

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Zagadnienia wytrzymałościowe w nowoczesnej konstrukcji maszyn, nap. Dr. M. T. Huber, Profesor Politechniki Warszawskiej.
 Wytrzymałość łańcuchów spawanych ręcznie i próba ich ulepszenia drogą obróbki termicznej (c. d.), nap. Inż. K. Kornfeld.
 Fizyko-chemiczne podstawy odsiarczania stopów żelaza, nap. Inż. K. Gierdziejewski.
 O zastosowaniu statystyki matematycznej w życiu gospodarczym w Ameryce, nap. Dr. J. Neyman.
 Przegląd pism technicznych.
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

SOMMAIRE:

Problèmes de la résistance des matériaux dans la construction moderne des machines, par M. M. T. Huber, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
 Résistance des chaînes soudées à la main et l'essai de leur amélioration au moyen du traitement thermique (suite), par M. K. Kornfeld, Ingénieur.
 Les bases physiques et chimiques du dessoufrage des alliages du fer, par M. K. Gierdziejewski, Ingénieur.
 Sur l'application de la statistique mathématique aux problèmes économiques en Amérique, par M. J. Neyman, Dr.
 Revue documentaire.
 Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

Zagadnienia wytrzymałościowe w nowoczesnej konstrukcji maszyn. VII-689

Napisał M. T. Huber.

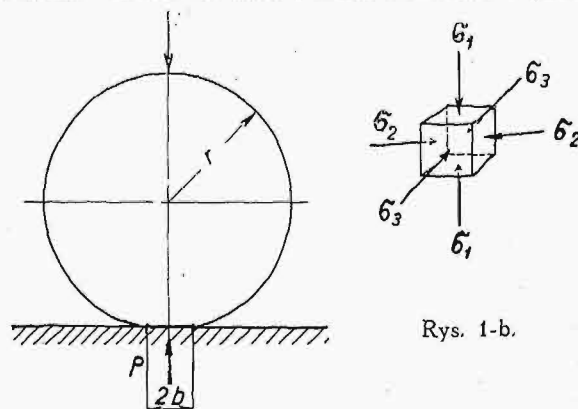
Każdy niemal rok rozwoju konstrukcji maszyn przynosi jednostki o coraz większych rozmiarach i mocy, przy jednoczesnej dążności do zwiększania szybkości ruchu obrotowego. Obie te tendencje wypływają z podstawowych wymagań gospodarczych techniki. Razem z niemi rośnie najwidoczniej znaczenie obliczeń wytrzymałościowych dla konstrukcji.

Przy wielkich rozmiarach, dążymy do największego możliwego wyzyskania materiału nieraz bardzo kosztownego, przez dopuszczenie większego wyciężenia, czyli — co zwykle, chociaż nie zawsze, jest równoznaczne — do większych naprężeń dopuszczalnych¹⁾. Tutaj zaś napotykamy na

pewnego rodzaju kolizję z zupełnie zrozumiałem i usprawiedliwionem dążeniem do zwiększenia

Hertz'a, a rozwiniętej później w szczegółach przez kilku autorów i potwierdzonej w niespodziewanie obszernych granicach licznymi badaniami doświadczalnymi.

Otóż doświadczenie poucza, że w tym przypadku wielkość naprężenia σ_{max} bynajmniej nie decyduje o wytyczeniu materiału. Biorąc np. płytę i wałek ze staliwa o granicy



Rys. 1-a.

Rys. 1-b.

¹⁾ Odczyt wygłoszony na otwarciu III-go Zjazdu Inżynierów Mechaników Polskich dnia 23 marca 1929 roku w auli Politechniki Warszawskiej.

