zmniejszenie braków z powodu wad powierzchniowych i wymiarowych, chociaż ilość ich szczęśliwie i tak nie jest duża.

Inż. ERWIN GERLACH
(W. HAJDUKI)

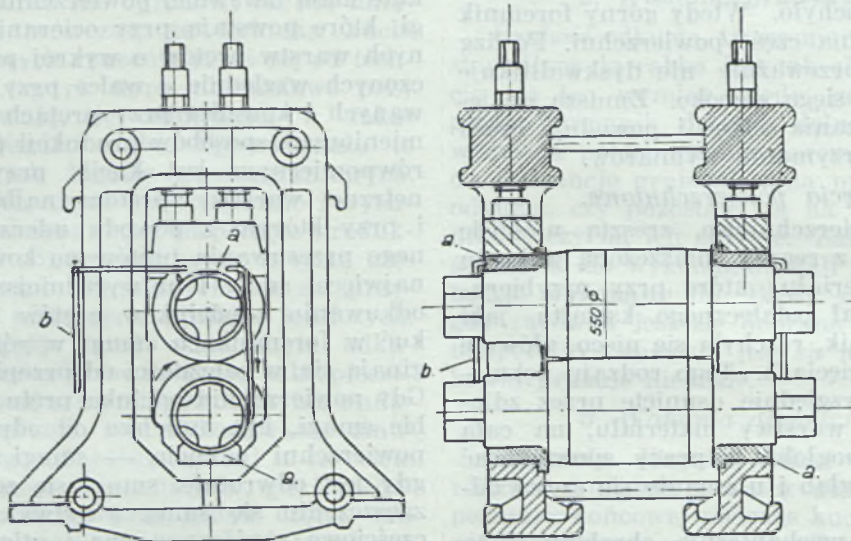
O zastosowaniu łożysk ze sztucznej żywicy w walcownictwie.

Doświadczenia przeprowadzone w ostatnich latach zagranicą z nowym rodzajem łożysk dały wyniki tak nadzwyczajne, że przyczyniły się do

szybkiego rozwoju nowej gałęzi przemysłu chemicznego, a mianowicie fabrykacji sztucznej żywicy. Zalety łożysk wykonanych z tego ma-

teriału, ich żywotność, oszczędności na smarze i energii są tak poważne, że i u nas należałoby jak najprędzej przystąpić do ich wyrobu, tym bardziej, że surowców do wykonania sztucznej żywicy sprowadzać nie trzeba; wyrabia się ją z fenolu, wzgl. krezolu, oraz formaldehydu, a więc z produktów destylacji smoły i drzewa. Napojone tą żywicą skrawki papieru, wzgl. tkanki bawełny prasuje się pod dużym ciśnieniem przy odpowiednio wysokiej temperaturze w formy gotowej panewki łożyska, albo też w bryłę, z której wyrabia się na zwykłych obrabiarkach żądany kształt panewki.

Wygladzanie odbywa się w ten sposób, że pojedyncze arkusze blachy przepuszcza się „na zimno” pod wysokim ciśnieniem kolejno przez 3—4 par walców. Nacisk na jeden czop walca wynosi około 40 t. Średnica walców 550 ϕ ; $n = 50 \text{ obr/min}$. Pierwotnie pracowano na łożyskach brązowych, a topiony smar (asfalt) nakładano pędzlem na czopy. Ponieważ w czasie pracy walce rozgrzewały się, panewkę górnego łoża chłodzono wodą, która w dalszym ciągu zlewała się na czop dolny. Po przejściu na łożyska ze sztucznej żywicy, wprowadzono po obu stronach panewek rurki równoległe do osi czopa,



Ryc. 1.

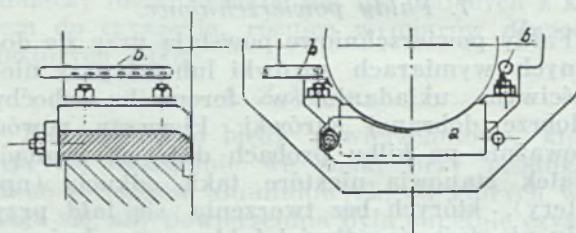
Wygladzarka. a) panewki brązowe,
b) przewody wody chłodzącej.

Materiał ten jest niezmiernie trwały, odporny na uderzenia, wytrzymuje temp. do 150° i ma bardzo mały współczynnik tarcia (0,06—0,2), tak, że łożyska walcowe, po za wodą chłodzącą czopy, nie wymagają innego smaru. Nie jest on jednak wytrzymały na zgięcie i panewka łożyska musi być ze wszystkich stron podparta. Twardość Brinella 35—60 kg/mm^2 . Dotychczasowe próby zastosowania tych łożysk dla czopów o temp. wyższej jak 150° nie powiodły się, istnieje jednak uzasadniona nadzieja, że i tu w niezbyt już długim czasie sztuczna żywica zacznie również wypierać brąz i inne metale łożyskowe.

O zastosowaniu łożysk ze sztucznej żywicy do silników, pędni i obrabiarek mówić nie będziemy, ograniczymy się tylko do walcownictwa, gdzie łożyska te z dużym powodzeniem zastosowano przy walcarkach drutu, profilowych, taśmowych, na kęsy, rury, walcarkach trzywalcowych, wygladzarkach itd. Wszędzie wykazały one w porównaniu z brązem dłuższą — bo dochodzącą podobno do 8-krotnej — żywotność, oraz mniejsze zużycie energii napędowej. Stwierdzono oszczędności prądu dochodzące do 50%.

W jednej z hut krajowych pierwsze próby z łożyskami ze sztucznej żywicy dokonano na wygladzarce dla blach do ocynowania (ryc. 1).

z których przez drobne otwory wytryskiwała woda na czop (ryc. 2). Przed rozpoczęciem



Ryc. 2.

Uchwyt dolnej panewki ze sztucznej żywicy:
a) panewka; b) rurki z wodą chłodzącą.

pracy, oraz na końcu zmiany, na czop nakłada się pędzlem małą ilość starego oleju maszynowego, aby zapobiec jego rdzewieniu. Wyniki osiągnięte łożyskami z sztucznej żywicy w porównaniu z dawniej używanymi brązowymi są następujące:

| | Brąz zł./godz. | Sztuczna żywica zł./godz. |
|---------------------------------|----------------|---------------------------|
| Żywotność . . . | 4000 godz. | 4800 godz. |
| Koszt 4 panewek | 840 zł. | 1000 zł. |
| Uznanie za metal z starego łoża | 280 „ | — |

| | | |
|--|---------------------------|-------------|
| Koszt łożyska | 0,14 | 0,21 |
| Zużycie smaru 1,2 kg/godz. | — | — |
| Koszt smarowania | 0,28 | — |
| Zużycie wody | | |
| chłodzącej . 9,4 m ³ /godz. | 4,2 m ³ /godz. | — |
| Koszt chłodzenia | 0,47 | 0,21 |
| Zużycie energii | | |
| elektrycznej . 136 kWh | 85 kWh | — |
| Koszt napędu | 4,72 | 2,98 |
| Suma kosztów na 1 godz. | 5,61 | 3,40 |

Oszczędność na 1 godz. ruchu 2,21 zł.

Cena panewki ze sztucznej żywicy jest wyższa, natomiast wszystkie inne koszty są względnie niższe. Koszta smaru znikły zupełnie, ponieważ tej ilości oleju, jaką zużywa się na początku i końcu zmiany, nie warto brać w rachubę. Koszt wody chłodzącej spadł ponad 50%. Dodać należy, że woda używana przy zastosowaniu sztucznej żywicy winna być możliwie czysta (do picia), a jeżeli stosuje się już wodę t. zw. ruchową, należy ją dobrze przefiltrować i zneutralizować z kwasów. Zużycie prądu zmalało o 30%, co nie jest zjawiskiem oderwanym; huty zagraniczne wykazały w analogicznych warunkach podobne oszczędności. Czopy walców winny być oczywiście możliwie gładko toczone, a nawet szlifowane. Zauważono, że czop po kilku dniach pracy na sztucznej żywicy wygładza się jeszcze bardziej i opór tarcia maleje.

Powody, które skłoniły hutę do przeprowadzenia prób, oraz zastosowania łożysk ze sztucznej żywicy, były jeszcze inne:

Blacha przeznaczona do ocynowania musi być możliwie uważnie przygotowana, ponieważ nawet najmniejsze zanieczyszczenie w którymkolwiek z procesów przerobczych ujawnia się dopiero w fazie końcowej, jako błąd przy pobielaniu. Smar używany przy wygładzarkach spadał bardzo często w drobnych kropelkach, wyrzuconych siłą odśrodkową na poszczególne arkusze blachy. W miejscach tych powstawały potem nie pokryte cyną plamy, a ilość wybraku z tej przyczyny przekraczała nawet 5%. Urządzenia specjalnych zasłon przy czopach walców nie rozwiązało kwestii, ponieważ smar siłą odśrodkową wędrował po szyjce czopa na beczkę walca i wszystkie wycieraczki okazały się nie wystarczające.

Dr MAKSYMILIAN THULLIE
(L W Ó W)

Faza złamania i pewność w belkach żelbetowych.

Pod powyższym napisem ogłosił prof. Dr Saliger w „Beton und Eisen“ (1936, str. 317) projekt nowego obliczania belek żelbetowych. Nowy ten sposób polega na uwzględnieniu udźwigu belki żelbetowej w chwili złamania, który prof. Saliger stara się obliczyć i ze względu na ten udźwig przypisuje pewność = 2.

Zasady tego sposobu obliczenia, zwłaszcza uwzględnienie udźwigu przy złamaniu, są teoretycznie słuszne. Ale w praktyce zastosowanie

Drugim powodem były częste zacierania się czopów. Najmniejsze zaniedbanie, wzgl. zanieczyszczenie nie zakrytego zresztą czopa, albo też fałszywe nastawienie walców, powodowało zatarcia i to niestety nie łożyska metalowego, ale żeliwnego czopa. Walce trzeba było wybudować, czop przetoczyć, założyć nową odpowiednią panewkę itd. Jakże przy tym powstawały koszty, nie trzeba tłumaczyć. A czopy zacierały się dość często.

Trzecim ważnym czynnikiem była czystość dookoła i pod wygładzarkami. Smar nakładany pędzlem nie zużywał się w ścisłym słowa tego znaczeniu, ale po pewnym czasie spadał do kanału pod walcarką. Po dwóch do czterech tygodniach kanał był pełny i trzeba go było oczyścić, a smar wyjęty przetopić do dalszego użycia przy mniej wrażliwych walcarkach.

Nadzieje pokładane w łożyska ze sztucznej żywicy ziściły się. Woda chłodzącą nie zanieczyszcza blach, a choćby nawet kropelki spadły na powierzchnię arkuszy, są nieszkodliwe przy późniejszym pobielaniu. Zatarcia czopów są wykluczone. Przy braku wody może się najwyżej zatrzcć i spalić nieco powierzchnia łożyska, co łatwo potem usunąć gładzikiem. Kanały pod walcarkami nie wymagają zupełnie czyszczenia, a dla braku smaru łatwiej utrzymać czystość dookoła wygładzarek. Łatwa regulacja dopływu wody chłodzącej umożliwia utrzymanie temp. czopa, a zatem też profilu walca w ścisłych granicach. Wytwór jest równiejszy i lepszy.

Dla ścisłości dodać należy, że nie wszystkie próby zastosowania łożysk ze sztucznej żywicy dały wyniki zadawalające. Główną przyczyną niepowodzeń były nieczysta woda, niegładkie czopy lub nie dość pewne ujęcie panewek łożyskowych. Trzeba jednak zaznaczyć, że sztuczna żywica nie jest namiastkiem i w krajach takich jak Anglia i Ameryka, które nie mają powodu posługiwać się nią ze względów dewizowych, łożyska ze sztucznej żywicy znalazły szerokie zastosowanie.

Dla nas, ubogich w metale szlachetne, nowy ten rodzaj łożysk ma doniosłe znaczenie ze względów gospodarczych, jak i obronnych, a fakt, że jedna z poważnych firm krajowych przystąpić zamierza do ich fabrykacji, przywitać należy z dużym zadowoleniem.

tych zasad natrafia na takie trudności, że staje się bardzo wątpliwym. Obecnie ogólnie używany sposób obliczania uwzględnia tylko fazę II, gdy ciągnięcie żelaza osiągnie granicę ciastowatości. Po przekroczeniu tej granicy następuje faza III, w której wyznaczenie naprężeń betonu i żelaza jest nie tylko trudnym, ale też nadzwyczaj niedokładnym. Obliczenie momentu złamania według prof. Saligera, przy niedokładnej wartości wytrzymałości na ciśnienie betonu i krzywej od-

kształceń stali nie może spowodować praktycznego inżyniera, by na tym zakładać pewność belk żelbetowych, zwłaszcza, gdy stan równowagi wewnętrznej zmienia się przy każdym powiększeniu momentu.

Znanym jest fakt, że przy belkach słabo uzbrojonych, więc w praktyce w największej liczbie wypadków, po przekroczeniu granicy ciastowatości obciążenie musi być jeszcze zwiększone dla osiągnięcia złamania. Miara zwiększenia zależna jest głównie od wytrzymałości betonu na ciśnienie, które wiele niepewności wykazuje i czyni prawie niemożliwym dokładne obliczenie momentu złamania. Jeżeli jednak chcemy uwzględnić przy wyznaczeniu wymiarów tę okoliczność, że belka żelbetowa może być jeszcze dalej obciążona po przekroczeniu granicy ciastowatości stali, to przy niepewności obliczeń w fazie złamania, może to — moim zdaniem — stać się tylko przez zastosowanie współczynników, większych od jednostki, wyznaczonych doświadczalnie. Do tego potrzeba jednych systematycznych doświadczeń. Aż do wykonania tych doświadczeń i ustalenia współczynników różnych w rozmaitych okolicznościach, należałoby pozostać przy dotychczasowym sposobie obliczania.

Prof. Saliger chce wprowadzić jako pewność do betonu ilość 2. Ale warunki, które przy tym

stawia, są tego rodzaju, że wniosek Saligera nie wprowadza prawie żadnej zmiany w dotychczasowej trzykrotnej pewności. Twierdzi on bardzo słusznie, że przy złamaniu nie chodzi o wytrzymałość kostkową $W_{b_{28}}$, że $W_{b_{28}}$ przedstawia wartość sztucznie podwyższoną, że tu chodzi o wytrzymałość walcową (Prismenfestigkeit) σ_p . Otóż $\sigma_p = (0,75 \text{ do } 0,90) W_{b_{28}}$, a jest to pierwsza przyczyna niepewności. Dla betonu, mówi słusznie prof. Saliger, nie można przyjmować σ_p przeciętne, lecz należy przyjąć najniższe σ_p . Jeżeli różnica między wynikami doświadczeń jest znaczna, to należałoby zamiast $0,75 W_{b_{28}}$ przyjąć $0,5 W_{b_{28}}$, a dla pewności podwójnej $0,25 W_{b_{28}}$. Byłaby to więc pewność = 4. Przy mniejszej różnicy doświadczeń można przyjąć $\sigma_p = 0,66 W_{b_{28}}$, a więc przy podwójnej pewności $\sigma_b = 0,33 W_{b_{28}}$, co odpowiada potrójnej dotychczasowej pewności.

W końcu zwracam uwagę na pytanie, czy nie należałoby próbę kostkową w ogóle znieść. W Stanach Zjednoczonych używa się próby walcowej, a u nas w Polsce także. Próba kostkowa nie wyznacza nam bowiem prawdziwej wartości wytrzymałości na ciśnienie, lecz wartość sztucznie podniesioną, która nie nadaje się do obliczeń żelbetu.

Inż. KOLBUSZOWSKI i Inż. STELLA-SAWICKI
(LWÓW-KRAKÓW)

W sprawie utworzenia Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego.

Na pierwszym Zjeździe Inżynierów Budowlanych w Warszawie, na wniosek nasz uchwalono przez akklamację następującą rezolucję:

„Pierwszy Zjazd Polskich Inżynierów Budowlanych w Warszawie na posiedzeniu dnia 5-go maja 1934, biorąc pod uwagę ciężki stan gospodarczy naszego kraju, zwraca się do Rządu z prośbą o utworzenie Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego, któreby złączyło w sobie resorty reprezentowane dawniej przez Ministerstwo Robót Publicznych i wraz z innymi resortami techniczno-gospodarczymi stworzyło grupę Ministerstw Gospodarstwa Narodowego“.

W umotywowaniu powyższego wniosku, jako wnioskodawcy podnieśliśmy, że pozycja mocarstwowa Polski staje się z dniem każdym mocniejszą, jednak położenie gospodarcze jest wciąż pod każdym względem bardzo ciężkie. Nikomu nie wolno być biernym, wszyscy muszą być dopuszczeni do pracy i wszyscy muszą wyczerpać siły z jedną myślą służenia Państwu. Naród Polski musi organizować się gospodarczo, aby pójść drogą rozkwitu i stać się taką wartością gospodarczą, z którą świat liczyć się będzie musiał.

Lata ostatnie były dla Polski, jak i dla świata całego, czasem wzrostu trudności gospodarczych. Naprężenie w stosunkach międzynarodowych i niemożliwość rozwiązania trudności gospodarczych na platformie współpracy między-

narodowej spowodowały zahamowanie obrotów handlu światowego, które wytworzyło kryzys. Polska jako kraj o strukturze przeważnie rolniczej, wobec trudności eksportowych dla produktów rolniczych, była zmuszoną swe zobowiązania zagraniczne spłacać zapasami kruszcowo-walutowymi, których niestety nigdy nie miała w nadmiarze, znalazła się więc w gorszych warunkach niż kraje zachodnie. Aby stałość waluty utrzymać i dostosować gospodarkę budżetową do siły podatkowej społeczeństwa i posiadanych przez Skarb Państwa środków, Rząd nasz przyjął jako zasadę kompresję wydatków rzeczowych i personalnych i wszedł na drogę deflacji kredytowej. Wynikiem tej polityki, która spowodowała silne skurczenie działalności gospodarczej, oraz obniżenie standardu życia, było to, że życie gospodarcze Polski, oparte na silnym fundamencie stałej waluty i należytej gospodarki budżetowej, zostało uchronione jak dotąd od większych wstrząsów.

Łącznie z oszczędnościami, które Rząd nasz zarządził, dążąc do możliwie jak największego zmniejszenia wydatków — zostało, mimo przedstawień i rezolucyj rozmaitych zrzeszeń inżynierskich, z dniem 14 lipca 1932 zlikwidowane Ministerstwo Robót Publicznych i rozdzielone między rozmaite resorty, a Dyrekcje Robót Publ. jako druga instancja zniesione i zmienione na trzy niezależne od siebie t. zw. Wydziały Urzędów

Wojewódzkich, a to Wydział komunikacyjno-budowlany, Wydział dróg wodnych i Oddział rzek niespławnych w Wydziale Rolnictwa. Władze Państwowe nie poszły bowiem nawet za prośbą Zrzeszeń Technicznych reprezentujących ogół inżynierów, by przynajmniej agendy zniesionego Ministerstwa przyłączyć do jednego Ministerstwa, aby z chwilą poprawy koniunktury gospodarczej, można było bez większych trudności z powrotem wydzielić w samodzielny resort, lecz przez podział ten widocznie pragnęły znieść go zupełnie i bezpowrotnie. Likwidacja ta, tej tak ważnej dla gospodarstwa narodowego placówki, która pomnażała ogólną kulturę Państwa naszego, została spowodowana, nie jakąś niesprawnością tego resortu, lecz tylko kryzysem naszego życia gospodarczego i tej nieszczęśliwej okoliczności, że tylko na tym resorcie ministrowie skarbu mogli jedynie robić oszczędności naprawdę wydajne. Likwidacja ta ulżyła Skarbowi Państwa bezsprzecznie, lecz powiedzmy od razu chwilowo, gdyż to czego przez parę lat nie robiło się, potrzeba zrobić w najbliższym czasie, tylko kosztem o wiele większym. W nowoczesnym państwie wykluczona jest bowiem jakakolwiek przerwa w robotach publicznych. Niewykonywanie zaś przez kilka już lat z rzędu robót publicznych jest to wstrzymanie jednej funkcji organizmu gospodarczego Państwa, równe wyrzuceniu z jego aparatu — dla dobrego funkcjonowania całości — koniecznego organu. W ten sposób dziś za prowadzenie spraw tych przed Sejmem, Senatem i społeczeństwem nie jest odpowiedzialny jeden fachowy minister, lecz cały szereg ministrów po większej części niefachowych. Należy uprzytomnić sobie, że w ten sposób w Polsce są osobne resorty dla poczt, telefonów, kolei, handlu, rolnictwa a nawet opieki społecznej, lecz nikt nie jest naprawdę obowiązany myśleć pod swą osobistą odpowiedzialnością o inwestycjach użyteczności publicznej, które stwarzają dobra i pomnażają kulturę oraz majątek narodowy.

Wystarczył okres paru lat od zniesienia tego tak wybitnie gospodarczego resortu i zaprzestania wszelkiej myśli o gospodarczej stronie tych ważnych zagadnień, a stan naszego kraju pod względem gospodarczym stał się wprost katastrofalny. Niewykończone budynki (Chełm), często nawet bez dachu, miejscami rozpoczęte fundamenty, drogi bez nawierzchni, walące się mosty, pozrywane budowle regulacyjne, niedziałające wskutek zamulenia głównych rezydentów melioracje rolne, niedokończone obwałowania rzeczne — oto obraz zaprzestania robót publicznych. Wisła, ten naturalny kręgosłup systemu naszych dróg wodnych przedstawia obraz wprost straszny. Najlepiej to skonstatować można lecąc samolotem z Warszawy do Lwowa. Samochody tak ważne dla obronności Państwa przestały krążyć, gdyż nie ma wprost warunków dla tego nowoczesnego sposobu lokomocji¹⁾.

Państwo Polskie pod względem dróg kołowych z racji wiekowej niewoli, a przede wszystkim dlatego, że rosyjski zaborca strategię swą

opierał na złych drogach teatru wojny, na który przeznaczał Królestwo Polskie, należy do państw bardzo zaniedbanych²⁾. Na 388,600 km² powierzchni państwa i 33 miliony mieszkańców, na około 100 tysięcy km dróg państwowych, wojewódzkich i powiatowych, mamy bowiem wszystkiego ponad 60 tysięcy km dróg z twardą nawierzchnią i to przeważnie tłuczniową. Reszta dróg tak państwowych, jak wojewódzkich i powiatowych są to drogi ziemne. Na 100 km² kraju naszego wypada 15 km dróg o twardej nawierzchni, gdy we Francji jest ich powyżej 100 km, w Anglii około 80 km, zaś w Niemczech 50 km. Najlepiej po Województwie śląskim (50 km/100 km²) pod względem dróg o twardej nawierzchni uposażone Województwo poznańskie ma na 100 km² obszaru 30 km dróg. We wschodnich województwach mamy dróg bitych 3 km/100 km²³⁾. Nawierzchni nowoczesnych dla ruchu samochodowego mamy w Polsce wszystkiego około 1500 km i to przeważnie na Śląsku. Dróg ziemnych, wyżej już wymienianych, łącznie z drogami gminnymi mamy ponad 250 tys. km. Z powyższych dat widoczne jest jak niewesoło przedstawia się u nas sprawa drogowa i jak dużo jest tu do zrobienia, by dogonić Zachód, wzgl. by chociaż całe Państwo zrównać średnio na Pozańskie.

Również nie nadzwyczajnie też przedstawia się sprawa przemysłu kamieniołomowego, tak państwowego, jak samorządowego i prywatnego, który musi doznać znacznej rozbudowy i usprawnienia, jeśli ma sprostać zapotrzebowaniu kraju w razie ruszenia z miejsca w Polsce sprawy drogowej.

Pisząc o smutnym stanie naszego kraju, nie można też pominąć ostatniej powodzi w Małopolsce z roku 1934⁴⁾, która poczyniła milionowe szkody w plonach, dobytku obywateli, w drogach, mostach oraz kolejnictwie, spowodowała tyle ofiar w ludziach i pozbawiła ich środków do życia. Obok doraźnej pomocy, którą Państwo udzielić musiało powodziom, pieniędzmi, zbożem i odpisaniem podatków, przystąpić należy do zorganizowania planowej akcji regulacyjnej i obudowy potoków górskich. Koniecznym jest również podjęcie racjonalnej gospodarki lasowej, od której w głównej mierze zależy zmniejszenie podobnych katastrof. Na czas nie zażegnana powódź ta, która spustoszyła Małopolskę zachodnią i wyrządziła tyle szkód w ciągu jednej doby, wykazała najlepiej, jak kosztowny jest system gospodarki oszczędnościowej bez oglądania się na to, że jednak wstrzymanie rozpoczętych robót jest równoznaczne z ich zniszczeniem.

Powódź ta, która unaoczniała grozę wiszącą stale nad południową częścią Polski i obszarami

²⁾ Prof. Inż. Emil Bratro. Budowa i utrzymanie dróg, 1932.

³⁾ Mały Rocznik Statystyczny 1937.

⁴⁾ Prof. Dr Matakiewicz. Ochrona przed powodzią. Lwów 1934.

Inż. Andrzej Kędzior. W sprawie trwałego zabezpieczenia doliny Wisły i jej dopływów przed powodzią. — Kraków 1934.

Memoriał Pol. Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie do Pana Prezesa Rady Ministrów w sprawie zarządzeń ochronnych przeciw powodziom.

¹⁾ Inż. I. Stella - Sawicki. „Problem motoryzacji kraju i sprawa drogowa”. (Czasop. Techn. zesz. 8, 9 i 10 z roku 1937).

Państwa, położonymi nad rzekami, powinna być punktem zwrotnym w naszym stosunku do tego żywiołowego zjawiska. Sprawa regulacji rzek i obudowy potoków górskich nie jest bowiem, jak ostatnia powódź nauczyła, sprawą lokalną, lecz kwestią doniosłego państwowego znaczenia. Należy uprzytomnić sobie, że katastrofa ta, mogłaby być znacznie większa i przynieść Państwu nieobliczalne wprost straty. Pamiętać bowiem należy, że powódź oszczędziła połąć nad górnym biegiem Wisły oraz Kraków, gdyż z rzek większych wylały tylko Poprad, Dunajec i Raba, natomiast Soła i Skawa wprawdzie wezbrały, lecz nie w tej mierze, by być groźnymi dla terenów nadbrzeżnych i Krakowa. Szybkość jednak niesłychana przyboru wody, wykluczająca ratunek, przerwanie na przestrzeni kilkuset metrów linii kolejowej Kraków — Lwów pod Biadolinami, unieruchomienie tejże linii jak i linii Tarnów — Szczucin oraz Dębica — Sandomierz, zagrożenie Państw. Fabryki Związków Azotowych w Mościcach i innych państwowych i samorządowych obiektów, jak np. wodociągu w Krakowie, zniszczenie kilkuset mostów, zdarcie nawierzchni drogowej — stanowią groźne memento na przyszłość. Memento to jest tym groźniejsze, gdy pomysł się, co by nastąpić mogło, gdyby tak jeszcze wody Soły i Skawy wsparły się na fali Dunajca i Raby. Nieszczęście to południowej Polski, które oceniają na przeszło dwieście milionów złotych, które trzeba było wydać, nie na nowe jakieś produkcyjne inwestycje, lecz tylko na to, aby mieć to, co przed powodzią było, nie może skończyć się na pomocy dla powodzian, a nawet na naprawie poczynionych szkód, lecz należy przeprowadzić gruntowne studium, przemysleć niesłychanie trudny problem gospodarki wodnej dla całego Podkarpacia i rozpocząć planowe roboty, mające na celu zapobieżenie i wykluczenie na przyszłość groźniejszych jeszcze katastrof. Roboty te przyczynią się walenie do powiększenia majątku narodowego i wpływów podatkowych, które obecnie, wskutek co raz to częstszych i gwałtowniejszych powodzi nie tylko trzeba odpisywać, lecz wciąż łożyć fundusze na to, by odbudowywać sumptem Skarbu i społeczeństwa co-rocennie niszczone przez powódź okolice.

* * *

Rzekome oszczędności, jakie zniesienie tego tak ważnego gospodarczo Ministerstwa Robót Publicznych miało przynieść, nie stoją w żadnym stosunku do strat, jakie zaprzestanie prac publicznych całemu życiu gospodarczemu przynosi. Sama likwidacja Ministerstwa Robót Publicznych nie jest bowiem jego zniesieniem, gdyż agendy resortu tego w nowoczesnym państwie znieść się nie dadzą. I dziś wykonuje się roboty publiczne, tylko nie z tym skutkiem, jaki osiągnąć by było można, gdyby wszystkie te poczynania były zgrupowane razem. Likwidacja ta polega na przegrupowaniu tylko urzędów i urzędników, przydzieleniu spraw gmachów państwowych wszystkim wogóle Ministerstwom i instytucjom, w których użytkowaniu obiekty te pozostają i na rozdzieleniu agend zniesionego resortu, początkowo na sześć ministerstw, w większej części nie technicznych i nie wspólnego z technika-

nie mających, a obecnie nawet na ośm resortów, gdy utworzono Fundusz Pracy podległy początkowo Prezesowi Ministrów, a obecnie Ministerstwu Opieki Społecznej, a sprawami rozbudowy miast zajmuje się instytucja, pierwszorzędnie wprawdzie prowadzona, lecz czysto finansowa, a mianowicie Bank Gospodarstwa Krajowego.

To rozdzielenie agend technicznych między różne, zwłaszcza nie-techniczne ministerstwa, fundusze i nawet banki jest szkodliwe ze względu, że:

a) powoduje zwiększenie kosztów administracji, a nie przynosi żadnych oszczędności;

b) przynosi ujmę sprawności zawiadywania tymi agendami;

c) uniemożliwia ustalenie jednolitego planu przeprowadzenia robót publicznych.

Rzekoma oszczędność, jaką miała sprowadzić likwidacja Ministerstwa, jest wysoce problematyczna, samo bowiem rozproszkowanie spraw technicznych oraz przegrupowanie poszczególnych urzędów i rozrzucenie ich po rozmaitych resortach, gdzie zdawało się, że będzie lepiej, nie może być oszczędnością. Jedyna oszczędność leży chyba tylko właściwie w tym, że odpadło stanowisko jednego ministra, jednego podsekretarza stanu oraz sekretarza i paru osób z biura personalnego. Reszta natomiast, nie tylko pozostała, lecz poszczególne agendy porozrzucane po rozmaitych resortach, musiały być zwiększone pod względem personelu, aby były jako tako kompletne. Koszta zostały zatem przy tym przegrupowaniu bezsprzecznie znacznie zwiększone. Gdy przed tym bowiem, wszystkie sprawy techniczne jednej kategorii, złączone były w jednej instytucji, to obecnie sprawy te zostały rozdzielone tak, że każde mniej więcej Ministerstwo posiada swój własny departament lub wydział budowlany, z personelem dla każdej specjalności lub też z odpowiednimi brakami. Trzy ministerstwa, a to: komunikacji, rolnictwa i spraw wewnętrznych posiadają wydziały wodne, a prace pomiarowe zostały również rozbite na pięć resortów. Nadzór nad mierniczymi sprawują bowiem Ministerstwo Spraw Wewn., — kataster podlega Ministerstwu Skarbu, — prace pomiarowe i niwelacja ścisła Ministerstwu Komunikacji, — triangulacja I rzędu Ministerstwu Spraw Wojskowych, — zaś komasacja, parcelacja, oraz prace nad przebudową ustroju rolnego Ministerstwo Rolnictwa. Jeśli zwróci się poza tym uwagę na to, że cały szereg resortów ma swoje własne fundusze specjalne na powyższe cele, każde mniej więcej ministerstwo posiada zatem, nie tylko swój własny wydział budowlany, lecz także swój wydział skarbowy, niektóre zaś prócz tego i departament lub wydział wodny i pomiarowy, to otrzymamy obraz organizacji kultury technicznej kraju. Koszt tyłu departamentów czy wydziałów, zamiast jednego, zawsze musi być większy niż koszt instytucji centralnej z jednolitym kierownictwem i programem. W każdym Ministerstwie musi być odpowiedni personel techniczny a zatem inżynierowie projektanci, statycy, referenci, aprobanci, poza tym zaś specjalne biuro prawne ze specjalistami administracyjno-technicznymi i orzecznictwem.

Koszt ten jest tym większy, że przy obecnym kryzysie i stagnacji w każdej dziedzinie gospodarki, specjaliści nie są należycie wykorzystani. O ile zaś specjalistów nie ma, cierpi sama sprawa, gdyż nie ma komu odróżnić rzeczy dobrej od złej i nie ma komu należycie sprawy załatwić. Rozdział ten personelu jak i szczupłych funduszy na szereg odrębnych resortów jest zatem bardzo niekorzystny. Zasadą w tych ciężkich obecnych czasach powinno być więc skupienie wszelkich czynności tego samego rodzaju, a zatem i technicznych, w zwartych organizacjach, nie zaś ich rozdrabnianie i niszczenie wszelkiej planowości i programu w tej ważnej dziedzinie życia gospodarczego.

Zabieg zatem oszczędnościowy Komisji dla usprawnienia administracji publicznej, która uchwaliła zniesienie Ministerstwa Robót Publicznych i utworzenie łącznie z Ministerstwem Kolei Żelaznych rzekomo prawdziwego Ministerstwa Komunikacji, którego zakres działania odpowiadałby nazwie, nie można uważać za trafny i dla Państwa oraz jego życia gospodarczego szczęśliwy.

Zrozumieć możnaby było prędzej, połączenie Ministerstwa Kolei Żelaznych z Ministerstwem Poczt, które posługuje się nie ambulansami pocztowymi lecz koleją, aby wprowadzić jeden wspólny personel przewozowy dla przesyłek, oraz jeden telegraf w miejsce dwu, jak obecnie, a to osobno kolejowego a osobno pocztowego. Przez takie połączenie Kolei z Pocztą możnaby w niejednym wypadku, naczelników małych stacyj lub personel większych, używać równocześnie jako urzędników pocztowych w tychże miejscowościach. Ostatecznie możliwym jest, z uwagi na osiągnięcie oszczędności, skomercjalizowanie kolei i poczty i utworzenie lansowanej o dwiela lat Generalnej Dyrekcji Kolei i Generalnej Dyrekcji Poczt i Telegrafów, jako posiadających charakter przedsiębiorstw państwowych, które w tej formie mogłyby się nawet lepiej rozwijać. Zorganizowanie takie obu tych resortów na zasadach handlowych dałoby mogło nie tylko oszczędności lecz dochody, których użyć możnaby było na rozbudowę kolei i poczt. Takie połączenie a przynajmniej współdziałanie agend przewozowych i łączności, mogłoby być również i ze względów wojskowych wskazane.

Podział natomiast spraw technicznych na rozmaite resorty, nie tylko, że nie przyczynia się do usprawnienia administracji, lecz pogarsza ją znacznie. Konsentowany kanał lub rurociąg, zależnie od celu, jakiemu ma służyć, a więc czy dla celów wodociągowych lub kanalizacyjnych, czy fabrycznych, czy melioracyjnych, podpada pod orzecznictwo Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, Ministerstwa Przemysłu i Handlu lub Ministerstwa Rolnictwa, zaś w wypadku, gdy służy równocześnie kilku celom, konieczną jest ingerencja kilku władz. Podobnie też, sama rzeka należeć może w dolnym biegu, jako uznana za spławną, do Ministerstwa Komunikacji, w górnym zaś, jako niespławną, do Ministerstwa Rolnictwa. Czyż sam ten podział rzek na dwie kategorie i przydział robót regulacyjnych do dwu odrębnych Ministerstw nie jest czymś nienatural-

nym? Czy oddzielenie wodociągów i kanalizacji od Departamentów wodnych i przydzielenia ich do Departamentu Architektury i Budownictwa Ministerstwa Spraw Wewnętrznych oraz podporządkowanie ich architekcie nie hydrologowi, może być dla spraw tych i całego gospodarstwa wodnego korzystne? Czyż w tych warunkach możliwe jest należyte rozwiązanie zagadnień z dziedziny gospodarstwa wodnego i oszczędna gospodarka, jeśli zarząd rzekami leży w kilku rękach, jeśli walem tej samej rzeki chodzi dozorca Ministerstwa Rolnictwa, a dołem dozorca rzeczny Ministerstwa Komunikacji? Rzeki te przecież oddziaływują na siebie nawzajem, mają swe dopływy, zlewnię i obszar wymagający melioracji lub też zabudowania w górze. Czyż nie lepiej byłoby pozostawić tę organicznie związaną całość w jednym ręku, pod jednym zarządem i miejscowym kierownictwem, które prowadząc równocześnie wszystkie te prace, mogłyby je należycie ująć, a poza tym byłoby samo należycie wykorzystane?

Nie tylko jednak w samych sprawach technicznych lecz również i w biurach II instancji tj. Wydziałach komunikacyjno-budowlanych przydzielonych do Urzędów Wojewódzkich jest pewnego rodzaju zamieszanie. Naczelnicy Wydziału komunikacyjno-budowlanego są urzędnikami Ministerstwa Komunikacji, podlegają zaś Ministerstwu Komunikacji i Spraw Wewnętrznych, a podlegli im — i ich zarazem zastępcy kierownicy Oddziału budowlanego i ich personel Ministerstwu Spraw Wewnętrznych. Natomiast pozostali dotąd po większej części w tym samym gmachu dawnej Dyrekcji Robót Publicznych, inżynierowie wodni podlegają bądź to Ministerstwu Rolnictwa bądź Komunikacji, zależnie od zaklasowania rzeki, względnie od tego czy pracują na jej dolnym czy górnym biegu. W ten sposób Wojewodowie stali się reprezentantami, co prawda tylko w sprawach drogowych, Ministra Komunikacji, z którym dotąd nie mieli nic wspólnego. Poza tym zaś niefachowi bądź co bądź pod względem technicznym Wojewodowie otrzymali trzy zupełnie odrębne, czysto techniczne Wydziały, a to:

1. Wydział komunikacyjno-budowlany podległy Ministerstwu Komunikacji względnie Ministerstwu Spraw Wewnętrznych.

2. Oddział melioracji, obwałowania rzek i regulacji rzek niespławnych w Wydziale Rolnictwa i Reform Rolnych, podległy Ministerstwu Rolnictwa.

3. Wydział dróg wodnych podległy Ministerstwu Komunikacji.

Każda więc sprawa i każdy akt musi iść do innej władzy do zatwierdzenia, jedne do Ministerstwa Komunikacji, drugie w drodze przez naczelnika Wydziału, a więc urzędnika Ministerstwa Komunikacji, do Ministerstwa Spraw Wewnętrznych. Szereg spraw musi przejść celem uzgodnienia przez oba Ministerstwa, a sprawa np. konsensu na budowę budynków, ogrodzeń itp. w pobliżu rzek musi być w całym szeregu wypadków odsyłana do Oddziałów wodnych, melioracyjnych i budowlanych, podległych Ministerstwu Rolnictwa, by stwierdzić czy nie ma

przeszkód co do projektowanych budowli ze stanowiska ustawy wodnej oraz zamierzonych robót melioracyjnych. Każda grupa inżynierów, podlegając innej władzy, inaczej posuwa się w awansach, tak, że może zajść anomalia, że podwładni urzędnicy, awansowani przez odrębne Ministerstwo, mogą być wyżsi rangą od swych przełożonych lub awans ich może być uzależniony od awansu urzędnika innego resortu. System ten wyklucza poza tym, by architekci i inżynierowie zgrupowani w Oddziale budowlanym mogli dojść kiedykolwiek do stanowiska naczelnika Wydziału komunikacyjno-budowlanego, podlegają oni bowiem Ministerstwu Spraw Wewnętrznych, nie zaś Komunikacji, której podlegają naczelnicy urzędu. Również i inżynierowie powiatowi, którzy na mniejszych powiatach spełniają funkcję inżynierów drogowych, wodnych i budowlanych, podlegają naraz trzem Ministerstwom i trzem naczelnikom odrębnych zupełnie Wydziałów Województwa, z którymi, jako swą władzą techniczną, są związani bardzo luźno w drodze przez Starostę jako bezpośredniego zwierzchnika.

Również ważną jest sprawa najwyższych stanowisk kierowników dla tak skombinowanych resortów. Czy możliwym jest, by najdzielniejszy Minister Spraw Wewnętrznych, zazwyczaj prawnik, równocześnie był tegim kierownikiem administracji oraz specjalistą dla spraw pomiarowych, budowlanych, wodociągowych i kanalizacyjnych oraz rozbudowy miast, by mógł rozumieć się na wszystkim i prowadzić również i pod tym względem dla Państwa i społeczeństwa pierwszorzędną politykę gospodarczą? To samo odnosi się do Wojewodów i Starostów, również prawników, a w Polsce także specjalistów dla spraw technicznych. Czy te sprawy nie odbiegają zbyt od spraw czystej administracji i czy nie cierpi na tym jednolitość danego resortu, jak i spraw technicznych przydzielonych do tego nie-technicznego resortu? Czy sprawy te nie obciążają poza tym niepotrzebnie resortu czysto administracyjnego, zagadnieniami obcymi? Czy Minister Spraw Wewnętrznych odpowiedzialny za swój resort, jako niefachowiec, w niejednej sprawie technicznej kolosalnej wagi, nie decyduje, zdając się ślepo na zdanie swego urzędnika? Czy można dalej wymagać od Ministra Komunikacji, który kilkanaście lat pracował tylko w kolejnictwie i to nieraz w oddziale maszynowym lub ruchu i wybił się jako pierwszorzędny specjalista kolejnictwa lub Dyrektor Kolei, by mając w zarządzie swym resort tak ważny, wielki i odpowiedzialny jak rozbudowane kolosalnie koleje żelazne — oceniał należyście, jako nie-specjalista i miał serce i zrozumienie dla zaniedbanej wysoce w stosunku do kolei, budowy dróg, regulacji i obwałowania rzek, obudowy potoków górskich lub budowy zbiorników? Czyż drogi kołowe, nieistniejąca na razie, z powodu braku dróg wodnych i nieprzeprowadzenia regulacji rzek, żegluga śródlądowa, oraz koleje, nie są tak ogromnie od siebie odrębne, że łączenie ich razem w Ministerstwie Komunikacji, dlatego tylko, że służyc mają celom komunikacji, nie ma żadnego uzasadnienia? Na kolejach najważniejszą rzeczą są

kwestie ruchu i taryf. Budowa kolei w stosunku do poprzednich kwestyj jest drobną, a przy tym o specjalnym charakterze. Budowa i utrzymanie dróg, to zagadnienie czysto techniczne, lecz odmienne i również specjalne; drogi wodne, to zagadnienie znowu czysto hydrologiczne, nie mające na razie nic wspólnego z komunikacją, tych bowiem parę statków pasażerskich oraz niewielka ilość berlinek na Wiśle, kursujących z trudem po nieuregulowanej rzece, nie daje podstaw na nazywanie tego żegluga. A sprawa tak ważna i zagadnienie tak niezmiernie trudne i specjalne, melioracji Polesia; — czy odpowiedni dla niej był przydział najpierw do Ministerstwa Komunikacji, zaś obecnie do Ministerstwa Rolnictwa, pod zarząd wogóle już nie techników lecz agronomów? Przecież trudno również żądać, by najtęższy agronom, rozumiał się w tej samej mierze, jak specjalista hydrolog, na sprawach mu podległych obwałowania, regulacji i konserwacji robót wodnych, na rzekach nawet niespławnych i złączonej z pracami tymi budowie mostów, przepustów, jazów, śluz itp. Tak samo przydzielenie Ministerstwu Skarbu rozbudowy miast, którą zajmuje się Bank Gospodarstwa Krajowego, z własnym biurem projektów, jest dziwne. Sprawa budownictwa mieszkaniowego została, niestety, całkowicie zcentralizowana w tymże banku, który zajmuje się nie tylko rozdziałem kredytów budowlanych, lecz nawet parcelacją gruntów. Sprawę tę akcji mieszkaniowej porusza memoriał T-wa Politechnicznego we Lwowie z dnia 21 stycznia 1935 wystosowany do Pana Prezesa Rady Ministrów, podkreślając „niezwykle zjawisko“, iż akcją tę prowadzi Bank Gospodarstwa Krajowego nie tylko pod względem finansowym lecz i technicznym pod kierunkiem Ministerstwa Skarbu. „Bank, instytucja o charakterze wyłącznie finansowym, urządza konkursy techniczne, ustala typy budynków mieszkalnych, kieruje i nadzoruje ich wykonanie. Jest to dowód wkraczania czynników niefachowych i niekompetentnych w dziedzinę pracy technicznej. Podobnie oddano w ręce niefachowe akcję rozbudowy osiedli robotniczych (T. O. R.) prowadzonej także środkami państwowymi“.

W Polsce powstało poprostu pomieszanie zupełne kompetencji rozmaitych władz i czynników, — a dążność do rozszerzania swych kompetencji na działy do danego urzędu nie należące i z nim nie wspólnego nie mające i chęć podciągnięcia wszystkiego pod siebie co się tylko da, stały się zjawiskiem wprost niepokojącym i prowadzącym do tego co trafnie nazwano „kultem niefachowości“. Jest to groźnym dlatego, że ludzie najbardziej niewłaściwi, czują się właśnie na swych stanowiskach najwłaściwszymi i decydują wzgl. hamują sprawy ze szkodą dla Państwa według swego własnego uznania, nie powodując się zdaniem fachowców.