²⁾ Nazwa „wyciężenie materiału” oznacza to, co Francuzi i Anglicy nazywają fatigue, a Niemcy Anstrengung, a więc wogóle wielkość, mierzącą niebezpieczeństwo pojawiania się niepożądanych odkształceń trwałych lub pęknięcia. Wyciężenie mierzy się wprawdzie wartością naprężenia we wszelkich prostych przypadkach rozciągania, ściskania i zginania prętów lub płyt o stałym przekroju, ale rzecz się ma inaczej w nierzadkich przypadkach złożonych (np. zgięcie ze skręcaniem), a wogóle we wszystkich przypadkach takiego przeniesienia obciążeń na część maszyny, przy którym w miejscu niebezpiecznym powstaje złożony, dwu lub trójwymiarowy stan napięcia.

Skoro np. przyciskamy wałek do płyty (rys. 1), to niebezpieczne miejsca leżą wzdłuż linii stykania się obu ciał, zamienionej wskutek odkształcenia na waziutki pasek. Każdy element materiału, leżący na linii środkowej paska, jest ściskany we wszystkich trzech kierunkach naprężeniami σ_1, σ_2 i σ_3 , przy czym

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_{max} = \sqrt{\frac{E' P}{2 \pi r l}}, \quad \sigma_3 = 2 \mu \sigma_{max}$$

jeżeli $E' = \frac{E}{1 - \mu^2}$.

(Tutaj oznacza E moduł sprężności, zaś μ liczbę Poissona).

Są to wzory teorii, podanej w ogólnej formie przez H.

plastyczności 3500 kg/cm^2 (wyznaczonej oczywiście ze zwykłej próby rozrywania), znajdujemy przy próbie ściskania wałka z płytą jako wartość σ_{max} , przy której pojawiają się niepożądane odkształcenia plastyczne, około 2,5 razy więcej, czyli: 8750 kg/cm^2 .

Ten fakt jest w zgodności z hipotezą, iż wyciężenie mierzy się właściwą pracą odkształcenia postaciowego, która w tym przypadku prowadzi istotnie do powyższej liczby. Ta hipoteza bowiem prowadzi do wzoru dla t. zw. naprężenia sprowadzonego σ_{red} o postaci:

$$\sigma_{red}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_2 \sigma_3 - \sigma_3 \sigma_1,$$

co w naszym przypadku daje

$$\sigma_{red} = (1 - 2\mu) \sigma_{max},$$

a ponieważ $\mu = 0,3$, więc $\sigma_{red} = 0,4 \sigma_{max}$.

Kładąc teraz $\sigma_{red} = 3500$, otrzymamy odpowiadającą wartość:

$$\sigma_{max} = \frac{1}{0,4} \cdot 3500 = 8750.$$

pewności i bezpieczeństwa ruchu większej jednostki maszynowej w stosunku do maszyn drobnych.

Szczęśliwy kompromis między temi sprzecznymi wymaganiami gospodarczej rzeczywistości da się uzyskać jedynie przez gruntowne studjum stanu odkształcenia i napięcia w częściach maszynowych, przy dokładnej znajomości własności mechanicznych stosowanych materiałów.

Tem się tłumaczy rosnąca trudność zagadnień wytrzymałościowych nowoczesnej konstrukcji maszyn. Zobaczymy ją we właściwym świetle, gdy się zastanowimy nad sformułowaniem tych zagadnień.

Projektując jakąś część maszyny, mamy zwykle dane: 1) jeden lub dwa główne wymiary tej części; 2) zewnętrzne siły powierzchniowe i masowe, czyli obciążenia, określone przy założeniu dostatecznej sztywności tej części; 3) stan ruchu, określający siły bezwładności i wywołane tym stanem zjawiska kinetyczne (drżania).

Nadto z uwzględnieniem wszelkich innych warunków i warunków technicznych obieramy materiał naszej części.

Na podstawie tych wszystkich danych, musimy wyznaczyć dokładnie postać i resztę wymiarów projektowanej części tak, ażeby zapewnić jej trwałość i należyte działanie w czasie całej przewidywanej służby maszyny.