W jednej centralnej instytucji technicznej można zgromadzić najwybitniejszych techników o najrozmaitszych specjalnościach. Z chwilą, gdy wszystkie sprawy techniczne są zgrupowane w jednej instytucji, ludzie tacy uzupełniają się w jedną całość bez żadnych braków. Każda sprawa

wa techniczna w takim gronie musi znaleźć swego specjalistę, który ją potrafi dobrze załatwić, gdyż rozumiejąc się na rzeczy nie boi się swej decyzji. Ludzi ci poza tym, pracując w gronie kolegów fachowców starszych i młodszych, których zakres prac i zainteresowań nie odbiega znacznie od spraw danego ośrodka, są nawzajem kontrolowani, tak co do ich wiedzy jak i wartości moralnej. Gdy natomiast mamy kilka, względnie licząc z Urzędami II-ej instancji kilkadziesiąt podobnych instytucyj, w których sprawy budowlane, wodne, drogowe i pomiarowe mają być załatwione, to oddziały te, w szczególności przy obecnej redukcji etatów, nigdy mieć nie mogą specjalistów dla spraw wszystkich i tej selekcji, jak w wypadku złączenia ich w jednej instytucji. To jest też przyczyną niesłychanego rozrostu najniższych tego rodzaju jednostek technicznych, których kierownicy czują się jedynymi specjalistami, wiedząc, że ich zarządzenia nie będą zmienione, gdyż przełożeni ich na sprawie danej zupełnie się nie rozumieją, a w każdym razie nie tak, by mogli przyjąć na siebie odpowiedzialność za decyzję odmienną. Jest to przyczyną, dla której tyle spraw, nieraz bagatelnych, musi rozstrzygać Najwyższy Trybunał Administracyjny w Warszawie, w drodze skargi i przy kolosalnych dla pokrzywdzonych stron kosztach zastępstwa adwokackiego.

W ten sposób likwidacja Ministerstwa Robót Publicznych przerwała zupełnie pracę nad celowym prowadzeniem budownictwa, nad analizą cen, nad sprawą przetargów, a stworzyła eldorado dla różnego rodzaju prób na organizmie społeczeństwa i reszcie poważnych przedsięwzięciach. Każdy z tak licznych departamentów budowlanych szuka dróg nowych, układa własne przepisy, własne analizy, własne sposoby kosztorytowania i własne normy dla przetargów. Każda z tych władz ma swoje specjalne „ogólne i szczegółowe warunki techniczne“. Jest czymś podobnym, jak gdyby każdy Sąd miał swój własny kodeks cywilny i karny.

Wieleż to poza tym nieskończonych budynków, należących do jednego Ministerstwa nierozporządzającego odpowiednimi kredytami, stoi bezużytecznie i niszczy się, podczas, gdy tuż obok drugie Ministerstwo rozpoczyna budowę budynku nowego, nie mając często również zapewnionych kredytów na wykonanie całości, tak, że po zużyciu pierwszej tangenty miesięcznej, robota musi być, podobnie jak ta pierwsza, na lata długie przerwana. Dzieje się to głównie dlatego, że sprawa budynków jest porozrzucana po wszystkich Ministerstwach i nie ma centralnej instytucji, która by sprawę polityki budowlanej ujęła w swoją rękę, nie dopuściła do niszczenia mienia państwowego i marnotrawstwa grosza publicznego, zażądała od władz I i II instancji wykazu, co w każdym powiecie i województwie niszczy się i co jest niewykorzystane i wydała odpowiednie zarządzenia co do wykończenia i racjonalnego zużycia zaczętych budynków.

Łącznie z tym, odnośnie do organizacji budownictwa mieszkalnego, podkreślić należy jako ujemne jego strony:

1. Rozdrobnienie akcji budowlanej i przewlekanie budowy przez zbyt długi okres czasu, wobec szczupłości funduszy na cele budowlane;

2. Brak wszelkiej planowości w gospodarowaniu funduszami budowlanymi;

3. Nieoszczędność i niefachowość wskutek braku fachowości u ludzi zajmujących się dziś musi rozstrzygać Najwyższy Trybunał Administracyjnym;

4. Niewykorzystanie sezonu budowlanego, wobec ukazywania się stałego kredytu późną jesienią.

Dziś, gdy naokół inżynieria decydującą odgrywa rolę, gdy u najbliższych naszych sąsiadów, z którymi przede wszystkim musimy się liczyć, a więc w Rosji i Niemczech rzuca się na prace te wielkie pieniądze, gdy dookoła widzimy walkę o supremację techniczną — w Polsce tysiące inżynierów zostało usuniętych od jakiegokolwiek wpływu na gospodarke narodową. A przecież to są właśnie ci, na których, jako na ludziach nauki i specjalistach przysposobionych do pracy praktycznej i życia, winno się oprzeć gospodarstwo twórcze, organizacja pracy, melioracja zdeteriorowanego naszego kraju, budowa dróg, gospodarka wodna, motoryzacja Państwa, sprawa mobilizacji przemysłu, organizacji społeczeństwa dla celów obrony Państwa na wypadek wojny itp. Sprawa bowiem biernej obrony przeciwlotniczej i gazowej, sprawa uodpornienia budynków na naloty powietrzne, sprawa budowy schronów nie jest problemem wyłącznie wojskowym, — lecz wymaga współdziałania całego społeczeństwa, a przede wszystkim tych, którzy w wypadku tym są dla obrony tej, dzięki swej wiedzy technicznej, fachowo przygotowani.

Po zniesieniu Ministerstwa Rob. Publ. Rząd, po próbie z Funduszem dla niesienia pomocy bezrobotnym, która nie dała należytego rezultatu, ustawą z dnia 16. III. 1933 r. stworzył Fundusz Pracy. Fundusz ten dzięki różnym podatkom przynosi około 100 milionów złotych rocznie. Poza tym Rząd nasz utworzył Fundusz inwestycyjny, przeznaczony do finansowania państwowych inwestycji. Fundusz ten wynosi około 20 milionów złotych. Jeśli się zwróci uwagę, że poza tym istnieją rozmaite fundusze inne, jak np. fundusz drogowy w wysokości około 20 milionów, fundusz budowlany na budowę domów mieszkalnych, fundusz rozbudowy miast utworzony z podatków od lokali i placów niezabudowanych, fundusz melioracyjny, fundusz kwaterunku wojskowego oraz w budżecie rozmaitych ministerstw zawarty kredyt w wysokości jakich 30 mil. zł., widzimy, że i dziś nawet bardzo duże kredyty idą na cele budownictwa. Fundusze te jednak nie są wydawane wedle pewnego programu, opracowanego na okres dłuższy, lecz wydawane są doraźnie na cele, które w danej chwili często niekompetentnym do zarządu tymi funduszami, zdają się być celowe.

Ponieważ budżet Ministerstwa Robót Publicznych w najlepszych jego czasach wynosił 160 mi-

lionów zł., pozatem zaś Ministerstwo Rob. Publ. rozporządzało kredytami budowlanymi innych ministerstw w wysokości około 50 milionów zł., łącznie zatem 210 milionów złotych, widać z tego, że na roboty publiczne tyleż samo, jeśli nie więcej, wydaje się co dawniej, z tą tylko różnicą, że efektu tych robót nie widać, gdyż pieniądze te wydawane są bez programu.

Utworzenie osobnego referatu robót publicznych jest zatem również zupełnie umotywowane sumą wydawanych pieniędzy, a to tym więcej, gdy się weźmie pod uwagę stosunki obecne i wartość pieniądza, zgoła odmienne od stosunków w czasie zniesienia Ministerstwa Robót Publicznych.

Fakt jest, że budżet Ministerstwa Rob. Publ. odrodził się tylko w innej formie, a to jako Fundusz Bezrobocia, Fundusz Pracy, Fundusz Inwestycyjny oraz w postaci rozmaitych kwot w budżetach tych Ministerstw, które objęły sukcesję po Ministerstwie Rob. Publ. Wszystkie te fundusze wyposażone nieraz w dość znaczne środki pieniężne były, względnie są, więcej lub mniej nieudolnymi namiastkami Ministerstwa Robót Publicznych⁵⁾.

Jak dla każdego zakresu spraw gospodarczych tak i dla spraw gospodarki technicznej jest przede wszystkim rzeczą konieczną stworzenie należyte przez fachowców opracowanego planu i ustalenie zasad polityki ekonomicznej w tym ważnym zakresie zagadnień. Stworzyć takiego ogólnego planu nie mogą poszczególne ministerstwa, banki i fundusze, do których sprawy techniczne przypdzielano, ani też jakiś inny luźny, dorywczo zbierany zespół delegatów jakiejś Narodowej Rady Technicznej, jaką proponował jeden z b. ministrów i znany ekonomista. Poza-tem o jakiejś planowej polityce w tym względzie nie ma mowy, jeśli niektóre budowy są zasilane z kilkunastu funduszy, działających każdy dla siebie z osobna. Praca ta może być dokonana jedynie wtedy z dobrym wynikiem, gdy wszystkie sprawy natury technicznej gospodarki kraju zostaną z sobą organicznie zespolone i skoncentrowane w jednym fachowym resorcie, jak wszędzie zresztą na całym świecie. Zagadnienie to staje się dziś wprost palące, jeśli mamy raz wyjść z tego impasu, bezczynny, marazmu i chaosu nieskoordynowanych poczynań i sprawy tak gospodarki technicznej, uruchomienia pracy i nadania jej należytego kierunku, jak i obrony kraju, należyte ustawić. Dopóki sprawy techniczne są rozrzucone po niezliczonych niefachowych resortach, bankach i komitetach, mowy nie ma o gospodarce technicznej, ekonomicznej i celowej, wedle naprawdę należyte obmyślanego programu, lecz będą to tylko wysiłki bezowocne, które społeczeństwo nasze nieraz jeszcze boleśnie na swej skórze odczuje.

Celem skutecznego zwalczania kryzysu i racjonalnej gospodarki budowlanej, drogowej i wodnej, musi być zatem stworzony wieloletni ogólny program robót, z góry obmyślany zgodnie

z potrzebami kraju, wedle ścisłej kalkulacji i dokładnie opracowanych kosztorysów, nie zaś dorywczy od wypadku.

Roboty powinny być wykonane racjonalnie i w odpowiedniej porze, co jest wprost niemożliwe przy obecnym okresie budżetowania. Wiadomo bowiem, że budżet uchwała się dopiero z wiosną tj. w czasie, gdy już faktycznie projekty i kosztorysy powinny być gotowe i zacząć się powinna praca, a pieniądze pojawiają się i roboty zaczynają się w czasie, kiedy z powodu pory zimowej kończyć je należy. W ten sposób najpiękniejsza letnia pora, najodpowiedniejsza do prowadzenia robót budowlanych nie jest u nas wykorzystana, nie mówiąc o tym, że wartość robót wykonywanych późną jesienią i zimą jest daleko mniejsza, mimo ich większych kosztów. Gdy więc na całym świecie cztery miesiące zimowe używa się na rozliczenie wykonanych robót i przygotowanie nowych planów, a sezon budowlany trwa osiem miesięcy, to u nas cała praca na budowie uskuteczniona być musi w ciągu 3 do 5 miesięcy jesiennych, nieraz bez planów, z użyciem nadliczbowych ludzi i godzin, za które trzeba płacić podwójnie. W ten sposób inżynierowie i technicy co najmniej pół roku siedzą bez zajęcia. Gdy zatem każdy inny zawód wykonuje się równomiernie rok cały, to u nas w inżynierii, w ciągu paru miesięcy musi się pokonać pracę całoroczną. Odbija się to też ujemnie na dochodach przedsiębiorstw a tym samym i na wysokości i płaceniu podatków, gdyż ustalona przez Władze podatkowe zyskowność jest możliwa do osiągnięcia tylko przy normalnym prowadzeniu robót. Również przydzielanie miesięcznych kredytów z tym, że nieużyte na czas pieniądza przepadają, jest wprost fatalne dla gospodarki, gdyż w wypadku tym są one zazwyczaj niecelowo zużywane.

Roboty publiczne powinny być prowadzone też ze względu na stworzenie źródeł zarobku oraz konsumpcję krajowych materiałów i wyrobów. Chodzi mianowicie o należyte zorganizowanie pracy, o zajęcie bezrobotnych i wykorzystanie ich pracy, bez płacenia wsparć za darmo, a tym samym należyte postawienie w Polsce tego ważnego społecznie zagadnienia⁶⁾. Płacenie marnej jałmużny, której łączna suma obciąża bardzo całe społeczeństwo, a bezrobotnym mało co daje, jest marnowaniem grosza publicznego i demoralizacją ludzi, którzy z czasem przyzwyczajają się do życia na koszt tych, którzy jeszcze pracują. Sprawa ta wobec wzrostu ludności (około 400 tysięcy rocznie) i coraz gorszej koniunktury, nie jest przejściowa i może być należyte rozwiązana tylko łącznie z prowadzeniem robót publicznych i to przez ludzi, którzy jako inżynierowie stale z robotnikami przystają i rozumieją ich potrzeby, dążenia, uczucia i niedolę.

Rozwijając myśl tę sądzimy, że Ministerstwo za którego utworzeniem przemawiamy, powinno objąć wszystkie sprawy techniczne, które bez szkody dla sprawy samej i organizmu państwowego, nie dadzą się rozdzielić. Ministerstwu temu, jako najwyższej władzy w zakresie gospo-

⁵⁾ Memoriał Polskiego Tow. Politechnicznego (ze stycznia 1937 r.) w sprawie wykonywania robót publicznych, finansowanych przez Fundusz Pracy. Patrz: „Czasopismo Techniczne“ Nr. 16, 1937, str. 286. (Przypisek Redakcji).

⁶⁾ Inż. Stella - Sawicki. Walka z klęską bezrobocia. „Czasopismo Techniczne“ 1937, Nr. 4.

darki publicznej, podlegać powinny, z jednej strony Dyrekcje Gospodarstwa Technicznego jako urzędy II-ej instancji, oraz Zarządy architektoniczno-budowlane, drogowe i wodne, jako samodzielne urzędy I-ej instancji, podległe wprost Dyrekcjom, — z drugiej strony inżynierowie zajęci w samorządach i technicy prywatni, zgrupowani w Izbach inżynierskich i w Związkach zawodowych przemysłu budowlanego. Każda poszczególna grupa pracowników związanych z projektowaniem i wykonywaniem robót budowlanych, musi mieć bowiem w ustawach państwowych ustalone właściwe miejsce. Wobec nieunormowania tych tak ważnych spraw, roboty publiczne i prywatne stały się dziś żerowiskiem dla rozmaitego rodzaju nieukwalifikowanych spekulantów, krzywdzących tylko robotników i okradających Skarb Państwa przez niepłacenie świadczeń społecznych i podatków.

Dyrekcje Gospodarstwa Technicznego jako urzędy drugiej instancji posiadać powinny swój własny personel techniczny i administracyjny podległy wprost Ministerstwu Gospodarstwa Technicznego.

Personel ten nie powinien być kontraktowym, jak to obecnie często u nas spotyka się, lecz stałym, prowadzonym o ile możliwości na koszt wykonywanych przezeń projektów i robót. Niestabilizowanie urzędników technicznych jest połączona nie tylko ze szkodą dla pracowników, którzy są niepewni swego jutra, lecz i dla Państwa, gdyż powoduje to brak ciągłości w pracy jak i niezwiązanie pracowników z urzędem i wykonywaną pracą.

W Dyrekcjach tych technicznych złączeni być powinni też wszyscy inżynierowie zajęci w innych Ministerstwach, a detaszowani do rozmaitych specjalnych zajęć, aby w ten sposób w jednej technicznej instytucji zgromadzić wszelkiego rodzaju techników i zorganizować świat inżynierski do tym owocniejszej pracy, kontrolowanej przez kolegów inżynierów i Kierownika Dyrekcji.

W ten sposób Ministerstwo, tak za pomocą podległych urzędników, jak i inżynierów prywatnych, przysięgłych mierniczych i budowniczych, pracujących w rozmaitych dziedzinach życia publicznego, pod opieką i nadzorem Państwa i odnośnych zrzeczeń przymusowych, wywierać będzie mogło decydujący wpływ na techniczną gospodarkę krajową w najodleglejszych krańcach naszej ojczyzny. Dyrekcje Gospodarstwa technicznego, jako samodzielne jednostki II-giej instancji, podległe wprost Ministerstwu Gospodarstwa Technicznego nie powinny być liczne, lecz zato silniejsze w rozmaitego rodzaju specjalistów i uposażone w odpowiednie środki finansowe, tak, by główny zakres działalności gospodarczo-technicznej im przypadł w udziale. Aby dojść do jak największej sprawności resortu gospodarczo-technicznego musi się bowiem główny zakres wszystkich agend przenieść do II instancji t. j. Dyrekcji techniczno-gospodarczych, które należy odpowiednio we wszelkich sprawach usamodzielnąć. Zasadniczo Dyrekcji tych powinno być co najwyżej pięć, a to w Warszawie,

Lwowie, Poznaniu, Krakowie i Wilnie, zaś dla pracy tak specjalnej, jak melioracja Polesia, w Brześciu nad Bugiem, tak, by każdej z tych Dyrekcji przypadły do zarządu większe niż dziś terytoria. W ten tylko sposób będzie możliwe np. ujęcie w jednej Dyrekcji kompletnych dorzeczy rzek, oraz wykluczy się nienaturalny podział dorzeczy wedle granic dzisiejszych Województw, w których gospodarzą do tego po dwa Zarządy wodne podległe Ministerstwu Komunikacji i Ministerstwu Rolnictwa. Przy Dyrekcjach tych powinny być oddziały pomiarowe, a przy oddziałach wodnych ekspozytura biura hydrograficznego, by inżynierowie i aparaty hydrometryczne były na miejscu i by wszystkie zlecenia Centrali mogły być wykonywane natychmiast. To złączenie hydrografii z oddziałami wodnymi oraz oddziałami pomiarowymi, byłoby dla spraw wodnych bardzo wskazane. Korzystnym byłoby również bardzo dla całokształtu zagadnień wodnych, jeśliby szczegółowe melioracje rolne, podległe obecnie Ministerstwu Rolnictwa, były przyłączone do Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego, względnie, o ileby pozostawiono je dalej przy resorcie rolnictwa, by przynajmniej w Dyrekcjach złączone były z oddziałami wodnymi, gdyż w wypadku tym łatwiejszym byłoby uzgodnienie należyte wszystkich prac wodnych na tym samym terenie. Melioracje nie dadzą się bowiem odłączyć od inżynierii wodnej, której dział jeden stanowią. Również i Zarządy architektoniczno-budowlane, drogowe i wodne, jako urzędy techniczne I instancji, powinny stanowić większe jednostki, a to zależnie od potrzeby, jeden na kilka powiatów. Zarządy te powinny być złączone razem w jeden Powiatowy Urząd techniczny. Dla prowadzenia większych robót mogą być utworzone osobne kierownictwa, podlegające wprost Dyrekcjom, lecz urzędujące o ile możliwości w Pow. Urzędach technicznych.

W siedzibie Województw, w których by nie było Dyrekcji Gospodarstwa Technicznego, Urzędy te, I-ej instancji należałoby dać pełniejsze i obsadzić starszymi inżynierami, aby mogły one załatwiać wszystkie sprawy techniczne na miejscu. W ten sposób sprowadzi się potaniecie i usprawnienie gospodarki technicznej kraju, bez podporządkowywania ich Województwom wzgl. Starostwom, z którymi nie mają nic wspólnego. W sprawach, w których administracja tanguwałaby sprawy techniczne, Dyrekcja Gosp. technicznego wzgl. Urzędy powiat. techniczne wydawałyby na żądanie władz tych jako rzeczoznawcy opinie techniczne.

Z racji tego gospodarczego i społecznego nastawienia wszystkich problemów technicznych, każdy inżynier, tak w służbie państwowej jak prywatnej, powinien po jednorocznej praktyce, złożyć przed komisją utworzoną przy II instancji, egzamin z dyscyplin, których znajomość jest konieczną ze względów administracyjnych, gospodarczych, społecznych i wojskowych. Jako przedmioty należałoby wskazać: konstrukcję, ustrój władz administracyjnych rządowych i samorządowych, postępowanie administracyjne, ustawy budowlane, miernicze, drogowe, mostowe i wodne, ekonomię, spółdzielczość, zasady mo-

bilizacji przemysłu, obrony przeciwlotniczej, uodpornienia technicznego budynków i budowy schronów. W wypadku tym inżynierowie o wiedzy technicznej tak uzupełnionej, złączeni w jeden twórczy organizm państwowy, rozsiani po całym kraju, a kierowanej z jednego ośrodka myśli, będą mogli spełniać dobrze posłannictwo swe jako budowniczy wielkości naszej Ojczyzny. Na wypadek zaś wojny, ci, którzy z powodu wieku nie byliby powołani do służby wojskowej, jako znający warunki i ludzi miejscowych, zając się będą mogli konserwacją dróg i mostów i organizowaniem ludności do obrony kraju.

W szczególności więc do zakresu działania Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego, jako zarządzającego budownictwem publicznym, należeć powinny następujące sprawy, co do których właściwość Ministerstwa nie może być sporną z punktu widzenia technicznego. Włączamy tu kilka agend nowych, których w zniesionym Ministerstwie Rob. Publ. nie było z tej prostej przyczyny, że Ministerstwo to, jako najpóźniej utworzone, nie było w stanie, z korzyścią dla sprawy, wydstać z innych ministerstw wszystkich należnych mu agend technicznych.

I. Sprawy administracyjne.

1. Ustawodawstwo w sprawach technicznych w interesie dobra i bezpieczeństwa publicznego. Wykonywanie ustaw budowlanych, drogowych, mostowych, wodnych, pomiarowych i innych. Sprawy konsensów. Statystyka. Biuro prawnicze.

2. Programy robót, sprawy budżetowe.

3. Organizacja, sprawy personalne i egzaminy państwowej służby budowniczej oraz sprawy niższego personelu technicznego.

4. Ogólny nadzór i egzaminy inżynierów samorządowych.

5. Sprawy inżynierów prywatnych i mierniczych przysięgłych, złączonych w Izby Inżynierskie. Nadzór nad wykonywaniem zawodu inżynierów i mierniczych. Egzaminy z ustaw, ekonomii i administracji.

6. Sprawy budowniczych, egzaminy.

7. Zrzeszenia techniczne, tak inżynierskie, jak i techników z średnim wykształceniem.

8. Zarząd budynkami państwowymi i staranie się o pomieszczenie dla Władz Państwowych.

9. Współdziałanie w sprawach technicznych innych Ministerstw.

10. Ścisła współpraca z Ministerstwem Spraw Wojskowych.

11. Współdziałanie z Ministerstwem W. R. i O. P. w sprawach technicznego nauczania, tak średniego jak i wyższego.

II. Sprawy cywilnej technicznej obrony kraju.

III. Sprawy techniczne.

A. Budowle wodne.

1. Kierownictwo, nadzór, wykonywanie i utrzymanie budowli wodnych, a więc: Budowa i utrzymanie dróg wodnych śródziemnych, kanalizacja rzek, regulacja i obwałowanie rzek spławnych i niespławnych, budowa i utrzymanie portów i przystani rzecznych, że-

gluga śródziemna i spław, budowa zbiorników wody, wodociągi i kanalizacja miast, kataster i wykorzystanie sił wodnych dla uzyskania energii, budowa zakładów wodnych dla celów elektryfikacji kraju, melioracje zasadnicze i szczegółowe, zabudowanie potoków górskich.

2. Hydrografia i meteorologia.

3. Sprawowanie policji wodnej.

4. Nadzór nad gospodarką wodną organów samorządowych i instytucji publicznych i prywatnych.

5. Złączone z wykonywaniem budowli wodnych sprawy techniczne i administracyjne, opiniowanie i zatwierdzanie planów, kontrola obliczeń hydrotechnicznych i statycznych, przedmiarów, analiz i kosztorysów.

6. Kolaudacja i odbiór wykonanych robót.

7. Współdziałanie z Ministerstwem Przemysłu i Handlu w elektryfikacji kraju.

8. Współdziałanie z Ministerstwem Rolnictwa w melioracjach drobnych.

B. Budowa dróg i mostów.

1. Kierownictwo, wykonania i utrzymanie dróg kołowych i mostów.

2. Motoryzacja kraju.

3. Sprawowanie policji drogowej, nadzór nad ruchem na drogach publicznych i zarobkowym przewozem osób oraz towarów pojazdami mechanicznymi.

4. Nadzór nad gospodarką drogową organów samorządowych.

5. Złączone z budową dróg i mostów sprawy techniczne i administracyjne. Zatwierdzanie planów. Kontrola obliczeń, przedmiarów, analiz i kosztorysów.

6. Kolaudacja i odbiór wykonanych robót.

C. Budownictwo lądowe i architektura.

1. Kierownictwo, nadzór, wykonywanie i utrzymanie budowli lądowych, w szczególności państwowych lub subwencjonowanych przez Państwo, z wyjątkiem wojskowych i kolejowych, które przedstawiają odrębny dla siebie dział robót.

2. Rozbudowa kraju i osadnictwo ludzkie, a w szczególności regulacja i rozbudowa miast, wsi i zdrojowisk, oraz polityka budowlana. Odbudowa osad zniszczonych przez klęski elementarne. Rozdział kredytów na rozbudowę miast. Urządzenia techniczne użyteczności publicznej.

3. Sprawowanie policji budowlanej.

4. Nadzór nad gospodarką budowlaną organów samorządowych i instytucji o charakterze publicznym.

5. Złączone z wykonywaniem budowli lądowych sprawy techniczne i administracyjne. Zatwierdzanie planów, kontrola obliczeń statycznych, przedmiarów, analiz i kosztorysów.

6. Kolaudacja i odbiór wykonanych budowli.

7. Poszukiwanie i badanie materiałów budowlanych.

D. Pomiary kraju.

Pomiary ogólne kraju i zdjęcia szczegółowe celem sporządzenia map katastralnych dla potrzeb Skarbu, Sądu i ludności w porozumieniu z Ministerstwem Spraw Wojskowych.

Dla prowadzenia polityki gospodarczej w dziedzinie robót publicznych utworzona winna być, jako organ doradczy Ministerstwa, „Państwowa Rada Gospodarstwa Technicznego“, w skład której wejść powinni specjaliści oraz przedstawiciele wyższych szkół technicznych, ciał samorządowych, organizacji technicznych i ministerstw zainteresowanych. Rada ta pracowałaby zasadniczo w kilku sekcjach:

a) Sekcja cywilnej technicznej obrony Państwa, złożona z dyrektorów wszystkich innych departamentów, dyrektorów Gospodarstwa Technicznego oraz delegatów Ministerstwa Spraw Wojskowych. Poza tym naczelnicy Wydziałów urbanistyki i motoryzacji kraju.

b) Sekcja gospodarki wodnej, złożona z dyrektora Departamentu Wodnego, naczelnika Hydrografii, profesorów budownictwa wodnego naszych Politechnik i dyrektorów Gospodarstwa Technicznego wzgl. naczelników Oddziałów wodnych.

c) Sekcja drogowa i spraw motoryzacji kraju, złożona z dyrektora Departamentu Drogowego, profesorów budowy dróg i mostów, dyrektorów Gospodarstwa Technicznego wzgl. naczelników Oddziałów drogowych oraz specjalistów dla spraw motoryzacji kraju.

d) Sekcja budowlana i rozbudowy osiedli, złożona z dyrektora Departamentu Budowlanego oraz dyrektorów Gospodarstwa Technicznego, wzgl. naczelników Oddziałów budowlanych, poza tym zaś delegatów Ministerstwa Poczty, Oświaty, Rolnictwa, Skarbu (Monopol Spirytusowy i Tytoniowy) itp.

W ten sposób Ministerstwo Gospodarstwa Technicznego przedstawi się:

Minister,
Sekretarz Ministra,

oraz podległa mu wprost „Państwowa Rada Gospodarstwa Technicznego“.

Departament I. Ogólny, prawny i administracyjny. Wiceminister.

1. Wydział personalny, izby inżynierskie, związki budowniczych, zrzeszenia.

2. Wydział budżetowy, programy robót.

3. Wydział prawniczy, ustawodawstwo, statystyka, konsensusy.

4. Przedstawiciel Ministerstwa Spraw Wojskowych.

Departament II. Cywilnej technicznej obrony kraju. Dyrektor (wyższy oficer - inżynier).

Departament III. Robót wodnych. Dyrektor (inż. bud. wodn.).

5. Wydział hydrograficzny i meteorologiczny.

6. Wydział regulacji rzek.

7. Wydział kanalizacji rzek i kanałów spławnych.

8. Wydział melioracji rolnych (podstawowych i szczegółowych).

9. Wydział wodociągów i kanalizacji miast. Departament IV. Dróg i mostów. Dyrektor (inż. dróg i most.).

10. Wydział budowy i utrzymania dróg.

11. Wydział budowy i utrzymania mostów.

12. Wydział motoryzacji kraju.

Departament V. Architektury i budownictwa. Dyrektor (inż.-arch.).

13. Wydział budowy i utrzymania budynków państwowych.

14. Wydział rozbudowy kraju i miast, budowy osiedli i urbanistyki.

15. Wydział badania materiałów, kalkulacja cen materiałów i robocizny.

16. Wydział kultury architektonicznej.

Departament VI. Pomiaru kraju. Dyrektor (inż. miern.).

17. Państwowy Instytut pomiaru kraju.

Kończąc należy zwrócić uwagę, że bardzo wskazanym byłoby ściślejsze złączenie i stały kontakt tak zorganizowanego Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego z Ministerstwem Przemysłu i Handlu, jako dwu technicznych ministerstw gospodarki narodowej, z pozostawieniem na czele obu resortów osobnych jednak Ministrów. Wskazanym byłoby to z tej racji, by przez stworzenie jednostki zbyt wielkiej nie powstał twór zbyt dla należytej gospodarki ciężki, by oba te działy mogły rozwijać się równorzędnie, oraz by były one otoczone jedną opieką przez swego przedstawiciela w Radzie Ministrów. Łączenie ściślejsze obu resortów w jedno Ministerstwo dałoby poza tym ciało, którego kierowanie byłoby trudnym, gdyż wprost niemożliwym byłoby znalezienie specjalisty dla obu tych złączonych razem specjalności.

W wypadku tym korzystnym byłoby dołączenie do Departamentu wodnego Ministerstwa Technicznego Wydziału budowli morskich. Natomiast do Ministerstwa Przemysłu i Handlu do Departamentu górniczo-hutniczego wskazanym byłoby dołączenie spraw żup solnych jako zagadnień czysto technicznych.

W drugiej instancji w wypadku tym ściślejszej współpracy obu powyższych Ministerstw, w każdej Dyrekcji techniczno-gospodarczej w Warszawie, Lwowie, Poznaniu, Krakowie i Wilnie mogłyby być utworzone Inspektoraty przemysłowe, poza tym zaś w Krakowie i Lwowie, Starostwa Górnicze, podległe wprost Ministerstwu Przemysłu i Handlu. Jako władze I-ej instancji byłiby w powiatach, zależnie od potrzeby, rozmieszczenie inżynierowie przemysłowi, nadzoru górniczo-hutniczego, nadzoru kotłów itp. podlegli odnośnym Inspektoratom przemysłowym urzędującym w Dyrekcjach techniczno-gospodarczych.

Dla przeprowadzenia jednolitej polityki gospodarczo-technicznej i skoordynowania wysiłków, tak w dziedzinie robót publicznych jak i przemysłu, dla jednolitości decyzji i wszelkich zarządzeń, korzystnym byłoby dalej utworzenie jako organu łączącego oba Ministerstwa „Państwowego Komitetu Gospodarczo-

technicznego⁷⁾. Komitet ten składałby się z obu Ministrów i Wiceministrów Gospodarstwa Technicznego i Przemysłu i Handlu, ewentualnie pod przewodnictwem Ministra Skarbu jako faktycznego Ministra Gospodarki Narodowej, oraz przy współudziale Ministra Rolnictwa i Dyrektorów departamentów jako referentów. Do Komitetu tego należeć też powinien Prezes Banku Gospodarstwa Krajowego oraz ewentualnie Dyrektorzy tegoż Banku jako referenci. Współpraca ta przedstawicieli Banku Gospodarstwa Krajowego jako banku państwowego, którego zadaniem jest akcja kredytowa na odcinku gospodarstwa oraz robót o charakterze publicznym, za pomocą którego to Banku Państwo może ingerować w życie gospodarczym kraju i realizować swe zamierzenia w tej dziedzinie — byłaby bardzo wskazana.

Ponieważ poza tym polityka gospodarcza, techniczno-przemysłowa służyć musi celom wzmocnienia obronności Państwa, (sprawa uodpornienia kraju na naloty, sprawa mobilizacji przemysłu, sprawa surowców), poza tym zależna musi być od gospodarki skarbowej i rolnej i uzgodnienia wzajemnego problemów tych, celem osiągnięcia należytego stosunku między gospodarstwem techniczno-przemysłowym a powyższymi resortami, wskazany byłby bardzo w Komitecie tym udział przedstawicieli Ministerstw Spraw Wojskowych, Skarbu i Rolnictwa.

Zadaniem Komitetu tego byłoby badanie celowości, użyteczności i rentowności projektowanych robót oraz sprawy harmonijnego współdziałania poszczególnych ministerstw tworzących grupę Ministerstw Gospodarstwa Narodowego. Do Komitetu tego należałaby również decyzja w sprawach tak technicznego jak i finansowego rozwiązania robót publicznych, które przedstawiają zagadnienia pierwszorzędnej wagi.

Tego rodzaju Komitet uzupełniany w razie potrzeby fachowcami z rozmaitych działów, łączący czynniki rządowe, wojskowe i cywilne mógłby się zająć sprawą motoryzacji kraju, która jest dziś jedną ze spraw bardzo ważnych i wymaga współpracy wszystkich zainteresowanych resortów i instytucji, o ile nie mamy nadal cofać się w stosunku do naszych sąsiadów.

Przez zespolenie w dwu tych Ministerstwach techników dla wszelkich specjalności do wspólnej pracy z Rządem i Samorządami, usprawnić będzie można łatwiej życie gospodarcze i zorganizować społeczeństwa w tej dziedzinie. Przez zespolenie takie inżynierów w doskonałe — już w czasie pokoju — zgrany organizm, w wypadku powstania niebezpieczeństwa grożącego Państwu,

doprowadzić można do sprawnego ujęcia i zmobilizowania tego tak ważnego odcinka gospodarczego życia narodu, by mógł on stanowić pomoc dla naszej armii.

* * *

Na to, aby nadgonić przeszło 100 lat niewoli oraz byśmy się nie stali krajem z każdym rokiem kulturalnie coraz bardziej zacofanym, musimy w inwestycje drogowe, wodne i budowlane włożyć około 30 miliardów złotych⁸⁾. Rozkładając wysiłek ten na 50 lat, należy rocznie liczyć na wydatek 600 milionów zł., z czego połowa przypadne na Skarb Państwa, reszta na Samorządy, Spółki wodne i interesowanych.

O inwestycjach tak wielkich marzyć dziś nie możemy, gdyż nie mogą być one wykonywane kosztem deficytów budżetowych, kosztem stałości złotego oraz rozprężenia z powrotem życia gospodarczego kraju i jego finansów. Musimy to jednak robić powoli, wedle pewnego ściśle obmyślanego programu, zaczynając od inwestycji i sum mniejszych, ale bezwzględnie stałych, zwiększających się z każdym rokiem. Pamiętać jednak musimy, że użycie na powyższe cele sum za małych jest tylko ich marnowaniem, gdyż zamierzonego celu nie osiągniemy. Musimy dążyć przede wszystkim do potanienia i usprawnienia administracji, usunięcia tej anarchii w robotach publicznych, jaką sprowadziło zniesienie centralnej dla ich zarządu instytucji, i do unormowania w ramach obu złączonych ze sobą ministerstw gospodarczych, łącznie z wykonywaniem planowych robót publicznych i oddziaływaniem na przemysł, spraw bezrobocia i świadczeń społecznych. Trudno skazywać bowiem ludzi w imię stałości waluty i przeprowadzenia procesu deflacyjnego na nędzę, a kraj na zupełną ruinę, z której podniesienie się może być już trudne, lecz dziś już musimy przystąpić z powrotem do racjonalnego szafowania pieniędzmi, by ulżyć ludności, a kraj nasz uchronić od pozostania w tyle za innymi państwami. Jeśli bowiem nadal trzymać się będziemy w obronie waluty, polityki przetrwania, bezwzględnej oszczędności, programu przełamania kryzysu tylko za pomocą polityki pieniężno-kredytowej i nie zorganizujemy pracy inżynierskiej pod fachowym kierownictwem, — wyczerpiemy jedynie wszystkie siły gospodarcze i rozbroimy się technicznie, cofając się pod względem kultury technicznej, daleko poza inne narody.

Rozprószenie spraw technicznych i inżynierii przez rozbięcie agend Ministerstwa Robót Publ. po rozmaitych nefachowych resortach jest równoznaczne z technicznym rozbrojeniem kraju. Dla tych to względów koniecznością jest w miejsce, tak nieopatrznie, zniesionego Ministerstwa Robót Publ. stworzenie jak najprędzej instytucji nowoczesnej, dostosowanej do obecnych warunków i potrzeb kraju: Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego.

⁷⁾ Konstytucja z dnia 23 maja 1935 r. w art. 76 przewiduje również powołanie do życia tego rodzaju instytucji pod nazwą „Naczelnej Izby Gospodarczej“. Celem jej ma być rozważanie zagadnień dotyczących całokształtu życia gospodarczego, opiniowanie projektów ustaw gospodarczych, tudzież harmonizowanie poczynań w poszczególnych gałęziach gospodarstwa narodowego.

⁸⁾ Inż. Henryk Dudek. Roboty publiczne w Polsce a kwestia bezrobocia. Kraków 1932. Także:

Najpilniejsze roboty publiczne w Polsce. Warszawa 1931. Wydawnictwo Ministerstwa Robót Publicznych.

Inż. HENRYK HOYER

(WARSZAWA)

Wytrzymałość stali ulepszonej, nieulegającej przehartowaniu (o zawartości ok. 0,5% C).

Warunki stawiane materiałom konstrukcyjnym przez niektóre dziedziny techniki, jak np. lotnictwo, a przede wszystkim względy ekonomiczne zmuszają do coraz bardziej wnikliwej oceny tworzywa konstrukcyjnego celem jego możliwie najlepszego wykorzystania.

Właściwie aż do dnia dzisiejszego konstruktor, stosując stal węglową półtwardą, o zawartości ok. 0,5% węgla, ulepszoną termicznie, jedynie przy stosowaniu zupełnie małych przekroi mógł mieć pewność, że materiał użyty przez niego posiada stałe cechy wytrzymałościowe. Obróbka termiczna większych przekroi (o średnicy od 15 mm w górę) powoduje postępującą z wymiarami przekroi niejednorodność wytrzymałościową materiału i przez to daje wypadkową wartość cech wytrzymałościowych pośrednią między własnościami minimalnymi rdzenia, a maksymalnymi zewnętrznymi warstwy.

Celem niniejszego artykułu jest wniknięcie do pewnego stopnia w istotę tych zagadnień oraz ustalenie pewnych prostych prawideł, które mogły by być pomocne w praktyce konstrukcyjnej przy zastosowaniu tych gatunków stali w stanie uszlachetnionym.

Do badań użyto stali w prętach okrągłych, średnicy 20 mm o następującym składzie chemicznym:

Tabela I.

| Skład chemiczny w % | | | | | |
|---------------------|------|-------|-------|-------|------|
| C | Mn | Si | P | S | Cu |
| 0,55 | 0,66 | 0,195 | 0,022 | 0,011 | 0,15 |

Stal ta odpowiada mniej więcej według norm polskich stali 0055, według amerykańskich S. A. E. stali 1050, względnie niemieckich St C 60.61.

Badania mikroskopowe stali stwierdziły nie wielką ilość wtrąceń niemetalicznych oraz strukturę normalną ferryt - perlit.

Pręty dostarczone były w stanie znormalizowanym (studzone w spokojnym powietrzu) i poddane obróbce termicznej przed obróbką mechaniczną w odcinkach prętów o średnicy 20 mm, odpowiadających długościami wymiarom poszczególnych próbek.

Badano następujące stany materiału:

- hartowany i odpuszczany w 400° C,
- " " " w 500° C,
- " " " w 600° C,
- " " " w 650° C,
- normalizowany.

Temperaturę hartowania w wodzie ustalono na 850°, to jest stosunkowo wysoko jak dla stali węglowej. Zrobiono to w tym celu, aby uzyskać możliwie jednostajną strukturę przekroju bez wydzielenia ferrytycznych w formie siatki.

Czas trzymania „na temperaturze“ hartowania wynosił 1/2 godziny. Odpuszczano w ciągu 1/2 godziny od chwili dojścia do temperatury i studzono na powietrzu.

Badania wytrzymałościowe doraźne.

Badania wytrzymałości doraźnej wykonano na maszynie na rozciąganie 20-tonnowej (przy nastawieniu siłomierza na 5 tonn) oraz na maszynie na skręcanie na 150 kgm (przy nastawieniu momentomierza na 100 kgm). Granice sprężystości przy skręcaniu określano z wykresu mikroodkształceń jako równą granicy proporcjonalności.

Skręcanie udarne wykonano metodą Instytutu Metalurgii¹⁾ na młocie Izod'a na próbkach jednoprzekrojowych, a badanie udarności na młocie Charpy'ego 25 kgm na próbkach małych typu Mesnager'a oraz na młocie Izod'a na próbkach okrągłych.

Średnie wyniki z kilku pomiarów zebrano w tab. II.

Badania wytrzymałości na zmęczenie.

Przed omówieniem szczegółowych wyników badań wytrzymałościowych na zmęczenie korzystam ze sposobności, ażeby zaproponować pewne określenia tych badań, gdyż brak ściślej nomenklatury daje się dotkliwie odczuwać w polskiej literaturze fachowej.

W zasadzie istnieją 4 rodzaje badań wytrzymałościowych na zmęczenie:

a) wytrzymałość na zmęczenie próbki obracającej się i poddanej stałemu momentowi zginającemu,

b) wytrzymałość na zmęczenie pod wpływem innych naprężeń zmiennych, jak skręcających, zginających, rozciągających, ściskających itp.,

c) wytrzymałość na zmęczenie próbek pod wpływem naprężeń udarnych (wielokrotnych uderzeń).

d) wytrzymałość na zmęczenie pod wpływem obciążenia stałego czyli t. zw. pełzanie.

Grupa a) obejmuje najbardziej znane badanie wytrzymałości na zmęczenie przeprowadzone po raz pierwszy w drugiej połowie zeszłego wieku przez Wöhlera, na próbkach obciążonych momentem zginającym i poddanych obrotowi, przez co we włóknach następuje kolejno rozciąganie i ściskanie w zależności od położenia włókna w stosunku do kierunku siły wytwarzającej moment zginający.

Tego rodzaju wytrzymałość dla stali mierzy się naprężeniem we włóknach skrajnych, nie powodującym zniszczenia materiału do 10 mi-

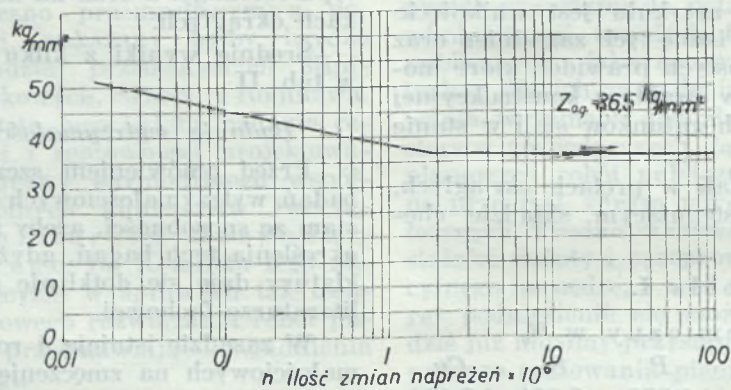
¹⁾ Wiadomości Instytutu Metalurgii. Rok 3, Nr. 1, 1936.

Tabela II.

| $S_{0,001}$ kg/mm ² | $S_{0,01}$ kg/mm ² | Q_r kg/mm ² | R_r kg/mm ² | A_4 % | A_{10} % | C % | $E \times 10^4$ kg/mm ² | S_s kg/mm ² | R_s kg/mm ² | G kg/mm ² | U_s kg/mm ² | U_M kg/mm ² | U_I kg/mm ² |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|---------------|----------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Hartowane i odpuszczane w 400 | | | | | | | | | | | | | |
| 60,1 | 76,8 | 84,1 | 107,3 | 17,3 | 11,2 | 46,4 | 2,097 | 58,1 | 99,8 | 8424 | 9,0 | 3,63 | 4,7 |
| Hartowane i odpuszczane w 500 | | | | | | | | | | | | | |
| 72,0 | 81,5 | 82,0 | 103,6 | 18,4 | 11,5 | 45,8 | 2,104 | 57,3 | 91,4 | 8885 | 8,2 | 5,14 | 5,8 |
| Hartowane i odpuszczane w 600 | | | | | | | | | | | | | |
| 47,6 | 61,5 | 64,6 | 84,6 | 25,5 | 17,6 | 57,7 | 2,132 | 43,7 | 77,7 | 8617 | 10,4 | 7,68 | 7,1 |
| Hartowane i odpuszczane w 650 | | | | | | | | | | | | | |
| — Q_r górna | 54,5 | 75,3 | 25,4 | 16,8 | 63,4 | 2,095 | 34,4 | 72,2 | 8797 | 12,9 | 8,94 | 6,6 | |
| Normalizowane | | | | | | | | | | | | | |
| 32,6 | 42,0 | 44,8 | 71,9 | 29,1 | 20,0 | 48,6 | 2,096 | 26,7 | 67,5 | 8924 | 8,7 | 5,35 | 3,8 |

lionów zmian naprężeń, gdyż powyżej tej wartości (dla stali) z reguły materiał nie pęka.

Grupa b) obejmuje badania za pomocą naprężeń zmiennych jedno- lub dwukierunkowych,



Ryc. 1.

Wykres zależności naprężenia od ilości zmian naprężeń przy próbie na zmęczenie obrotowo-giętne. Stal 1050 hart. i odp. w 650°C.

Wyniki ujęte w wykres dla stali 1050 hartowanej i odpuszczonej w 650°C pokazuje ryc. 1 w spórzędnych półlogarytmicznych. Zasada granicznej wartości dla $n = 10 \times 10^6$ odnosi się jedynie dla stali, stopów żelaza i niektórych stopów miedzi, natomiast stopy lekkie i częściowo stopy miedzi nie wykazują wyraźnego załamania krzywej i asymptotycznego przebiegu gałęzi poziomej, czyli po prostu mówiąc przy każdym obciążeniu po pewnej ilości zmian naprężeń następuje pęknięcie materiału.

W dalszym ciągu niniejszego artykułu tego rodzaju wytrzymałość na zmęczenie będzie nazywana wytrzymałością na zmęczenie obrotowo-giętne i oznaczona symbolem Z_{og} . Symbol ten można uzupełnić cyfrą ilości zmian naprężeń, którym ta wytrzymałość odpowiada, np. $Z_{og} 10 \times 10^6$. Ma to szczególne zastosowanie do stopów nie posiadających asymptotycznego przebiegu gałęzi poziomej krzywej.

skręcających, rozciągających, ściskających lub zginających.

Wytrzymałość na zmęczenie pod wpływem naprężeń skręcających proponuję określić nazwą wytrzymałość na zmęczenie skrętne 1-o lub 2-u kierunkowe i oznaczyć symbolem — Z_s . Wytrzymałość na zmęczenie rozciągające i ściskające, która to próba coraz bardziej wchodzi w użycie ze względu na wprowadzenie na rynek przez fabryki stosunkowo nie drogich i prostych w użyciu maszyn badawczych t. zw. pulsatorów, proponuję nazwać zmęczeniem rozciągająco-ściskającym i oznaczyć symbolem Z_{rc} . Ze względu na możliwość wykonywania prób jedno- lub obukierunkowych, tj. w kierunku samego rozciągania lub samego ściskania, względnie od rozciągania aż do ściskania, można w symbolistyce uwzględnić te cechy próby przez umieszczenie przy wskaźniku „r” względnie „c” cyfry oznaczającej % danego naprężenia w stosunku

do bezwzględnej wartości siły (amplitudy całkowitej od maksymalnego rozciągania do maksymalnego ściskania). Na ogół jednak tego rodzaju badania najwygodniej jest przedstawiać w formie wykresnej, zaproponowanej przez A. Pompa i M. Hempela²⁾.

Badania wytrzymałości na zmęczenie przy zginaniu (stosowane najczęściej do badania blach) proponuję nazwać badaniem wytrzymałości na zmęczenie giętne i oznaczyć symbolem Z_g .

Wyniki wszystkich prób tej grupy przedstawia się również w formie wykresu w zależności „naprężenie — ilość zmian naprężeń“ ($\sigma - n$) jak dla badań opisanych w grupie a).

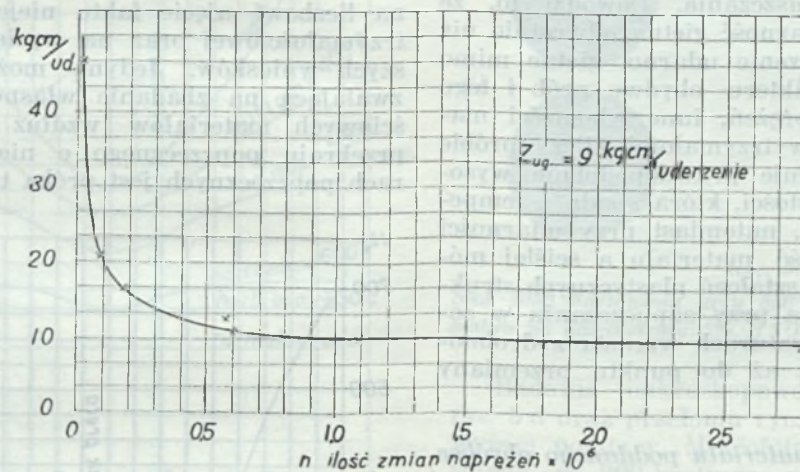
Grupa c) obejmuje badania na zmęczenie pod wpływem wielokrotnych uderzeń. Maszyny służące do tego celu czyli młoty udarnościowe do badań na zmęczenie wytwarzają te same zasadnicze naprężenia, co w grupie b), jednak w sposób udarny, to znaczy w formie uderzeń młota o próbkę. Mamy więc w tym wypadku do czynienia z naprężeniami udarno-giętnymi, udarno-rozciągającymi, udarno-ściskającymi,

Ryc. 2 przedstawia wyniki badań na zmęczeniu Z_{ug} stali 1050 hartowanej i odpuszczanej w 600° C.

Grupa d) obejmuje badania wytrzymałości na zmęczenie pod wpływem obciążenia stałego czyli badania pełzania materiału. Przedstawia się je najczęściej w formie wykresu zależności wydłużenia od czasu próby lub szybkości płynięcia od czasu próby. Wobec jednak różnorodności i nieunormowania definicji, trudno jest na razie ustalać ogólne określenia i nomenklaturę.

Badania na zmęczenie obrotowo-giętne opisane w grupie a) przeprowadza się zwykle na maszynach o dużej ilości obrotów (około 3000 obr/min), która pozwala na wykonanie całkowitej próby w przeciągu kilku dni.

Badania opisane w gr. b) o ile przeprowadza się je na maszynach opartych na zasadzie rezonansu z próbką wówczas przebiegają dość szybko. W zależności od wymiarów próbki i materiału ilość drgań waha się np. dla stali ok. 6000 na minutę, co pozwala na jeszcze krótszy czas trwania próby, niż próba na zmęczenie obrotowo-giętne. Jeżeli badania przeprowadzone są



Ryc. 2.

Wykres zależności pracy młota od ilości uderzeń przy próbie na zmęczenie udarno-giętne. Stal 1050 hart. i odp. w 600° C.

udarno-skręcającymi i odpowiednio do nich: z wytrzymałością na zmęczenie udarno-giętne — Z_{ug}

z wytrzymałością na zmęczenie udarno-rozciągające — Z_{ur}

z wytrzymałością na zmęczenie udarno-ściskające — Z_{uc}

z wytrzymałością na zmęcz. udarno-skręcające — Z_{us} .

W tym wypadku wyniki wytrzymałościowe przedstawia się w formie wykresu pracy na jednostkę przekroju próbki lub na 1 uderzenie młota w zależności od ilości zmian naprężeń do jej pęknięcia.

za pomocą drgań wymuszonych poniżej rezonansu, wówczas ich szybkość jest dowolnie mniejsza, rzadko jednak schodzi poniżej 1000 zmian naprężeń na minutę. Najczęściej znajduje się w granicach 1500—3000.

Natomiast mała ilość uderzeń na minutę młotów (kilkadziesiąt do kilkaset) powoduje znaczne zwiększenie czasu trwania próby udarnej na zmęczenie. To też aby jej zbyt nie przedłużać obniża się zazwyczaj granicę badań do kilku milionów zmian naprężeń, zamiast 10 milionów, jak w poprzednich próbach.

Wszystkie wyżej zaproponowane nazwy można by uprościć, nazywając wytrzymałość na zmęczenie po prostu zmęczeniem, co wprawdzie jest mniej ścisłym terminem, jednak pozwala na skrócenie nieco sztucznej i złożonej nazwy.

Przechodząc teraz do dalszych wyników badań należy zaznaczyć, że badania wy-

²⁾ „Dauerfestigkeitsschaubilder von Stählen bei verschiedenen Zugmittelspannungen. Mitteilungen a. d. Kaiser Wilhelm Institut für Eisenforschung 1936, Bd. XVIII. Lf. 1.

trzymałości na zmęczenie obrotowo-giętne zostały wykonane na maszynie Schenck'a przy 3000 obr/min, a badania wytrzymałości na zmęczenie udarno-giętne na młocie uniwersalnym Amsler'a przy ilości 235 uderzeń/minutę.

Wyniki podaje tab. 3.

Tab e l a III.

| | $Z_{0,9}$ kg/mm ² | $Z_{u,9}$ kgcm/1 uderz. |
|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Hart. i odpuszcz. w 400° | 51,0 | 14,7 |
| Hart. i odpuszcz. w 500° | — | 14,0 |
| Hart. i odpuszcz. w 600° | 41,0 | 9,0 |
| Hart. i odpuszcz. w 650° | 36,5 | 8,5 |
| Normalizowana . . . | 32,0 | 6,0 |

Jak widać stal 1050 poddana obróbce termicznej wykazuje przy próbach na zmęczenie udarno-giętne spadek $Z_{u,9}$ ze wzrostem temperatury odpuszczania, podobnie jak to ma miejsce z wytrzymałością na rozciąganie, wytrzymałością na zmęczenie obrotowo-giętne itp. Natomiast próby na udarno-giętą (Mesnager'a i Izod'a) wykazują wzrost udarności z temperaturą odpuszczania. Dowodzi to, że przy próbach na udarno-giętą odwrotnie niż w próbach na zmęczenie udarno-giętne mimo dynamicznego charakteru obydwu prób i tego samego rodzaju naprężeń, inne własności materiału decydują o wytrzymałości. Przy próbie na zmęczenie decyduje prawdopodobnie wysokość granicy sprężystości, która spada z temperaturą odpuszczania, natomiast przy udarności decyduje plastyczność materiału a ściślej mówiąc zdolność do odkształceń plastycznych struktury materiału, która przy odpuszczaniu w coraz wyższych temperaturach wzrasta z drobnociarnistością sorbitu aż do punktu przemiany sorbit - perlit.

Wpływ wymiarów materiału poddanego obróbce termicznej na własności wytrzymałościowe.

Otrzymane powyżej wyniki należy teraz poddać krytycznej ocenie, gdyż stal czysto węglowa o zawartości 0,5% C ulepszana termicznie w przekrojach nie ulegających przechartowaniu, nie jest jednorodna wytrzymałościowo.

Przede wszystkim trzeba zwrócić uwagę na fakt, że wszystkie rodzaje badań wytrzymałościowych przeprowadza się na próbkach dostosowanych każdorazowo wymiarami do charakteru i konstrukcji maszyn badawczych i w związku z tym dla porównania trzeba zestawiać wymiary próbek zastosowanych w badaniach opisanych powyżej. Jako średnice, względnie zasadnicze wymiary poprzeczne będziemy podawać średnice części pomiarowej próbki, lub ogólnie mówiąc miejsce, w którym następuje z reguły złom materiału. Tak więc:

a) Próby na rozciąganie wykonano na próbkach o $\phi 10$ mm, przekrój = 78,5 mm²;

b) próby na skręcanie wykonano na próbkach o $\phi 15$ mm, przekrój = 176 mm²;

c) próby na skręcanie udarne wykonano na próbkach o $\phi 12$ mm, przekrój = 113 mm²;

d) próby na udarność Mesnager'a wykonano na próbkach o wym. 10 × 8 mm, przekrój = 80 mm²;

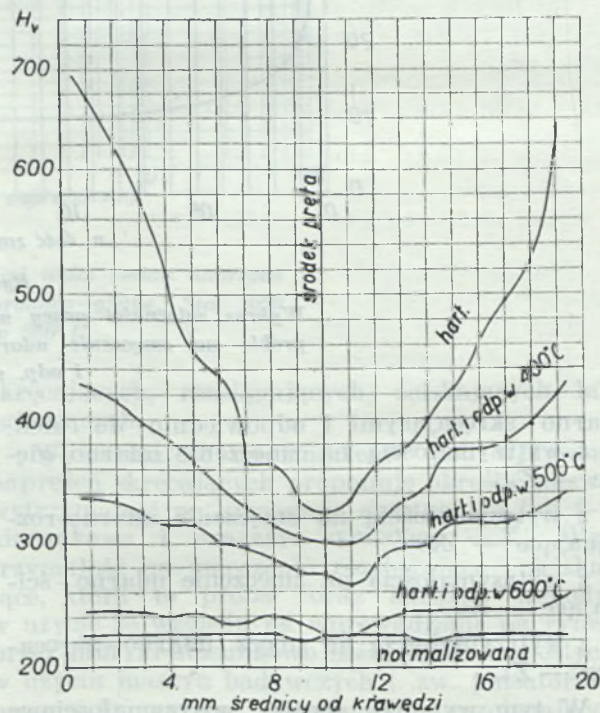
e) próby na udarność Izod'a wykonano na próbkach o $\phi 11,43$ z karbem 3,3 mm;

f) próby wytrzym. na zmęczenie obrotowo-giętne wykonano na próbkach o $\phi 7,5$ mm, przekrój = 44 mm²;

g) próby wytrzym. na zmęczenie udarno-giętne wykonano na próbkach o $\phi 13$ mm, przekrój = 132 mm².

Z powyższego zestawienia widać, że każdy rodzaj badań jest wykonany na próbkach o innych wymiarach, tak liniowych jak i powierzchniowych. Rzecz jasna, że fakt ten musi mieć przy materiale niejednorodnym wytrzymałościowo duży wpływ na ocenę wyników jak również na przenoszenie wyników laboratoryjnych na przedmioty o dowolnych wymiarach, wykonanych z tego samego materiału.

Zbadanie cech wytrzymałościowych zmieniających się z przekrojem pręta stali nieprzechartowanej oraz określenie pewnych praw ich rozkładu wzdłuż przekroju poprzecznego pozwala na liczbowe ujęcie faktu niejednorodności wytrzymałościowej oraz na wyciągnięcie ogólniejszych wniosków. Jedyną możliwą próbą, pozwalającą na zbadanie własności wytrzymałościowych materiałów wzdłuż niejednorodnego przekroju poprzecznego o niewielkich wymiarach poprzecznych jest próba twardości.



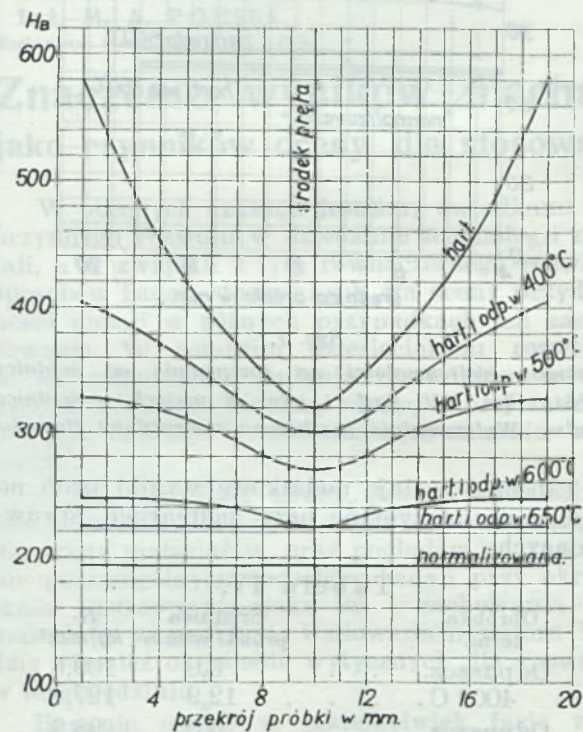
Ryc. 3.

Twardość określona metodą Vickers'a na przekroju poprzecznym pręta stali 1050 hartowanego i odpuszczanego.

Jeżeli chodzi o oznaczenie twardości tak gęsto, aby otrzymać wystarczającą ciągłość punktów krzywej rozkładu twardości na małym przekroju, wyniki zadawalające daje jedynie bada-

nie metodą Vickers'a za pomocą ostrosłupa diamentowego. Badanie metodą Rockwell'a za pomocą stożka diamentowego, jako zbyt mało czułe, nie nadaje się do tego celu, a tym bardziej badanie metodą Brinell'a, ze względu na duże odciski kulki, które pozwalają jedynie na kilka pomiarów wzdłuż przekroju poprzecznego dla prętów o średnicy 20 mm. Poza tym pomiary twardości metodą Brinell'a dają średnią twardość całego śladu kulki, podczas gdy w naszym wypadku chodzi o stwierdzenie własności wytrzymałościowych możliwie zbliżonych do punktowych.

Ryc. 3 pokazuje przebieg zmiany twardości Vickers'a na przekroju poprzecznym pręta w zależności od temperatury obróbki termicznej stali³⁾.



Ryc. 4.

Średnia twardość Brinella przekroju poprzecznego pręta stali 1050 hartowanego i odpuszczonego, przeliczona ze średniej twardości Vickers'a.

Ryc. 4 pokazuje te same zmiany twardości przeliczone ze stopni Vickers'a na stopnie Brinell'a, jako średnie twardości z dwóch przeciwległych jednakowo oddalonych od środka punktów na tej samej średnicy pręta celem wyeliminowania błędów spowodowanych nierównomiernością obróbki termicznej.

Wykresy powyższe ilustrują bardzo dobitnie wielkość niejednorodności wytrzymałościowej prętów tej stali poddanej obróbce termicznej. Różnice dla stali hartowanej znajdują się w granicach 320°—580° Br.

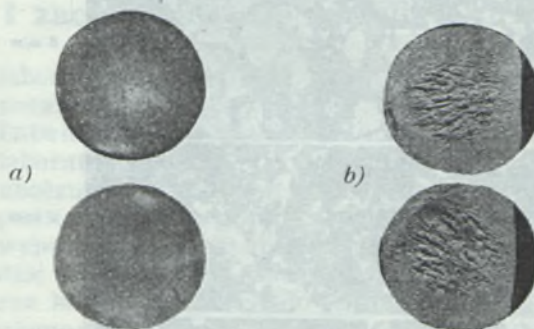
Dla stali hartowanej i odpuszczonej 400° w granicach od 300—405° Br,

³⁾ W pomiarach tych oraz w badaniach metalograficznych korzystałem z pomocy p. S. Zarychty.

dla stali hartowanej i odpuszczonej 500° w granicach od 270—330° Br,

dla stali hartowanej i odpuszczonej 600° w granicach od 225—248° Br.

Dopiero odpuszczenie w temperaturze 650° powoduje zupełne wyrównanie się wytrzymałości stali na poziomie twardości rdzenia materiału odpuszczonego w 600°. Twardość rdzenia próbki zahartowanej, wynosząca ok. 320° Br odpowiada przejściowej strukturze sorbitycznej stali odpuszczonej w temp. ok. 500° C. Przez następne odpuszczanie rdzeń ulega już tylko niewielkim przemianom strukturalnym, rozpadając się na drobnoziarnisty sorbit do twardości ok. 220° Br na całym przekroju. Natomiast twardość brzegów próbki w stanie zahartowanym, dochodząca do 580° Br przechodzi przy odpuszczaniu całkowitą przemianę z martensytu na sorbit i przy temp. odpuszczania 650° wyrównuje się z rdzeniem pręta zahartowanego od początku jedynie na sorbit.



Ryc. 5.

Stal 1050 hartowana przy 850° C w wodzie. a) zdjęcie makro po natrawieniu 4% HNO₃ w. n., b) przelom w. n.

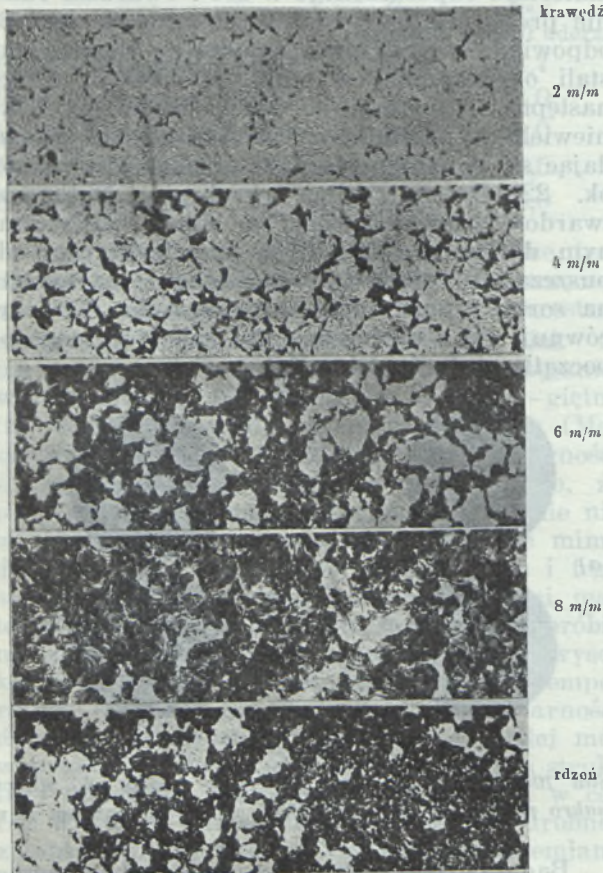
Badania makroskopowe stali zahartowanej ryc. 5 a oraz przelomu ryc. 5 b potwierdzają powyższe pomiary. Mikrofotografia ryc. 6 przedstawia w 300-krotnym powiększeniu strukturę stali co 2 mm od brzegu ku środkowi pręta. Przechodzi ona przez wszystkie fazy od struktury martenzytyczno-troostetycznej na krawędzi zewnętrznej do sorbityczno-perlitycznej w rdzeniu pręta. Przy niższej temperaturze hartowania względnie przy mniejszej szybkości studzenia występuje w rdzeniu siatka ferrytyczna, która jeszcze bardziej obniża własności wytrzymałościowe. Dlatego w tym wypadku celem osiągnięcia jednostajnego przejścia strukturalnego od krawędzi do rdzenia pręta zastosowano stosunkowo wysoką temperaturę hartowania, która pozwoliła na uniknięcie wydzielenia ferrytu.

Rozkład twardości wzdłuż przekroju poprzecznego da się w pewnym przybliżeniu ująć wzorem matematycznym. Jeżeli dla uproszczenia przyjmuje się wzrost liniowy twardości w miarę posuwania się od środka pręta ku brzegowi wówczas po prostych przeliczeniach otrzymamy wzór na twardość średnią przekroju. Nazywając otrzymaną w ten sposób twardość twardością zredukowaną, otrzymujemy wzór ważny dla pręta okrągłego:

$$H_{B \text{ zred.}} = H_{min} + \frac{2}{3} (H_{max} - H_{min}).$$

Ponieważ twardość Brinell'a jest w pewnym przybliżeniu, zależnym od rodzaju materiału, liniowo zależna od wytrzymałości na rozciąganie, wobec tego przyjmując według znanego wzoru $R_r \approx 0,36 H_B$ tę samą zasadę dla H_B zred. otrzymamy:

$$H_B \text{ zred.} \approx 0,36 \left[H_{\min} + \frac{2}{3} (H_{\max} - H_{\min}) \right].$$



Ryc. 6.

Struktura przekroju poprzecznego pręta o średnicy 20 m/m ze stali 1050 hartowanego przy 850°C w wodzie. Zdjęcie co 2 m/m od krawędzi do rdzenia $\times 300$.

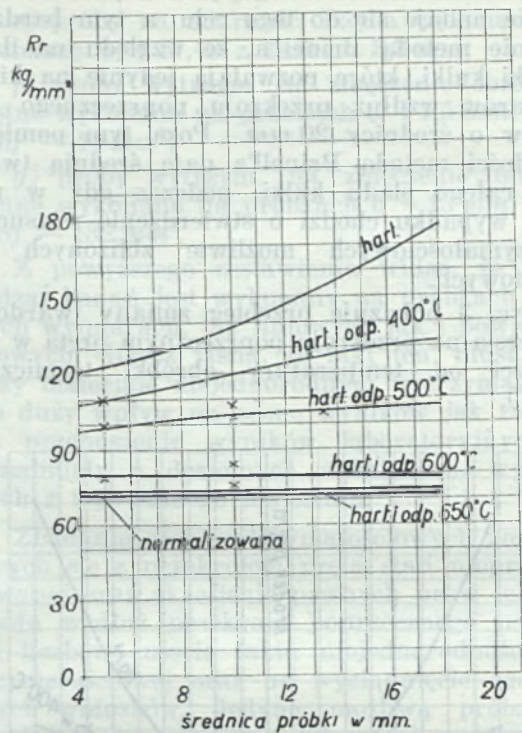
W przypadku pręta okrągłego H_B zred. odpowiada twardości pierścienia współśrodkowego o średnicy $\frac{2}{3} D_{\text{zewn.}}$ próbki. Przy założeniu liniowego przebiegu twardości na przekroju poprzecznym popełnia się błąd stosunkowo niewielki, jednak rosnący w miarę zwiększania się średnicy. Z obliczeń przy tym założeniu otrzymuje się wartość nieco za wysoką.

Wykreślony na tej podstawie wykres ryc. 7 zależności wytrzymałości na rozciąganie od średnicy próbki, pozwala ocenić wielkość wpływu tej średnicy na jedną z głównych cech wytrzymałościowych materiału, jaką jest wytrzymałość na rozciąganie.

Wykres ten wykazuje dość znaczny wpływ średnicy próbki na wytrzymałość, który waha się w granicach od kilku do kilkudziesięciu kg/mm^2 nie pozwalając już na pominięcie go przy obliczeniach konstrukcyjnych.

Wykres ryc. 7 sprawdzono za pomocą prób na rozciąganie wykonane na próbach o różnych

średnicach, które potwierdziły prawdziwość przeliczonych z twardości wartości na R_r .



Ryc. 7.

Zależność wytrzymałości na rozciąganie od średnicy próbki. Stal 1050 hart. i odp. w prętach o średnicy 20 m/m. Wytrzymałość przeliczona z twardości Brinella.

Tabela 4 podaje dodatkowe wyniki prób na rozciąganie otrzymane przy pomiarach sprawdzających.

Tabela IV.

| Obróbka term. | Średnica próbki w mm | R_r kg/mm^2 |
|-------------------|----------------------|------------------------|
| Odpuszcz. | 5,0 | 109,6 |
| 400°C | 12,9 | 127,8 |
| Odpuszcz. | 5,0 | 98,2 |
| 500°C | 13,5 | 105,3 |
| Odpuszcz. | 5,0 | 79,8 |
| 600°C | 13,5 | 79,7 |
| Odpuszcz. | — | — |
| 650°C | 10,0 | 75,3 |

W wykres ten wkreślono również wyniki z tab. II. Poza próbkami hartowanymi i odpuszczanymi w temp. 400°C, które widocznie wskutek niedokładnej obróbki termicznej odpuszczono nieco wyżej, inne wyniki dosyć dokładnie pokrywają się z krzywymi.

W badaniach wytrzymałościowych aby możliwie wyczerpująco ująć cechy jakiegoś materiału posługuje się częstokroć zależnościami pomiędzy sobą poszczególnych własności wytrzymałościowych danego materiału.

Z tego co powyżej powiedziano wynika jasno, że zależności te ustalić można, nie uwzględniając wymiarów próbki, jedynie dla materiałów zupełnie jednorodnych wytrzymałościowo. Dla stali nie hartującej na wskrós, tak w wypadku

ustalania tych zależności jak i w ogólności przy ocenie własności wytrzymałościowych gotowego przedmiotu na podstawie prób laboratoryjnych, musi się brać pod uwagę wielkość danego przedmiotu oraz wymiary, na który przeprowadzono obróbkę termiczną. Twardość mierzona na powierzchni przedmiotu ze stali niehartującej na wskroś nie może służyć do oceny (nawet czysto powierzchniowych) własności materiału zwłaszcza przy stanach odpuszczania na twardo, a tym bardziej do wyciągania ogólniejszych wniosków o wytrzymałości materiału.

W wypadku prętów okrągłych wystarczy do przybliżonej oceny wytrzymałości na rozciąganie na podstawie twardości przekroju poprzecz-

nego, wziąć twardość w $\frac{2}{3}$ odległości od środka przekroju. Twardość ta będzie odpowiadać twardości zredukowanej i może być po prostu użyta do przeliczeń na wytrzymałość na rozciąganie względnie do redukcji innych cech wytrzymałościowych.

Dla przekrojów innego kształtu niż kołowy sprawy te komplikują się i właściwie ściśle biorąc należałoby każdorazowo w zależności od wielkości oraz od kształtu przekroju ustalić cechy wytrzymałościowe, których nie można już następnie uogólniać dla przekrojów innej wielkości oraz innego kształtu.

Praca powyższa została wykonana w r. 1936 w Instytucie Metalurgii i Metaloznawstwa P. W.

Inż. M. A. POPIEL

Mechaniczna Stacja Doświadczalna P. L.

Znaczenie wyników mechanicznych prób laboratoryjnych jako czynników oceny dla stosowania i zachowania się metali w praktyce.

W obecnych czasach jesteśmy świadkami olbrzymiego rozwoju w dziedzinie technologii metali, a w związku z tym równoczesnego rozwoju sposobów badań stosowanych dla oceny przydatności metali w różnych przypadkach ich zastosowania. W ostatnim dziesięcioleciu rozwinęło się zagadnienie badania materiałów w oddzielnej i bardzo obszernej wiedzy, której znaczenie jest obecnie w dostatecznym stopniu oceniane.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie obecnego stanu metod badawczych, stosowanych dla oceny materiałów, oraz poglądów na znaczenie poszczególnych sposobów badań przy określaniu zastosowania jako też i zachowania się materiału w praktyce. Usiłowaniem autora będzie również określenie wytycznych dla rozwoju w tej dziedzinie.

Badanie metali w jakiegokolwiek fazie wyrobu jest prowadzone zawsze na pograniczu pomiędzy wykonaniem a dalszym jego zastosowaniem. Idealny stan, z punktu widzenia ekonomicznego technologii metali i tych działów techniki, które technologia obsługuje, byłby taki, ażeby przy pomocy prostych prób laboratoryjnych, przeprowadzonych na próbkach metalu, można było stwierdzić cechy określające, że materiał został odpowiednio wyprodukowany. Z drugiej strony cechy te winny dawać pewność użytkownikowi, że metal o stwierdzonych własnościach całkowicie nadaje się do danego celu i spełni w pracy swe zadanie. Można stwierdzić, że ten idealny sposób oceny materiału w obecnym stanie istnieje w stosunkowo nielicznych wypadkach. Zazwyczaj obok przeprowadzonych prób laboratoryjnych na miejscu wytwarzania przetwórca zastrzega sobie prawo wykonania prób „praktycznego zastosowania materiału“, od których uzależnia swą ostateczną opinię co do jego jakości. Jest jednak zrozumiałe, że istnieje dążenie w technice, aby ocena materiału odbywała się za pomocą ustalonych prób

laboratoryjnych, a nie każdorazowo za pomocą potwierdzania praktycznie jego przydatności. Łatwiej bowiem ustalić jednolite warunki prób laboratoryjnych i otrzymać cechy niezależne od uboższych czynników, jak uzyskać ten stan na podstawie prób praktycznych. W tym drugim wypadku obok czynnika materiału może wchodzić szereg innych, związanych z przeróbką, nie-raz bardzo trudnych do uchwycenia, zaś wynik ujemny może niesłusznie być od wypadku do wypadku przypisany materiałowi — psując w ten sposób możliwość metodycznego rozwoju w kierunku stosowania odpowiednich metali.

Luka, jaka istnieje pomiędzy wynikami prób laboratoryjnych a ich istotnym znaczeniem w zastosowaniu praktycznym, może być wypełniona na podstawie metodycznie prowadzonych prac porównawczych w kierunku zachowania się materiału o danych cechach. Ustalenie pomostu pomiędzy obu tymi działami można uzyskać przez określenie pośredniego czy bezpośredniego znaczenia wartości laboratoryjnych, a przez to otrzymać zbliżenie się do tego „idealnego“ stanu, w którym ocena metali może w przeważnej mierze opierać się na wynikach badań laboratoryjnych.

Jako próby zasadnicze dla oceny jakości metali, uważa się próby mechaniczne. Główna ich zaleta leży w tym, że pozwalają one na ujęcie cyfrowe, a zatem operowanie pewnymi stałymi, niezależnymi od subiektywnego wpływu. Używały one przez to zastosowanie w głównej mierze dla wypadków ustalania przepisów odbioru. Tablica I podaje stosowane w obecnym stanie próby mechaniczne oraz ujmuje wielkości, jakie wyznacza się w tych próbach. Bliższe określenia i opis podanych w tabeli wielkości znajdują się w normach PNW/mech-220 i 223 oraz PN/w 1-4. Przyjmując je za znane, ograniczę się w dalszym ciągu do wyjaśnienia tylko określeń pewnych wielkości, mających szczególne znaczenie dla naszego tematu.

Tabela Nr I.
Próby mechaniczne¹⁾.

| L. p. | Rodzaj próby | Własności wytrzymałościowe w kg/mm^2 | Własności plastyczne w % | | | | |
|--|--|--|--|-----------|----------|-----------|----------|
| a) Próby wytrzymałościowe statyczne i dynamiczne | | | | | | | |
| 1 | Próba rozciągania | E — moduł sprężystości podłużnej S_r — granica sprężystości $S_{0,003} - S_{0,01}$ „ „ przy 0,003—0,01% odkształcenia plastycznego Q_r — granica płynności $Q_{0,2}$ — „ „ zastępcza R_r — wytrzymałość na rozciąganie | A, A_{10}, A_5 — wydłużenie po rozerwaniu a — wydłużenie równomierne $= (2A_{10} - A_5)$ b_{10} — wydłużenie przewężeniowe $= (A_5 - A_{10})$ C — przewężenie | | | | |
| 1 a | Próba rozcz. dynam. | $R_{dyn} \cdot kg/mm^2, L_d$ — praca rozerwania | | | | | |
| 2 | Próba ściskania | $E_c, S_c, S_{0,01}, Q_c, Q_{c 0,2}$ ozn. jak 1 R_c — wytrzymałość na ściskanie | A_c — skrócenie jednostkowe | | | | |
| 3 | Próba zginania | Q_g — granica płynności R_g — wytrzymałość na zginanie | f — strzałka ugięcia przy zgin. w mm $f_0 = \frac{f}{l_0} \cdot 100\%$ — strz. ugięcia jedn. | | | | |
| 4 | Próba skręcania | G — moduł sprężystości postaci Q_s — granica płynności R_s — wytrzymałość na skręcanie | φ — kąt skr. całkow. ψ — „ „ jedn. | | | | |
| 5 | Próba ścinania | R_t — wytrzymałość na ścinanie | | | | | |
| b) Próby wytrzymałości na zmęczenie | | | | | | | |
| L. p. | Rodzaj próby | Ogólnie | Rozciąg. | Ściskanie | Zginanie | Skręcanie | Ścinanie |
| 1 | Wytrzymałość na zmęczenie obustronne | Z_o | Z_{rc} | | Z_{go} | Z_{so} | Z_{to} |
| 2 | Wytrzymałość na zmęczenie jednostronne | Z_j | Z_{rj} | Z_{cj} | Z_{gj} | Z_{sj} | Z_{tj} |
| 3 | Wytrzymałość trwała (granica pełzania) | T | T_r | T_c | T_g | T_s | T_t |
| 5 | Wytrwałość na zmęczenie (wytrzym. postaciowa na zmęczenie) | D | D_r | D_c | D_g | D_s | D_t |

¹⁾ Oznaczenie i definicje poszczególnych wielkości w przeważnej części w normach PNW (mech—220) 1—3, 221, 222, 223 oraz PN/w 1—3, 4.

| L. p. | c) Inne próby mechaniczne | |
|-------|--|---|
| 1 | Próba twardości | Brinella — H_B Rockwella — H_R Vickersa — H_V (podaje się wymiary części pom. i warunki pomiaru) |
| 2 | Próba udarności | U_M — udarność w $mkcg/cm^2$ (próba typu Mesnager) U_I — „ „ $mkcg$ (próba typu Izoda)) |
| 3 | Różne próby technologiczne. Próba gięcia $B_g = 100 \frac{a}{\phi}$ /wg Tetmajera a — grubość ϕ — promień pr. „ technol. rozszerzania, skręcania, ugięcia wytłaczania i t. p. | |
| 4 | Określa się dla drutów: Próby drutów lin stalowych R_r — wytrzymałość na rozciąganie, i_s — ilość skręceń (na długości pomiar...) i_z — ilość zgięć (na wałku o prom. $r = \dots$) | |

Tabela Nr II, którą zestawiono poniżej, jest próbą ujęcia podziału materiałów na grupy ze względu na różne warunki zastosowania i późniejszej pracy wykonanych z nich części z uwzględnieniem tych własności mechanicznych, jakie stwierdza się dla oceny jakości i przydatności materiałów poszczególnych grup.

Ujęcia w powyższej tabeli metali w grupy, zależnie od ich przeznaczenia, nie rozwiązuje możliwości ścisłego podziału ich w tym kierunku. Wykonany w ten sposób podział nie daje też rozgraniczenia poszczególnych grup w ustalonym kierunku i jedna grupa może mieścić się w innej grupie lub nawet w kilku. Np. grupa odlewów może być zaliczona do grupy I w wypadku, gdy odlewy mają przenosić znaczne obciążenia stałe czy zmienne, lub do grupy III, jeśli będą szczególnie podlegały ścieraniu, lub wreszcie do grupy V. Jest możliwy wypadek, że ten sam odlew może być zaliczony do tych 3 grup równocześnie. Ustalony podział jest natomiast dogodny dla rozpatrzenia i ujęcia zagadnienia z punktu widzenia stosowanych prób dla oceny jakości metali. W ten sposób uzyskujemy możliwość krytycznego omówienia poszczególnych prób mechanicznych w zastosowaniu do nakreślonych grup metali oraz możliwość ustalenia pośredniego, czy bezpośredniego znaczenia, w każdym razie określonego związku pomiędzy wynikiem badania, a jego znaczeniem praktycznym. Rozpatrzmy je poniżej, na przykładach ujętych oddzielnie grup.

*) Odnośniki odnoszą się do spisu literatury, zamieszczonego na końcu artykułu.

Grupa I. a—d) Stale i inne metale przeznaczone na części budowli i maszyn.

Dla tej grupy materiałów omówimy znaczenie wyników prób laboratoryjnych dla konstruktora. Stosowany dotychczas sumaryczny sposób, ujmujący doświadczenia warsztatowe w współczynnikach bezpieczeństwa w odniesieniu do wartości statycznej próby rozciągania, jak granica płynności Q_r czy wytrzymałość na rozciąganie R_r jest niezupełny i niewystarczający. Sposób ten powoduje w wielu wypadkach przewartościowanie absolutnej wielkości cyfr jakościowych, która rozwój nowych materiałów skierowuje na niewłaściwe tory.

Powód niemożności oparcia się na stałych współczynnikach, tkwi w pierwszym rzędzie w dużej różnicy, jaka zachodzi w wyteżeniu materiału przy jedno i wieloosiowym stanie napięcia. Trudności przy uzyskaniu cyfr wiążących wartości wytrzymałościowe w obu wypadkach są bardzo duże, jak wykazały obszerne prace prof. M. Rosa i A. Eichingera *) *); autorzy doszli do wniosku, że conajwyżej dla każdego materiału z osobna można ustalić pewne cyfry obliczeniowe. Następnie zważyć należy, że ten sam materiał w elementach o różnych kształtach posiada w sensie istotnym dla konstruktora inną wytrzymałość.

Nowe badania wykazały przeważający wpływ kształtu części gotowych, obok których wpływ dotychczas określonych własności materiału, otrzymanych z prób doraźnych, schodzi na drugie miejsce. Wytrzymałość części konstrukcyjnej

Tabela Nr II.
Podział metali konstrukcyjnych z punktu widzenia ich przeznaczenia oraz stosowanych prób dla oceny jakości.

| Grupa | Przeznaczenie materiału | Rodzaj i charakter pracy (ogólnie) | Własności mechaniczne stosowane do oceny |
|-------|--|---|---|
| I. | Stale i inne metale przeznaczone na części budowlane i maszyn przy różnych warunkach pracy | <p>a) Obciążenia wyłącznie statyczne</p> <p>b) Obciążenia w zasadzie stałe, zmienne chwiłowo (dźwignice, mosty, kołty, zbiorniki)</p> <p>c) Obciążenia zmienne co do wielkości i kierunku o wielkiej ilości zmian obciążeń w jedn. czasu</p> <p>d) obciążenia stałe lub zmienne w temperaturach podwyższonych</p> | <p>Q_p, R, A_{10}, H_B, wyjątkowo inne próby wytrzymałości technologiczne</p> <p>($S_{0,01}$) $Q_p, R_p, R_r, A_{10}, C, U_m, H_B$, — próby technol. wyjątkowo inne próby wytrzymałościowe</p> <p>$S_{0,01} Q_p, R_p, R_r, A, H_B, C, U_m, Z_o$, próby technologiczne, niekiedy D_o</p> <p>Dla stali do temp. 200° C wystarczy ocena jakości, jak la-c, za pomocą badań w temp. normalnej. Przy temp. 200 — 400° C bada się $Q_{0,2}$ w danej temperaturze, powyżej 400 — 500° C zależnie od gatunku stali, wyznacza się wytrzymałość trwałą T (granice pełzania)</p> |
| II. | Odlawy z żeliwa zwykłego i żeliwa ciągliwego. Odlawy innych metali (stali, stopów) | <p>a) odpowiedzialne, podlegające w pracy obciążeniom</p> <p>b) mniej odpowiedzialne, przenoszące nieznaczne obciążenia</p> | <p>R_p, f, R_p, dla próbek osobno lanych lub pobranych z odlewu — H_B, niekiedy inne próby statyczne, lub w wypadku zmiennych obciążeń próby na zmęczenie</p> <p>Próby twardości, niekiedy próba zginania (R_p, f) lub wyjątkowo inne próby</p> |
| III. | Stale i inne metale ze szczególnym uwzględnieniem obróbki skrawaniem oraz stali i inne metale pracujące na zużycie i ścieralność | <p>a) podlegające w pracy obciążeniom</p> <p>b) podlegające nieznacznym obciążeniom</p> | <p>Próby jak pod la-c, zależnie od rodzaju obciążeń</p> <p>Próby twardości, H, R_p, A Wyjątkowo inne próby</p> |
| IV. | Stale i inne metale przeznaczone do zimnej plastycznej przeróbki | Części wykonane przez walcowanie, głębokie ciągnięcia, tłoczenie, prasowanie itp.; po wykonaniu elementy przenoszące w pracy obciążenia lub ich nie przenoszące | <p>$Q_p, R_p, A, a, b, C, H_B, H_T$, próby technologiczne, próba twardości Erichsena itd.</p> |
| V. | Stale i inne metale narażone na działania chemiczne | Poddane wpływowi korozji chem., również przy wysokich temp. ponadto przenoszące lub nie przenoszące obciążeń w pracy | Próby la-d, (próby specjalne na odporność chemiczną) |

jest bowiem funkcją czynników wytrzymałości materiału i kształtu elementu. Powyższe dwie wielkości składają się na t. zw. wytrzymałość postaciową, która stanowi jedynie pewną podstawę do przyjmowania właściwych kształtów części i posiada dla konstruktora istotne znaczenie²⁾.

W tym naświetleniu staje się widoczne, że wyniki prób doraźnych jak np. próba rozciągania, przeprowadzona na próbkę prostego kształtu przy warunkach próby zapewniających równomierny rozkład naprężeń, schodzą do swego pierwotnego znaczenia cyfr jakościowych i miary jednolitości metalu. Bezpośrednie znaczenie uzyskuje zaś tylko tam, gdzie kształt elementu jest równie prosty, jak kształt badanej próbki.

Ze wszystkich prób mechanicznych największe znaczenie oraz największy zakres stosowania uzyskała statyczna próba rozciągania (Tab. II). Złożyły się na to prostota, rozwój maszyn wytrzymałościowych dla tej próby, a w związku z tym jej dokładność, możliwość wyznaczenia dużej ilości cech dla określenia jakości metalu. Można ją rozpatrzeć z punktu widzenia konstruktora i technologa:

R_r wytrzymałość na rozciąganie:

$$R_r = \frac{P_m}{F_0} \text{ oznacza się jako iloraz największego}$$

obciążenia podczas próby do przekroju pierwotnego próbki. Przy metalach ciągliwych wytrzymałość na rozciąganie określa do jakiej granicy można materiał poddać obciążeniu rozciągającemu, zanim uzyska się po równomiernym odkształceniu się całej próbki, pierwsze lokalne przewężenie. Dla metali kruchych (nie wykazujących zdolności do odkształceń plastycznych) wytrzymałość na rozciąganie określa granicę spójności; przy osiągnięciu tej wartości następuje przełom materiału.

Dla konstruktora daje wytrzymałość na rozciąganie duże usługi jako podstawa pierwszego przybliżenia obliczeniowego dla wypadków wyłącznie statycznych obciążeń I a, zwłaszcza przy równomiernym rozkładzie naprężeń.

Ogromne swe znaczenie jako podstawa wszelkich obliczeń wytrzymałościowych w konstrukcji, t. j. dla wypadków stosowania metali jak b i c Tab. II — traci wytrzymałość na rozciąganie, szczególnie zaś dla wypadków silnie zmiennych obciążeń I c w miarę rozwoju metod badawczych i reguł nowej szkoły konstrukcyjnej.

Straciwszy swe znaczenie w ujęciu nowej szkoły konstrukcyjnej, jako podstawa do obliczeń, zachowuje wytrzymałość na rozciąganie nadal swą wartość jako cyfra jakościowa dla metali, niezależnie od rodzaju pracy i obciążeń. Zalety tej wielkości są natury pomiarowej. Pewność i dokładność wyznaczenia oraz mała dyspersja wyników dla danego gatunku metalu w porównaniu z innymi własnościami mechanicznymi.

Mając obrany gatunek metalu, stwierdzony inną drogą, jako optymalny dla danego kształtu

elementu i rodzaju pracy, można przy pomocy wielkości R_r już stale określać przydatność metalu do danego celu. W ten sposób uzyskuje R_r znaczenie jednej z cyfr, jakościowych potrzebnych do określenia zdatności materiału dla danych warunków; znaczenie tej wielkości dla określonych warunków, jest w takim wypadku pośrednie, jednak wystarczające i ścisłe. Określenie przez porównanie ze względu na samą wielkość R_r dla innych metali, czy innych przypadków pracy, jeśli nie jest oparte na innych danych, może prowadzić do niebezpiecznego lub nieekonomicznego stosowania materiału.