Otóż trudności tkwią już w liczbowym ujęciu niektórych danych zagadnienia. Weźmy np. siły zewnętrzne. O ile chodzi o zwykłe obciążenia, niezależne od stanu ruchu, to w konstrukcji maszyn jesteśmy wogóle w lepszym położeniu, aniżeli w konstrukcjach budowlanych i inżynierskich. Np. największe ciśnienie pary lub gazu, określające obciążenie trzonu korbowego i innych części silnika tłokowego, jest dane, praktycznie biorąc, zupełnie ściśle, podczas gdy obciążenia użytkowe (także „przypadkowe”) stropów lub mostów oceniamy tylko z grubym przybliżeniem.

Wyjątek pod tym względem w konstrukcjach maszynowych stanowią jednakże samoloty. Rozmieszczenie i wielkość obciążenia parciem powietrza na skrzydła płatowca są bodaj jeszcze trudniej uchwytne do ilościowego traktowania, niż obciążenia wymienionych konstrukcyj inżyniersko-budowlanych.

Atoli bez porównania większe trudności w dokładnym ujęciu sił zewnętrznych następuje stan ruchu części maszynowych. Przy wielkich szybkościach bowiem staje się ruch okresowy z reguły źródłem drżania poruszających się części. Są to tak zwane drżania wymuszone, w odróżnieniu od drżania swobodnych, jakie zachodzą po nagłym usunięciu obciążeń statycznych. Pojawiające się przy drżaniach wymuszonych siły bezwładności są głównie siłami odśrodkowymi i, jako takie, są proporcjonalne do ω^2 (kwadratu prędkości kątowej) i do amplitudy drżania. Dzięki proporcjonalności do ω^2 , nie potrzeba było liczyć się z nimi przy dawnych, niewielkich prędkościach. Wszak prędkości kątowe dziesiętszych turbin parowych albo silników lotniczych są dziesiątki razy większe od prędkości silników, stosowanych przed pół wiekiem; siły bezwładności zwiększyły się przeto w tym czasie setki razy. W silnikach i innych ma-

szynach szybkobieżnych staramy się zmniejszyć je do nieszkodliwych granic przez pomniejszenie amplitudy.

Tutaj udziela nam doskonałej wskazówki teoria drżania, która powiada, że amplituda drżania wymuszonych zależy od stosunku częstości drżania swobodnych do częstości okresu zmienności sił, wzbudzających drżania, i od oporów wyrażonych ogólnie t. zw. współczynnikiem tłumienia drżania. Niebezpieczeństwo zbyt wielkich amplitud, czyli niebezpieczeństwo współbrzmienia (rezonansu), znanego oddawna z akustyki, zachodzi, gdy obie częstości się schodzą, albo zbyt mało różnią się od siebie. Przy dostatecznie wielkiej wartości współczynnika tłumienia drżania i dość znacznej różnicy częstości drżania swobodnych i częstości siły, otrzymujemy dostatecznie małe, a więc nieszkodliwe amplitudy drżania wymuszonych.

Zastosowanie tych wskazówek teorii potwierdzonej doświadczeniami byłoby dość proste, gdyby nie częsta trudność teoretycznego wyznaczenia okresów drżania własnych. Tylko dla bardzo prostych przypadków prętów, płyt i powłok możemy z dostateczną dokładnością obliczać okresy drżania własnych z danych rozmiarów i stałych sprężystości rozpatrywanej części. Przy nieco więcej złożonym kształcie drżającej części, trudności rachunkowe stają się zbyt wielkie, i musimy się uciekać do mozolnego i kosztownego badania doświadczalnego. Badania takie wykonywa się w laboratoriach maszynowych wielkich firm światowych i niektórych politechnik, bądź to na rzeczywistych częściach maszyn, bądź też na zmniejszonych modelach.

Atoli, po pokonaniu trudności przy ilościowym określeniu sił zewnętrznych, wysuwają się na czoło jeszcze większe nieraz trudności w wyznaczeniu zależnych od nich sił wewnętrznych, czyli napięć i odkształceń, co prowadzi pośrednio do ostatecznego celu — „obliczenia wytrzymałościowego”, określonego już po sformułowaniu zagadnienia. Występujące tutaj trudności są różnorodnej natury.