Granica płynności Q_r ujawnia się dla niektórych metali, szczególnie dla miękkiej stali w sposób wyraźny na wykresie. Uzyskujemy wówczas naturalną górną i dolną granicę płynności. Prace Weltera wskazują, że istnienie górnej i dolnej granicy płynności nie jest związane z naturą metalu, a zależy od charakteru stosowanych do prób maszyn wytrzymałościowych³⁾. Niektórzy autorzy nie zgadzają się z tym poglądem^{3a)}. Ogólnie można określić granicę płynności, jako naprężenie, od którego począwszy następuje silny wzrost odkształceń plastycznych. Z tego powodu wielkość ta uzyskuje dla konstruktora swe bezpośrednie znaczenie i w większym stopniu może być stosowana, jako podstawa do obliczeń konstrukcyjnych, niż wytrzymałość na rozciąganie, jednak w tych wypadkach, gdzie obciążenia są wyłącznie statyczne i rozkład naprężeń w elemencie zbliżony do równomiernego. Badania Körbera⁴⁾ wykazały, że dolna granica płynności jest mniej czuła na wpływ różnych czynników próby i kształtu próbki. Z tego też powodu, jako podstawę dla obliczeń budowli należy przyjmować raczej wartość dolnej granicy płynności. W wypadku, jeśli metal nie wykazuje naturalnej granicy płynności, oznacza się jako zastępczą granicę płynności naprężenie przy określonej, dość znacznej wartości odkształcenia plastycznego (trwałego). Ogólnie przyjęto tę wielkość przy 0,2% odkształcenia plastycznego. Tak naturalna, jak i zastępcza granica płynności uzyskały swe znaczenie dla konstruktora, gdyż ograniczając zakres nieznacznych odkształceń plastycznych, dają lepsze przybliżenie dla przyjmowania naprężeń w pracy. Także dla budowli, gdzie nierównomierny rozkład naprężeń w wysokim stopniu wpływa na początek płynięcia, dalsze płynięcie powstaje przy przekroczeniu w przekroju dolnej granicy płynności, która zatem i w tych wypadkach posiada bezpośrednie znaczenie dla oceny⁵⁾. Ponadto stanowi granica płynności obok wartości wytrzymałości na rozciąganie dalszą cyfrę jakościową. Przy oznaczeniu tej wielkości należy się jednak liczyć ze znaczniejszym rozsiewem wyników, gdyż większy jest wpływ różnych czynników pomiarowych oraz kształtu próbki. Ponadto wartość granicy płynności jest w większym stopniu zależna niż wytrzymałość na rozciąganie od czynników samego materiału jak struktura, sposób jego przeróbki. Jednak praktyka odbiorcza wykazuje, że w przypadku zachowania ostrożności w kierunku wła-

ściwego przeprowadzenia próby, jak też kształtu próbki, można dyspersję wyników utrzymać w dostatecznych dla potrzeb praktyki granicach.

W wielu wypadkach przypisuje się dla oceny jakości metali wartość stosunku Q_r/R_r . Im wyższa granica płynności (Q_r) przy określonej wytrzymałości na rozciąganie (R_r) tym bardziej w górę został odsunięty zakres odkształceń plastycznych i większa możliwość wykorzystania materiału w konstrukcji. Zważyć należy jednak, że im wyższy stosunek Q_r/R_r , tym mniejsze pole wykresu rozciągania oraz mniejsza zdolność materiału do odkształceń plastycznych. W wypadkach nierównomiernego rozkładu naprężeń i wysokich lokalnych naprężeń przekraczających wartość granicy płynności, może powstać niebezpieczeństwo, że na skutek silnie zmniejszonej podatności metalu nastąpi jego pęknięcie. Wyzyskanie materiału przez stosowanie wysokich wartości Q_r/R_r musi być zatem traktowane z dużą ostrożnością przy uwzględnieniu warunków pracy i kształtu elementu.

Granica płynności podaje naprężenie, przy którym próbka materiału wykazuje dość znaczne odkształcenie plastyczne rzędu ok. 0,2%. Dla konstruktora może okazać się niekiedy potrzeba znajomości granicy sprężystości materiału S_{kg/mm^2} . Teoretycznie jest to wartość naprężenia, dla którego próbka nie wykazuje żadnych odkształceń plastycznych. Laboratoryjnie wyznacza się tę wielkość przy określonej nieznacznej wartości odkształcenia plastycznego ($S_{0,003-0,01\%}$). Ryc. 1 podaje wykres

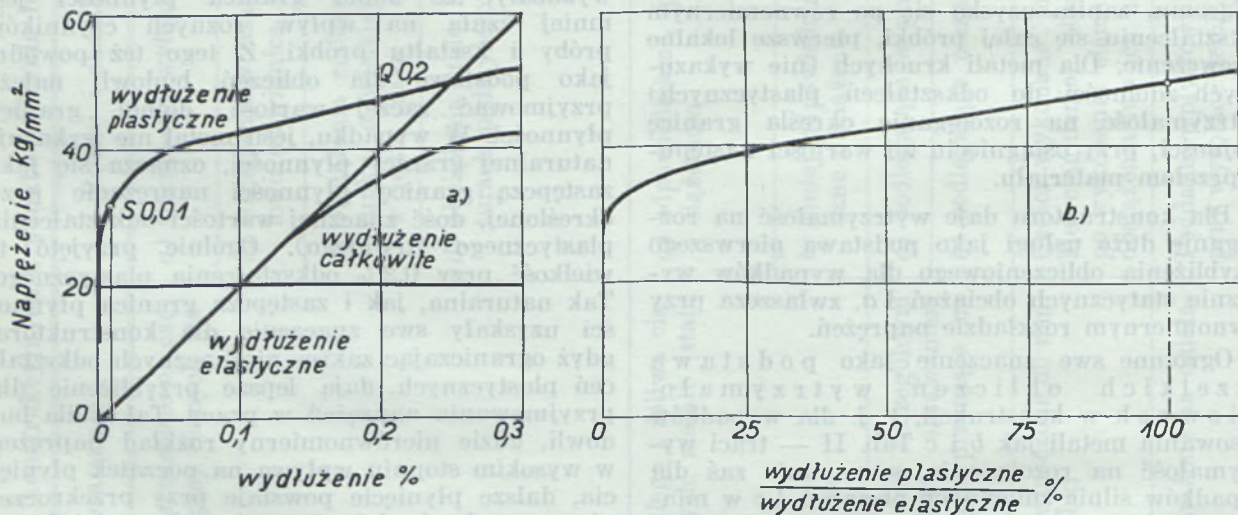
maga pomiarów specjalnych poza zwykłą próbą rozciągania.

Obok własności wytrzymałościowych, podanych powyżej, daje próba rozciągania możliwość określenia własności plastycznych, t. j. wydłużenia (A) oraz przewężenia (C). Obydwie wielkości wyznacza się na próbce po jej rozerwaniu. Określa się je wzorami:

$$A\% = 100 \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

$$C\% = 100 \frac{F_0 - F_1}{F_0}$$

Powyższe wielkości nie występują w obliczeniach wytrzymałościowych, a stanowią one tylko miary plastyczności metalu przy jednoosiowym rozciąganiu, dając również niekiedy wskazówki dla zachowania się materiału w budowlach. Obok wytrzymałości na rozciąganie stanowi wydłużenie jedną z najczęściej sprawdzanych cech metali. Obie wartości R_r i A stanowią podstawę niemal wszelkich odbiorczych warunków technicznych materiałów konstrukcyjnych. Powodem tego jest prostota wyznaczenia tych wielkości z punktu widzenia pomiarowego, ponadto olbrzymi materiał doświadczalny. Wydłużenie jest zależne od długości pomiarowej; im większa długość pomiarowa, tym wydłużenie mniejsze. Porównywalne są tylko wydłużenia określone dla długości pomiarowych, ustalonych proporcjonalnie do pierwiastka przekroju. Przewężenie ma stałą wartość niezależną od wymiarów próbki, natomiast wyznaczenie tej wielkości dokonuje się



Ryc. 1.

Wykres wydłużeń całkowitych, elastycznych i plastycznych przy ścisłej próbie rozciągania.

odkształceń plastycznych całkowitych i elastycznych, zdjętych na podstawie próby ścisłej rozciągania przy pomocy aparatu lusterkowego Martensa, z określonymi wartościami granicy sprężystości $S_{0,01}$ i granicy płynności $Q_{0,2}$.

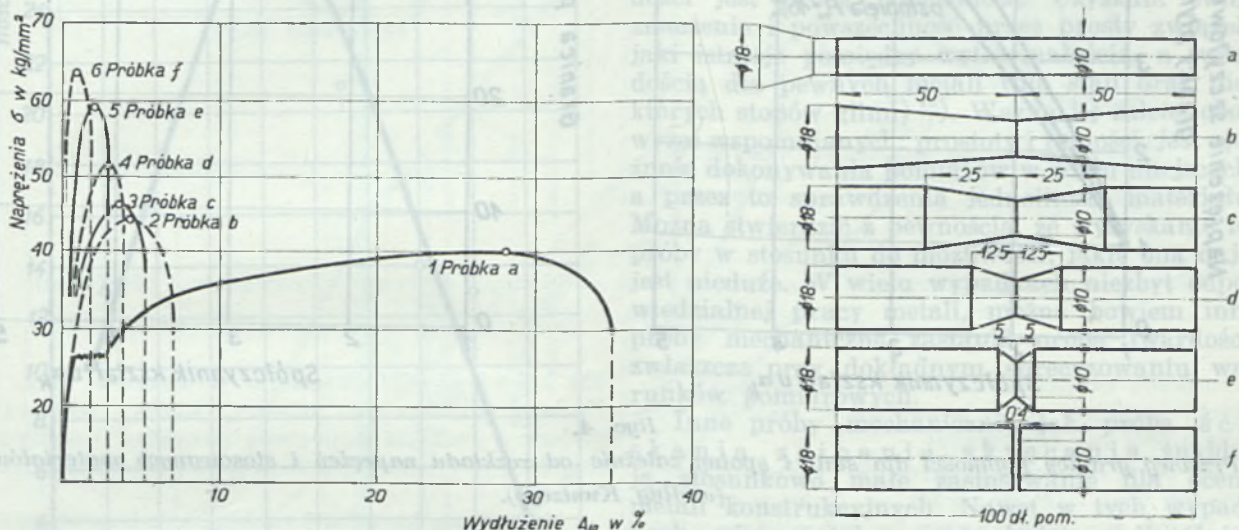
Zaznaczyć należy, że granica sprężystości uzyskuje bezpośrednie znaczenie, jako podstawa do obliczeń w wyjątkowych wypadkach. Jako cyfra jakościowa dla sprawdzenia jakości nie jest stosowana, gdyż wyznaczenie tej wielkości wy-

w zasadzie dla próbek o przekroju kołowym. Ze względu na duże znaczenie coraz bardziej oceniane dla tej wielkości jako miary plastyczności metali, oznacza się wartość również dla przekrojów niekołowych**). Stosowanie przy ocenie metali w głównej mierze wydłużenia, wynikało z oparcia się od samego początku prowadzonych badań wytrzymałościowych, na przyjętym zało-

**) Patrz ust. IV.

zeniu, że wydłużenie stanowi najbardziej właściwą miarę plastyczności, zaś obydwie wielkości wytrzymałość i wydłużenie charakteryzują materiał pod względem jego zdolności do przeniesienia obciążeń oraz pracy odkształcenia. Zdolność do deformacji plastycznych metali zależy jednak w wysokim stopniu od stanu naprężenia panującego w elemencie, wykonanym z danego materiału. Jest to powodem, że wydłużenie i przewężenie, stanowiące cechy plastyczności metalu w wypadku jednoosiowego stanu naprężenia, nie mogą w dostatecznej mierze określać zdolności do odkształceń plastycznych w wypadkach skomplikowanego stanu naprężenia. Ryc. 2 po-

z praktyki i doświadczenia wskazują, że dla metali w wypadkach przewężenia mniejszego od 40%—50% przy próbie technologicznej spłaszczenia otrzymuje się pęknięcia pomimo, że wydłużenie może wynosić nawet 60%. Na odwrót stal chromoniklowa termicznie ulepszona, wykazująca wartość przewężenia powyżej 60%, jednak o wydłużeniu zaledwie 14%, znakomicie odpowiada wszelkim stawianym wymogom w pracy, pomimo niskiej wartości wydłużenia. Bliższe wnikięcie w to zagadnienie wskazuje, że wydłużenie całkowite wypadka bardzo niskie, gdyż wartość wydłużenia równomiernego (a) dla tej stali jest bardzo mała. Wysokie wydłużenie prze-

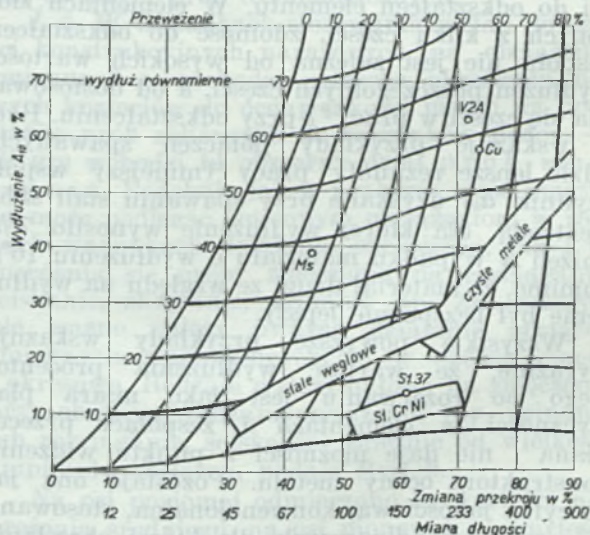


Ryc. 2.

Wykresy rozciągania próbki gładkiej i z karbem o różnym kształcie.

daje zmiany wykresu rozciągania w wypadku różnych kształtów karbów. Z wykresu tego staje się widoczne, że materiał o wysokich cechach plastycznych (A i C) zatracza te cechy, a w wypadku ostrego karbu oraz związanego z tym kształtem karbu nierównomiernego rozkładu naprężeń wykazuje cechy materiału kruchego (żeliwa). Przeniesienie wartości wydłużenia wykazują również inne przykłady. Miedź przy 60% wydłużenia w wypadku występujących karbów może wykazać cechy materiału kruchego, a mosiądze pomimo wysokiej wartości wydłużenia min. 40% dają wyniki ujemne przy próbie spłaszczenia⁶⁾. Natomiast próba technologiczna spłaszczenia wypadka dodatnio w wypadkach nawet niskich wartości wydłużeń, jeżeli przewężenie jest dostatecznie duże. Obserwacje nasze jak i liczne dane z literatury, wskazują wyraźnie na to, że wielkość przewężenia stanowi większą pewność co do zachowania się materiału w wypadku odkształceń plastycznych. Huber uważa przewężenie za bardziej właściwą miarę plastyczności metali niż wydłużenie^{6a)}. W szczególności w nowszych czasach podkreśla się w tym kierunku próby skręcania, które to zagadnienie zostało obszernie potraktowane w pracach Krupkowskiego i Jasiewiczza^{7a)}.

wężeniowe (b) i przewężenie (c) daje tu możliwość uzyskania znacznych lokalnych odkształceń bez uszkodzeń metalu.

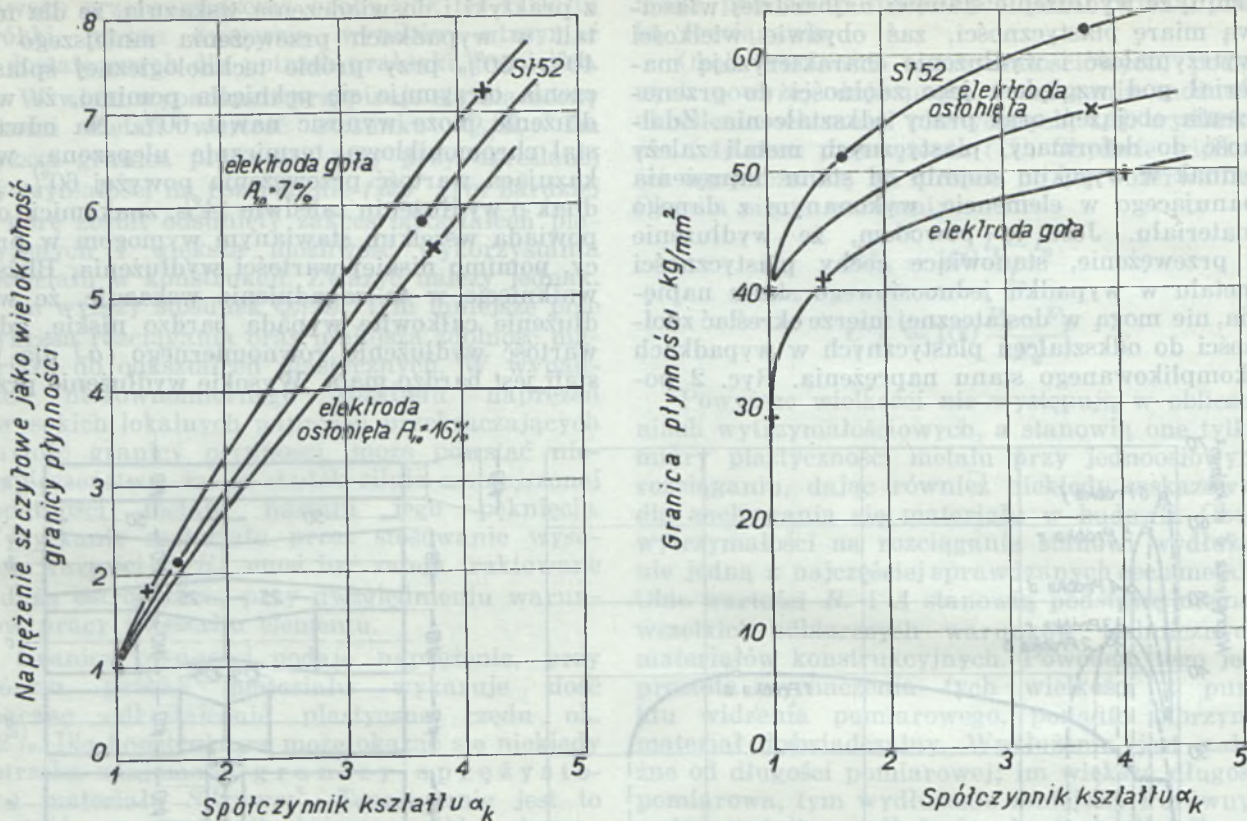


Ryc. 3.

Zestawienie wielkości: A_{10} , a , b i c dla różnych metali (wg. Kuntzego).

Ryc. 3 wskazuje zestawienie wartości wydłużeń i przewężeń określone na próbkach do próby rozciągania dla różnych metali. Przykłady

Elementy stosowane w konstrukcji rzadko posiadają kształt zbliżony do próbki okrągłej do



Ryc. 4.

Przebieg granicy płynności dla stali i spoiny zależnie od rozkładu naprężeń i stosowanych materiałów (według Kuntzego).

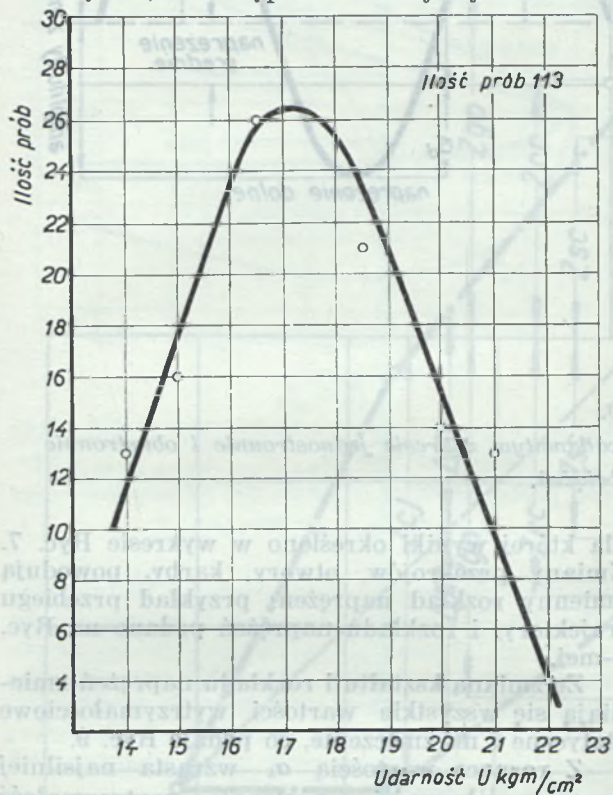
rozciągania. Wszelkie karby, zmiany kształtów wpływają na skomplikowanie rozkładu naprężeń, który określony jest współczynnikiem karbu $\alpha_k = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_n}$ (2). Wysokie wydłużenie w próbie rozciągania nie gwarantuje w tym przypadku zdolności do odkształceń elementu. W elementach złożonych z kilku części, zdolność do odkształceń zespołu nie jest zależna od wysokich wartości wydłużeń poszczególnych części, a od dostosowania się części w pracy⁶⁾ przy odkształceniu. Ryc. 4 wskazuje przykłady połączeń spawanych, gdzie lepsze rezultaty pracy (mniejszy współczynnik α_k) uzyskano przy spawaniu stali st 52 elektrodą, dla której wydłużenie wynosiło 7%, aniżeli w wypadku materiału o wydłużeniu 16% pomimo, że materiał drugi ze względu na wydłużenie był bezspornie lepszy.

Wszystkie powyższe przykłady wskazują wyraźnie, że wartość wydłużenia procentowego po rozerwaniu jest jako miara plastyczności w elementach i zespołach przeceniana i nie daje możliwości z punktu widzenia konstruktora oceny metalu. Pozostaje ona jako cyfra jakościowa, konwencjonalna, stosowana w przepisach odbiorczych, dla której określanie granic musi być traktowane z punktu widzenia określania jakości materiału, zależnie od celu z ostrożnością. Z punktu widzenia pomiarowego, wielkość ta wykazuje większy rozsiew wartości, zależnie od czynników pomiaru. Określenie stopnia plastyczności metali na podstawie przewę-

żenia jest bardziej uzasadnione, aczkolwiek sprawa ta wymaga dalszych prób i materiału doświadczalnego. Przyjęto się również dla określenia jakości materiału przyjęcie za podstawę wielkości pola wykresu rozciągania⁷⁾. W pierwszym przybliżeniu podaje tę wielkość iloczyn $R_{p0.2} \cdot A_{10}$, który określa się jako cyfrę kwalifikacyjną dla metalu. Stosowanie tej wielkości dla oceny materiałów używanych w konstrukcjach nie znajduje na ogół zastosowania. Ponadto wskazówki przy próbie rozciągania poza konkretnymi cyframi może dać obserwacja próbki po próbie rozciągania, a w pierwszym rzędzie złomu. Charakter i wygląd złomu dają możliwość uzupełnienia wniosków na podstawie cyfr wytrzymałościowych. Charakterystyka i podział złomów próbek stali przy próbie rozciągania T. Włodka⁸⁾ podaje w tym kierunku możliwości gromadzenia materiału statystycznego dla określania jakości różnych gatunków stali.

Dla oceny przydatności materiału jest rzeczą ważną znać jego zdolność do odkształceń plastycznych w skomplikowanych wypadkach działania naprężeń, przy występowaniu karbów, zmiany przekrojów itp. Ponieważ własności plastyczne uzyskane w próbie rozciągania nie dają obrazu zachowania się materiałów w tych wypadkach, stosuje się jako sprawdzian plastyczności metali próbę u d a r n o ś c i. Przeprowadza się ją jako próbę dynamiczną łamiąc młotem próbkę z k a r b e m różnego kształtu i określając wielkość pracy na przekrój kgm/cm^2 . Skłon-

ność do kruchości metalu w wypadku występujących korbów wykazuje ta próba o wiele lepiej od próby rozciągania; jest od tej próby czulsza. Przykład stanowi może wypadek, że blachy kotłowe ze stali węglowej ok. 0,1% C wykazują wartości wytrzymałości i wydłużenia niewiele różne zaś wartości udarności różnią się b. silnie, przy czym obrazy mikrostruktury są też różne (Ryc. 5). W wypadku mniejszej udarności



Ryc. 5.

Wykres częstotliwości „U” dla miękkiej stali np. o R_r od 35 do 37 kg/mm² i o A_{10} 24–27% (wg danych M. S. D.).

materiał wykazywać będzie większą skłonność do starzenia. Udarność stanowi tu niejako miarę obróbki termicznej⁹⁾. Daje to wskazówkę, że dla stali o jednakowych własnościach R_r i A_{10} należy przedkładać w takim wypadku stal o wyższej udarności. Wadą próby udarności jest to, że wynik próby w wysokim stopniu zależy od kształtu i wymiarów próbki¹⁰⁾. W przeciwieństwie do próby rozciągania nie uzyskuje się tych samych wyników przy geometrycznie podobnych kształtach, a nawet dla tego samego metalu i kształtu próbki możemy, zależnie od wymiarów, uzyskać „ciągliwy” lub „kruchy” złom próbki.

Wynik udarności nie pozwala również na określenie bezpośredniego znaczenia metalu w części maszyny czy budowli, a stanowi tylko cyfrę jakościową, pozwalającą na dalsze różnicowanie wiadomości co do stosowania materiału w wypadkach korbów i działania obciążeń zmiennych. W stosunku do próby rozciągania próba ta posiada tę wadę, że oznaczenie udarności jest mniej dokładne, a dyspersja wyników z powodu warunków pomiaru większa.

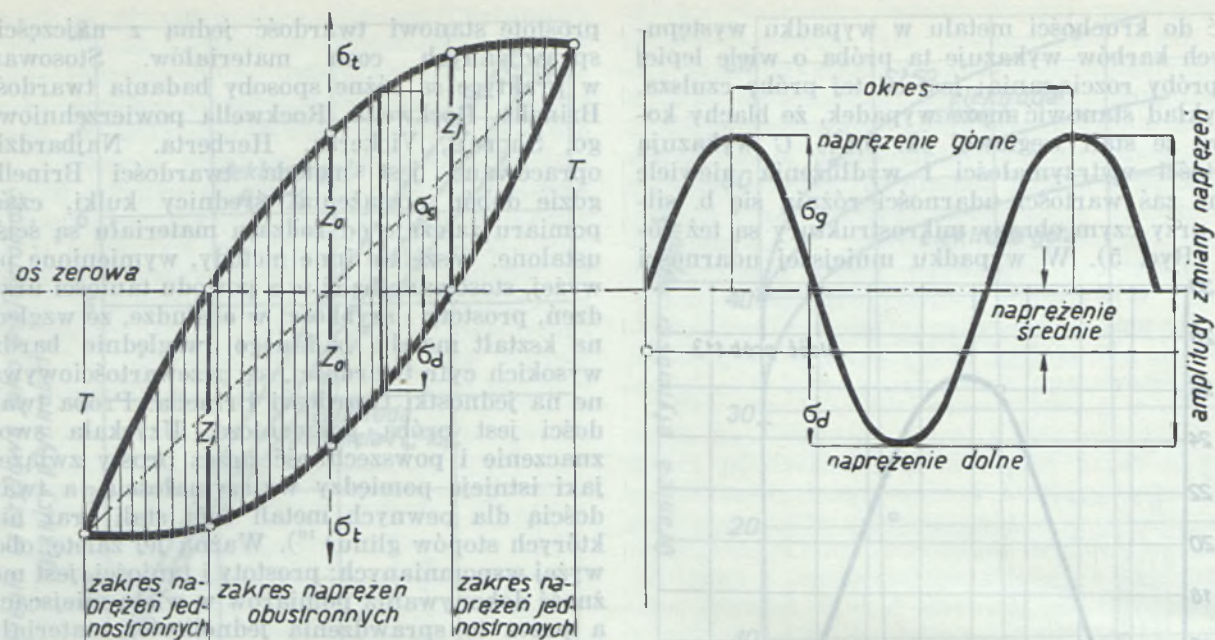
Bardzo ważny dział prób mechanicznych stanowią próby twardości. Ze względu na

prostotę stanowi twardość jedną z najczęściej sprawdzanych cech materiałów. Stosowane w praktyce są różne sposoby badania twardości Brinella, Rockwella, Rockwella powierzchniowego, Shore'a, Vickersa, Herberta. Najbardziej opracowana jest metoda twardości Brinella, gdzie dobór obciążenia, średnicy kulki, czasu pomiaru zależnie od rodzaju materiału są ściśle ustalone. Wszelkie inne metody, wymienione powyżej, stosowane bądź to z powodu taniści urządzeń, prostoty i szybkości w obsłudze, ze względu na kształt metalu badanego, względnie bardzo wysokich cyfr twardości, są przewartościowywane na jednostki twardości Brinella. Próba twardości jest próbą pomocniczą. Uzyskała swoje znaczenie i powszechność przez prosty związek, jaki istnieje pomiędzy wytrzymałością, a twardością dla pewnych metali (dla stali oraz niektórych stopów glinu)¹⁰⁾. Ważną jej zaletę, obok wyżej wspomnianych: prostoty i taniści, jest możliwość dokonywania pomiarów w wielu miejscach, a przez to sprawdzenia jednolitości materiału. Można stwierdzić z pewnością, że wyzyskanie tej próby w stosunku do możliwości, jakie ona daje, jest nieduże. W wielu wypadkach niezbyt odpowiedzialnej pracy metali, można bowiem inne próby mechaniczne zastąpić próbą twardości, zwłaszcza przy dokładnym sprecyzowaniu warunków pomiarowych.

Inne próby mechaniczne, jak próba ściskania, zginania, skręcania, znajdują stosunkowo małe zastosowanie dla oceny metali konstrukcyjnych. Nawet w tych wypadkach, gdzie metal w pracy będzie podlegał innym rodzajom obciążeń, jak zginanie i skręcanie, dla określenia jego jakości stosuje się wielkości uzyskane przy próbie rozciągania. Próba ściskania i zginania przepisuje się niekiedy dla metali kruchych, o czym będzie mowa w ust. II, natomiast próby te dla metali plastycznych schodzą do rzędu prób technologicznych.

I. c. W wypadkach stosowania metali do części konstrukcyjnych narażonych na obciążenia zmienne I c, zachodzi potrzeba określenia nowych kryteriów do oceny jakości metali na podstawie prób zbliżonych do warunków pracy. — W grę wchodzi tu obszerny dział prób zmęczeniowych. Podobnie jak w praktyce część maszyn może podlegać zmiennym obciążeniom w różnych warunkach działania obciążenia, tak i tu rozróżnia się próby zmęczenia na rozciąganie, ściskanie, skręcanie, zginanie itp. Za szczególnie ważne należy uważać działanie obciążeń zmiennych, zmieniających się w sposób ciągły i okresowo. Rodzaje wytrzymałości na zmęczenie przy obranym rodzaju obciążenia (np. zginanie lub rozciąganie, ściskanie) zależnie od wielkości amplitudy obciążeń, podaje Ryc. 6.

Na osi poziomej odmierzone tu wartości naprężenia średniego, na osi pionowej — wartości maksymalnych naprężeń górnych i dolnych, jako rzędne dwu krzywych, pomiędzy którymi następuje zmiana obciążeń w sposób okresowy. Równocześnie wartości naprężeń są tak dobrane, że przy powyższych zmianach obciążenia rzędne krzywej naprężeń górnych podają wartości wytrzymałości na zmęczenie próbki badanej w danych



Ryc. 6.

Wykres teoretyczny wytrzymałości na zmęczenie w całym zakresie jednostronnie i obustronnie zmiennych obciążeń.

warunkach obciążeń. Zależnie od amplitudy obciążeń, możemy mieć następujące rodzaje wytrzymałości na zmęczenie:

a) w wypadku obustronnie symetrycznych obciążeń (od $-P$ do $+P$) — Z_0 = wytrzymałość na zmęczenie obustronne;

b) w wypadku jednostronnych obciążeń (od 0 do $+P$) — Z_j = wytrzymałość na zmęczenie jednostronne;

c) w wypadku, gdy amplituda obciążeń = 0 otrzymujemy graniczną wartość wytrzymałości na zmęczenie, czyli T = wytrzymałość trwała, dla której to wielkości przyjęło się w naszej literaturze określenie „granica peźnania“.

Wykres podany na ryc. 6 jest teoretyczny i wystarczający dla zdefiniowania wartości wytrzymałości na zmęczenie. Na ryc. 7 przedstawiono wykres rzeczywisty, dający obraz przebiegu wytrzymałości na zmęczenie dla wypadku zmiennego rozciągania, ściskania, zginania i skręcania w formie linii prostych. Wykres ograniczono wartościami granicy płynności; wyższe wartości są dla konstruktora bez znaczenia, gdyż naprężenie musi być tak obierane, aby nie nastąpiły plastyczne odkształcenia.

Wyznaczenie wykresów wytrzymałości na zmęczenie w całym zakresie obciążeń zmiennych, dla różnych gatunków metali i różnych rodzajów obciążeń, stanowi już poważny krok naprzód dla oceny i zastosowania ich w poszczególnych przypadkach działania obciążeń. Nie daje to jednak całkowitego rozwiązania, gdyż, jak już na początku ustępu nadmieniono, wytrzymałość postaciowa części konstrukcyjnej, ze względu na jej kształt i związany z tym rozkład naprężeń, odbiega od wartości wytrzymałości na zmęczenie dla próbki idealnej t. j. o jednakowym przekroju, wykonanej z możliwie najdokładniejszą obróbką,

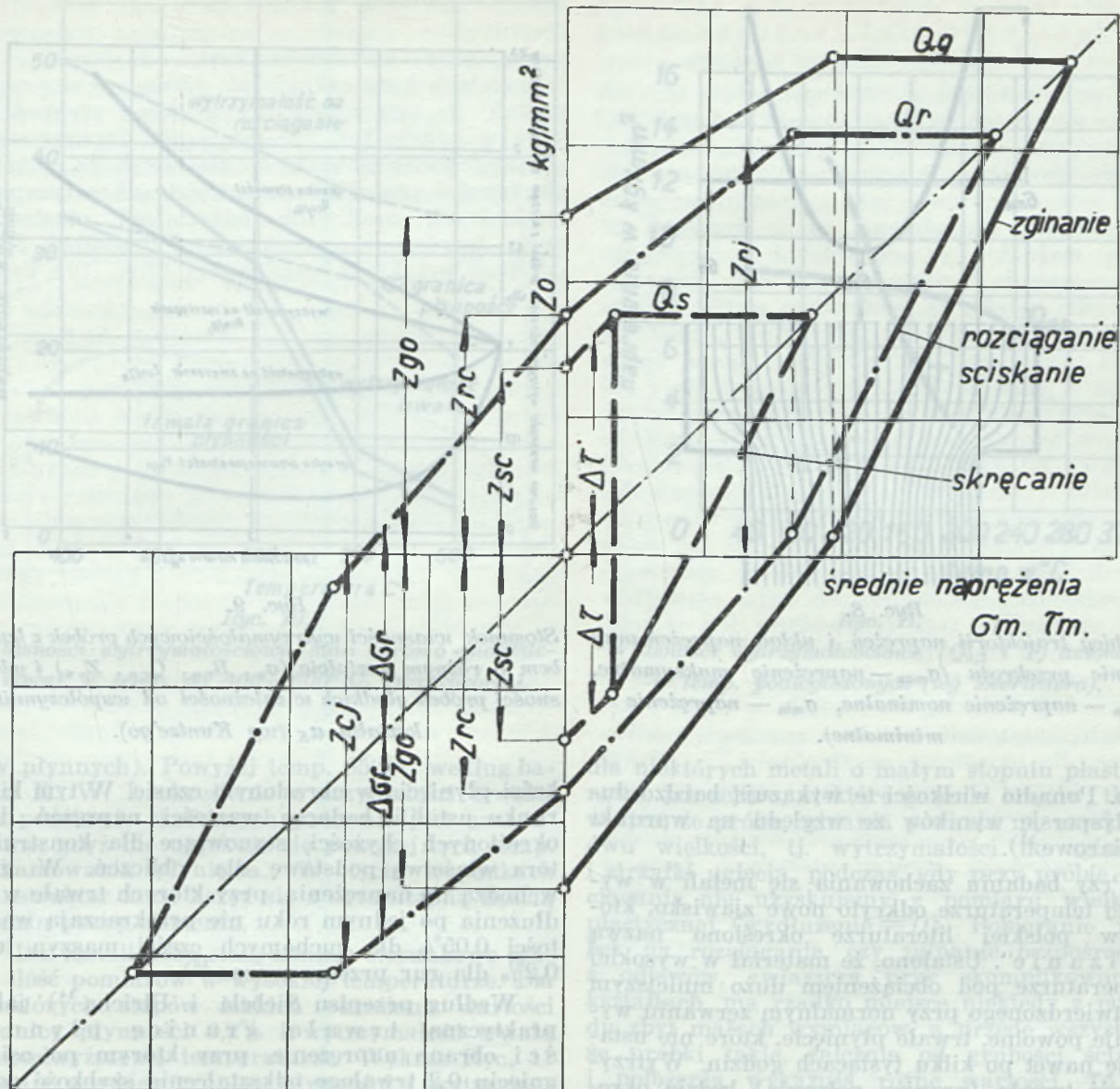
dla której wyniki określono w wykresie Ryc. 7. Zmiany przekrojów, otwory, karby, powodują zmienny rozkład naprężeń; przykład przebiegu trajektorij i rozkładu naprężeń podano na Ryc. 8-mej.

Ze zmianą kształtu i rozkładu naprężeń zmieniają się wszystkie wartości wytrzymałościowe statyczne i na zmęczenie, co podaje Ryc. 9.

Z rosnącą wartością α_z wzrasta najsilniej granica płynności, następnie wytrzymałość na rozciąganie, zaś wytrzymałość na zmęczenie, jak i granica proporcjonalności, maleją. Określenie zależności wytrzymałości postaciowej od obu czynników materiału i rozkładu naprężeń stało się obecnie zadaniem nowej szkoły konstrukcyjnej, której główne prace idą w kierunku ujęcia wpływu różnych typów kształtów w metodycznie całość. Wytrzymałość postaciową na zmęczenie określił autor terminem „Wytrwałość na zmęczenie“ (***) ($D \text{ kg/mm}^2$).

W tym naświetleniu wytrzymałość na zmęczenie próbki idealnej nie ma bezpośredniego znaczenia dla oceny zastosowania metali, staje się podobnie, jak wytrzymałość na rozciąganie punktem wyjścia i porównawczą cyfrą jakościową metalu. Podkreślić należy, że wytrzymałość na zmęczenie Z_0 próbki idealnej pozostaje na ogół w prostym związku z wytrzymałością na rozciąganie. Mając określony związek pomiędzy wytrzymałością postaciową a wytrzymałością na zmęczenie i wytrzymałością statyczną próbki idealnej, przy uwzględnieniu czynnika materiału i kształtu, możemy określenie jakości i kwalifikacji metalu sprowadzić do prostych cech przy próbie rozciągania. Wytrzymałość na rozciąganie uzyskuje swe znaczenie pośrednie lecz stałe, o ile związek ten został należycie na podstawie badań i rozważań ustalony.

***) Przegląd Mechaniczny, Nr. 11, str. 403.



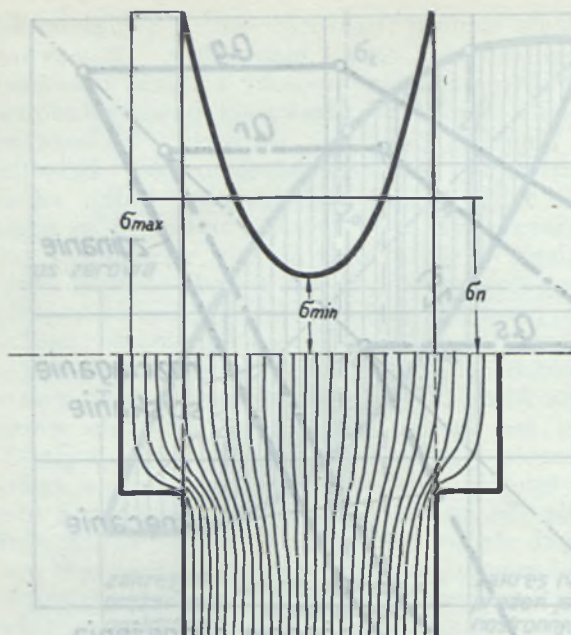
Ryc. 7.

Schemat całkowitego, rzeczywistego przebiegu wytrzymałości na zmęczenie (zginanie, rozciąganie, ściskanie i skręcanie).

Próby technologiczne z punktu widzenia konstruktora nie określają danych do obliczeń, dają natomiast wskazówki co do jakości i jednolitości materiału. Próby technologiczne są sprawdzianem ciągliwości metalu, przy czym w wielu wypadkach sposób przeprowadzenia próby jest zbliżony do warunków przeróbki metalu. W tym wypadku próba daje bardzo cenną wskazówkę i pewność co do zachowania się materiału.

1. d. Dla metali pracujących w wysokich temperaturach stosowanie kryteriów na podstawie badań w temperaturach normalnych okazuje się niepewne i niedostateczne. Już od początku stosowanych badań metali przeprowadzano próby w podwyższonych temperaturach, określając wielkości R_r , Q_r , A_{10} , C jak w próbie rozciągania w temperaturze pokojowej. Jednak próby te obecnie, dla oceny materiałów konstrukcyjnych na

ogół zaniechano, ze względu na małe ich znaczenie. Przy stosowaniu wyższych temperatur granica płynności oraz wytrzymałość na rozciąganie tracą swój istotny sens. Wykryto bowiem zjawisko, że całkowite wydłużenie, jakie uzyskuje materiał do czasu zerwania, jest tym mniejsze, im dłuższy jest czas od początku obciążenia do zerwania próbki. Jeżeli np. materiał przy normalnym zerwaniu 10–60 min, przy określonej temperaturze daje wydłużenie 50%, to przy obciążeniu, przy którym zerwanie nastąpi dopiero po 100 godz. całkowite wydłużenie będzie wynosić 5–10%, a po 1000 godz. nawet 1–2%. Trzeba więc przyjąć, że części maszyn mogą ulec zniszczeniu po kilkuletniej pracy, jeśli nawet wydłużenie będzie mniejsze od 1%. Jest zatem zrozumiałe, że określenie wytrzymałości na rozciąganie R_r i wydłużenie A_{10} w temp. wysokich jest bez znaczenia dla metali konstrukcyj-



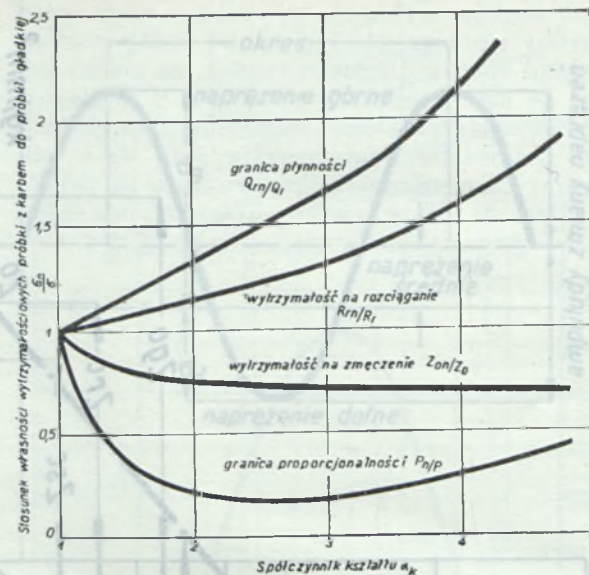
Ryc. 8.

Przebieg trajektorii naprężeń i układ naprężeń przy zmianie przekroju (σ_{max} — naprężenie maksymalne, σ_n — naprężenie nominalne, σ_{min} — naprężenie minimalne).

nych. Ponadto wielkości te wykazują bardzo dużą dyspersję wyników ze względu na warunki pomiarowe¹¹⁾.

Przy badaniu zachowania się metali w wysokiej temperaturze odkryto nowe zjawisko, które w polskiej literaturze określono nazwą „pełzanie”. Ustalono, że materiał w wysokiej temperaturze pod obciążeniem dużo mniejszym od stwierdzonego przy normalnym zerwaniu wywołuje powolne, trwałe płynięcie, które nie ustala się nawet po kilku tysiącach godzin. Wytrzymałość trwała (granica pełzania) będzie określać to graniczne naprężenie, przy którym płynięcie metalu w skończonym okresie czasu zostanie zahamowane. Po przekroczeniu tego naprężenia materiał ulegnie zniszczeniu.

Dla stali do temp. 300° zjawiska pełzania są tak małe, że są do pominięcia wobec odkształceń na granicy płynności. W tym wypadku podstawę do obliczeń konstruktora stanowi granica płynności $Q_{0,2}$ w danej temperaturze¹²⁾. Powyżej temp. 400° C dla stali węglowych i ok. 450° C dla specjalnych stali stopowych wytrzymałość trwała (T) ma wartość niższą niż granica płynności $Q_{0,2}$ w tej temperaturze. W tych wypadkach tracą granica płynności swoją wartość w sensie istotnym dla konstruktora, a uzyskuje tę wartość granica pełzania. Badania granicy pełzania, ze względu na istotę, są przewlekłe i wymagają bardzo precyzyjnych metod. Pomiaru takie rozciągają się na okres kilku lat. Jest przeto zrozumiałe, że badacze starali się znaleźć pewne uproszczone sposoby badań i na podstawie wyników otrzymanych w ciągu kilkudziesięciu godzin dążą do określenia przypuszczalnego zachowania się metali w okresie kilku lat pracy. Badania te polegały na oznaczaniu granicy szyb-



Ryc. 9.

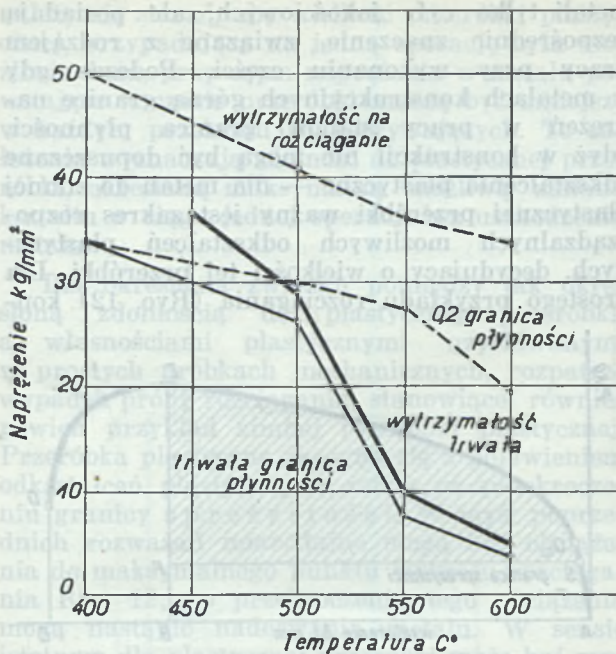
Stosunek własności wytrzymałościowych próbek z karbem o różnym kształcie (σ_n , R_n , Q_n , Z_n) i własności próbek gładkich w zależności od współczynnika kształtu α_K (wg Kuntze'go).

kości płynięcia w określonym czasie. W tym kierunku ustalili badacze wartości naprężeń dla określonych chyżości, stanowiące dla konstruktora właściwą podstawę dla obliczeń. W grę wchodzi np. naprężenia, przy których trwałe wydłużenia po jednym roku nie przekraczają wartości 0,05% dla ruchomych części maszyn lub 0,2% dla rur przegrzewacza¹³⁾.

Według przepisu Siebela i Ulricha¹⁴⁾ jako praktyczną trwałą granicę płynności obrano naprężenie, przy którym po osiągnięciu 0,2 trwałego odkształcenia szybkość pełzania jest mniejsza od $1 \times 10^{-4} \%$ /1 h. Wartość naprężenia wypada b. niska i w ważnych dla praktyki temperaturach mniejsza od rzeczywistej wytrzymałości trwałej.

Według przepisu DVM¹⁵⁾ jako praktyczną wytrzymałość trwałą określa się naprężenie, przy którym szybkość płynięcia pomiędzy 25—35 godziną pomiaru opadła do wartości $1 \times 10^{-3} \%$ /1 h. Dodatkowo żąda się, ażeby trwałe wydłużenie po 45 godz. nie przekraczało wartości 0,2%. Wartość tak zdefiniowana została określona na podstawie pomiarów porównawczych skróconych i długotrwałych prób i ma znaczenie tylko dla stali co najwyżej dla temp. 600° C. Zestawienie wartości wytrzymałości, granicy płynności, trwałej granicy płynności oraz wytrzymałości trwałej (skróconej) dla stali chromolibdenowej wysokiej jakości, podaje Ryc. 10.

Za szczęśliwy zbieg okoliczności można uważać fakt, że w przemyśle na ogół stale pracują do temp. 600° C, a zatem poniżej temperatur, w których dla normalnie stosowanych stali może nastąpić rekrytalizacja (stale do bud. kotłów przegrzewaczy, aparatur syntezy amoniaku, pa-



Ryc. 10.

Własności wytrzymałościowe stali chromo-molibdowej w temp. od 400—600° C. (wg Siebela).

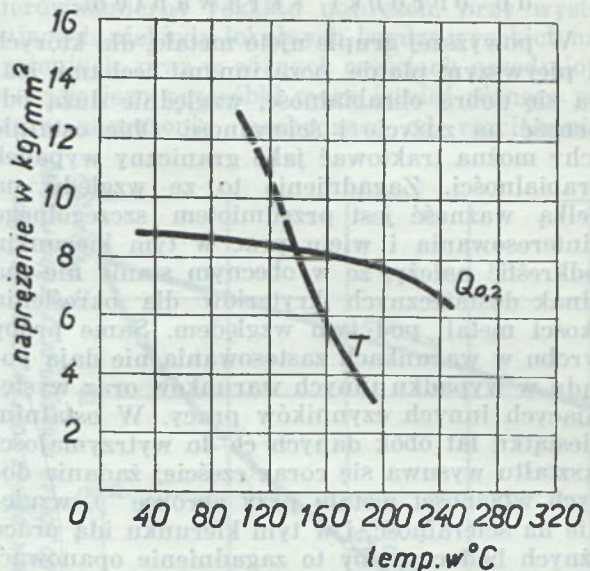
liw płynnych). Powyżej temp. 650° C według badań K. W. I. określenie wytrzymałości trwałej na podstawie skróconych prób nie jest uzasadnione, gdyż nie uzyskuje się powyżej tych temp. zahamowania płynięcia. W tych wypadkach konstruktor musi liczyć się z ograniczoną ilością godzin pracy elementu.

Dla metali poza stałą istnieje stosunkowo mała ilość pomiarów w wysokiej temperaturze. Dla niektórych stopów lekkich określono wartości granicy płynności 0,2% i wytrzymałość trwałą w podwyższonej temperaturze. Wykres Ryc. 11 podaje przebieg granicy płynności i wytrzymałości trwałej dla awionalu o temp. do 250° C.

Grupa II. Odlewy z żeliwa i innych metali.

Metale te zostały w tab. Nr II podzielone na dwie zasadnicze grupy: a) odpowiedzialne, t. j. podlegające w pracy obciążeniom stałym, czy zmiennym, b) mniej odpowiedzialne, t. j. przenoszące nieznaczne tylko obciążenia. Podział z tego punktu widzenia wyłania kierunek, w jakim powinny iść sposoby badań odlewów.

W tym wypadku, kiedy odlewy stosowane są jako części maszyn, czy budowli przenoszące obciążenia w pracy, można je zaliczyć do grupy I. W sposobach stosowanych tu badań jest ta różnica, że próba rozciągania nie posiada takiego powszechnego znaczenia, jak dla metali wykonanych na drodze plastycznej przeróbki, ponadto badanie metalu odbywa się zazwyczaj nie na próbce bezpośrednio pobranej z części, a na osobno lanej. Dla żeliwa stosuje się niekiedy próba ściskania, przeważnie jednak próba zginania¹⁶⁾. Zalety próby zginania wobec próby rozciągania



Ryc. 11.

Własności wytrzymałościowe (Q_{0,2} i T) awionalu w temp. podwyższonych (wg Zeerledera).

dla niektórych metali o małym stopniu plastyczności, jak żeliwo, niektóre gatunki brązów, tkwią w tym, że próba zginania pozwala na uzyskanie dwu wielkości, tj. wytrzymałości na zginanie i strzałki ugięcia, podczas, gdy przy próbie rozciągania nie uzyskujemy z pomiaru wielkości plastycznej (wydłużenie = 0). Pobieranie próbek na rozciąganie, czy zginanie bezpośrednio z odlewów, zwłaszcza przy skomplikowanych kształtach, ma rzadko miejsce niekiedy z powodu zbyt małych wymiarów, a przede wszystkim że próbki takie, zależnie od grubości ścianki i położenia wykazują różne wartości. To też w przepisach odbiorczych przypisuje się próbki przylane do badanej części, lub osobno lane. Wyniki otrzymane przy badaniu próbek osobno lanych dają pojęcie o jakości wytopu, nie określają jednak bezpośrednio wartości wytrzymałościowych w samym odlewie. Ocena jakości na tej drodze nie jest dostateczna, a związek z przydatnością metalu jeszcze bardziej niż dla innych grup utrudniony. Zaznacza się jednak tendencja badania metalu w samych odlewach, zwłaszcza dla wyższych gatunków żeliwa i innych stopów lanych, które uzyskały w nowoczesnej budowie maszyn znaczenie, jako materiał konstrukcyjny, przenoszący dobrze obciążenia zmienne.

Różnorodność celów, w jakich stosuje się żeliwo i inne stopy lane, gdzie obciążenia mechaniczne są nieznaczne, jest bardzo duża. W tych wypadkach, o ile przepisane są nawet własności wytrzymałościowe, to stanowią one niejako cechy rozpoznawcze dla klasyfikacji metalu. Okazuje się, że określenie składu chemicznego i twardości w tych wypadkach daje w przeważającej ilości wypadków dostateczne dane dla scharakteryzowania metalu.

III. Metale pracujące na zużycie i ścieralność lub przeznaczone do obróbki skrawaniem.

W powyższej grupie ujęto metale, dla których na pierwszym planie, poza innymi cechami, stawia się dobrą obrabialność, względnie dużą odporność na zużycie i ścieralność. Obie ostatnie cechy można traktować jako graniczny wypadek obrabialności. Zagadnienie to ze względu na wielką ważność jest przedmiotem szczególnego zainteresowania i wielu prac w tym kierunku. Podkreślić należy, że w obecnym stanie nie ma jednak dostatecznych kryteriów dla określenia jakości metali pod tym względem. Same próby wyrobu w warunkach zastosowania nie dają poglądu w wypadku innych warunków oraz występujących innych czynników pracy. W ostatnim dziesiątku lat obok danych co do wytrzymałości i kształtu wysuwa się coraz częściej żądanie dobrych własności metalu przy obróbce¹⁷⁾, względnie na ścieralność, i w tym kierunku idą prace różnych badaczy, aby to zagadnienie opanować. Rola własności mechanicznych jako czynników oceny metalu dla tych przypadków jest w pracach różnych autorów podkreślana¹⁸⁾.

Wytrzymałość na rozciąganie R_r , a szczególnie twardość Brinella H_n posiada w wielu przypadkach dostatecznie ustalone znaczenie porównawcze, dla określenia obrabialności¹⁹⁾. Także granica płynności, wydłużenie i przewężenie mają znaczenie cech jakościowych w określonych grupach metali. W szczególności ustalone wąskie granice twardości, według niektórych badaczy mają dawać pewność lepszej masowej obróbki na automatach, przy której wymagana jest duża jednorodność skrawanego metalu. Zagadnieniu sposobów określania jakości pod względem zużycia i obrabialności poświęcono na ostatnim kongresie M. Z. B. M. wiele uwagi²⁰⁾.

Grupa IV. Metale przeznaczone do zimnej plastycznej przeróbki.

Przez zimną plastyczną przeróbkę należy rozumieć przebieg mechaniczny, gdzie dla danego metalu uzyskuje się zmianę kształtu na drodze odkształceń plastycznych, przy czym jako efekt końcowy występuje umocnienie materiału. Na skutek zimnej plastycznej przeróbki następuje zmiana własności mechanicznych, t. j. wzrost wytrzymałości, oraz spadek własności plastycznych, w pierwszym rzędzie wydłużenia.

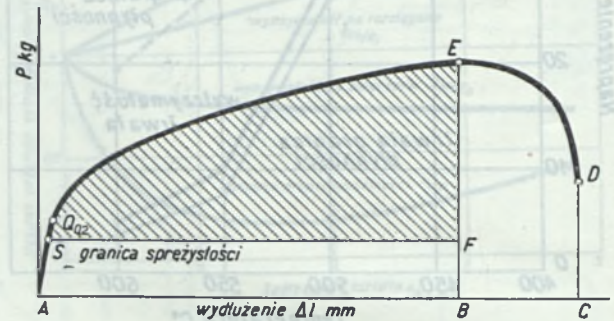
Zastosowanie zimnej plastycznej przeróbki do wyrobu półfabrykatów i gotowych części metalowych jest bardzo obszerne. Rozróżnia się następujące rodzaje przeróbki plastycznej na zimno:

a) Prasowanie i kucie, b) walcowanie, c) ciągnięcie (drutów, prętów, rur, głębokie ciągnięcie).

Powyższe rodzaje przeróbki plastycznej różnią się co do przebiegu obciążeń, w ciągu przeróbki, przy czym przebieg zmiany własności mechanicznych przy poszczególnych przebiegach jest różny.

Własności mechaniczne, a w szczególności własności plastyczne, nie określają dla tej grupy

metali tylko cyfr jakościowych, ale posiadają bezpośrednie znaczenie, związane z rodzajem pracy przy wykonaniu części. Podczas gdy w metalach konstrukcyjnych górną granicę naprężeń w pracy stanowi granica płynności, gdyż w konstrukcji nie mogą być dopuszczane odkształcenia plastyczne — dla metali do zimnej plastycznej przeróbki ważny jest zakres rozporządzalnych możliwych odkształceń plastycznych, decydujący o wielkości tej przeróbki. Dla prostego przykładu rozciągania (Ryc. 12) kon-

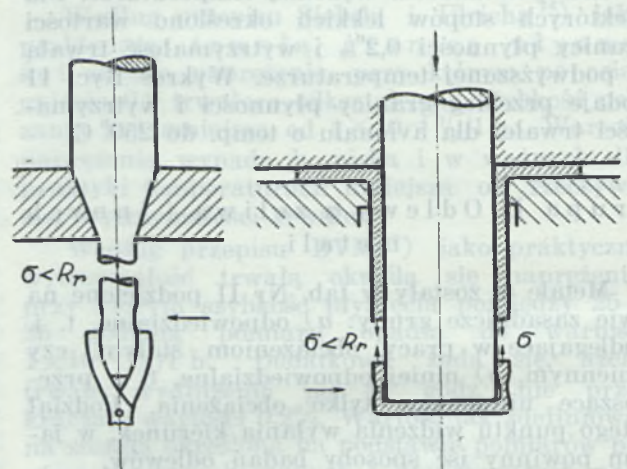


Ryc. 12.

Wykres rozciągania próbki metalu plastycznego (pole zakreślone przedstawia zdolność do przeróbki plastycznej).

struktora interesuje lewa część wykresu rozciągania do $p. Q_r$, zaś z punktu widzenia przeróbki plastycznej posiada znaczenie prawa część tego wykresu, od tegoż punktu, reprezentująca możliwości do odkształceń plastycznych.

Przykłady przeróbki plastycznej (przeciąganie prętów, głębokie ciągnięcie) podaje schematycznie Ryc. 13. Wielkość przeróbki określona



Ryc. 13.

Przykłady zimnej plastycznej przeróbki metali (przeciąganie i głębokie ciągnięcie).

jest zmianą wymiarów; przy walcowaniu zmianą długości i szerokości, przy ciągnięciu zmniejszeniem przekroju.

Wielkość przeróbki o określonym charakterze zależy od szeregu czynników związanych z rodzajem metalu, kształtem narzędzia itp. Z punktu widzenia ekonomicznego natomiast

należy się starać, aby wielkość przeróbki plastycznej, przypadająca na jedną operację była możliwie duża, przy czym naprężenia w metalu powstające w czasie przeróbki muszą być mniejsze w każdym przekroju od rozrywających. Te założenia wyznaczają zdolność do plastycznej przeróbki, określaną maksymalną możliwą zmianą kształtu w ciągu jednej operacji bez uszkodzenia metalu.

Dla określenia związku pomiędzy tak określoną zdolnością do plastycznej przeróbki, a własnościami plastycznymi uzyskiwanymi w prostych próbkach mechanicznych, rozpatrzmy wypadek próby rozciągania, stanowiącej również pewien przykład zimnej przeróbki plastycznej. Przeróbka plastyczna zaczyna się z pojawieniem odkształceń plastycznych, zatem po przekroczeniu granicy sprężystości. W myśl poprzednich rozważań miarodajne mogą być obciążenia do maksymalnego punktu wykresu rozciągania Ryc. 12; po przekroczeniu tego obciążenia mogą nastąpić naderwania metalu. W sensie istotnym dla plastycznej przeróbki może być rozpatrywana część wykresu od *S-E*. Zdolność do plastycznej przeróbki w tym wypadku będzie tym większa, im większe pole części wykresu rozciągania *SQEFES*, Ryc. 12. Jako stopień plastyczności, określający według rozważań autora zdolność do plastycznej przeróbki²¹⁾ można przyjąć wielkość:

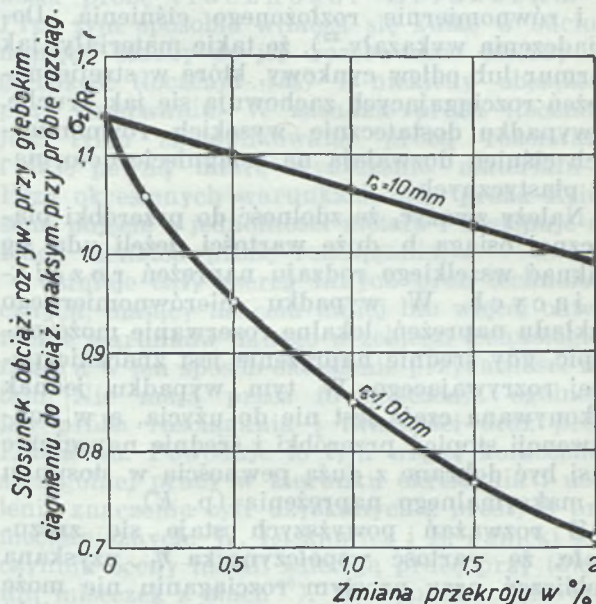
$$\eta = \frac{SQEFES}{AQEDCA}$$

Współczynnik ten wypada tym większy, im większy jest zakres równomiernych wydłużeń oraz im niższa wartość stosunku *S/R*, przy określonej wartości *R*. Dla przypadku, gdy wartość granicy sprężystości jest zbliżona do wytrzymałości, tj. η ok. 0 (np. żeliwo), metal nie wykazuje zdolności do plastycznej przeróbki. Również sprawdzianem jakości metalu pod względem zdolności do przeróbki plastycznej na zimno może być całkowite pole wykresu rozciągania, dla którego sposób wyznaczenia podali Broniewski i Trzebski⁷⁾.

Sposób określony przez autora stanowiłby rozwiązanie problemu zdolności metalu do odkształceń plastycznych pod założeniem, że przebieg próby rozciągania metalu plastycznego i przebieg rzeczywisty danej przeróbki nie różnią się.

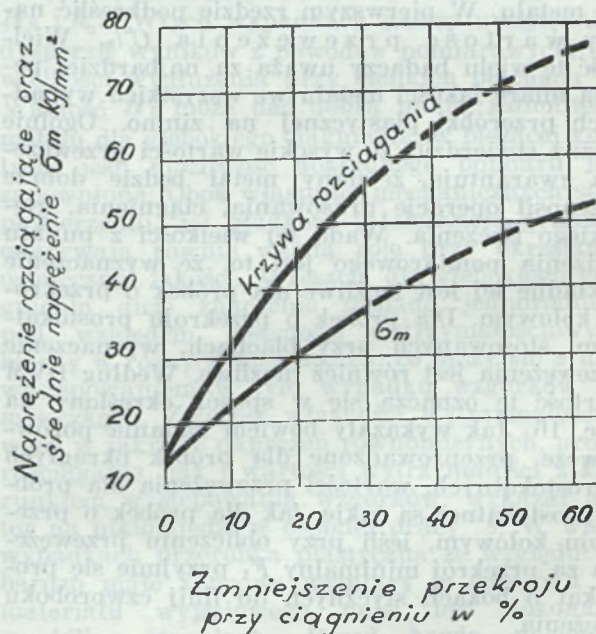
W istocie w praktyce otrzymuje się duże różnice. Przede wszystkim stan naprężenia przy przeróbce plastycznej jest różny od prostego stanu, jaki mamy w próbie rozciągania, nawet w wypadkach zbliżonych do tej próby, jakie stanowią przeciąganie prętów lub głębokie ciągnięcie. Ryc. 14 i 15 podają przebiegi obciążeń krzywej rozciągania oraz obciążeń w przebiegu rzeczywistym dla przeciągania i głębokiego ciągnięcia. W tym drugim wypadku zaznacza się wpływ różnych czynników w pierwszym rzędzie kształtu narzędzia, tak, że przebieg krzywej naprężeń podczas operacji ciągnięcia jest różny od przebiegu naprężeń przy rozciąganiu. Przy wy-

konywaniu skomplikowanych operacji głębokiego ciągnięcia, czy łoczenia, mamy zazwyczaj nierównomierny rozkład naprężeń, przy występujących niekiedy lokalnych bardzo wysokich naprężeniach, oraz w różnych częściach przedmiotu w czasie jego przeróbki mogą istnieć różnego rodzaju naprężenia, pochodzące od rozciągania,



Ryc. 14.

Wpływ zaokrąglenia stempla na siłę zrywającą przy ciągnięciu miseczek mosiężnych (wg Sellin'a).



Ryc. 15.

Krzywa rozciągania i średnich oporów przy ciągnięciu.

zginania, ściskania itp. Stan ten jest różny od prostego stanu w próbie rozciągania, gdzie mamy naprężenia wyłącznie rozciągające i równomiernie rozłożone. Żądanie niskiej wartości granicy sprężystości przy próbie rozciągania nie jest słuszne tam, gdzie w przeróbce występują na-

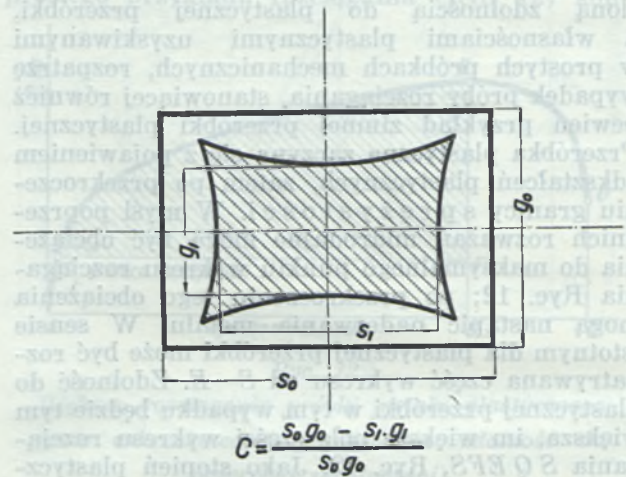
prężenia ściskające. W myśl znanego efektu Bauschingera metale posiadające wyższą granicę sprężystości spowodowaną przez zgniot wykazują niższą granicę sprężystości przy ściskaniu od wartości tej w stanie wyżarzenia. Zdolność do przeróbki plastycznej na zimno jest szczególnie wielka w wypadkach stosowanego równomiernego i równomiernie rozłożonego ciśnienia. Doświadczenia wykazały²³⁾, że takie materiały, jak marmur lub odlew cynkowy, które w strefie naprężeń rozciągających zachowują się jak kruche, w wypadku dostatecznie wysokich równomiernych ciśnień dozwalają na osiągnięcie deformacji plastycznych.

Należy zważyć, że zdolność do przeróbki plastycznej osiąga b. duże wartości, jeżeli uda się uniknąć wszelkiego rodzaju naprężeń rozciągających. W wypadku nierównomiernego rozkładu naprężeń, lokalne rozerwanie może nastąpić, gdy średnie naprężenie jest znacznie poniżej rozrywającego. W tym wypadku jednak wykonywana część jest nie do użycia, a w konsekwencji stopień przeróbki i średnie naprężenie musi być dobrane z dużą pewnością w stosunku do maksymalnego naprężenia ($p. E$).

Z rozważań powyższych staje się zrozumiałe, że wartość współczynnika η , uzyskana z obliczeń przy prostym rozciąganiu nie może stanowić we wszystkich wypadkach przeróbki plastycznej na zimno dostatecznego kryterium do oceny przydatności i ma znaczenie raczej teoretyczne. Własności plastyczne z próby rozciągania dają pierwszą orientację co do zachowania się metalu. W pierwszym rzędzie podkreślić należy wartość przewężenia $C\%$. Wielkość tę wielu badaczy uważa za najbardziej pewną miarę jakości metalu we wszystkich wypadkach przeróbki plastycznej na zimno. Ogólnie można stwierdzić, że wysokie wartości przewężenia gwarantują, że dany metal będzie dobrze przerosił operacje prasowania, ciągnięcia, głębokie tłoczenia. Wadą tej wielkości z punktu widzenia pomiarowego jest to, że wyznaczenie dokładne jej jest możliwe dla próbek o przekroju kołowym. Dla próbek o przekroju prostokątnym, stosowanych przy blachach, wyznaczenie przewężenia jest również możliwe. Według DVM wartość tę oznacza się w sposób określony na Ryc. 16. Jak wykazały bowiem badania porównawcze, przeprowadzone dla próbek okrągłych i prostokątnych, wartości przewężenia dla próbki prostokątnej są takie, jak dla próbek o przekroju kołowym, jeśli przy obliczeniu przewężenia za przekrój minimalny F_1 przyjmie się prostokąt o bokach stycznych do linii czworoboku wężenia.

Ten sposób pozwala na określenie tej tak cennej własności plastycznej dla szczególnie ważnej grupy, blach, stanowiących formę wyjściową dla przeróbki plastycznej. W przeważnej mierze dotychczas unika się wyznaczenia wartości przewężenia dla przekrojów niekołowych, a przepisy i wymagania techniczne zazwyczaj określają wielkość wydłużenia (A). Wartość ta jako miara plastyczności metalu musi być traktowana z dużą ostrożnością. Znaczenie jej dla określenia zdolności do przeróbki plastycznej jest dla

różnych jej rodzajów bardzo zawikłane, w szczególności dla metali posiadających pewien stopień utwardzenia. Jest wiadomym, że blacha słabo zwalцовana wykazuje większą zdolność do głębokiego ciągnięcia, aniżeli całkiem miękka, pomimo znaczniejszego spadku wydłużenia²³⁾. Wydłużenie daje raczej miarę umocnienia na zimno, aniżeli określa zdolność do plastycznych odkształceń. Z tego powodu porównywanie różnych metali na podstawie wydłużenia

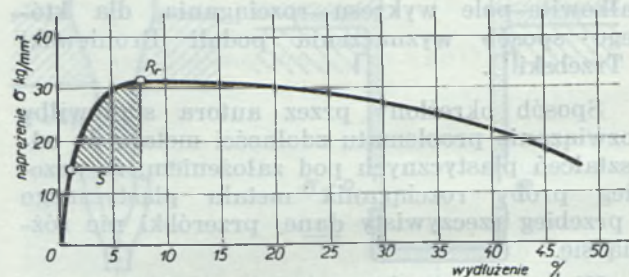


Ryc. 16.

Obliczenie przewężenia przy próbie rozciągania dla próbki o przekroju prostokątnym.

może dać błędne rezultaty. Zdolność do odkształceń plastycznych brązów cynowych, lub stali austenitycznych jest pomimo b. wysokich wydłużeń, o wiele niższa, jak dla aluminium, wykazującego małe wartości wydłużeń.

Ryc. 17 przedstawia wykres rozciągania dla cynku, który pomimo stosunkowo wysokiej wartości wydłużenia, wykazuje stosunkowo mniejszą zdolność do przeróbki plastycznej przez głębokie ciągnięcie. Zauważyć jednak należy, że w tym



Ryc. 17.

Wykres rozciągania dla cynku.

wypadku zakres rozporządzalnego dla przeróbki plastycznej pola wykresu jest mały (η małe) jakkolwiek pole całkowitego wykresu jest duże. Określenie miary plastyczności całym polem wykresu okazuje się w tym wypadku błędne.

Wydłużenie „A” wyznacza się jako całkowite wydłużenie po rozerwaniu próbki. Jest ono zależne od obranej długości pomiarowej. Z rozważań nad wykresem rozciągania (Ryc. 12) wynika, że raczej należy przez analogię do przebiegu

przeróbki traktować i jako cyfrę porównawczą stosować dopuszczalne (graniczne) wydłużenie równomierne, t. j. wydłużenie do punktu E , w którym zaczyna się przewężenie. Wyznaczenie wartości wydłużenia równomiernego z wykresu podczas próby jest utrudnione, natomiast otrzymać je łatwo z równania

$$A = a + b$$

a — wydłużenie równomierne
 b — wydłużenie przewężeniowe.

Mierząc wielkości A dla dwu długości pomiarowych, np. l_{10} i l_5 można rozwiązać to równanie podług wielkości a i b

$$a = 2 A_{10} - A_5$$

$$b = A_5 - A_{10}$$

Na podstawie dotychczasowych danych stwierdzić można, że zastosowanie tych wielkości dla określenia jakości metalu do przeróbki plastycznej może znaleźć zastosowanie przy poparciu dostatecznym, materiałem statystycznym.

Poza próbą rozciągania, która dla oceny przydatności metalu pozwala na wyznaczenie wielkości wytrzymałościowych dających wytyczne do określenia naprężeń przy przeróbce, jak i wielkości plastycznych (C , A , a , b) dających pojęcie o zachowaniu się metalu w przeróbce, stosuje się również dla oceny przydatności i inne próby. Szukanie za właściwą miarą plastyczności jest przedmiotem zainteresowań wielu autorów.

Duże znaczenie uzyskały próby technologiczne, jak dla drutów próba gięcia powtarzanego, próba skręcania²⁴⁾, dla blach próby gięcia, dla rur różne próby technologiczne.

Na szczególną uwagę zasługuje określenie prób mechanicznych dla oceny metali przeznaczonych do głębokiego ciągnięcia — z powodu skomplikowanego przebiegu samej przeróbki oraz zakresu jej stosowania. Na pierwszym planie i najczęściej stosowana dla określenia przydatności jest tu próba rozciągania. Pomimo to jednak nie ma w dotychczasowym stanie nauki pewnych kryteriów, co do ścisłego znaczenia poszczególnych wielkości, jakkolwiek istnieją liczne prace powiązania tych wielkości z praktycznym zastosowaniem przy uwzględnieniu warunków przebiegu technologicznego. Sachs określa nast. czynniki zmienne przy przeróbce plastycznej:

| | |
|------------------------------------|--|
| | materiał, |
| | postać, |
| narzędzia | stan powierzchni, |
| | środek smarujący, |
| metal do przeróbki | własności wyjściowe, zdolność umocnienia, |
| Stopień przeróbki i układ pracy | szybkość, temperatura itd. |

Jest zrozumiałe, że określenie zdolności do głębokiego ciągnięcia blach dla różnych celów napotyka na poważne trudności. W każdym razie określenie jakości metalu dla głębokiego ciągnięcia za pomocą tylko wartości R_r i A_{10} jest niedostateczne i ważność zagadnienia wymaga dalszych prac dla pogłębienia znaczenia warto-

ści przewężenia dla różnych gatunków metali, jak też wartości a , b i η .

Dla blach cienkich próba rozciągania niechętnie jest stosowana; nie ma możliwości wyznaczenia przewężenia, a określenie wydłużenia jest połączone z poważnym błędem. Dla blach poniżej 2 mm stosuje się zazwyczaj dla określenia jakości próbę tłoczności Erichsena. — Przy tym sposobie włącza się kulkę w odcinek napiętej blachy do jej rozerwania. Mierzy się głębokość tłoczenia (h_0) i niekiedy obciążenie przy rozerwaniu. W zasadzie próba tłoczności jest tylko skomplikowaną próbą rozerwania i daje pewną miarę wydłużenia materiału²⁵⁾. Przy określonych warunkach daje próba Erichsena pojęcie o jednolitości metalu i zastępuje dla blach cienkich próbę rozciągania.

Istnieje cały szereg innych prób technologicznych, mający na celu mniej lub więcej odtworzenie warunków danego przebiegu technologicznego, a w ten sposób określenie przydatności metalu. Nie mają przez to znaczenia ogólnego, jak próba rozciągania i twardości oraz próba Erichsena. Powoduje to tym więcej konieczność szczególnej pracy w kierunku określania i ustalenia znaczenia cyfr uzyskanych z prostych prób mechanicznych. W. Łoskiewicz i E. Janicki jako czynnik oceny metali zalecają pracę przy tłoczeniu miseczek z blach²⁶⁾. W wypadku masowego wyrobu jest pożądane, aby obok wysokiej zdolności do plastycznej przeróbki materiał odznaczał się dużą jednolitością. Określa się ją w sposób najprostszy, ustalając granice własności mechanicznych, najczęściej wartości R_r , A_{10} , C lub H_B i h_0 . W tych wypadkach należy uwzględnić dyspersję wyników z powodów pomiarowych, np. wielkości wydłużenia przy cienkich blachach²⁷⁾. Wartość H_B może dać dobrą miarę jednolitości metalu dla głębokiego ciągnięcia, w bieżącej kontroli, jeśli możliwość dokładnego pomiaru jest zapewniona. Obok własności mechanicznych stan powierzchni, jej gładkość i tolerancje grubości odgrywają równie ważną rolę przy określaniu ostatecznej jakości. Wreszcie dla głębokiego ciągnięcia duże znaczenie posiada jednorodność pod względem własności wytrzymałościowych blachy w różnych kierunkach, co łączy się z niewystępowaniem w tym wypadku wzniesień na miseczkach. Związek własności wytrzymałościowych w zakresie naprężeń równomiernych, próby rozciągania, jak i wartości wytrzymałości z kierunkiem występowania wzniesień, wykazał autor na niklomiedzi w osobnej pracy²⁸⁾. W wielu wypadkach przeróbka plastyczna ze względu na bardzo małe końcowe wymiary w stosunku do materiału wyjściowego musi być dokonana w kilku stopniach. Przed każdą następną fazą przeróbki musi być przeprowadzona obróbka termiczna, powodująca zmiękczenie połączone z odzyskaniem tych własności plastycznych, które w poprzedniej przeróbce metal stracił. Zasadniczo własności mechaniczne dają wskaźnik oceny dla pierwszej fazy przeróbki, która też stanowi o przydatności metalu. W dalszych fazach przeróbki wchodzi w grę czynniki wyrobu, w pierwszym rzędzie obróbka termiczna, tak że wpływ własności mechanicznych ma-

teriału wyjściowego schodzi na drugi plan. Obszerne prace Łoskiewicza²⁹⁾ stwierdzają nieznaczny wpływ własności mechanicznych wyjściowych na własności końcowe przy walcowaniu mosiądzu. Prace autora nad głębokim ciągnięciem mosiądzu nie wykazały wpływu własności mechanicznych blach wyjściowych na własności końcowego elementu to jest po kilku operacjach ciągowych i żarzeniach międzyoperacyjnych²¹⁾.

V. Stale i inne metale poddane szczególnie działaniu korozji chemicznej.

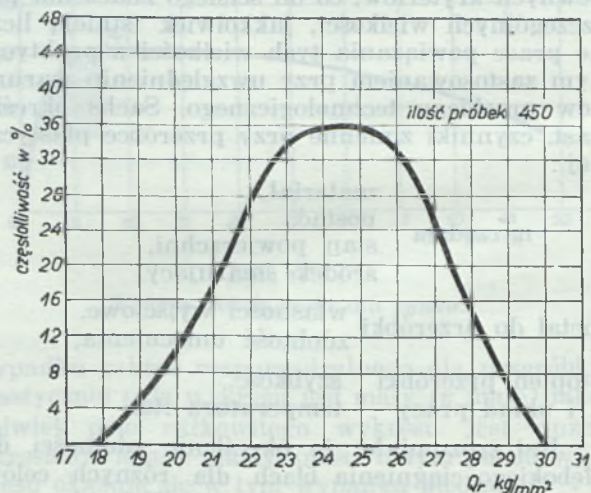
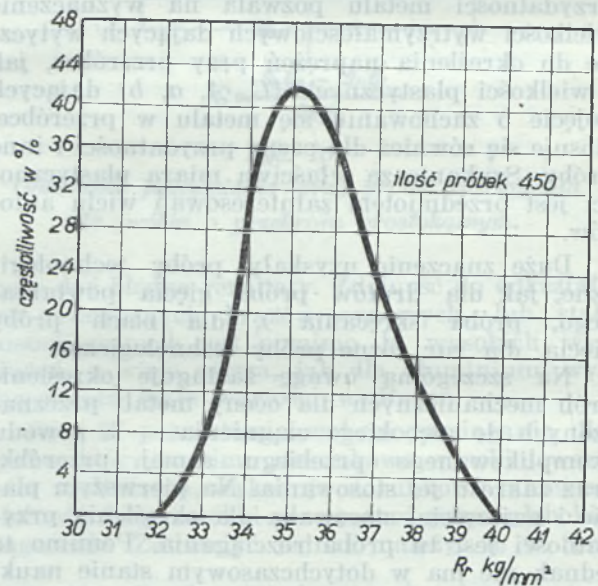
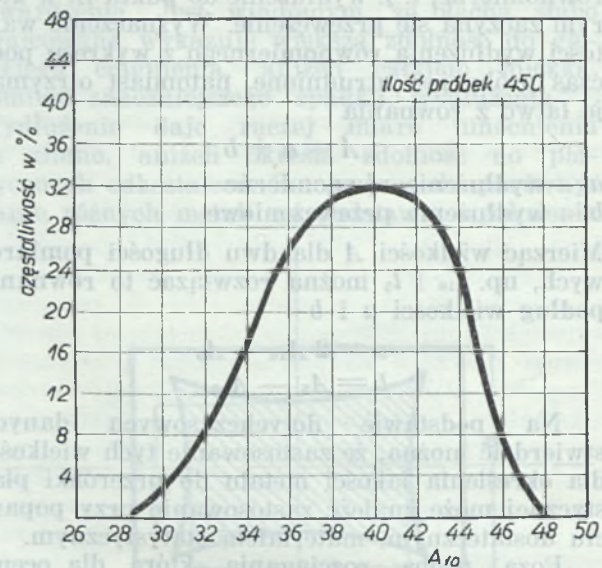
Określenie dla tej grupy jakości metali za pomocą własności mechanicznych nie posiada istotnego znaczenia. W wypadku, gdy metale są poddane działaniu obciążeń, stosuje się kryterium co do oceny jakości metalu jak w grupie I, przy uwzględnianiu wpływu czynników chemicznych, określonych osobno. Zaznaczyć należy, że zwłaszcza w wypadku obciążeń zmiennych zaznacza się bardzo poważny wpływ korozji na spadek wytrzymałości na zmęczenie³⁰⁾.

Zakończenie.

Ujęte w powyższym referacie grupy metali z punktu widzenia znaczenia własności mechanicznych, nie rozwiązują wszystkich możliwości w tej dziedzinie. Dają jednak pewne naświetlenie tego zagadnienia w obecnym stanie. We wszystkich omawianych przypadkach zastosowania metali znaczenie wielkości mechanicznych, uzyskanych np. w próbie rozciągania, jest na ogół pośrednie. Znaczy to, że ocena przydatności metalu może być oparta na tych wielkościach, gdy znane są inne czynniki, jak rodzaj pracy, obciążeń, kształt, sposób wykonania części, i gdy niezmiennione pozostają inne cechy jakościowe stosowanego metalu, jak ścisłość, stan powierzchni i własności struktury. Przykład stanowi omawiana grupa części maszyn pracujących na zmęczenie. Wytrzymałość na zmęczenie elementu zależy od rodzaju naprężeń zmiennych, wymaganego kształtu części, od warunków zewn. pracy i zależnie od tych czynników będzie wykazywać odchylenia od wytrzymałości na zmęczenie przy tym samym rodzaju naprężenia próbki idealnej. Wytrzymałość na zmęczenie próbki idealnej jest związana natomiast w prosty sposób z wytrzymałością na rozciąganie. W ten sposób uzyskujemy dla danego przypadku zastosowania, przy określeniu szeregu założeń pomost pomiędzy wynikiem prostej próby mechanicznej, a wynikiem zastosowania praktycznego.

Następny przykład rozpatrywany w niniejszej pracy może stanowić określenie zdolności do głębokiego ciągnięcia za pomocą wyników próby rozciągania. Pomimo pewnego podobieństwa przebiegu technologicznego w obu przypadkach zdolność do głębokiego ciągnięcia jest zależna od szeregu czynników związanych z kształtem i materiałem narzędzia, rozkładem naprężeń podczas tego procesu technologicznego, że wielkości stanowiące miarę plastyczności w tej próbie nie są w stanie ogólnie określić przy zmienianych warunkach przebiegu zdolności do plastycznej prze-

róbki, jakkolwiek stanowią w tym wypadku bliższe i bezpośrednie określenie jakości metalu.



Ryc. 18 a, b, c.

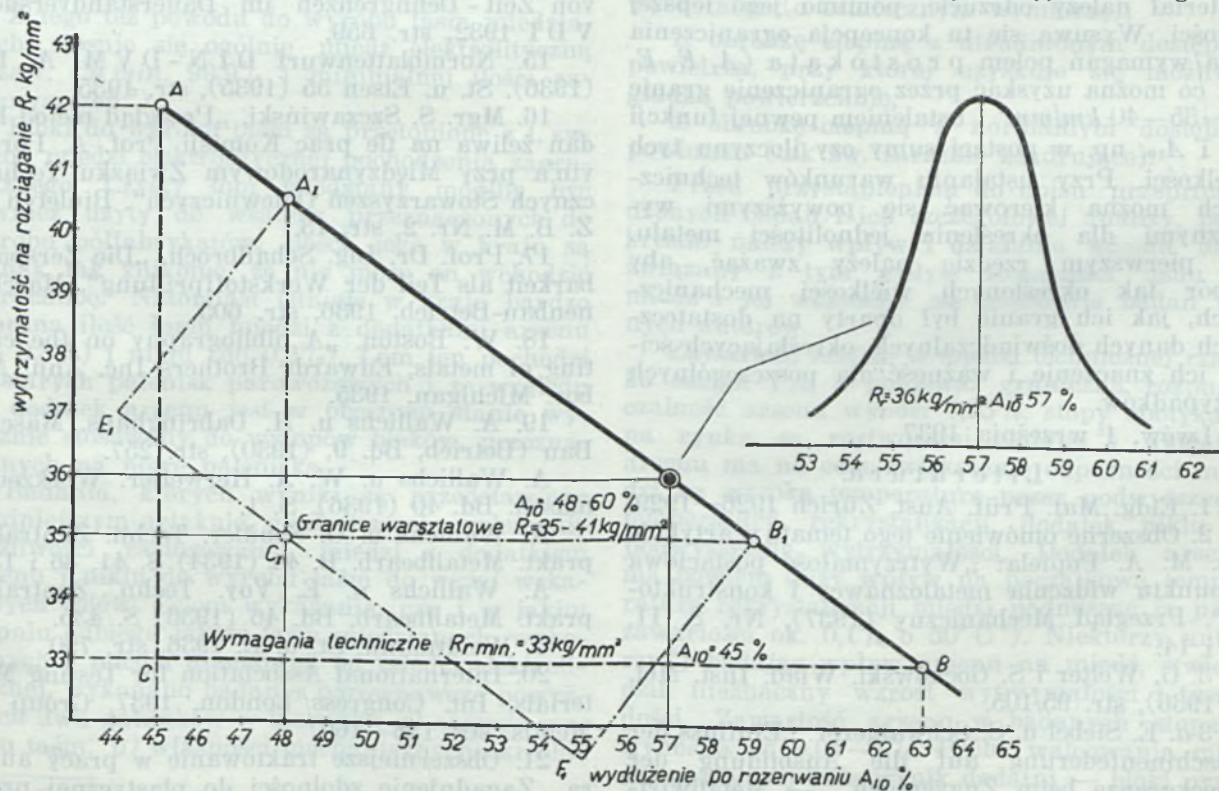
Wykresy częstotliwości Q_r , R_r i A_{10} dla blachy stalowej o grubości 1 mm o zaw. 0,1% C, przeznaczonej do głębokiego ciągnięcia (wg danych M. S. D.).

Na ogół zatem we wszystkich prawie przypadkach wielkości mechaniczne mają znaczenie cyfr jakościowych, porównawczych w razie, gdy wszystkie inne czynniki stanowiące o praktycznym zastosowaniu zostały dostatecznie określone. Przenoszenie tych wielkości w sposób bezpośredni może spowodować przewartościowanie absolutnej ich wartości i rozwój nowych metali skierować w niewłaściwym kierunku. Niezmiernie ważną sprawą stanowi dobór właściwych prób i wielkości z nich do określania jakości metali. Bez wątpienia określenie większej ilości własności metalu, czy części konstrukcyjnej pozwala na dalsze wnioski niż wyniki jednego pomiaru. Można nawet stwierdzić, że z rosnącą ilością przepisanych prób zbliżamy się asymptotycznie do określania całkowitej pewności w stosowaniu metalu. Jednocześnie jednak z rosnącą ilością przepisanych prób rosną trudności określenia czynników prób i granic współzależności, a także uniemożliwia się kierowanie koniecznym w danych razach wycuciem odbiorcy co do jakości metalu zależnie od jego przeznaczenia.

Jest znane, że pomimo stosowania metali w przypadkach zginania, skręcania itp. wystarczające dane co do ich jakości daje próba rozciągania. Jest również wiadomem, że w przeważającej ilości wypadków stosowanie metali, własności uzyskane przy tej próbie, następnie twardości H i próby technologiczne dostosowane do praktycznego zastosowania, wystarczają w zupełności jako podstawa przepisów odbiorczych. Pozostaje natomiast i dziś jeszcze jako ogromne pole do zadań określenie z niewielkiej ilości stosowanych prób i własności ich bezpośrednie,

czy pośrednie, ale stałe znaczenie dla poszczególnych przypadków zastosowania oraz dla poszczególnych metali ustalenie granic ich wartości. Granice te muszą być ustalone, aby uwzględniły możliwości wytwórni przy najniższym odpadzie metalu oraz dawały całkowitą gwarancję co do jakości warsztatowi przetwarzającemu.