Przedewszystkiem pamiętać trzeba, że bezpośrednio pomiarowi są dostępne tylko odkształcenia; naprężenia zaś są wygodnymi i pożytecznymi pojęciami pomocniczymi, które możemy mierzyć tylko pośrednio, czyli możemy je obliczać. Dopóki odkształcenia są sprężyste i podlegają mniej lub więcej dokładnie prawu Hooke'a, rozmieszczenie naprężeń i odkształceń jest określone równaniami teorii sprężystości. Już tutaj występują wielkie trudności przy obliczaniu każdej części maszynowej, odbiegającej od prostego schematu belki lub płyty. Teoria składa broń wskutek trudności rachunkowych i zmusza do udania się na drogę doświadczalną. Jeszcze ciężiej przedstawia się sprawa, skoro wyjdziemy poza granice sprężystości i proporcjonalności. Tu zachodzi najpierw konieczność ściśłego określenia warunków, od których zależy przekroczenie tych granic. Ponieważ po tem przekroczeniu pojawiają się wyraźne odkształcenia trwałe lub pęknięcia, przeto warunki powyższe mają charakter warunków wytrzymałościowych.

Warunki wytrzymałościowe są stosunkowo pro-

ste i od bardzo dawna ustalone tylko w przypadku równomiernego prostego rozciągania lub ściskania prętów pryzmatycznych. Wówczas bowiem bardzo łatwa do obliczenia wartość krańcowa naprężeń, wywołanych danymi obciążeniami, decyduje o bezpieczeństwie i trwałości rozpatrywanej części na podstawie wykonywanych prób rozrywania materiału tejże części. W tym przypadku jest wielkość naprężenia proporcjonalna do siły rozciągającej aż do jej wartości krańcowej, która określa doraźną wytrzymałość materiału. Nie potrzebujemy wcale zadawać pytania: od czego zależy wytrzymałość materiału; czy od wielkości naprężenia, czy wydłużenia właściwego, czy też od jakiejś kombinacji tychże, np. od pracy odkształcenia.

Ale takie pytanie musimy postawić i musimy odpowiedzieć na nie w niezliczonych przypadkach złożonych stanów napięcia i odkształcenia, tak jednorodnych, jak i niejednorodnych, jakie często napotykamy w każdej niemal części maszynowej.

Odpowiedź dają t. zw. hipotezy wytrzymałościowe.

(To miano wydaje mi się słuszniejszym od napotykanego często: „teorie wytrzymałości”. Jak dotychczas, mamy bowiem jedną tylko teorię wytrzymałości materji w stanie krystalicznym, opartą na nowoczesnej dynamice atomowej, świecącej tryumfy w innych gałęziach fizyki. Niestety jednak obliczone z tej teorii stałe wytrzymałości przewyższają wielokrotnie wartości znalezione doświadczalnie, tak iż dla uzyskania zgodności trzeba się uciec przeciw do dodatkowej hipotezy submikroskopowych pęknięć i szczelin wewnętrznych (Griffith), które — jak wiadomo — wywołują ogromne miejscowe nierównomierności naprężeń, obliczanych według teorii sprężystości. Skoro takie trudności występują w kryształach, to o ileż większe zachodzić muszą w materiałach technicznych, np. metalach, które są konglomeratem różnych krystalitów, zlepionych roztworami koloidalnymi. Omijamy te trudności, pomijając niejednorodności i anizotropowości w mikroskopowych elementach materiału, a przyjmując izotropowość makroskopową, czyli zakładając materiał quasi-izotropowy stosujemy doń zwykłą teorię sprężystości, ażeby sprawdzić praktyczną wartość obranej hipotezy wytrzymałościowej).