W tym celu służą do określenia granic wykresy statystyczne, ustalone na podstawie wielkich cyfr. Posiadają one wówczas to znaczenie w wypadkach, jeśli ustalone są systematycznie w powiązaniu z warunkami wyrobu metali i oparte na dostatecznym materiale statystycznym oraz, jeśli dokładność wykonywanych prób jest dostateczna. Wykresy częstotliwości dla R_r , Q_r , A_{10} dla blach stalowej miękkiej o grubości ok. 1 mm podaje Ryc. 18. Widoczna jest znaczna dyspersja wyników Q_r i A_{10} w stosunku do R_r , co powinno znaleźć swój wyraz przy ustalaniu warunków technicznych. Istnieje kilka sposobów określania w przepisach odbiorczych granic żądanych własności. Np. określa się granice górną i dolną dla R_r i A_{10} względnie określa się minimalne wartości dla R_r i A_{10} . Ten drugi sposób jest stosowany bardzo powszechnie. Określenie takie ogranicza również dla danego gatunku metalu w dostateczny sposób górne wartości R_r i A_{10} , co wynika z przykładu przedstawionego na Ryc. 19. Jako przykład obrano blachę mosiężną walcowaną do głębokiego ciągnięcia o grubości ok. 3,5 mm, dla której przepisane są wartości $R_{rmin} = 33 \text{ kg/mm}^2$ $A_{10} 45\%$. Wyniki b. licznych pomiarów (ponad 3000) wykazały, że dla tego me-



Ryc. 19.

Trójkąt wymagań technicznych w zastosowaniu dla mosiądzu walcowanego o $R_r = 33 \text{ kg/mm}^2$ i $A_{10} = 45\%$.

talu wartość R_r była w granicach od $R_r = 33$ — 40 kg/mm^2 , A_{10} — 45 — 67% . Dla poszczególnych wartości R_r co 1 kg/mm^2 , określono wykresy częstotliwości dla wydłużenia i wykreślono zależność $R_r = f(A_{10})$, przyjmując jako wartości A_{10} średnie częstotliwości z poszczególnych wykresów częstotliwości. Związek między R_r a A_{10} przedstawia się w przybliżeniu jako linia prosta. Pole ABC zawiera wszystkie punkty R_r , A_{10} które odpowiadają przepisanyemu wymaganiu R_r 33 kg/mm^2 , A_{10} 45% . Z tego względu tak określony trójkąt ABC nazwał autor trójkątem wymagań technicznych. Im wyższe dla danego gatunku metalu ustali się minimalne wartości R_r i A_{10} , tym pole trójkąta wymagań zmniejszy się, a spełnienie tych wymagań przez daną wytwórnę stanie się trudniejsze. Zazwyczaj wymagania techniczne określone przez minimum wytrzymałości i wydłużenia są tak ustalone, że możliwości wytwórni obracają się w ściślejszych granicach (trójkąt możliwości). W materiałach przeznaczonych np. do głębokiego ciągnięcia przez wyrób masowy, wymagania przetwórcy z reguły idą w kierunku zacieśnienia pola trójkąta wymagań, jak w ogóle w tych wypadkach, gdzie wymagana jest jednolitość metalu. Zważyć należy, że jak wynika z Ryc. 19, określenie granic wartości dla R_r i A_{10} , a tym samym ograniczenie punktów spełniających wymagania techniczne, polem trójkąta nie stanowi najlepszego rozwiązania. Np. w wierzchołku trójkąta, t. j. w wypadku R_r 33 kg/mm^2 i A_{10} 45% materiał odpowiada przepisanyemu warunkom, podczas gdy $R_r = 40 \text{ kg/mm}^2$, $A_{10} = 44\%$ materiał należy odrzucić, pomimo jego lepszej jakości. Wysuwa się tu koncepcja ograniczenia pola wymagań polem prostokąta (A , E , F , B), co można uzyskać przez ograniczenie granic $R_r = 35$ — 40 kg/mm^2 i ustaleniem pewnej funkcji R_r i A_{10} , np. w postaci sumy czy iloczynu tych wielkości. Przy ustalaniu warunków technicznych można kierować się powyższymi wytycznymi dla określenia jednolitości metalu. W pierwszym rzędzie należy zważać, aby dobór tak określonych wielkości mechanicznych, jak ich granic był oparty na dostatecznych danych doświadczalnych, określających ściśle ich znaczenie i ważność dla poszczególnych przypadków.

Lwów, 1 września 1937.

Literatura.

1. Eidg. Mat. Prüf. Aust. Zürich 1926—1929.
2. Obszerne omówienie tego tematu w artykule inż. M. A. Popiela: „Wytrzymałość postaciowa z punktu widzenia metaloznawcy i konstruktora“, Przegląd Mechaniczny (1937), Nr. 8, 11, 13 i 14.
3. G. Welter i S. Gockowski. Wiad. Inst. Met. 3 (1936), str. 95/105.
- 3 a. E. Siebel u. S. Schwaigerer. „Einfluss der Maschinenfederung auf die Ausbildung der Streckgrenze beim Zugversuch“. — Metallwirtschaft 1937.
4. Internat. Kongress für die Materialprüfung, Amsterdam 1927.

5. E. Siebel u. F. Vieregge. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforschung, Düsseldorf, 16 (1934) str. 225/31.

6. Kuntze W. Neuzeitliche Festigkeitsfragen, Mitt. der dtsh. Materialprüfungsanstalten XXVI, str. 133—149.

6 a. Huber T. M. „W sprawie przejawów plastyczności metali przy próbie rozrywania“. Przegląd Techniczny 70. 1931, 70.

7. W. Broniewski i S. Trzebski. „O mechanicznych własnościach stopów miedzi z cynkiem“. W. Broniewski i W. Lewandowski. „Odtlenianie mosiądzów“. Prace Zakładu Metalurgicznego Pol. Warsz. Tom IV. 1934.

7 a. Prof. Dr Inż. A. Krupkowski i Inż. J. Jasiowicz. „Zagadnienie plastyczności metali w świetle próby skręcania i wyciągania. W-wa Nakładem Ak. Nauk Techn. 1934.

8. Inż. T. Włodek: „Badania nad doбором kształtu małych próbek na udarność“. Publikacje M. S. D. P. L. (1936).

9. O. Bauer. Flusstähle mit geringer Alterungseigenschaft Mitt. d. deutsch. Materialprüfungsanstalten, Bd. V.

10. O. Schwarz. VDI. 1929, str. 792.

11. Körber. Mitt. der Intern. Verbandes, Amsterdam 1927.

12. Dr Inż. St. Jamróz. „Zagadnienie dopuszczalnych naprężeń dla blach kotłowych z uwzględnieniem wpływu temperatury“, Lwów 1932.

13. E. Siebel. Bedeutung der Ergebnisse der Werkstoffprüfung für den Konstrukteur, St. u. E. 1937, str. 200.

14. E. Siebel u. M. Ulrich. „Die Bestimmung von Zeit-Dehngrenzen im Dauerstandversuch, VDI 1932, str. 659.

15. Normblattenwurf DIN-DVM. A. 117 (1936). St. u. Eisen 55 (1935), str. 1935.

16. Mgr. S. Szczawiński. „Przegląd metod badań żeliwa na tle prac Komisji Prof. A. Portevin'a przy Międzynarodowym Związku Technicznych Stowarzyszeń Odlewniczych“. Biuletyn P. Z. B. M. Nr. 2, str. 13.

17. Prof. Dr. Ing. Schallbroch. „Die Zerspanbarkeit als Teil der Werkstoffprüfung“, Maschinenbau-Betrieb, 1936, str. 605.

18. W. Boston. „A bibliography on the cutting of metals, Edwards Brothers Inc. Ann. Arbor. Michigan. 1935.

19. A. Wallichs u. H. Dabringhaus. Masch.-Bau (Betrieb, Bd. 9, (1930), str. 257.

A. Wallichs u. W. A. Herweijer. Werkzeugmasch. Bd. 40 (1936). S. 1.

A. Wallichs u. G. Schüler. Techn. Zentralbl. prakt. Metallbearb. B. 44 (1934) S. 41, 86 i 130.

A. Wallichs u. E. Voy. Techn. Zentralbl. prakt. Metallbearb. Bd. 46 (1936) S. 435.

O. Weidtmann. St. u. E. 1936, str. 790.

20. International Association for Testing Materials, Int. Congress London, 1937, Group A. Metals. str. 133—160.

21. Obszerniejsze traktowanie w pracy autora „Zagadnienie zdolności do plastycznej przeróbki mosiądzów“. (Referat wygłoszony na X. Zjeździe Inż. Mechników Polskich w Warszawie 25. VIII. 1936). Praca w druku.

22. Sachs G. Spanlose Formung, Berlin 1934, str. 16.

23. Sachs G. Mitt. d. Mat. Prüf. Austalten. Sonderheft 16. 1931, str. 11, 38.

Eisenklob. „Stahl u. Eisen“, 52, str. 357—364.

24. Inż. L. Socha. „Badania własności mechanicznych drutów lin stalowych“. Publikacje M. S. D. (1937).

25. Siebel u. Pomp. Mitt. Kas. Wilh. Inst. Eisenforsch. Düsseldorf Bd. 11 (1929) S. 139—153.

Dörge. E. f. Metallkunde Bd. 25 (1933) str. 165—168, 210—214.

26. Prof. W. Łoskiewicz. i E. Janicki. „Przyczynek do badań nad tłocznością blach z Cu Zn 33 (Ms. 67)“. Przegląd Mechaniczny 1936.

27. Inż. St. Hroboni. „Zależność własności mechanicznych taśm platerow. od własności płyt stalowych użytych do ich wyrobu“. Publikacje M. S. D. 1936 r.

Inż. St. Trzebski. Komunikat M. S. D. (1937) „Wydłużenie cienkich taśm mos.“.

28. Inż. M. Popiel. „Wzgorzki na miseczkach niklomiedzi i sposoby ich uniknięcia“. Publikacje M. S. D. (1936).

29. Prof. Dr Inż. W. Łoskiewicz. „Prace nad mosiądzami“. Cz. 2.

30. Prof. Dr. A. Thum i Dr. Ing. Ochs. Korosion u. Dauerfestigkeit. V. D. J. 1937.

Inż. STANISŁAW EPLER

Mechaniczna Stacja Doświadczalna P. L.

Badania porównawcze taśm z miedzi elektrolitycznej i arsenowej.

Taśmy miedziane, stosowane jako materiał wyjściowy do wyrobu elementów drogą głębokiego ciągnięcia, muszą spełnić wysokie wymagania, jakie stawia się ogólnie materiałom przeznaczonym do zimnej plastycznej przeróbki. Wymagania te dotyczą:

a) gładkiej i możliwie wolnej od wad powierzchni;

b) odpowiednich własności mechanicznych, wskazujących na przydatność do głębokiego ciągnięcia¹⁾.

Z tego też powodu do wyrobu taśm miedzianych stosuje się ogólnie miedź elektrolityczną o zaw. *Cu min.* 99,9% i minimalnej ilości zanieczyszczeń²⁾.

Bloki do wyrobu taśm są przetopione z t. zw. katod miedzi elektrolitycznej pochodzenia zagranicznego. Czysty łom miedziany mógłby być również użyty do wsadów przeznaczonych do wyrobu półfabrykatów, ilości jego w kraju są jednak tak znikome, że nie może on wchodzić w rachubę. Natomiast istnieje w kraju bardzo znaczna ilość łomu miedzi z dodatkami arsenu (do 0,3%) i niklu (do 0,2%). Łom ten pochodzi ze starych palenisk parowozowych i ze względu na dodatek arsenu jest w obecnym stanie wyłącznie stosowany do wytopów bloków, przeznaczonych na nowe paleniska.

Badania, których wyniki są przedstawione w niniejszym artykule, miały na celu wykazanie możliwości zastosowania miedzi z dodatkiem arsenu i niklu do wyrobu taśm do wyżej wskazanych celów. Celem wykazania, czy i w jakim stopniu odbiega jakość taśm miedzianych, wykonanych z miedzi arsenowej, od miedzi elektrolitycznej, wykonano badania porównawcze powyższych dwu gatunków w kierunku a) samego wyrobu taśm, b) własności mechanicznych określa-

jących przydatność do głębokiego ciągnięcia, c) ścisłości odlewu i stanu powierzchni, d) przez próbę praktycznego zastosowania, tj. wykonanie gotowych elementów z obu gatunków miedzi, a tym samym potwierdzenie przydatności miedzi arsenowej do głębokiego ciągnięcia.

Ze względu na bardzo duże znaczenie, jakie posiada stan powierzchni szczególnie dla taśm cienkich, przeznaczonych do omawianego celu, zastosowano dwa rodzaje obróbki cieplnej gotowych taśm (o ostatecznym wymiarze):

1. obróbkę cieplną z utrudnionym dostępem powietrza, przy której uzyskuje się możliwie gładką powierzchnię,

2. obróbkę cieplną z normalnym dostępem powietrza (tak zw. żarzenie zendrujące).

Przed przystąpieniem do opisu przeprowadzonych badań i ich szczegółowej analizy, podkreślić należy wpływ i działanie arsenu oraz związany z tym wpływ zawartości tlenu na miedź i jej własności na podstawie badań innych autorów.

Zawartość arsenu w miedzi technicznej rzadko osiąga 1%, a ponieważ graniczna rozpuszczalność arsenu wynosi 7,25%, stopy spotykane na rynku są roztworami stałymi³⁾. Dodatek arsenu ma na celu zwiększenie odporności miedzi na wysoką temperaturę przez podwyższenie temperatury rekrytalizacji, dodatek niklu — podwyższenie wytrzymałości. Dodatek arsenu ma bowiem duży wpływ na początkową temperaturę rekrytalizacji miedzi podnosząc ją przy zawartości ok. 0,1% o 50° C³⁾. Niektórzy autorzy⁴⁾ badając wpływ arsenu na miedź, stwierdzili nieznaczny wzrost wytrzymałości i twardości. Zawartość arsenu w badanych stopach wynosiła od 0,05—1%. Próba walcowania miedzi arsenowej dała wynik dodatni — bloki prze-

¹⁾ Inż. M. A. Popiel. „Znaczenie wyników mechanicznych prób laboratoryjnych, jako czynników oceny dla stosowania i zachowania się metali w praktyce“. Czasopismo Techniczne, 55 (1937), str. 317.

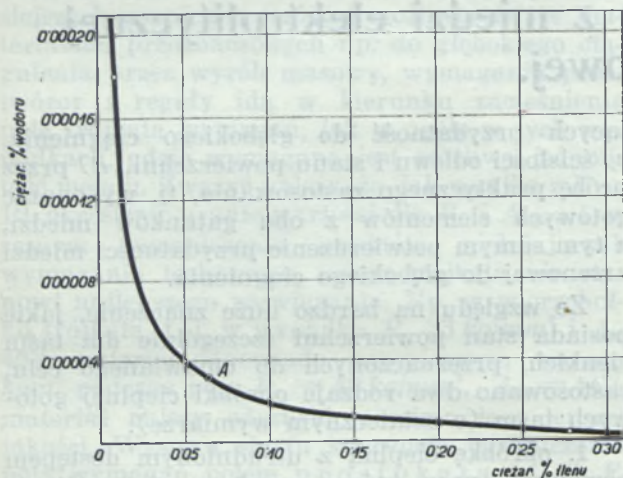
²⁾ PN/H—551.

³⁾ Smithells i Hessenbruch. „Beimengungen und Verunreinigungen in Metallen. Berlin, Springer (1931), str. 53, 71.

⁴⁾ Hansen i Marryat: J. Inst. Met. 37 (1927), str. 121.

walcowano z 25 mm na 0,1 mm bez pękania brzegów. Próby udarności i zmęczenia nie wykazały różnic między miedzią czystą i arsenową. Uzyskane wartości wskazywały na wysokie cechy plastyczne miedzi arsenowej. Arsen stosowany przy odlewach jako środek odtleniający daje przy zawartościach 0,5—1% drobne i równomierne ziarna. Nikiel stosowany celem podwyższenia wytrzymałości nie ma poza tym większego wpływu na własności miedzi.

Miedź techniczna zawiera szereg domieszek, z których najczęstszym i występującym w największej ilości jest tlen. Każdy gatunek miedzi, jeśli tylko był przetapiany w otwartym tyglu lub piecu rafinacyjnym, zawiera dość znaczne ilości tlenu⁶⁾. Proces rafinacji miedzi jest jednym z najtrudniejszych procesów hutniczych. Uchwycenie odpowiedniego momentu, w którym należy przerwać proces odtleniania jest bardzo trudne. Na Ryc. 1 przedstawiona jest izoterma



Ryc. 1.
Izoterma układu Cu—O₂—H₂ wg. Allena.

dla 1150° układu Cu—O₂—H₂ wg Allena⁶⁾. Proces odtleniania należy przerwać w p. „A”, gdyż znaczne zmniejszenie ilości tlenu powoduje duży wzrost zawartości wodoru, który podczas krzepnięcia wydziela się, dając porowaty odlew. Chcąc zatem uniknąć odlewów wadliwych przerywa się proces odtleniania, przy większej zawartości tlenu, uzyskując tym samym odlew zdrowy, lecz o nieco gorszych własnościach mechanicznych⁷⁾. Zawartość tlenu w odlewach waha się w granicach 0,04—0,1% O₂⁸⁾, zmniejszając zdolność miedzi do głębokiego tłoczenia. Hanson, Marryat i Ford⁹⁾ stwierdzili na całym szeregu próbek przewalcowanych i wyżarzonych o różnych zawartościach tlenu, że do 0,1% O₂, wytrzymałość wzrasta, wydłużenie i udarność znacznie maleją. Próba walcowania bloku o za-

wartości 0,282% O₂ dała wynik ujemny — przy 22% zgniotu blok popękał. Broniewski i Jaślan⁸⁾ stwierdzili również znaczne pogorszenie własności miedzi utlenionej, zwłaszcza wydłużenia i przewężenia.

Szkodliwe działanie tlenu, obniżające zdolność miedzi do głębokiego tłoczenia można częściowo usunąć przez dodatek arsenu. Przeprowadzone w tym kierunku badania Hansona i Marryata⁹⁾ wykazały, że miedź utleniona poprawia swe własności plastyczne uzyskując maksimum przy zawartości arsenu równej 10-cio-krotnej zawartości tlenu. Własności plastyczne są wtedy zbliżone do własności miedzi beztlenowej. Biorąc pod uwagę, że przeciętna zawartość tlenu wynosi ok. 0,06%, ilość arsenu powinna wynosić 0,6% As. Odpowiednie własności mechaniczne można uzyskać nawet przy zawartości 0,1% O₂, jeżeli zawartość arsenu wynosi 1—2%¹⁰⁾. W miedzi bezarsenowej tlen występuje w postaci tlenku miedziawego Cu₂O tworząc eutektykę otaczającą poszczególne ziarna. Przy nieznacznych zawartościach arsenu struktura pozostaje bez zmian, przy zwiększaniu struktura eutektyczna otaczająca poszczególne ziarna zanika, ustępując miejsca większym kulkom Cu₂O, aż wreszcie przy stosunku As : O₂ jak 10 : 1 w miejsce Cu₂O występuje nowy składnik o szarym zabarwieniu, będący prawdopodobnie produktem reakcji między arsenem i tlenkiem miedziawym¹⁰⁾.

Do badań użyto dwóch gatunków miedzi: 1) elektrolitycznej, przetopionej w bloki o grub. 115 mm i 2) walcówki arsenowej - paleniskowej o grub. 33 mm do wykonania taśm 0,75 mm i o grub. 29 mm do wykonania taśm 0,85 mm.

Walcówki arsenowe pochodziły z dwóch różnych wytopów. Analiza chemiczna przedstawiona jest w tabl. I. Z każdego gatunku materiału wykonano po dwie analizy, przy czym próbki pobrane były z różnych miejsc bloku, względnie walcówki. Tym też należy wyłumać różnice zawartości niektórych składników. Arsen oznaczono metodą wg Niezoldiego¹¹⁾.

Zawartości tlenu metodą chemiczną nie zbadano ze względu na brak odpowiedniej aparatury.

Miedź elektrolityczna użyta do wyrobu taśm, jest, jak widać z tabl. I, miedzią o dużej czystości i odpowiada gat. „Cu 1” wg normy PN/H-551. Całkowite zanieczyszczenia łącznie z tlenem nie przekraczają 0,04%. Najbardziej szkodliwe zanieczyszczenia z punktu widzenia przydatności do zimnej plastycznej przeróbki, jak bizmut i antymon nie przekraczają 0,001, względnie 0,004%. Smithells i Hessenbruch¹²⁾

⁶⁾ Werkstoff - Handbuch: Nichteisenmetalle D 3, D 9, Beuth-Verlag 1927.

⁷⁾ Smithells, Hessenbruch: „Beimengungen und Verunreinigungen in Metallen”. Berlin, Springer 1931, str. 142, 143.

⁸⁾ Siebe i Katterbach: Z. Metallkde 19 (1927), str. 177.

Schimmel: Metallographie der technischen Kupferlegierungen. Berlin, Springer 1930, str. 30.

⁹⁾ Broniewski i Jaślan: Prace Zakł. Metalurg. Pol. Warsz., tom. III, 1933 r.

⁹⁾ Hanson i Marryat: J. Inst. Met. 37 (1927), str. 121, oraz Z. Metallkde 29 (1937), str. 367.

¹⁰⁾ Smithells i Hessenbruch: „Beimengungen und Verunreinigungen in Metallen. Berlin, Springer, 1931, str. 167.

¹¹⁾ Niezoldi: Ausgewählte chemische Untersuchungsmethoden für Stahl und Eisen, str. 72.

¹²⁾ Smithells, Hessenbruch: Beimengungen und Verunreinigungen in Metallen. Berlin, Springer 1931, str. 142, 143.

Tabela I.

Skład chemiczny materiału wyjściowego.

| | Cu | Fe | Pb | Sn | Sb | Ni | Bi | As | Uwagi |
|------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------------------|-----------|
| Miedź | 99,97 99,98 99,94 | | | | | | | | |
| Elektrol. | 99,97 | 0,007 | 0,002 | <0,01 | 0,0035 | — | <0,001 | 0,0058 0,0028 | = 99,9983 |
| Miedź arsen. Walcówka | 99,46 99,43 99,39 | 0,008 | 0,005 | 0,007 | 0,008 | 0,234 | 0,002 | 0,250 | = 99,974 |
| Gr. 33 mm | 99,37 | 0,007 | 0,003 | 0,011 | 0,004 | 0,269 | 0,002 | 0,247 | = 99,933 |
| Miedź arsen. Walcówka | 99,40 99,37 99,34 | 0,005 | 0,006 | 0,008 | 0,006 | 0,290 | 0,002 | 0,258 0,255 | = 99,975 |
| Gr. 29 mm | 99,39 | 0,008 | 0,003 | 0,009 | 0,003 | 0,300 | 0,0015 | 0,249 | = 99,963 |

Tabela II.

Wyniki badań mechanicznych taśm miedzianych.

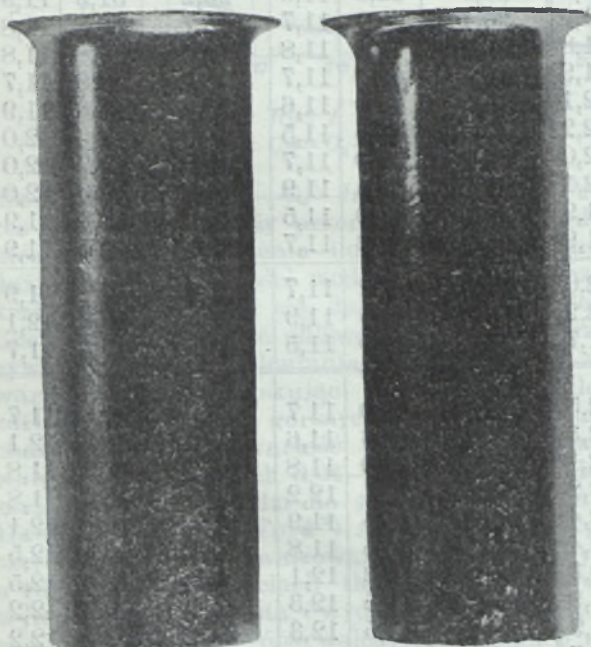
| Obróbka termiczna | p | Elektrolit | | | | | | Miedź arsenowo-niklowa | | | | | |
|--|----|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|
| | | grubość 0,75 | | | 0,85 | | | 0,75 | | | 0,85 | | |
| | | R, kg/mm ² | A ₁₀ % | h ₀ | R, kg/mm ² | A ₁₀ % | h ₀ | R, kg/mm ² | A ₁₀ % | h ₀ | R, kg/mm ² | A ₀ | h ₀ |
| Żarzenie z utrudnionym dostę- pem powietrza | 1 | 23,4 | 48,8 | 11,7 | 23,2 | 48,8 | 12,1 | 25,5 | 47,6 | 11,5 | 25,2 | 53,2 | 12,1 |
| | 2 | 23,6 | 52,5 | 11,7 | 23,6 | 52,0 | 11,9 | 25,2 | 43,0 | 11,7 | 25,1 | 52,0 | 12,0 |
| | 3 | 23,6 | 48,8 | 12,2 | 23,5 | 47,5 | 11,7 | 25,3 | 46,8 | 11,9 | 24,8 | 50,5 | 11,9 |
| | 4 | 23,6 | 56,3 | 11,6 | 23,2 | 52,0 | 11,9 | 25,8 | 50,0 | 11,5 | 24,8 | 50,5 | 11,9 |
| | 5 | 23,4 | 47,6 | 12,1 | 23,2 | 55,0 | 12,0 | 25,3 | 52,5 | 11,6 | 25,2 | 51,3 | 11,9 |
| | 6 | 23,4 | 48,8 | 12,0 | 23,5 | 50,0 | 11,9 | 25,4 | 45,0 | 11,7 | 25,7 | 53,8 | 11,8 |
| | 7 | 23,6 | 48,8 | 12,1 | 23,5 | 53,8 | 11,8 | 25,2 | 48,0 | 11,8 | 25,7 | 53,8 | 11,8 |
| | 8 | 23,9 | 50,0 | 11,6 | 23,5 | 48,0 | 11,9 | 25,1 | 48,0 | 11,7 | 24,6 | 48,8 | 11,7 |
| | 9 | 23,6 | 50,0 | 12,2 | 22,8 | 46,3 | 12,1 | 25,5 | 47,0 | 11,6 | 25,0 | 45,6 | 11,9 |
| | 10 | 23,8 | 51,3 | 12,1 | 23,1 | 54,5 | 12,2 | 25,5 | 45,5 | 11,5 | 24,9 | 47,6 | 12,0 |
| | 11 | 23,4 | 50,8 | 11,7 | 23,1 | 51,2 | 12,0 | 25,1 | 45,0 | 11,7 | 25,0 | 48,7 | 12,0 |
| | 12 | 23,7 | 45,0 | 12,9 | 23,2 | 46,3 | 12,1 | 25,0 | 47,5 | 11,9 | 24,9 | 45,0 | 12,0 |
| | 13 | 23,6 | 48,8 | 11,8 | 23,1 | 48,7 | 11,9 | 25,4 | 45,0 | 11,5 | 25,0 | 50,0 | 11,9 |
| | 14 | 23,6 | 48,8 | 11,7 | 23,0 | 48,7 | 11,9 | 25,2 | 48,8 | 11,7 | 25,0 | 49,5 | 11,9 |
| Średnio: | | 23,6 | 49,7 | 11,9 | 23,3 | 50,2 | 12,0 | 25,3 | 47,2 | 11,7 | 25,1 | 50,0 | 11,9 |
| Najwięcej: | | 23,9 | 56,3 | 12,2 | 23,6 | 55,0 | 12,2 | 25,8 | 52,5 | 11,9 | 25,7 | 53,8 | 12,1 |
| Najmniej: | | 23,4 | 45,0 | 11,6 | 22,8 | 46,3 | 11,7 | 25,0 | 43,0 | 11,5 | 24,6 | 45,6 | 11,7 |
| Żarzenie zendrujące | 1 | 24,1 | 48,0 | 11,9 | 23,1 | 50,0 | 12,5 | 25,3 | 48,0 | 11,7 | 25,1 | 49,3 | 11,7 |
| | 2 | 23,7 | 50,0 | 11,8 | 23,6 | 52,5 | 12,3 | 25,2 | 46,3 | 11,6 | 25,0 | 48,8 | 12,1 |
| | 3 | 23,6 | 48,0 | 11,8 | 23,5 | 53,3 | 12,1 | 25,1 | 45,0 | 11,8 | 24,8 | 48,8 | 11,8 |
| | 4 | 23,6 | 50,0 | 12,1 | 23,4 | 50,5 | 12,2 | 25,3 | 45,4 | 12,2 | 20,8 | 48,8 | 11,8 |
| | 5 | 24,1 | 48,0 | 12,1 | 23,2 | 46,3 | 12,4 | 25,3 | 44,5 | 11,9 | 25,1 | 48,8 | 12,1 |
| | 6 | 23,6 | 45,6 | 12,2 | 23,3 | 48,8 | 12,4 | 25,2 | 45,5 | 11,8 | 25,1 | 49,3 | 12,5 |
| | 7 | 23,8 | 45,0 | 12,0 | 23,5 | 49,5 | 12,3 | 25,8 | 46,3 | 12,1 | 25,3 | 48,8 | 12,5 |
| | 8 | 23,7 | 53,8 | 11,9 | 23,6 | 48,8 | 11,9 | 25,9 | 42,5 | 12,3 | 25,1 | 49,5 | 12,2 |
| | 9 | 23,8 | 47,6 | 11,8 | 23,4 | 52,5 | 11,9 | 24,8 | 45,5 | 12,3 | 24,8 | 52,0 | 12,2 |
| | 10 | 23,9 | 49,3 | 11,8 | 23,4 | 46,3 | 11,7 | 25,4 | 48,8 | 12,2 | 24,9 | 47,0 | 12,3 |
| | 11 | 24,1 | 49,5 | 12,0 | 23,3 | 51,3 | 12,0 | 25,4 | 53,8 | 12,3 | 25,0 | 50,0 | 11,9 |
| | 12 | 23,8 | 47,6 | 12,1 | 23,4 | 50,0 | 11,8 | 25,4 | 50,0 | 12,2 | 25,1 | 48,8 | 12,0 |
| | 13 | 23,0 | 51,3 | 11,9 | 23,3 | 52,5 | 12,0 | 25,0 | 50,0 | 12,1 | 24,8 | 55,0 | 11,9 |
| | 14 | 23,7 | 50,0 | 11,9 | 23,2 | 55,0 | 11,9 | 24,8 | 48,8 | 12,0 | 24,8 | 48,8 | 11,8 |
| Średnio: | | 23,7 | 48,7 | 11,95 | 23,4 | 50,5 | 12,1 | 25,3 | 47,2 | 12,0 | 25,0 | 49,5 | 12,1 |
| Najwięcej: | | 24,1 | 53,8 | 12,2 | 23,6 | 55,0 | 12,5 | 25,9 | 53,8 | 12,3 | 25,3 | 55,0 | 12,5 |
| Najmniej: | | 23,0 | 45,0 | 11,8 | 23,1 | 46,3 | 11,7 | 24,8 | 42,5 | 11,6 | 24,8 | 47,0 | 11,7 |

Tabela III.

Zestawienie wyników badań mechanicznych taśm miedzianych.

| Materiał | Żarzenie z utrudn. dostępem powietrza | | | Żarzenie zendrujące | | | Cyfry maksym. z wykresu częstotliwości | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------|-------|---------------------|----------|-------|--|----------|-------|
| | R_r | A_{10} | h_0 | R_r | A_{10} | h_0 | R_r | A_{10} | h_0 |
| Elektrolit 0,75 0,85 | 23,6 | 49,7 | 11,9 | 23,7 | 48,7 | 11,95 | 23,6 | 47,5 | 11,90 |
| | 23,3 | 50,2 | 12,0 | 23,4 | 50,5 | 12,1 | 23,6 | 49,5 | 11,90 |
| Miedź arsenowa 0,75 0,85 | 25,3 | 47,2 | 11,7 | 25,3 | 47,2 | 12,0 | — | — | — |
| | 25,1 | 50,0 | 11,9 | 25,0 | 49,5 | 12,1 | — | — | — |

podają granicę dopuszczalną zawartości Bi na 0,005%, a dla Sb poniżej 0,01%. Zanieczyszczenia miedzi paleniskowej również leżą poniżej granicy dopuszczalnej $Bi = 0,002\%$, $Sb =$ średnio 0,006 i 0,004%. Zawartość arsenu wynosi w obu walcówkach 0,25% i stanowi w przybliżeniu 5-krotną zawartość tlenu, wyznaczoną drogą mikroskopową na podstawie obserwacji większej ilości szlifów pobranych z bloków miedzi. Wprawdzie najlepsze własności plastyczne miedzi zawierającej tlen uzyskać można przy zawartości As równej 10-krotnej zawartości O_2 , jednakże i przy tej ilości uzyskano wyniki dobre prawdopodobnie wskutek małej zawartości innych składników szkodliwych.

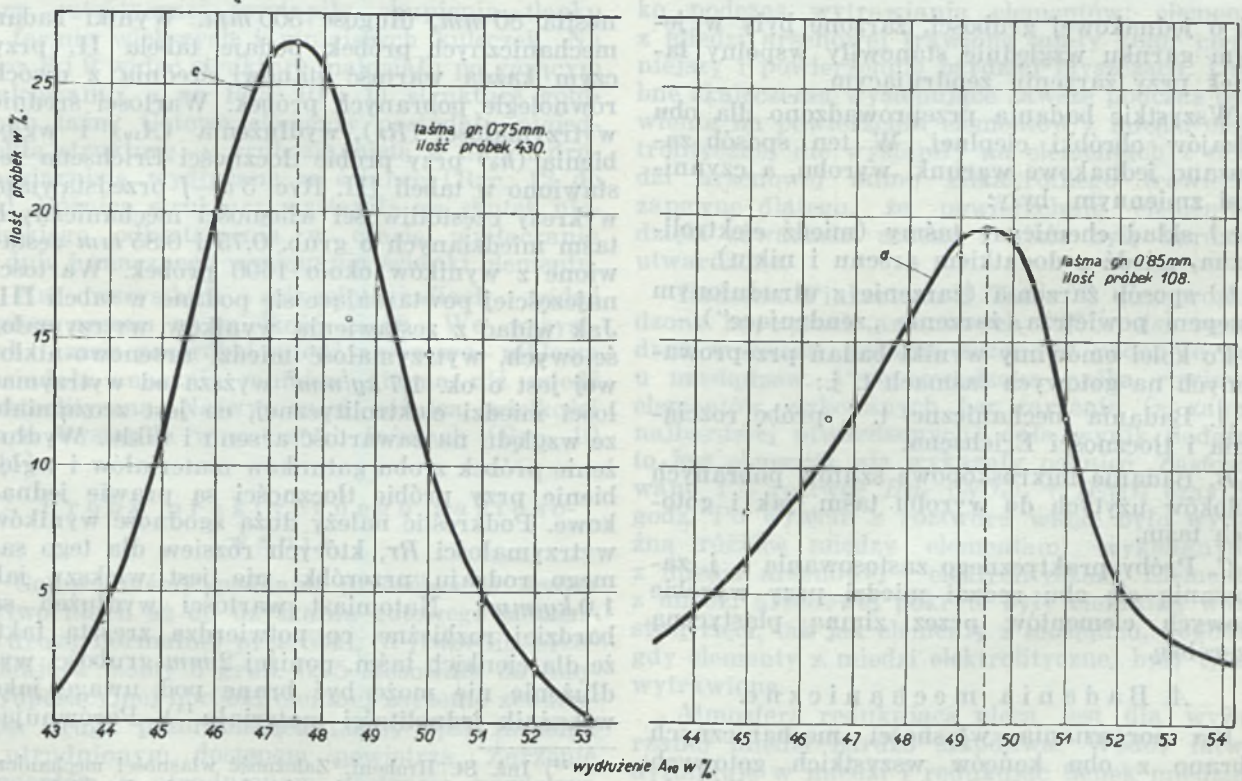
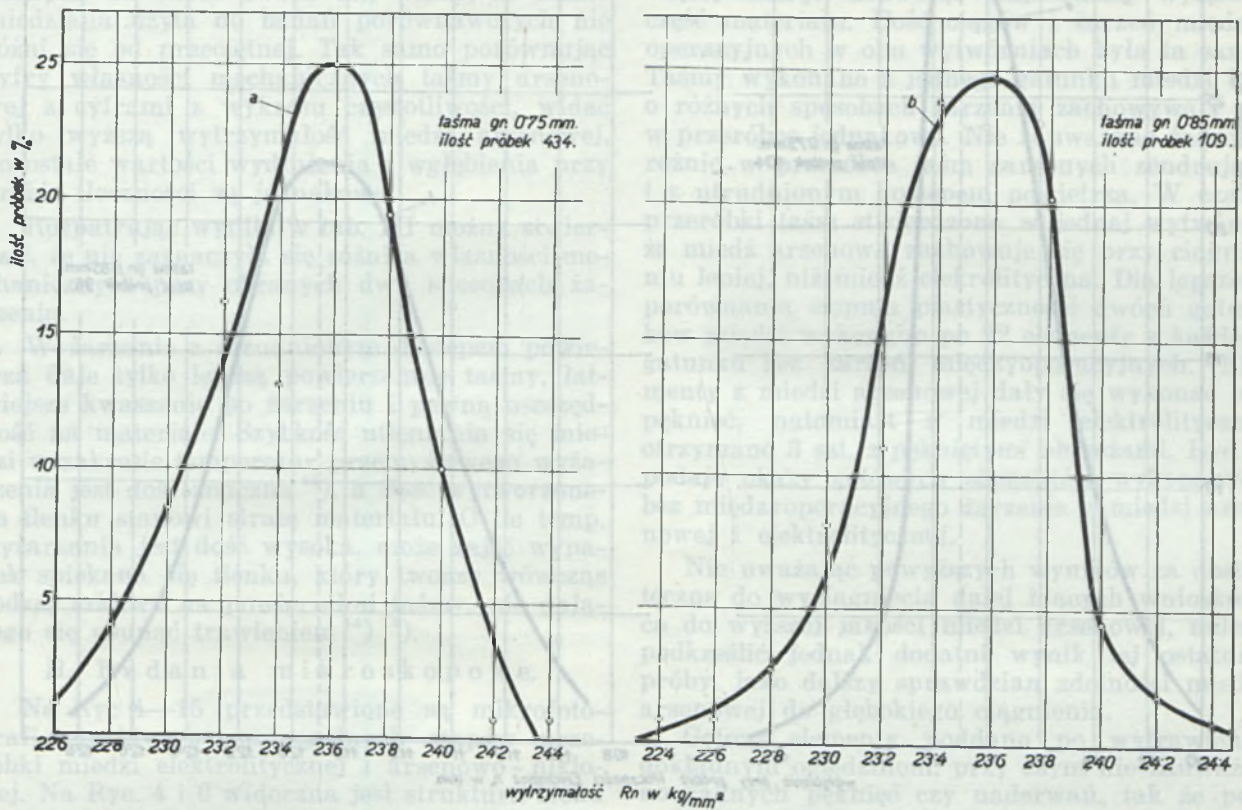


Ryc. 2. a. b.

Elementy z miedzi elektrolitycznej (a) i miedzi arsenowej (b) wykonane bez żarzeń międzyoperacyjnych.

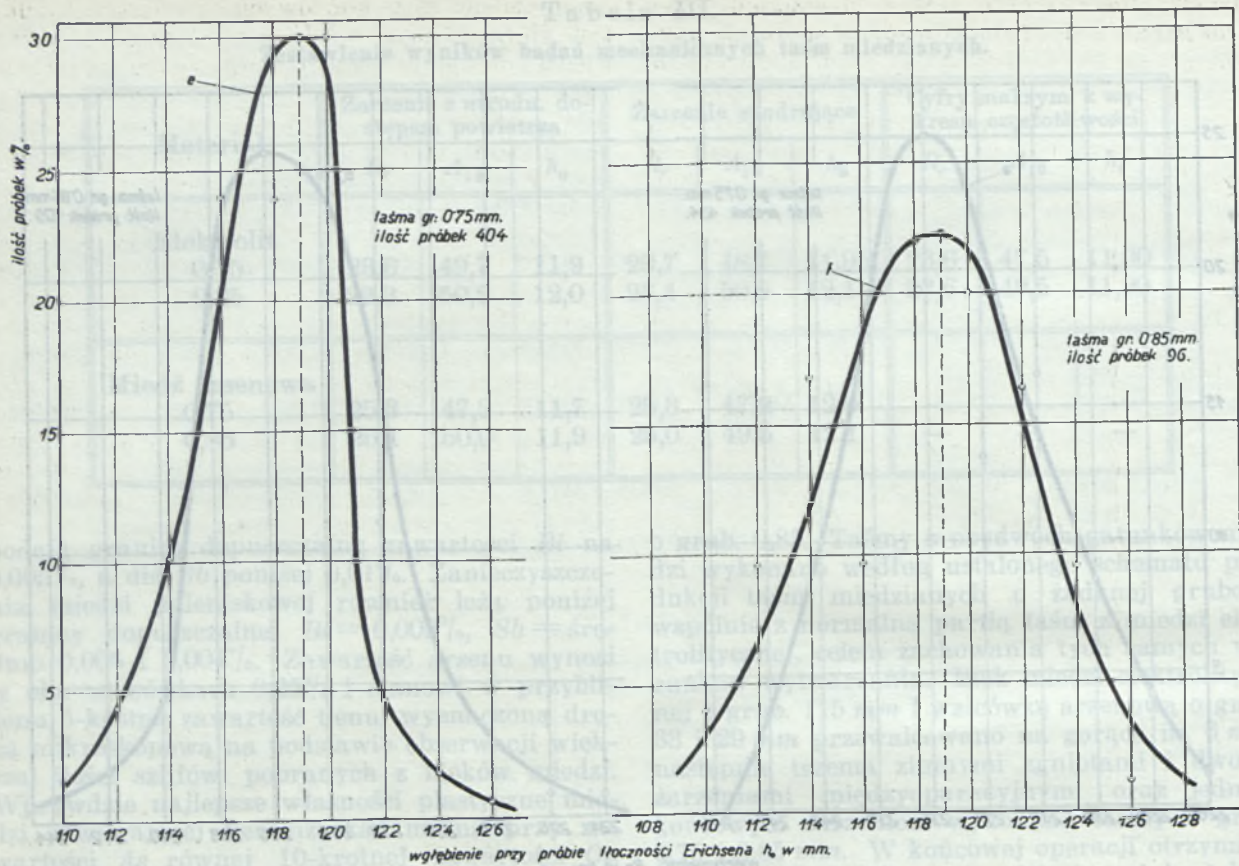
Taśmy wykonano w dwóch grubościach, a to celem przerobienia ich w dwóch wytwórniach, z których jedna te same elementy (Ryc. 2) wykonuje z taśmy o grub. 0,75, a druga z taśmy

o grub. 0,85. Taśmy z obydwóch gatunków miedzi wykonano według ustalonego schematu produkcji taśm miedzianych o żądanej grubości wspólnie z normalną partią taśm z miedzi elektrolitycznej, celem zachowania tych samych warunków wytwarzania. Blok miedzi elektrolitycznej o grub. 115 mm i walcówkę arsenową o grub. 33 i 29 mm przewalcowano na gorąco na 6 mm, następnie trzema zimnymi zgmiotami i dwoma żarzeniami międzyoperacyjnymi oraz jednym końcowym żarzeniem wykonano taśmy o grub. 0,75 i 0,85 mm. W końcowej operacji otrzymano po 7 taśm z każdego gatunku materiału i każdego wymiaru. Podczas całego procesu przeróbki walcowniczej nie ujawniła się jakakolwiek różnica pomiędzy czystą miedzią elektrolityczną a miedzią arsenową. Dla badanej miedzi o zawartości ok. 0,25% As podczas całego przerobu walcowniczego nie ujawniły się żadne trudności, co jest zresztą zgodne z powyżej przytoczonymi wynikami badań Hansona i Marryata. Materiał z każdego gatunku miedzi podzielono na dwie części: do jednej z nich zastosowano żarzenie w garnkach z utrudnionym dostępem powietrza, do drugiej żarzenie „zendrujące”. Żarzenie „zendrujące” polegało na wyżarzeniu materiału w zwykłym piecu muflowym, przy czym powierzchnia materiału pokrywała się warstwą tlenków, która częściowo odpryskiwała podczas stygnięcia, a częściowo musiała być usunięta przez trawienie. Żarzenie z utrudnionym dostępem powietrza polegało na wyżarzeniu taśm w garnkach uszczelnionych szamotą lub piaskiem i dobrze wyżarzonym węglem drzewnym, celem utrudnienia dopływu tlenu z powietrza do wnętrza garnka. Po wyżarzeniu otwierało się garnek po kilkunastu godzinach, aż temperatura materiału była kilka lub kilkanaście stopni wyższa od temperatury otoczenia. Powierzchnia taśmy pokrywała się lekkim nalotem tlenków, które łatwo można było usunąć trawieniem. Po wytrawieniu powierzchnie taśmy były gładkie i błyszczące. Temperatura końcowego żarzenia wynosiła 520° dla żarzenia „zendrującego” i 550° dla żarzenia z utrudnionym dostępem powietrza; czas żarzenia dla wszystkich gatunków jednaki. Taśmy z miedzi elektrolitycznej i arsenowej.



Ryc. 3 a-d.

Wykresy częstotliwości (a-d) własności mechanicznych taśm miedzianych o grubości 0,75 i 0,85 mm.



Ryc. 3 e, f.

Wykresy częstotliwości (e, f) własności mechanicznych taśm miedzianych o grubości 0,75 i 0,85 mm.

wej o jednakowej grubości, żarzone były w jednym garnku względnie stanowiły wspólny ładunek przy żarzeniu zendrującym.

Wszystkie badania przeprowadzono dla obu rodzajów obróbki cieplnej. W ten sposób zachowano jednakowe warunki wyrobu, a czynnikami zmiennymi były:

a) skład chemiczny taśmy (miedź elektrolityczna, miedź z dodatkiem arsenu i niklu),

b) sposób żarzenia (żarzenie z utrudnionym dostępem powietrza, żarzenie „zendrujące“).

Po kolei omówimy wyniki badań przeprowadzonych na gotowych taśmach t. j.:

A. Badania mechaniczne, t. j. próbę rozciągania i tłoczności Erichsena.

B. Badanie mikroskopowe szlifów pobranych z bloków użytych do wyrobu taśm, jak i gotowych taśm.

C. Próby praktycznego zastosowania t. j. zachowania się obu rodzaj miedzi przy wyrobie gotowych elementów przez zimną plastyczną przeróbkę.

A. Badania mechaniczne.

Dla porównania własności mechanicznych pobrano z obu końców wszystkich gotowych taśm próbki wytrzymałościowe oraz próbki do próby tłoczności Erichsena. Wymiary próbek do próby rozciągania wykonano ze szczególną starannością, według PNW. uzbr. mech. — 220/2. Szerokość próbki do próby tłoczności wy-

nosiła 80 mm, długość 300 mm. Wyniki badań mechanicznych próbek podaje tabela II, przy czym każda wartość stanowi średnią z dwóch równolegle pobranych próbek. Wartości średnie wytrzymałości (R_r), wydłużenia (A_{10}) i wgłębienia (h_0) przy próbie tłoczności Erichsena zestawiono w tabeli III. Ryc. 3 a—f przedstawiają wykresy częstotliwości własności mechanicznych taśm miedzianych o grub. 0,75 i 0,85 mm zestawione z wyników około 1600 próbek. Wartości najczęściej powtarzające się podano w tabeli III. Jak widać z zestawienia wyników wytrzymałościowych, wytrzymałość miedzi arsenowo-niklowej jest o ok. $1,7 \text{ kg/mm}^2$ wyższa od wytrzymałości miedzi elektrolitycznej, co jest zrozumiałe ze względu na zawartość arsenu i niklu. Wydłużenie próbek z obu gatunków materiałów i wgłębienie przy próbie tłoczności są prawie jednakowe. Podkreślić należy dużą zgodność wyników wytrzymałości R_r , których rozsiew dla tego samego rodzaju przeróbki nie jest większy jak $1,0 \text{ kg/mm}^2$. Natomiast wartości wydłużeń są bardziej rozbieżne, co potwierdza zresztą fakt, że dla cienkich taśm, poniżej 2 mm grubości wydłużenie nie może być brane pod uwagę jako wskaźnik jednolitości materiału¹³⁾. Porównując

¹³⁾ Inż. St. Hrobóni: Zależność własności mechanicznych taśm platerowanych od własności płyt stalowych wziętych do ich wyrobu. Publikacje M. S. D. 1936, cz. I.

Inż. M. Popiel: Badania nad własnościami mechanicznymi oraz zdolnością do zimnej przeróbki plastycznej stalowych taśm platerowanych. Publikacje M. S. D. 1937. (w druku).

własności mechaniczne taśmy miedzianej, użytej do badania porównawczego, ze średnimi uzyskanymi za okres dwóch lat, widać, że taśma miedziana użyta do badań porównawczych nie różni się od przeciętnej. Tak samo porównując cyfry własności mechanicznych taśmy arsenowej z cyframi z wykresu częstotliwości, widać tylko wyższą wytrzymałość miedzi arsenowej, pozostałe wartości wydłużenia i wgłębienia przy próbie tłoczności są jednakowe.

Rozpatrując wyniki w tab. III można stwierdzić, że nie zaznaczyła się różnica własności mechanicznych przy obranych dwu sposobach żarzenia.

Wyżarzanie z utrudnionym dostępem powietrza daje tylko lepszą powierzchnię taśmy, łatwiejsze kwaszenie po żarzeniu i pewną oszczędność na materiale. Szybkość utleniania się miedzi w zakresie temperatur przemysłowego wyżarzania jest dość znaczna¹⁴⁾, a ilość wytworzonego tlenku stanowi stratę materiału. O ile temp. wyżarzania jest dość wysoka, może zajść wypadek spiekana się tlenku, który tworzy wówczas rodzaj szkliwa na powierzchni taśmy, nie dającego się usunąć trawieniem¹⁴⁾ 15).

B. Badania mikroskopowe.

Na Ryc 4—15 przedstawione są mikrofotografie struktur z poszczególnych etapów przeróbki miedzi elektrolitycznej i arsenowo-niklowej. Na Ryc. 4 i 6 widoczna jest struktura bloku miedzi elektrolitycznej: duże ziarna otoczone eutektyką $Cu-Cu_2O$. Wpływ arsenu na rozmieszczenie tlenku widać na Ryc. 5 i 7 w miejsce struktury eutektycznej wystąpiły skupienia tlenku w formie większych i mniejszych kuleczek. Na Ryc. 8 i 9 widać strukturę materiału po gorącym walcowaniu, a na Ryc. 10 i 11 strukturę gotowych taśm. Gotowe elementy posiadały niejednorodną strukturę — gruboziarnistą w dnie i drobnoziarnistą wydłużoną w ścianie (Ryc. 12 do 15). Różnica struktury wystąpiła na skutek niewielkiego odkształcenia w czasie wytłaczania w dnie i znacznego wyciągania ścianki elementu.

Na wszystkich mikrofotografiach widać wpływ arsenu na wielkość ziarn. We wszystkich fazach przeróbki miedź arsenowo-niklowa posiadała znacznie mniejsze ziarna niż miedź elektrolityczna. Najwyraźniej różnica wielkości ziarn wystąpiła w gotowych taśmach (Ryc. 10 i 11).

C. Próby praktycznego zastosowania.

Gotowe taśmy poddano przeróbce w dwóch wytwórniach aż do uzyskania gotowego elementu drogą normalnej przeróbki. Wytwórnia przetwarzająca taśmy o grub. 0,75 stosowała do międzyoperacyjnej obróbki cieplnej żarzenie zendrujące, druga przetwarzająca taśmy 0,85 żarzenie z utrudnionym dostępem powietrza. Żarzenie elementów z utrudnionym dostępem powietrza

ma tę zaletę, że w końcowych operacjach tulejka jest dłuższa, gdyż miedź nie zendruje i można więcej obciąć usuwając najbardziej wyteżoną część materiału. Ilość ciągów i żarzeń międzyoperacyjnych w obu wytwórniach była ta sama. Taśmy wykonane z jednego gatunku miedzi lecz w różnych sposobach żarzenia zachowywały się w przeróbce jednakowo. Nie zauważono żadnych różnic w przeróbce taśm żarzonych zendrująco i z utrudnionym dostępem powietrza. W czasie przeróbki taśm stwierdzono w jednej wytwórni, że miedź arsenowa zachowuje się przy ciągnięciu lepiej, niż miedź elektrolityczna. Dla lepszego porównania stopnia plastyczności dwóch gatunków miedzi wykonano po 22 elementy z każdego gatunku bez żarzeń międzyoperacyjnych. Elementy z miedzi arsenowej dały się wykonać bez pęknięć, natomiast z miedzi elektrolitycznej otrzymano 3 szt. z pękniętymi obrzeżami. Ryc. 2 podaje okazy gotowych elementów wykonanych bez międzyoperacyjnego żarzenia z miedzi arsenowej i elektrolitycznej.

Nie uważając powyższych wyników za dostateczne do wyciągnięcia dalej idących wniosków, co do wyższej jakości miedzi arsenowej, należy podkreślić jednak dodatni wynik tej ostatniej próby, jako dalszy sprawdzian zdolności miedzi arsenowej do głębokiego ciągnięcia.

Gotowe elementy poddano po wytrawieniu dokładnym oględzinom, przy czym nie zauważono żadnych pęknięć czy naderwań, tak że pod względem jakości materiału elementy wykonane z miedzi arsenowej nie różniły się od elementów z miedzi elektrolitycznej. Różnica wystąpiła tylko podczas wytrawiania elementów; elementy z miedzi arsenowej trawione miały kolor ciemniejszy i powierzchnię bardziej błyszczącą. Drobne skałeczenia występujące zawsze podczas trawienia na powierzchni elementów z miedzi elektrolitycznej nie wystąpiły na elementach z miedzi arsenowej mimo kilkakrotnego trawienia zapewne dlatego, że powierzchnie elementów dzięki zawartości arsenu i niklu były bardziej utwardzone.

Badania Pinkertona i Tait'a¹⁶⁾ przeprowadzone na rurach arsenowych (0,5% As) twarde wykazały pęknięcia sezonowe podobnie jak u mosiądzów. Przeprowadzona próba rtęciowa elementów wykonanych bez żarzenia (a zatem najbardziej utwardzonych) dała wynik dodatni to jest elementy nie wykazały pęknięć. Zastosowano 1% roztwór $Hg_2(NO_3)_2 + HNO_3$ czas 36 godz. Po wyjęciu z roztworu widać było wyraźną różnicę między elementami wykonanymi z miedzi arsenowej i elektrolitycznej. Elementy z miedzi arsenowej pokryte były cieniutką warstwą rtęci, tak jak elementy z mosiądzu, podczas gdy elementy z miedzi elektrolitycznej były tylko wytrawione.

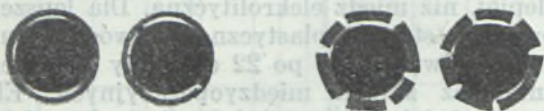
Atmosfera redukująca pieca jest dla wyżarzanej miedzi bardzo szkodliwa. Wodór łatwo dyfunduje w miedzi i redukując tlenek miedziowy tworzy parę wodną, która nie może uciec na zewnątrz, a posiadając w wysokiej temperaturze dużą prężność rozsada kryształ. Pęknięcia

¹⁴⁾ Krupkowski, Jaszczurowski: Przegl. Mech. 2 (1936), str. 783.

¹⁵⁾ Sachs G.: Praktische Metallkunde. Berlin, Springer 1934, t. II, str. 87.

¹⁶⁾ Pinkerton i Tait: Z. Metallkde 19 (1927), str. 255.

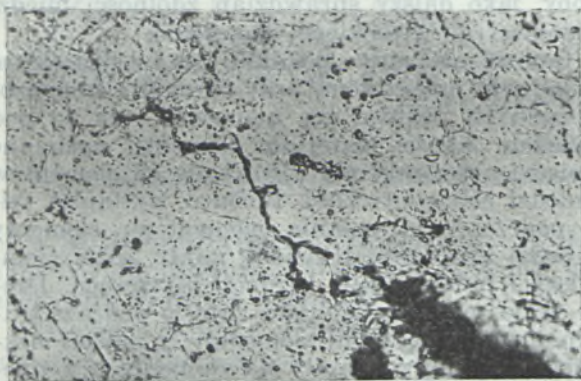
międzykrystaliczne są typowe dla choroby wodorowej. W jednej wytwórni, do wyżarzenia elementów z obu gatunków taśm równocześnie użyto garnków stalowych, cienkościennych, stosując żarzenie z utrudnionym dostępem powietrza. W czasie operacji kołnierzwania elementy pękały (Ryc. 16). Dla dokładnego zbadania tego zjawiska wyżarzone część elementów w temperaturze 650° . Powierzchnia elementów pokryła się pęcherzykami (Ryc. 18) a badania mikroskopowe wykazały pęknięcia międzykrystaliczne widoczne na Ryc. 17. Do wyżarzenia użyty był garnek



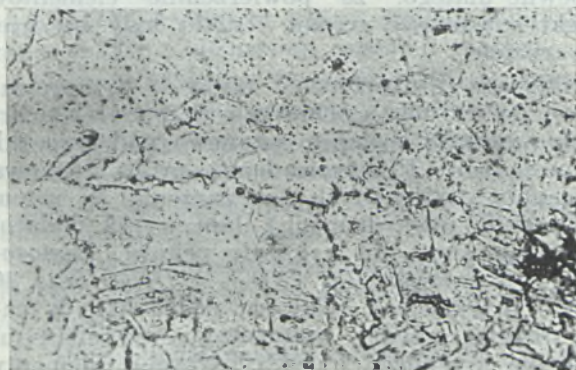
a. Ryc. 16. b.

Widok elementów wykonanych z miedzi elektrolitycznej i arsenowej: a - dobrych, b - z pękniętymi kołnierzami na skutek choroby wodorowej.

nowy i ślady oliwy na ścianach naczynia wystarczyły do wywołania choroby wodorowej. W naczyniu żarzone były elementy z miedzi arseno-



HNO₃ stęż. a. pow.=500



HNO₃ stęż. b. pow.=500

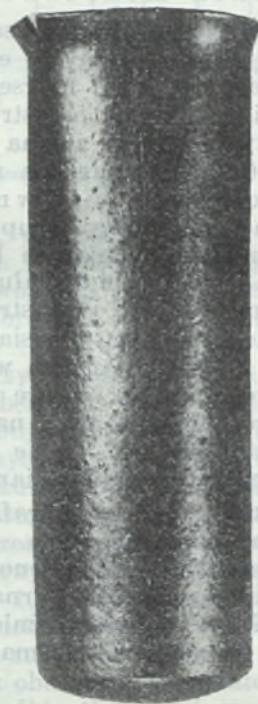
Ryc. 17 a i b.

Pęknięcia międzykrystaliczne na skutek choroby wodorowej.

wej i elektrolitycznej równocześnie i objawy choroby wodorowej wystąpiły w elementach z obu gatunków w jednakowym stopniu. Przy żarzeniu miedzi arsenowej należy zatem stosować te same środki ostrożności co przy miedzi czystej, z obawy przed chorobą wodorową.

Wnioski.

Autor przeprowadził badania porównawcze nad taśmami wykonanymi z dwóch gatunków miedzi, miedzi elektrolitycznej i miedzi z dodatkiem niklu i arsenu, dla wykazania możliwości stosowania miedzi paleniskowej do wyrobu taśm przeznaczonych do głębokiego ciągnięcia. Badania przeprowadzono na taśmach o grubości 0,75 mm i 0,85 mm. Taśmy powyższe zostały wykonane w identycznych warunkach przeróbki mechanicznej i cieplnej, przy uwzględnieniu dwóch sposobów żarzenia: z dostępem i bez dostępu powietrza. Badania wykazały, że miedź arsenowo-niklowa wykazuje wytrzymałość o ok. $1,7 \text{ kg/mm}^2$ wyższą niż miedź elektrolityczna, przy tych samych wartościach wydłużenia i tłoczności Erichsena (tab. III). Zaznaczyć należy, że dla cienkich taśm (jak badane) wskaźnikiem jednolitości materiału może być wytrzymałość na rozciąganie R_r oraz wartość wgłębienia przy próbie tłoczności Erichsena (h_0), natomiast wartość wydłużenia (A_{10}) nie może być brana w rachubę ze względu na znaczną rozbieżność tej wartości, przy zachowanych wszelkich innych warunkach wykonania materiału.



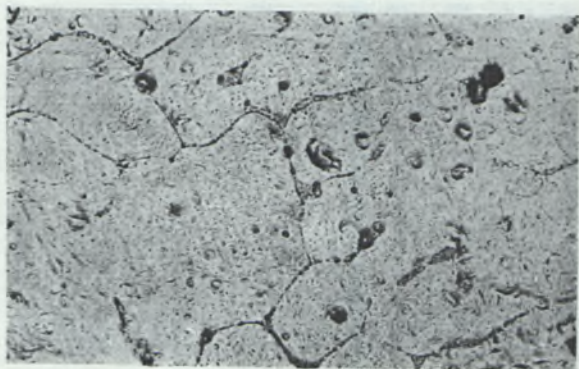
Ryc. 18.

Widok elementu pokrytego pęcherzykami. Pęknięcie obrzeża wystąpiło podczas kielichowania.

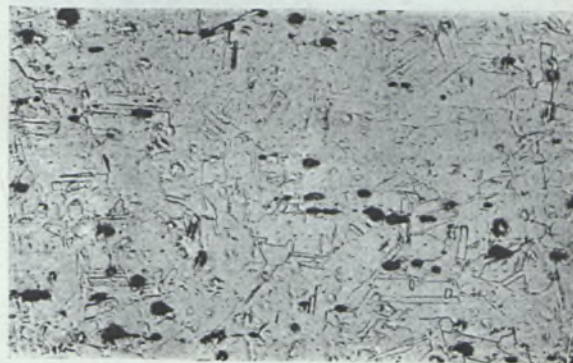
Sposoby żarzenia, zendrujący i z utrudnionym dostępem powietrza, nie wpływają na różnicę we własnościach mechanicznych, natomiast żarzenie z utrudnionym dostępem powietrza pozwala na uzyskanie lepszej powierzchni taśmy, a stała na uniknięcie trudności przy wykonywaniu elementów, dla których stan powierzchni odgrywa dużą rolę. Badania mikroskopowe szlifów pobranych z miedzi elektrolitycznej i arsenowej wykazały korzystniejsze rozmieszczenie tlenu mie-

TABLICA I.

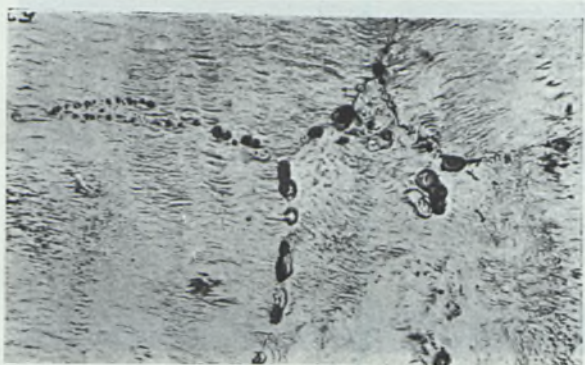
Zdjęcia mikroskopowe do art. Inż. S. Eplera, p. t. „Badania porównawcze taśmy miedzi elektrolitycznej i arsenowej“.



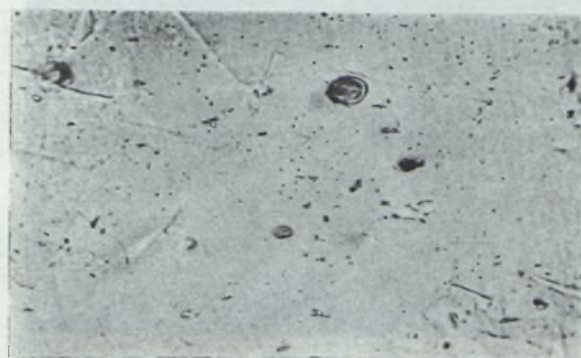
HNO_3 stęż. Ryc. 4. pow.=100
Struktura bloku miedzi elektrolitycznej.



HNO_3 stęż. Ryc. 5. pow.=100
Struktura walcówki arsenowej o grubości 29 mm.



HNO_3 stęż. Ryc. 6. pow.=500
Struktura bloku miedzi elektrolitycznej.



HNO_3 stęż. Ryc. 7. pow.=500
Struktura walcówki arsenowej o grubości 29 mm.



HNO_3 stęż. Ryc. 8. pow.=100
Struktura walcówki o grubości 6 mm.
Miedź elektrolityczna.



HNO_3 stęż. Ryc. 9. pow.=100
Struktura walcówki o grubości 6 mm.
Miedź arsenowa.

TABLICA II.

Zdjęcia mikroskopowe do art. Inż. S. Eplera, p. t. „Badania porównawcze taśm miedzi elektrolitycznej i arsenowej“.



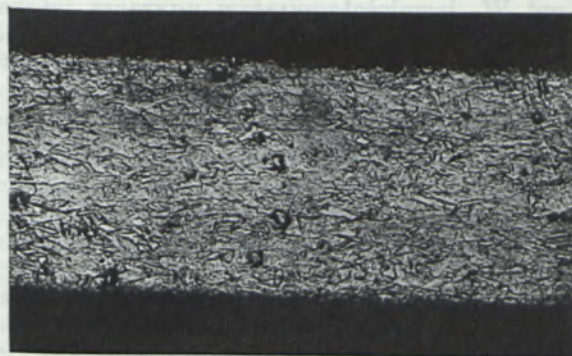
HNO_3 stęż. Ryc. 10. pow.=100
Struktura taśmy z miedzi elektrolitycznej.



HNO_3 stęż. Ryc. 11. pow.=100
Struktura taśmy z miedzi arsenowej.



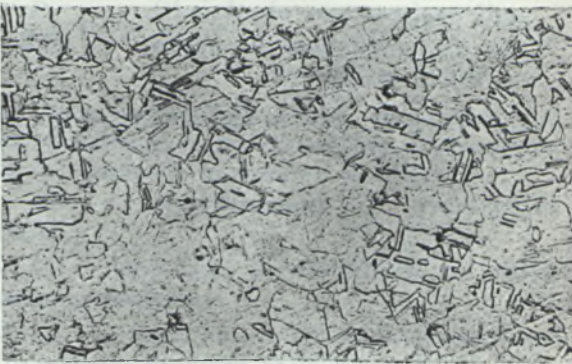
HNO_3 stęż. Ryc. 12. pow.=100
Struktura ścianki elementu wykonanego z miedzi elektrolitycznej.



HNO_3 stęż. Ryc. 13. pow.=100
Struktura ścianki elementu wykonanego z miedzi arsenowej.



HNO_3 stęż. Ryc. 14. pow.=100
Struktura dna elementu wykonanego z miedzi elektrolitycznej.



HNO_3 stęż. Ryc. 15. pow.=100
Struktura dna elementu wykonanego z miedzi arsenowej.

dziawego, oraz znacznie mniejsze ziarna w miedzi arsenowej niż w miedzi elektrolitycznej.

Próba praktycznego zastosowania, jak również próba wykonania elementów bez żarzenia potwierdziły w zupełności możliwość zastosowania miedzi arsenowej paleniskowej do wyrobu

elementów przez zimną plastyczną przeróbkę, co daje możliwość wykorzystania w razie potrzeby poważnych zapasów łomu znajdującego się w kraju.

Lwów, 1 czerwca 1937.

Inż. LESŁAW SOCHA

Mechaniczna Stacja Doświadczalna P. L.

Badania własności mechanicznych drutów lin stalowych.

Liny stalowe, złożone z drutów o wysokiej wytrzymałości, stanowią od kilkudziesięciu lat bardzo ważny element konstrukcyjny, używany tam, gdzie przy możliwie małym przekroju wymaga się wysokiej wytrzymałości i elastyczności połączenia. Znajdują one zastosowanie w obecnej technice w bardzo odpowiedzialnych wypadkach ze względu na wysokie i zmienne nieraz obciążenia jak i niekorzystne warunki pracy. Dlatego też wykonanie jak i dobór materiału muszą być szczególnie staranne i oparte na doświadczeniach i praktyce. Staje się to jasnym, jeśli się zważy, że ze względu na skomplikowany kształt liny, złożonej nieraz z kilkuset drutów, wpływa na ostateczną jej jakość i jednolitość wiele czynników, jak materiał, sposób wyrobu drutów i liny, jednolitość pod względem własności mechanicznych drutów itp.

Zagadnienie doboru jakości materiału oraz wpływ materiału i wyrobu tegoż na ostateczną jakość liny zostały już omówione w polskiej literaturze²⁾, a także literatura zagraniczna zawiera szereg prac ogólnych i szczegółowych z tego zakresu³⁾.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie metod badania, jakimi posługujemy się powszechnie przy ocenie jakości drutów lin stalowych, z uwzględnieniem ważniejszych czynników wpływających na dokładność wykonanych prób⁴⁾. W szczególności omówione zostaną badania własności mechanicznych drutów. W dalszych pracach przewidziane jest zebranie danych statystycznych własności mechanicznych drutów lin stalowych produkcji krajowej na podstawie wyników odbiorczych, przy uwzględnieniu najczęściej stosowanych średnic drutów i kategorii wytrzymałości na rozciąganie.

Do całokształtu badań gotowej liny należy:

- bad. składu chem. drutów,
- bad. metalograficzne, makroskopowe i mikroskopowe drutów,
- bad. własności mechanicznych drutów,

²⁾ Inż. Józef Machalski: Z prac nad normalizacją drutów na linki lotnicze. Publikacje M. S. D. 1935 r.

Inż. Władysław Kołodziej: Konstrukcja i trwałość lin w kopalnictwie naftowym. Publikacje M. S. D. 1935 r.

Inż. Jan Miś: O konstrukcji i badaniu lin kolejki linowej Kuźnice—Kasprowy Wierch. Publikacje M. S. D. 1936 r. Cz. I.

³⁾ Spis literatury na końcu niniejszego artykułu.

⁴⁾ Praca z inicjatywy Sekcji Badań Metali Polskiego Związku Badania Materiałów.

d) bad. wytrzymałości na rozciąganie całej liny,

e) bad. konstrukcji i wykonania liny,

f) bad. materiałów pomocniczych użytych do wyrobu liny (włókna, smar, ocynkowanie itp.).

Powyższe badania w całości przeprowadza się w wyjątkowych wypadkach, w razie potrzeby dokonania szczegółowej ekspertyzy liny. W praktyce z wystarczającą dokładnością charakteryzują linę badania c), d) i e), które dzięki swej prostocie stały się podstawą wszelkich przepisów odbiorczych dla lin stalowych.

Badanie wytrzymałości na rozciąganie całej liny polega na oznaczeniu maksymalnego obciążenia rozrywającego linę P_M ⁵⁾ przy użyciu odpowiedniej maszyny wytrzymałościowej. W ten sposób uzyskuje się przy pomocy jednej wartości określoną maksymalną siłę rozrywającą linę wprost w *kg*; wielkość ta może być w licznych wypadkach podstawą do dalszych obliczeń.

Sprawdzenie siły rozrywającej całą linę nie jest zawsze możliwe do przeprowadzenia, gdyż dla lin o dużej średnicy potrzebne są maszyny wytrzymałościowe o dużym zakresie obciążeń, które nie wszystkie laboratoria posiadają; poza tym zamocowanie liny na maszynie wytrzymałościowej następuje w tych wypadkach duże trudności. Dla niektórych lin o małej średnicy, przeznaczonych dla celów bardzo odpowiedzialnych (linki lotnicze), stosuje się badanie własności mechanicznych zarówno poszczególnych drutów jak też próbę zerwania całej linki.

Wskaźnikiem dobroci wykonania i jednolitości linki jest w tym wypadku współczynnik:

$$\eta\% = \frac{P_M}{\sum P_m} 100 = \frac{\text{Obciążenie rozrywające linę}}{\text{Suma sił rozrywających poszczególne druty}} \%$$

Dla sprawdzenia jednolitości poszczególnych drutów wchodzących w skład liny, przeprowadza się ich badanie określając wartości:

I. R_r — wytrzymałość na rozciąganie w *kg/mm²*,

II. i_z — ilość zgięć powtarzanych na wałku o określonej średnicy.

III. i_s — ilość skręceń jednokierunkowych przy określonej długości skręcane drutu i odpowiednim obciążeniu.

⁵⁾ Przyjęto oznaczenia: — P_M maksymalne obciążenie rozrywające całą linę, — P_m maksymalne obciążenie rozrywające poszczególne druty liny.

To też normy i przepisy techniczne różnych krajów przewidują dla określenia jakości liny zależnie od jej przeznaczenia:

1. badanie wytrzymałości całej liny albo
2. badanie poszczególnych drutów pod względem wytrzymałości (R_r), ilości zgięć (i_z) oraz ilości skręceń (i_s).

W tym ostatnim wypadku bada się wszystkie druty lub też tylko określony ich procent. Niejednokrotnie warunki techniczne przepisują oba sposoby. W tabeli Nr. I zestawiono kilka przykładów przepisów prób mechanicznych dla lin stalowych.

Z tabeli Nr I wynika zatem, że kontrola jakości liny w przeważającej mierze sprowadza się do prób mechanicznych poszczególnych drutów tj. do określenia wartości ${}_n R_r^u$, ${}_n i_z^u$ oraz ${}_n i_s^u$.

Poszczególne przepisy określające jakość lin zależnie od warunków pracy i odpowiedzialno-

ści podają dla własności mechanicznych drutów pewne granice minimalne, względnie ujmują górną i dolną granicę tych wartości. Zaznaczyć należy, że przytoczone niżej własne badania nie wyczerpują całości zagadnienia, które wymaga dalszego wszechstronnego opracowania, dają jednak orientację dla prac w tym kierunku.

Badania mechaniczne drutów lin stalowych.

I. Badanie wytrzymałości na rozciąganie R_r .

Wyznacza się ją dla wszystkich drutów liny względnie określonej ich części (10% drutów liny lub wszystkich drutów jednej splotki itp.). Wytrzymałość poszczególnych drutów dla jednej liny powinna się mieścić w pewnych wąskich granicach, celem uzyskania przez to najlepszych warunków pracy wszystkich drutów liny. Druty stalowe wysokiej wytrzymałości wykonywane są zależnie od potrzeby najczęściej w zakresie od 120 do 240 kg/mm². Dla jednej liny zacieśnia się

Tabela I.

Przeгляд niektórych przepisów prób mechanicznych dla lin stalowych.

| Przepisy | R_r kg/mm ² | i_z | i_s | P_M | $\eta = \frac{P_M}{\sum P_m} 100\%$ |
|--|---|-------|-------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Normy M. S. D. dla mater. wiertniczych | bada się druty jednej splotki | — | — | — | — |
| Przepisy Górniczo-Policyjne Okr. Urz. Górn. w Krakowie | bada się druty wszystkich splotek | — | — | — | — |
| Normy Lotn. Aer-PNW bc-6 | bada się druty jednej splotki | — | — | określa się całkowitą siłę zrywającą | 75—90 zależnie od konstr. liny |
| Warunki techn. P. K. P. | bada się druty jednej splotki | — | — | — | — |
| Wytyczne dla metod bad. lin. stal. DIN-DVM 1201 | bada się wszystkie druty całej liny lub 10% wszystkich drutów w zależności od ich przeznaczenia | — | — | określa się całkowitą siłę zrywającą | określa się η |

Tabela II.

Zestawienie analizy chemicznej i własności mechanicznych badanych drutów.

| L. p. | d_0 mm | C % | M_n % | Si % | P % | S % | R_r kg/mm ² *) | Ilość zgięć i_z na wałku $r=2,5$ i 5 mm *) **) | Ilość skręceń i_s na dług. 1 = 100 d_0 *) |
|-------|-------------|--------|------------|---------|--------|--------|-----------------------------------|---|--|
| 1 | 0,5 | 0,30 | 0,41 | 0,22 | 0,014 | 0,030 | 157,0 | 58 | 45 |
| 2 | 1,1 | 0,50 | 0,44 | 0,19 | 0,015 | 0,036 | 170,0 | 55 | 43 |
| 3 | 1,2 | 0,44 | 0,39 | 0,23 | 0,024 | 0,026 | 166,0 | 37 | 40 |
| 4 | 1,5 | 0,50 | 0,34 | 0,21 | 0,023 | 0,028 | 171,0 | 24 | 38 |
| 5 | 1,9 | 0,52 | 0,30 | 0,21 | 0,021 | 0,022 | 155,5 | 18 | 40 |

*) Wartości poszczególnych własności mechanicznych określono jako średnie z dziesięciu pomiarów obu końców badanego kręgu drutu. Różnice wartości tych drutów są nieznaczne i wskazują na dostateczną jednolitość użytego do naszych badań materiału.

**) Druty o średnicy poniżej 1 mm zginano na wałku o $r=2,5$ mm, powyżej 1 mm na wałku o $r=5$ mm.

Tabela III.

Zależność wytrzymałości na rozciąganie od długości pomiarowej, przy założeniu stałej szybkości rozciągania $c = \text{const.} = 5 \text{ kg/mm}^2/\text{sek}$.

| $l_0 =$ mm | | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 300 |
|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $d_0 = 1,2$ mm | l_0/d_0 | 8,3 | 16,6 | 41,5 | 83,4 | 167 | 250 |
| | R_r kg/mm^2 | 166,8 | 166,7 | 166,6 | 166,3 | 165,9 | 165,5 |
| $d_0 = 1,9$ mm | l_0/d_0 | — | 10,5 | 26,2 | 52,5 | 105 | 158 |
| | R_r kg/mm^2 | — | 157,1 | 156,2 | 155,8 | 154,8 | 153,5 |

Tabela IV.

Zależność wytrzymałości na rozciąganie (R_r) od szybkości rozciągania prób przy stałej długości pomiarowej $l_0 = \text{const.} = 150 \text{ mm}$.

| $d_0 = 1,2 \text{ mm}$ | | $t_0 =$ sek | 5 | 10 | 30 | 60 | 180 |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | $c =$ $\text{kg/mm}^2/\text{sek}$ | 34,5 | 16,8 | 5,54 | 2,76 | 0,92 |
| $R_r = \text{kg/mm}^2$ | R_r śr. (średnie) | | 172,5 | 167,5 | 165,7 | 165,5 | 165 |
| | R_r cz. (częstotl.) | | 172,5 | 168 | 166 | 165,8 | 165,5 |

możliwie granice wytrzymałości np. od 120—130, 150—160, 190—200 kg/mm^2 . Badanie wytrzymałości poszczególnych drutów ma na celu sprawdzenie, czy własności wytrzymałościowe materiału drutów mieszczą się w żądanych granicach, przy czym uzyskane wyniki służą jako podstawa do obliczeń wytrzymałości całej liny. Na dokładność określenia wytrzymałości drutów wpływają w pierwszym rzędzie następujące czynniki:

- dokładność maszyny;
- długość pomiarowa drutu „ l_0 “⁶⁾;
- szybkość przeprowadzanej próby na rozciąganie.

Druty badano na maszynie 10-tonowej firmy Amsler, przy nastawieniu siłomierza na 100, 200 i 500 kg. Przed wykonaniem badań sprawdzono maszynę i stwierdzono, że błędy pomiarów nie przekraczają wskazań $\pm 1\%$.

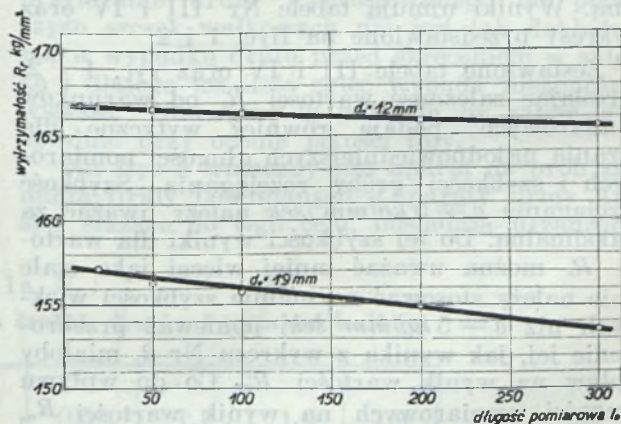
Do badań użyto drutów o różnych średnicach, wykonanych przez firmę Klauke we Włocławku, których skład chemiczny i dane mechaniczne zestawiono w tabeli Nr II.

Do wyrobu tych drutów użyto walcówki o średnicy $\phi 6 \text{ mm}$. Walcówkę przeciągano stopniowo na wymiary pośrednie, a następnie poddano obróbce termicznej stosowanej dla drutów⁷⁾. Po

⁶⁾ Jako długość pomiarową l_0 ustalono długość drutu pomiędzy szczękami.

⁷⁾ Na określenie obróbki termicznej dla drutów przyjął się często stosowany termin „patentowanie“, który polega na ogrzaniu drutów do temp. powyżej A_3 i przepuszczeniu przez kąpiel olejową o temp. ok. 450°C . Bliższe szczegóły podane zostały w pracy A. Pompa Stahl u. Eisen Nr 45, (1925), str. 777.

oczyszczeniu drutu w kwasie i zneutralizowaniu wapnem, przeciągano go stopniowo na dalsze średnice $\phi 3,01, 2,60, 2,18$ i $1,89 \text{ mm}$. Przy dalszych przeciąganiach drutów na średnice 1,5, 1,2, 1,11 oraz $0,5 \text{ mm}$ zastosowano jeszcze jedną obróbkę termiczną oraz kwaszenie i neutralizowanie.



Ryc. 1.

Wytrzymałość na rozciąganie R_r w zależności od różnych długości pomiarowych.

Celem stwierdzenia zależności wytrzymałości na rozciąganie od długości pomiarowej: $R_r = f(l_0) \dots \text{ad } b$.

oraz od szybkości przeprowadzania próby $R_r = f(c)$ ⁸⁾ ad c)

⁸⁾ Na oznaczenie szybkości rozciągania w $\text{kg/mm}^2/\text{sek}$ przyjęto znak c .

wzięto do badań odcinki drutów o średnicy $\phi 1,2$ mm oraz $\phi 1,9$ mm, które zostały wykonane w tych samych warunkach i wykazywały jednolite własności mechaniczne ($R_r, \dot{\epsilon}_2, \dot{\epsilon}_3$).

Dla zmiennych l_0 i c przyjęto następujące wartości:

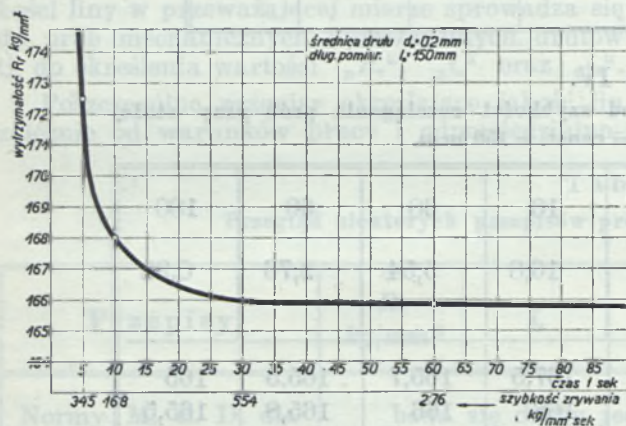
ad b) Szybkość rozciągania $c = 5 \text{ kg/mm}^2/\text{sek}$
 $= \text{const.}$ ($t = \text{około } 35 \text{ sek}$),

$l_0 = 10, 20, 50, 100, 200, 300 \text{ mm}$.

ad c) $l_0 = \text{const.} = 150 \text{ mm}$.

Czas rwania próbki: $t = 5, 10, 30, 60, 180 \text{ sek}$.

Dla każdej długości pomiarowej próbki oraz dla każdej szybkości rozciągania wykonano po 20 prób.



Ryc. 2.

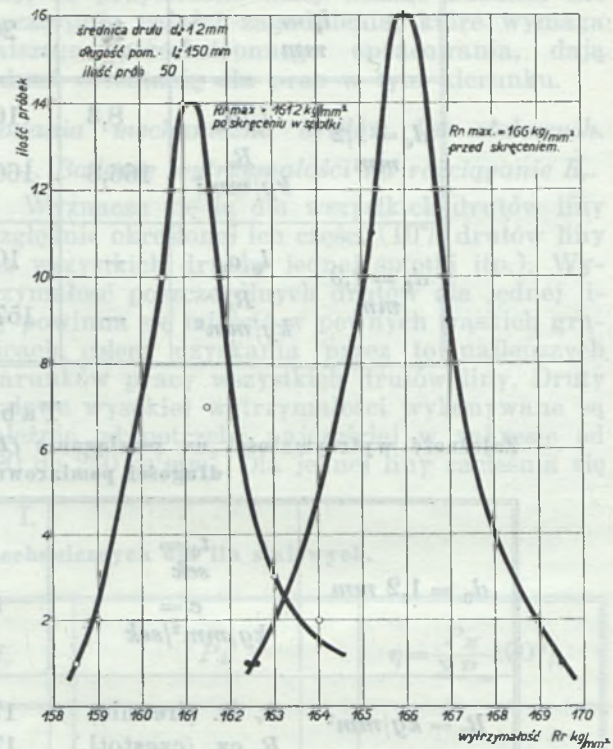
Wytrzymałość na rozciąganie R_r w zależności od różnych szybkości przeprowadzenia próby.

Dla wszystkich powyższych rodzajów prób wykreślono krzywe częstotliwości: $R_r = f$ (ilości prób), których maksimum przyjęto jako miarodajny wynik; obliczono ponadto średnią arytmetyczną. Wyniki ujmują tabele Nr III i IV oraz wykresy przedstawione na Ryc. 1 i 2.

Zestawione tabele III i IV oraz ryc. 1 i 2, określając zależność wartości R_r od warunków pomiarowych, podają również wytyczne dla obrania najodpowiedniejszych długości pomiarowych i szybkości próby rozciągania. Szybkość rozciągania $c = 5 \text{ kg/mm}^2/\text{sek}$ należy uważać za maksymalną. Do tej szybkości wyniki dla wartości R_r można uważać mniej więcej jako stałe i nie należy stosować normalnie szybkości większych niż $c = 5 \text{ kg/mm}^2/\text{sek}$, ponieważ przekroczenie jej, jak wynika z wykresu Nr 2, miałyby wpływ na wynik wartości R_r . Co do wpływu długości pomiarowych na wynik wartości R_r , to można stwierdzić wyraźnie stały spadek wartości R_r z rosnącą długością pomiarową. Przy stosowanych w praktyce długościach pomiarowych od $l_0 = 100 \text{ mm}$ do $l_0 = 300 \text{ mm}$ spadek ten nie przekracza 2% wartości średniej R_r . Wpływ więc długości pomiarowej może być w naszych rozważaniach pominięty.

Podkreślić należy, że badania powyższe zostały przeprowadzone na gotowych drutach stalowych, jednak przed skręceniem ich w linę. Ponieważ zazwyczaj przeprowadza się badanie drutów pobranych z gotowych lin, pozostaje do

wyjaśnienia związek pomiędzy wytrzymałością drutów przed i po skręceniu w linę, a w szczególności czy nie następuje obniżenie wytrzymałości.



Ryc. 3.

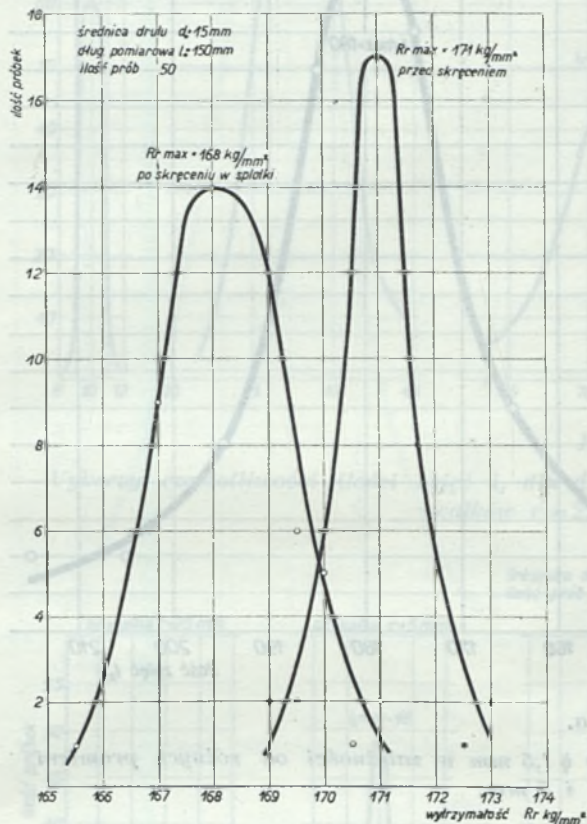
Wykresy częstotliwości wytrzymałości na rozciąganie R_r dla drutu o $\phi 1,2$ mm przed i po skręceniu drutów w splotki.

W tym celu badanie przeprowadzono dla drutów o średnicy $\phi 1,2$ i $1,5 \text{ mm}$, wziętych z jednego kręgu przed skręceniem ich w splotki i następnie po skręceniu w splotki. Wyniki przeprowadzonych na 50 drutach prób zestawiono w wykresach częstotliwości na Ryc. 3 i 4. Wskazują one na nieznaczne jednak wyraźne obniżenie wartości R_r w stosunku do wartości pierwotnych; w szczególnym przypadku, maksimum częstotliwości wykazuje dla drutu o średnicy $\phi 1,2 \text{ mm}$ spadek z $R_r = 166 \text{ kg/mm}^2$ na $R_r = 161 \text{ kg/mm}^2$, dla drutu zaś o średnicy $\phi 1,5 \text{ mm}$ z $R_r = 171 \text{ kg/mm}^2$ na $R_r = 168 \text{ kg/mm}^2$.

II. Badanie ilości zgięć $\dot{\epsilon}_2$.

Wynik badania ilości zgięć jest pewną miarą plastyczności drutu, oraz stanowi o przydatności drutów do pracy w linie, gdzie druty narażone są na wielokrotne zgięcia. Wartość ilości zgięć ($\dot{\epsilon}_2$) zależy w wybitnym stopniu od promienia wałka, na którym drut się zgina, i średnicy drutu. Im większy promień wałka, tym większa jest ilość zgięć. Natomiast ilość zgięć maleje ze wzrostem średnicy drutu. Dla stwierdzenia zależności pomiędzy ilością zgięć a promieniem wałka, wzięto do badań druty o średnicach $\phi 0,5, 1,1, 1,2$ i $1,9 \text{ mm}$ oraz zastosowano wałki o promieniach $r = 2,5, 5, 7,5$ i 10 mm . Wykonano pomiary ilo-

ści zgieć dla podanych powyżej średnic drutów na poszczególnych wałkach. Na podstawie otrzymanych wyników zestawiono dla każdego badanego przypadku (tj. przy tej samej średnicy drutu i promieniu wałka) dla 100 prób wykresy częstotliwości, Ryc. 5 (a, b, c, d).



Ryc. 4.

Wykresy częstotliwości wytrzymałości na rozciąganie R_r dla drutu o $\phi 1,5$ mm przed i po skręceniu drutów w splotki.

Maksymalne wartości częstotliwe zawiera tabela V.

Na podstawie uzyskanych wartości można określić następującą przybliżoną zależność ilości zgieć od promienia wałka:

Tabela V.

maxima częstotliwości i_z dla różnych średnic drutów i promieni wałków.

| | | $d_0 =$ mm | 0,5 ⁹⁾ | 1,1 | 1,2 | 1,9 |
|------------------|--------------|---------------|-------------------|------|-----|-----|
| Promień wałka | $r = 2,5$ mm | $i_z =$ | 58 | 13,5 | 10 | 6 |
| | $r = 5$ mm | $i_z =$ | 180 | 55,5 | 38 | 18 |
| | $r = 7,5$ mm | $i_z =$ | — | 110 | 72 | 42 |
| | $r = 10$ mm | $i_z =$ | — | 177 | 129 | 71 |

⁹⁾ Dla średnicy drutu $\phi 0,5$ mm nie podano ilości zgieć na wałkach $r=7,5$ mm i $r=10$ mm z powodu trudności pomiarowych oraz wielkiej rozbieżności wyników.

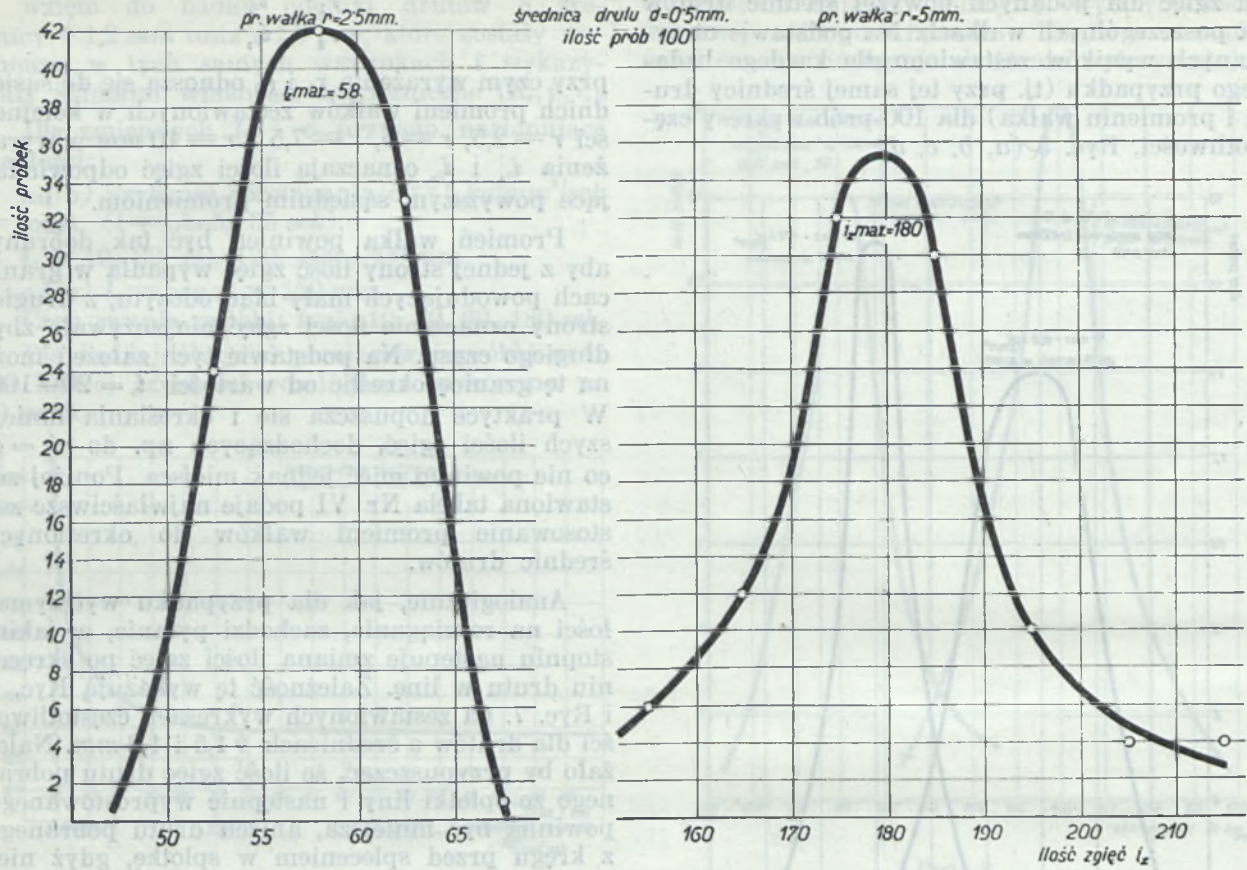
$$\frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{i_{z1}}{i_{z2}}$$

przy czym wyrażenia r_1 i r_2 odnoszą się do sąsiednich promieni wałków zestawionych w kolejności $r = 2,5$, $r = 5$, $r = 7,5$ i $r = 10$ mm a wyrażenia i_{z1} i i_{z2} oznaczają ilości zgieć odpowiadające powyższym sąsiednim promieniom.

Promień wałka powinien być tak dobrany, aby z jednej strony ilość zgieć wypadła w granicach powodujących mały błąd odczytu, z drugiej strony oznaczenie ilości zgieć nie zużywało zbyt długiego czasu. Na podstawie tych założeń można tę granicę określić od wartości $i_z = 20-100$. W praktyce dopuszcza się i określenia mniejszych ilości zgieć, dochodzących np. do $i_z = 4$, co nie powinno mieć jednak miejsca. Poniżej zestawiona tabela Nr VI podaje najwłaściwsze zastosowanie promieni wałków do określonych średnic drutów.

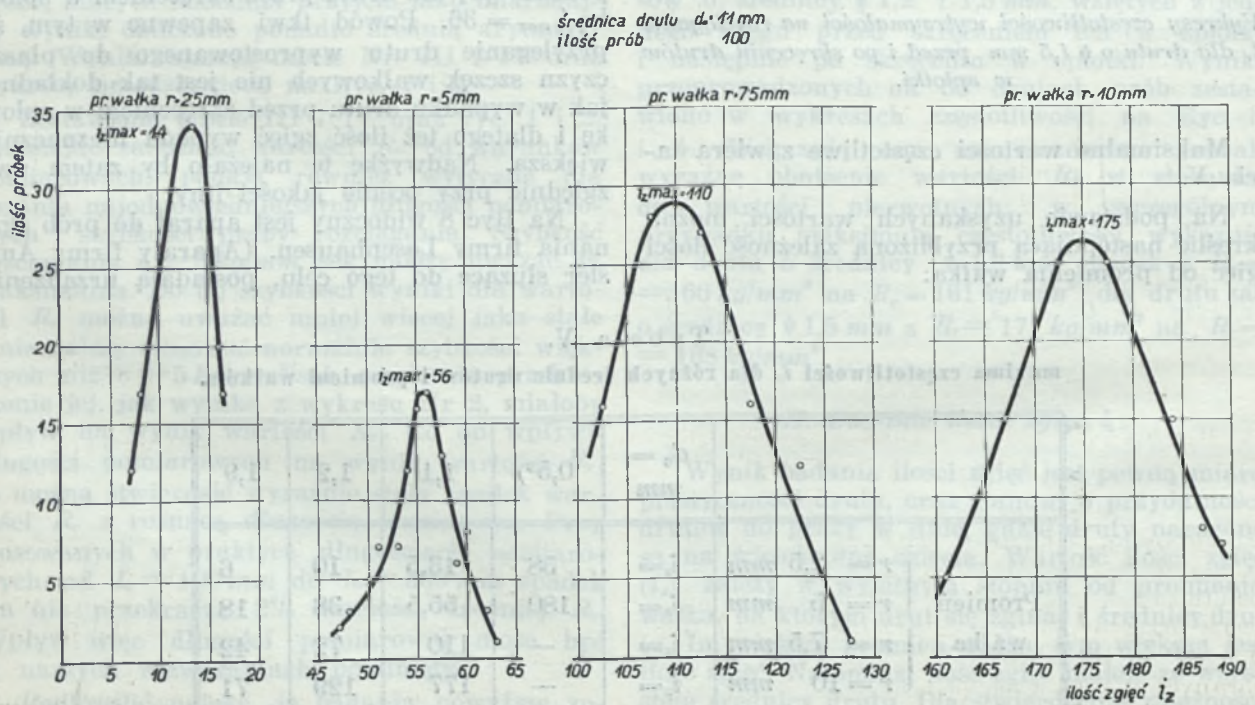
Analogicznie, jak dla przypadku wytrzymałości na rozciąganie, zachodzi pytanie, w jakim stopniu następuje zmiana ilości zgieć po skręceniu drutu w linę. Zależność tę wykazują Ryc. 6 i Ryc. 7. na zestawionych wykresach częstotliwości dla drutów o średnicach $\phi 1,5$ i $1,2$ mm. Należało by przypuszczać, że ilość zgieć drutu pobranego ze splotki liny i następnie wyprostowanego powinna być mniejsza, aniżeli drutu pobranego z kręgu przed spleceniem w splotkę, gdyż niewątpliwie drut przez skręcenie w splotkę obniżył swoje cechy plastyczne. Wyniki przeprowadzonych badań wykazują jednak wbrew przypuszczeniom zjawisko odwrotne, gdyż ilość zgieć i_z wypada dla drutów pobranych ze splotek nawet nieznacznie wyższa, a mianowicie $i_{z\max} = 38,5$, podczas gdy dla drutu przed skręceniem w splotkę $i_{z\max} = 36$. Powód tkwi zapewne w tym, że przyleganie drutu wyprostowanego do płaszczyzn szczęk wałkowych nie jest tak dokładne, jak w wypadku drutu przed skręceniem w splotkę i dlatego też ilość zgieć wypada nieznacznie większa. Nadwyżkę tę należało by zatem uwzględnić przy ocenie jakości liny.

Na Ryc 8 widoczny jest aparat do prób zginania firmy Losenhausen. (Aparaty firmy Amstler służące do tego celu, posiadają urządzenie



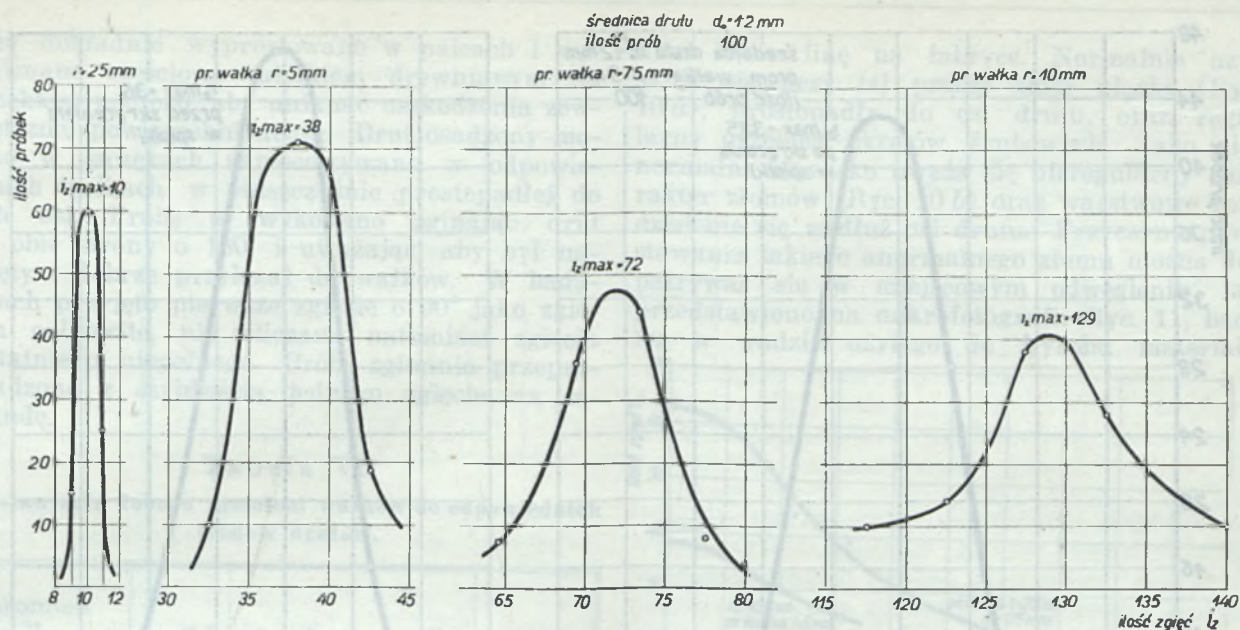
Ryc. 5 a.

Wykresy częstotliwości ilości zgięć i_z dla drutu o $\phi 1,5\text{ mm}$ w zależności od różnych promieni wałków $r=2,5$ i 5 mm .



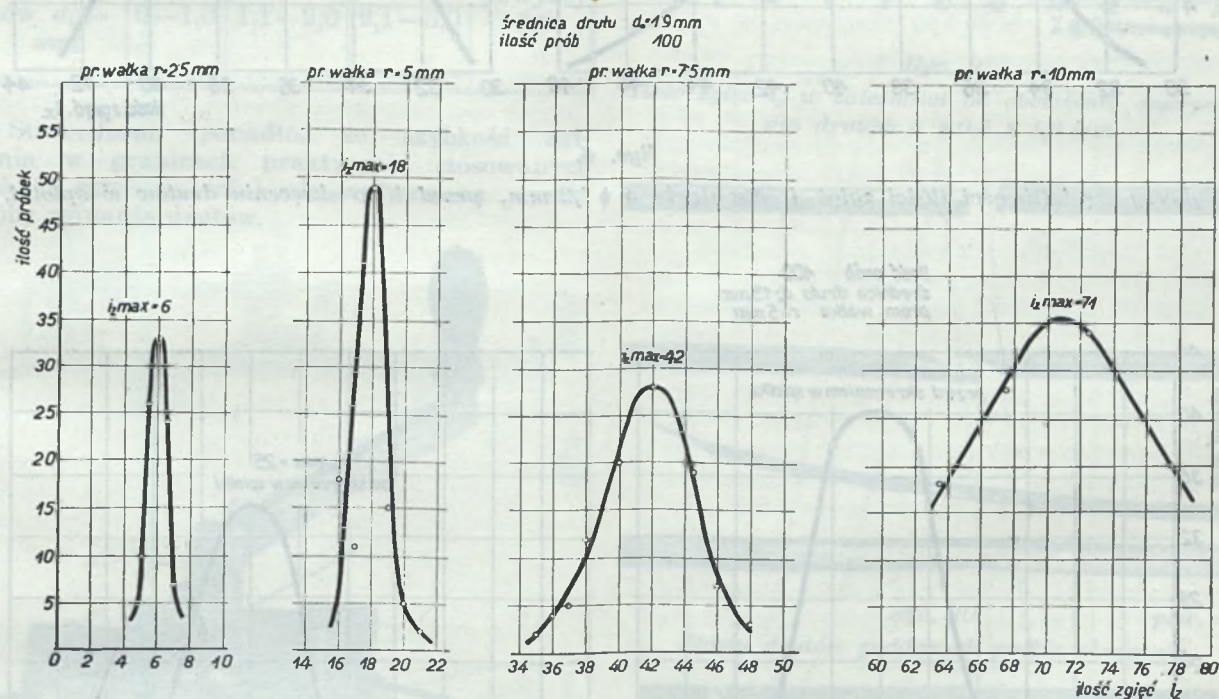
Ryc. 5 b.

Wykresy częstotliwości ilości zgięć i_z dla drutu o $\phi 1,1\text{ mm}$ w zależności od różnych promieni wałków $r=2,5, 5, 7,5$ i 10 mm .



Ryc. 5 c.

Wykresy częstotliwości ilości zgięć i_z dla drutu o $\phi 1,2 \text{ mm}$ w zależności od różnych promieni wałków $r=2,5, 5, 7,5, \text{ i } 10 \text{ mm}$.



Ryc. 5 d.

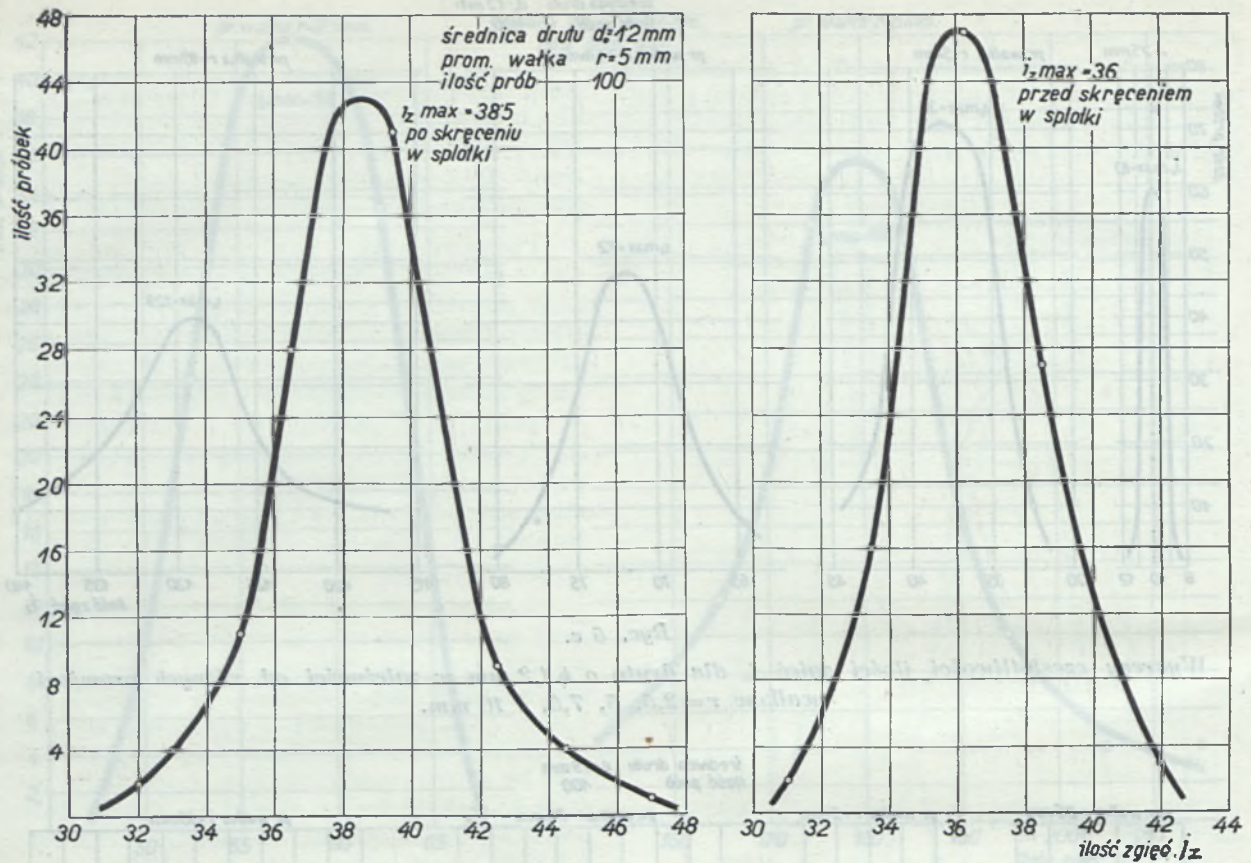
Wykresy częstotliwości ilości zgięć i_z dla drutu o $\phi 1,9 \text{ mm}$ w zależności od różnych promieni wałków $r=2,5, 5, 7,5, \text{ i } 10 \text{ mm}$.

do napinania drutów podczas próby). Dla ujęcia wpływu wielkości obciążenia na ilość zgięć, poddano druty o średnicach $\phi 0,5$ i $1,2 \text{ mm}$ próbie na przeginanie przy obciążeniu napinającym od $0-20\%$ P_m (obciążenia zrywającego). Wyniki zebranych doświadczeń podaje Ryc. 9. Wskazują one, że ze wzrostem obciążenia ilość zgięć znacznie maleje. Przy utrzymaniu obciążenia wstępnego poniżej 2% P_m wpływ jego na ilość zgięć jest nieznaczny, przyczynia się jednak do lepsze-

go wyprostowania badanego drutu i umożliwia dokładniejsze przyleganie tegoż do wałków, co wpływa niewątpliwie na dokładność próby. Wobec powyższego należało by stosować dla drutów obciążenie wstępne od 1 do 2% P_m .

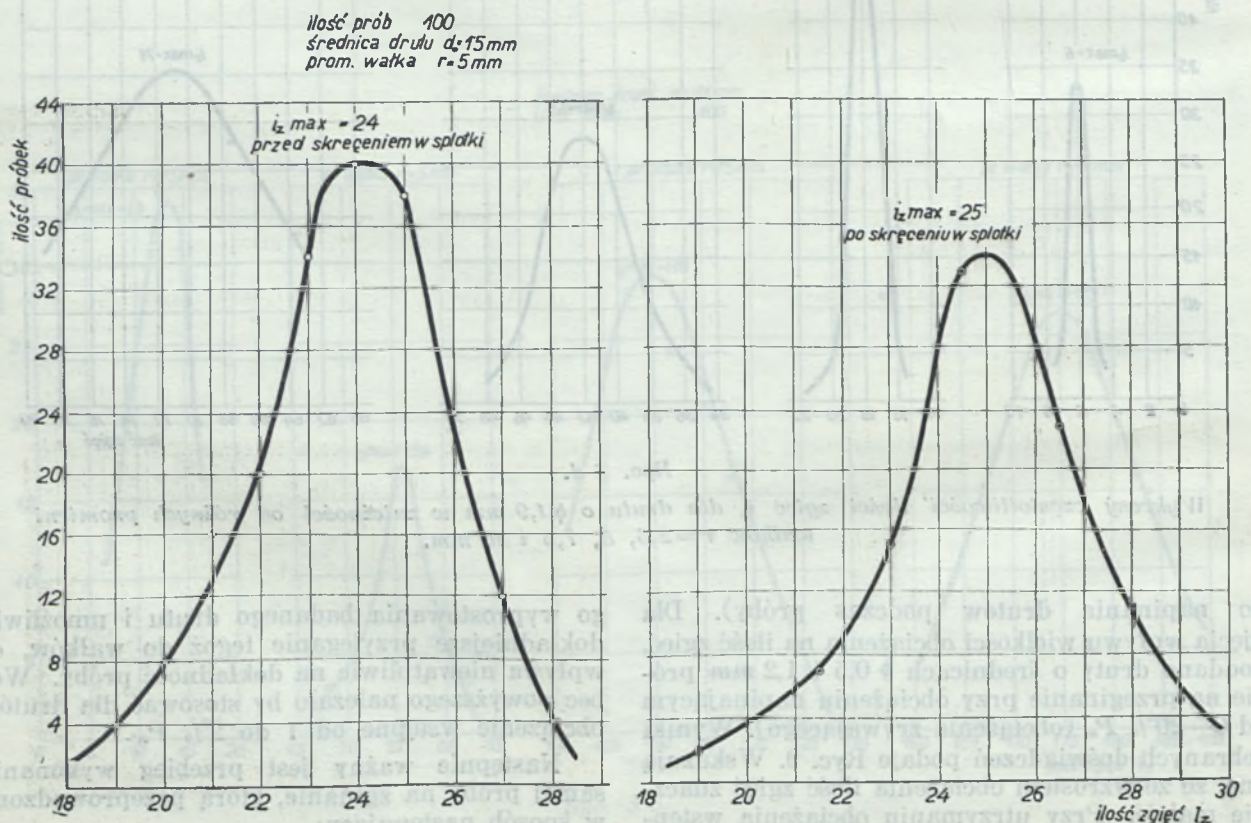
Następnie ważny jest przebieg wykonania samej próby na zginanie, którą przeprowadzono w sposób następujący:

Odcinki drutów o długości ok. 100 mm , przeznaczone do badania ilości zgięć, zostały możli-



Ryc. 6.

Wykresy częstotliwości ilości zgięć i_z dla drutu o $\phi 1,2\text{ mm}$, przed i po skręceniu drutów w splotki.



Ryc. 7.

Wykresy częstotliwości ilości zgięć i_z dla drutu o $\phi 1,5\text{ mm}$, przed i po skręceniu drutów w splotki.

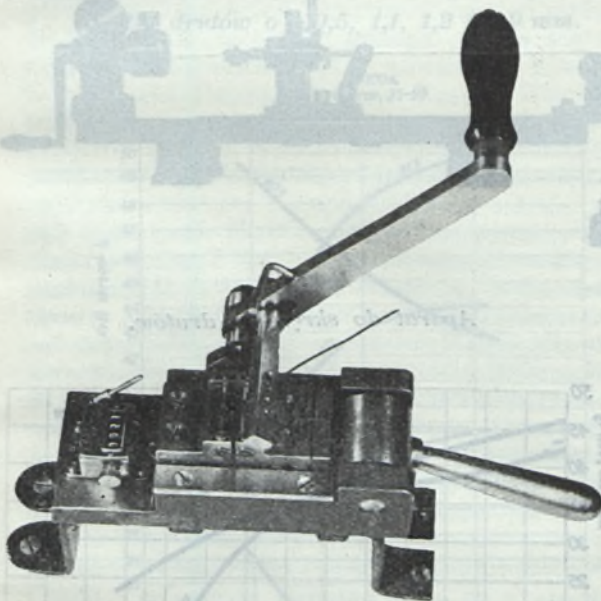
wie dokładnie wyprostowane w palcach i wyrównane częściowo młotkiem drewnianym na miękkim podłożu, aby uniknąć uszkodzenia zewnętrznej powierzchni drutu. Drut osadzony mocno w szczękach zamocowywano w odpowiednich wałkach, w płaszczyźnie prostopadłej do ich osi. Próbę tę wykonano zginając drut w obie strony o 180° i uważając, aby był napięty i dobrze przylegał do wałków. W badaniach przyjęto pierwsze zgięcie o 90° jako zgięcia całkowite, nie wliczano natomiast zgięcia ostatniego, niepełnego. Próbę zginania przeprowadzono z szybkością jednego zgięcia na sekundę.

Tabela VI.

Zestawienie doboru promieni wałków do odpowiednich średnic drutów.

| | | | | |
|----------------------------|-------|---------|---------|-------------|
| promień wałka $r =$ mm | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 |
| śred. drutów $d_0 =$ mm | 0—1,0 | 1,1—2,0 | 2,1—3,0 | powyżej 3,0 |

Stwierdzono ponadto, że szybkość zginania w granicach praktycznie stosowanych (0,5—2 zgięć na sek.) nie wpływa na wyniki próby zginania drutów.



Ryc. 8.

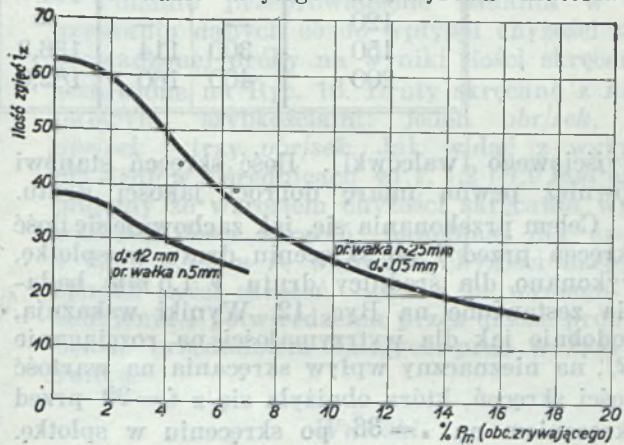
Aparat do zginania drutów.

III. Badanie ilości skręceń i_s .

Próba technologiczna na skręcanie jest w pierwszym rzędzie miarą jednorodności materiału drutu¹⁰⁾. W szczególności stosuje się ją przy kontroli jakości drutów przed skręce-

¹⁰⁾ H. Altpeter: Die Drahtseile, Halle, 1926.

niem ich w linę na fabryce. Normalnie używa się przy tej próbie złom płaski (Ryc. 10 a), prostopadły do osi drutu, oraz regularny przebieg skrętów śrubowych. Jako nieregularne zjawisko uważa się nieregularny charakter złomów (Ryc. 10 b) oraz warstwowe rozdzielanie się wzdłuż osi drutu. Przyczyny powstawania takiego anormalnego złomu można dopatrywać się w miejscowym odwęgleniu, jak przedstawiono na mikrofotografii Ryc. 11, bądź też w wadzie użytego do wyrobu materiału



Ryc. 9.

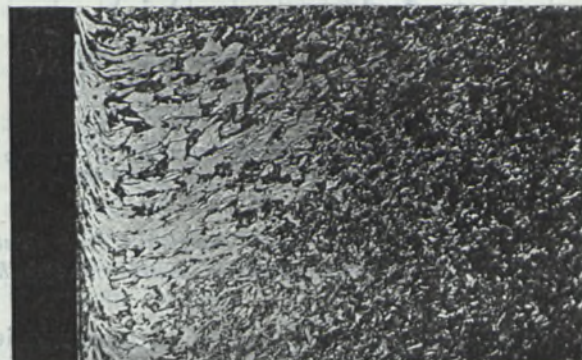
Ilość zgięć i_s w zależności od obciążenia wstępnego dla drutów o $\phi 0,5$ i $1,2$ mm.



Ryc. 10.

pow. = 3

Złomy drutów poddanych próbie skręcania.



kw. azot.

Ryc. 11.

pow. = 100

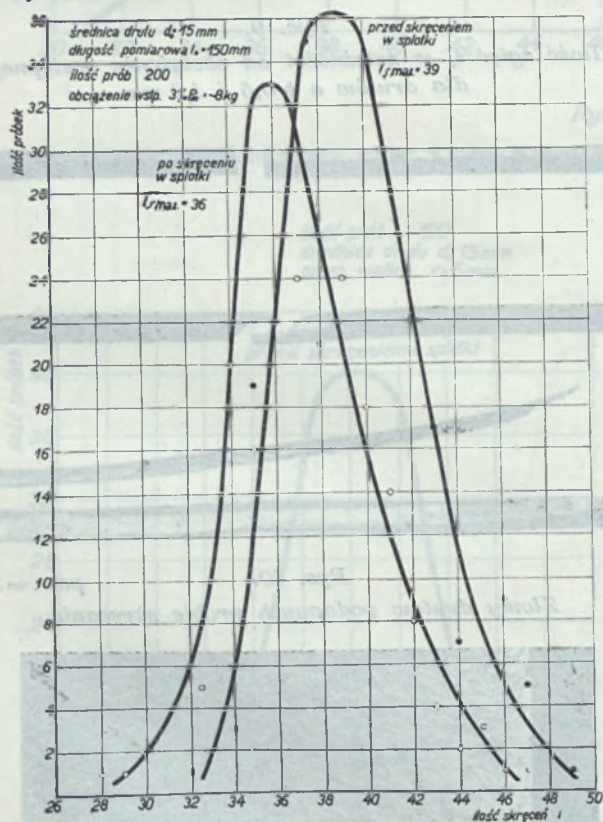
Struktura drutu sorbityczna z widocznym odwęgleniem (ferryt) na brzegu. Przekrój poprzeczny.

Tabela VII.
Maksimum częstotliwości i_s dla różnych średnic drutów i długości pomiarowych.

| Długość pomiarowa l_0 w mm | $d_0 = 0,5$ mm | | $d_0 = 1,1$ mm | | $d_0 = 1,2$ mm | | $d_0 = 1,9$ mm | |
|------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | l_0/d_0 | i_s | l_0/d_0 | i_s | l_0/d_0 | i_s | l_0/d_0 | i_s |
| 50 | 100 | 45 | 45,5 | 20 | 41,7 | 18 | 26,3 | 12 |
| 100 | 200 | 77,5 | — | — | — | — | 52,6 | 21 |
| 110 | — | — | 100 | 42 | — | — | — | — |
| 120 | — | — | — | — | 100 | 40 | — | — |
| 150 | 300 | 114 | 136,3 | 58 | 125 | 48 | 79 | 35 |
| 200 | 400 | 160 | 182,0 | 78 | 166,8 | 62 | 105,2 | 39 |

wyjściowego (walcówki). Ilość skręceń stanowi również pewną miarę dobroci jakości drutu.

Celem przekonania się, jak zachowuje się ilość skręceń przed i po skręceniu drutu w splotkę, wykonano dla średnicy drutu ϕ 1,5 mm badania zestawione na Ryc. 12. Wyniki wskazują, podobnie jak dla wytrzymałości na rozciąganie R_r , na nieznaczny wpływ skręcania na wartość ilości skręceń, która obniżyła się z $i_s = 39$ przed skręceniem na $i_s = 36$ po skręceniu w splotkę.



Ryc. 12.

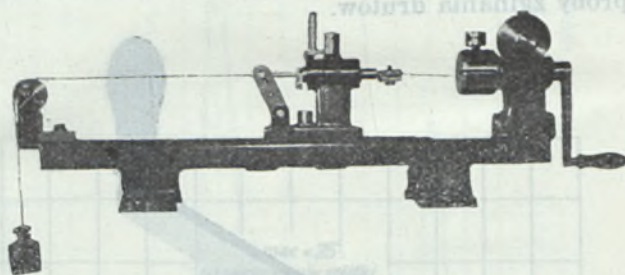
Wykresy częstotliwości ilości skręceń i_s dla drutu o ϕ 1,5 mm, przed i po skręceniu drutów w splotki.

Z praktyki wiemy, że na ilość skręceń wywiera znaczny wpływ wstępne obciążenie drutu, dlatego też badania drutów w stanie nie napiętym nie powinno się wykonywać, gdyż tak otrzymywane wyniki nie są ściśle. Aby więc uniknąć błędów pomiarowych, należy badać ilość skręceń

drutów pod pewnym obciążeniem. Chcąc się przekonać, jak się zachowuje ilość skręceń w zależności od wielkości wstępnego obciążenia, wykonano próby dla dwóch gatunków drutów o średnicach ϕ 0,5 i 1,2 mm, przyjmując określony procent obciążenia zrywającego, w granicach 0,25 — 20% P_m , jako obciążenie wstępne drutu. W tym celu obciążono badane druty ciężarkami, które wynosiły:

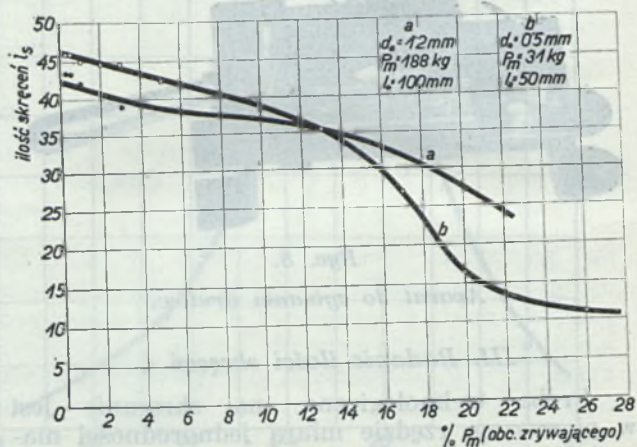
dla drutu o średnicy ϕ 0,5 mm 0,075 — 6,0 kg;
" " " " ϕ 1,2 " 0,47 — 37,6 kg.

Na Ryc. 13 widoczny jest aparat firmy Losenhhausen do skręcania drutów. Przyjęto długość pomiarową $l_0 = 100 d_0$. Wykres na Ryc. 14 podaje powyższą zależność. Każdy punkt wyznaczony został jako maksimum częstotliwości z 25



Ryc. 13.

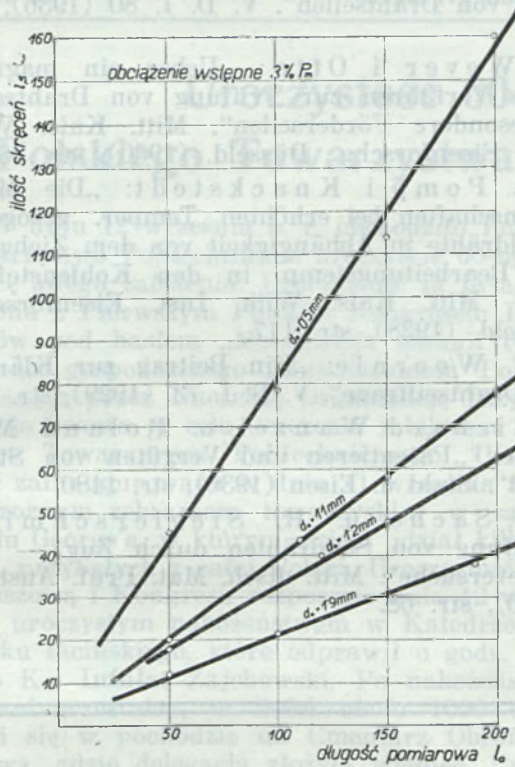
Aparat do skręcania drutów.



Ryc. 14.

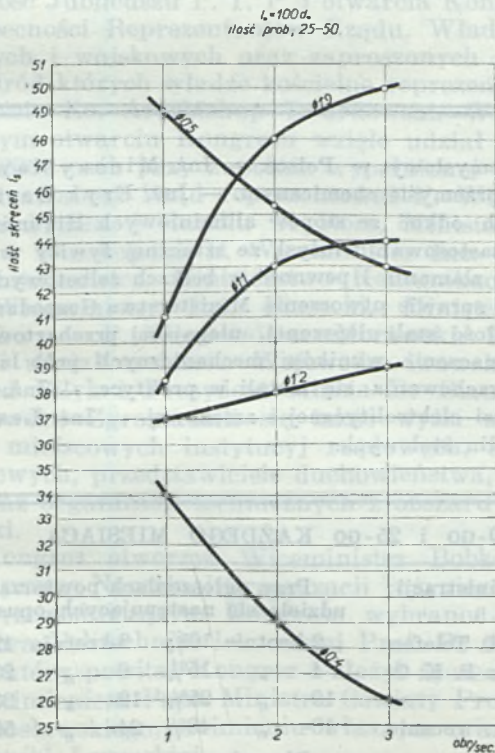
Ilość skręceń i_s w zależności od obciążenia wstępnego dla drutów o ϕ 0,5 i 1,2 mm.

wyników. Powyższe wyniki wskazują, że przyjęcie obciążenia wstępnego od 3 do 5% pozwala na uzyskanie takich warunków, w których otrzymane wartości mogą być porównywalne.



Ryc. 15.

Zależność ilości skręceń i_s od długości pomiarowej dla drutów o ϕ 0,5, 1,1, 1,2 i 1,9 mm.



Ryc. 16.

Ilość skręceń i_s w zależności od szybkości skręcania drutów.

Celem określenia zależności ilości skręceń od długości pomiarowych, wykonano dla drutów o średnicach ϕ 0,5, 1,1, 1,2 i 1,9 mm badanie ilości skręceń przy obciążeniu wstępnym, wynoszącym 3% P_m , dla długości skręcanych od 50 do 200 mm. Maksymalne wartości częstotliwości, wyznaczone z 25 wyników, zestawiono w tabeli Nr VII. Wykresy Ryc. 15 uwidaczniają zależność ilości skręceń od długości pomiarowych dla różnych średnic jako linie proste.

Ponadto przeprowadzono badania w celu uzyskania danych co do wpływu chyżości przeprowadzonej próby na wyniki ilości skręceń i_s , zestawione na Ryc. 16. Druty skręcano z następującymi szybkościami: jeden obr/sek, dwa obr/sek i trzy obr/sek. Jak widać z wykresu, dla drutów o średnicach ϕ 1,1, 1,2 i 1,9 mm otrzymujemy ze wzrostem chyżości skręcania wyższe wartości ilości skręceń, natomiast dla średnic ϕ 0,5 i 0,4 mm ze wzrostem chyżości następuje spadek ilości skręceń. Sprawa ta wymaga uzasadnienia i potwierdzenia przez dalsze próby, co będzie przedmiotem dalszych prac w tym kierunku.

Wnioski.

W pracy niniejszej zostały zapoczątkowane badania nad ustaleniem i określeniem warunków wykonywania prób mechanicznych drutów lin stalowych. Do badań użyto drutów o wytrzymałości $R_r = 150-170 \text{ kg/mm}^2$ przed i po skręceniu ich w splotki.

Badania porównawcze wykazały, że skręcenie drutu w splotki wywiera nieznaczny wpływ na ilość zgięć i_z i ilość skręceń i_s powoduje jednak pewne obniżenie się wytrzymałości. Próby wytrzymałości drutów, przeprowadzone dla różnych długości pomiarowych l_0 , wykazały stały spadek wartości R_r z rosnącą długością l_0 , który praktycznie jednak przy długościach $l_0 = 100-300 \text{ mm}$ można pominąć. Natomiast ze wzrostem szybkości zrywania zwiększa się wartość R_r . Szybkości rozciągania $c = 5 \text{ kg/mm}^2/\text{sek}$ nie należy przekraczać. Ilość zgięć jest zależna od promienia wałka r i rośnie ze wzrostem promienia w przybliżonym stosunku:

$$\frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{i_{z1}}{i_{z2}}$$

Przeprowadzono również badania nad wpływem obciążenia wstępnego na wynik ilości skręceń i_s i ilości zgięć i_z . Obciążono druty od 0,25 do 20% P_m (obciążenia zrywającego). Wyłaniają się wytyczne, że najodpowiedniejszymi są obciążenia od 2 do 5% P_m dla ilości skręceń i_s oraz obciążenia od 1 do 2% P_m dla ilości zgięć i_z . Zależność ilości skręcej i_s od długości pomiarowej wzrasta liniowo.

Przeprowadzone badania ilości skręceń z różnymi szybkościami wykazały wielki wpływ szybkości skręcania na ilość skręceń. Szybkość 2 obr/sek można uważać za najodpowiedniejszą.

Literatura.

- Altpeter: „Die Drahtseile“, Halle, 1926.
- Pomp: „Einfluss des Kohlenstoffgehaltes u. der Wärmebehandlung auf die Ziehbarkeit von Stahldraht“. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch., Düsseld. (1934), str. 113.
- Pomp: „Einfluss des Kohlenstoffgehaltes u. der Patentierungsbedingungen auf die Festigkeitseigenschaften gezogener Stahldrähte“. M. K. forschg., Düsseld. (1934), str. 113.
- Siebel: „Die Verformungsverhältnisse beim Drahtziehen“. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch., Düsseld. (1934), str. 213.
- Pompi Zapp: „Einfluss der Glühtemperatur auf die Ziehbarkeit von Stahldraht“. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch., Düsseld. (1933), str. 107.
- A. Pompi Koch: „Ueber den Einfluss des Schmiermittels auf den Kraftbedarf beim Ziehen von Flussstahldraht mit Krupp-Widia-Ziehsteinen“. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch., Düsseld., (1931), str. 261.
- A. Pompi A. Lindeberg: „Festigkeitseigenschaften und Gefügeausbildung von gezogenem Stahldraht in Abhängigkeit von der vorausgegangenen Wärmebehandlung“ Stahl u. Eisen 42. (1930), str. 1462.
- H. Meuth: „Zur Ermittlung der Ablegereife von Drahtseilen“. V. D. I. 80 (1936), str. 899.
- Weveri Otto: „Ueber ein magnetisches Verfahren zur Prüfung von Drahtseilen insbesondere Förderseilen“. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch., Düsseld. (1930), str. 389.
- A. Pompi Knackstedt: „Die Mech. Eigenschaften bei erhöhten Temper. gezogener Stahldrähte in Abhängigkeit von dem Ziehgrad, der Bearbeitungstemp. in den Kohlenstoffgehalt“. Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch., Düsseld. (1928), str. 117.
- R. Woernle: „Ein Beitrag zur Klärung der Drahtseilfrage“. V. D. I. 73. (1929), str. 416.
- Richard Wanzel u. Roland Mitsche: „Patentieren und Vergüten von Stahldraht“. Stahl u. Eisen (1936), str. 1480.
- G. Sachs u. H. Sieglerschmidt: „Prüfung von Seildrähten durch Zug — und Biegeversuche“. Mitt. dtsh. Mat. Prüf. Anst. X. (1930), str. 68.

TREŚĆ: Prof. Inż. I. Stella-Sawicki: Nowy trójkąt przemysłowy w Polsce. — Inż. Mieczysław Jaworek: Stale stopowe specjalne — stosowane w przemyśle chemicznym. — Inż. Eryk Berthelmann: O powierzchniowych i wymiarowych wadach odkuś ze stopów aluminium i Hiduminium RR56, RR59 i Y. — Inż. Erwin Gerlach: O zastosowaniu łożysk ze sztucznej żywicy w wal-cownictwie. — Dr Maksymilian Thullie: Faza złamania i pewność w belkach żelbetowych. — Inż. Kolbuszowski i Inż. Stella-Sawicki: W sprawie utworzenia Ministerstwa Gospodarstwa Technicznego. — Inż. Henryk Hoyer: Wytrzymałość stali ulepszonej, ulegającej przehartowaniu (o zawartości ok. 0,5% C). — Inż. M. A. Popiel: Znaczenie wyników mechanicznych prób laboratoryjnych jako czynników oceny dla stosowania i zachowania się metali w praktyce. — Inż. Stanisław Epler: Badania porównawcze taśm z miedzi elektrolitycznej i arsenowej. — Inż. Lesław Socha: Badania własności mechanicznych drutów lin stalowych.

„CZASOPISMO TECHNICZNE“ WYCHODZI 10-go i 25-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| $\frac{1}{1}$ str. zł. 240; | $\frac{1}{3}$ str. zł. 140 |
| $\frac{1}{4}$ „ „ 80; | $\frac{1}{8}$ „ „ 50 |
| $\frac{1}{16}$ „ „ 30; | $\frac{1}{32}$ „ „ 20 |

Ogłoszenia na miejscach specjalnie rezerwowanych o 25% drożej. Dla ogłoszeń o zaopiarowaniu lub poszukiwaniu pracy opust 50%.

Adres Redakcji i Administracji:
Lwów, ul. Zimorowicza l. 9.

Telefon Redakcji 226-60. Telefon
Redaktora 236-46. Konto P. K. O.
151,857.

Prenumerata w kraju: rocznie
zł. 92; kwartalnie zł. 8.

Cena pojedynczego zeszytu zł. 1-60.

Przy ogłoszeniach powtarzanych udziela się następujących opustów:

| | |
|---------------|---------------|
| 2-krotnie 10% | 3-krotnie 12% |
| 4- „ 15% | 6- „ 20% |
| 10- „ 25% | 12- „ 30% |
| 18- „ 40% | 24- „ 50% |

Dla ogłaszających się stale, zmiany w tekstach ogłoszeń są bezpłatne