Wiadomo, że rozpowszechniona ogromnie do początku bieżącego stulecia hipoteza największego wydłużenia właściwego okazała się zgoła niewystarczająca dla wszystkich materiałów technicznych, plastycznych i kruchych. Z pośród wielu proponowanych innych hipotez żadna nie dogadzała materiałom kruchym, jak żeliwo i kamienie. Natomiast dla metali plastycznych potwierdza doświadczenie wcale dobrze dość już rozpowszechnioną w Anglii hipotezę krańcowego naprężenia stycznego, a jeszcze lepiej hipotezę krańcowej energii odkształcenia postaciowego — obu jako kryterjów osiągnięcia granicy plastyczności.

(Obie te hipotezy są blisko spokrewnione i prowadzą w wielu wypadkach do wyników zupełnie zgodnych, jak np. przytoczony na wstępie przypadek ściskania wałka z płytą, a w innych — do wielce zbliżonych. Jednym z najważniejszych praktycznie jest przypadek prostego ścinania. Pierwsza hipoteza daje dlań $\tau_{nieb.} = 0,5 \sigma_{nieb.}$, druga zaś $\tau_{nieb.} = 0,58 \sigma_{nieb.}$ podczas gdy dawna hipoteza wydłużenia dawała $\tau_{nieb.} = 0,75 \sigma_{nieb.}$ Ten przypadek był studjowany doświadczalnie przez całą plejadę badaczy w bieżącym stuleciu. Średnia z najpewniejszych pomiarów zgadza się niemal zupełnie z hipotezą energii pracy odkształcenia postaciowego, wobec czego przytoczą tutaj jej ściśle sformułowanie. Przy różnych stanach napięcia, zachodzi przekroczenie granicy plastyczności u jednego i tego samego materiału dla pewnej stałej wartości pracy odkształcenia postaciowego.

Ponieważ praca ta wyraża się wogóle według teorii sprężystości równaniem:

$$\Lambda_f = \frac{m+1}{6mE} \left[(\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + (\sigma_x - \sigma_y)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right],$$

które w przypadku prostego rozciągania lub ściskania sprowadza się do

$$\Lambda_f = \frac{m+1}{3mE} \sigma^2,$$

przeto z porównania obu wyrażeń otrzymujemy wzór:

$$\sigma_{red}^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_y \sigma_z - \sigma_z \sigma_x + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2).$$

Wzór ten określa wartość naprężenia spowodowanego σ_{red} , które przy prostym rozciąganiu lub ściskaniu daje to samo wyężenie, co ogólny stan napięcia, określony danymi $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yx}, \tau_{xz}$. Bliższe szczegóły znaleźć można w następujących rozprawach i książkach:

M. T. Huber. Właściwa praca odkształcenia, jako miara wyężenia materiału. Lwów 1904 r. Czasop. Techniczne.

A. u. L. Föppl. Drang und Zwang. I. Bd., 2 Aufl., 1924, §§ 5 i 6.

Wl. T. Burzyński. Studjum nad hipotezami wyężenia. Lwów, 1928, str. 33.

Z. Kłębowski. Rzut oka na zasadę budowy wzorów wytrzymałościowych. Wilno 1929).

W konstrukcji maszyn trafiają się jednakże ważne przypadki, wychodzące poza zakres bezpośredniej stosowalności powyższego schematu warunków wytrzymałościowych. Tutaj należy zagadnienie wytrzymałości rury grubościennnej pod ciśnieniem wewnętrznym (np. cylindra prasy hydraulicznej) i wirującej tarczy (np. w turbinie parowej) z otworem w środku. W obu tych przypadkach jest obwód wewnętrzny miejscem największego wyężenia, przeto, chcąc zabezpieczyć daną część w stanie nienaruszonym od odkształcen trwałych, musielibyśmy dać dużą grubość ścianek rury i bardzo pogubić tarczę w części środkowej. Tego można uniknąć z korzyścią zapomocą następującej procedury, polegającej na znanych własnościach odkształceń metali poza granicą plastyczności:

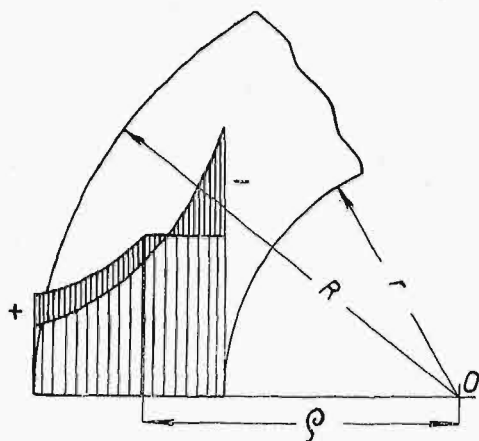
Grubość wykonywamy mniejszą, niżby wypadła ze zwykłego obliczenia, a średnicę wewnętrzną również mniejszą nieco od projektowanej. Następnie poddajemy cylinder na pewien okres czasu próbnemu ciśnieniu wewnętrznemu, większemu dość znacznie od użytkowego. Podobnie obciążamy tarczę siłami ośrodkowymi, udzielając jej większej od normalnej prędkości kątowej na okres czasu dostateczny, ażeby po trwałem odkształceniu warstw wewnętrznych nastąpiła równowaga sił sprężystości w całej tarczy. Podczas tej operacji, wytworzą się w ścianie cylindra lub w tarczy dwie strefy: zewnętrzna, w której zachodzą tylko odkształcenia sprężyste, i wewnętrzna — o odkształceniach po części sprężystych i po części trwałych. Z powodu przekroczenia granicy plastyczności, będzie wyężenie materiału w strefie wewnętrznej rozłożone prawie równomiernie na całej jej grubości, w strefie zewnętrznej musi maleć znacznie ze wzrostem odległości ρ od osi (rys. 2) stosownie do znanych wzorów Lamé'go. Po ustąpieniu próbnego ciśnienia p^* , cylinder nie odzyska średnicy pierwotnej, gdyż zachowa się tak, jak gdyby na stan napięcia dopiero co opisany nałożono inny stan, odpowiadający równomiernie rozłożonemu na ścianie wewnętrznej ciągnieniu o tej samej wartości p^* . Ten stan zaś odpowiadać będzie w całej

grubości wzorom Lamé'go, gdyż naprężenia wypadkowe, jako różnica naprężeń odpowiadających obu stanom, będą dość dalekie od granicy plastyczności.

Po całej operacji pozostanie więc w cylindrze nieobciążonym stan napięcia tego rodzaju: Warstwy wewnętrzne ściskane, zewnętrzne rozciągane mniej więcej według wykresu, uwydatnionego silniejszym zakreskowaniem. Skoro tedy obciążamy teraz cylinder ciśnieniem wewnętrznym użytkowym, to powstający rozkład naprężeń będzie znacznie równomierniejszy, a więc korzystniejszy od tego, jakoby zachodził u cylindra nie poddanego operacji. Odształcenia będą tylko sprężyste i znacznie mniejsze, co jest ważne ze względu na szczelność.

Podobną praktyczną doniosłość ma opisana procedura dla tarczy turbinowej, gdyż zapobiega jej obłuzowaniu się na wale.

Mamy tu zatem do czynienia z przypadkami, w których przeciążamy materiał rozmyślnie. To są jednakże przypadki wyjątkowe, które nie naru-



Rys. 2.

szają wartości reguły ogólnej, nakazującej w przypadku metali plastycznych unikać wyężenia materiału, sięgającego granicy plastyczności, jakkolwiek przy próbie doraźnej wartość obciążenia rozrywającego jest znacznie większa od wartości obciążenia, odpowiadającego granicy plastyczności.

Korzyść z powyżej opisanej operacji, a w związku z tem i potrzeba teoretycznego wyznaczenia stanu napięcia i odształcenia po przekroczeniu granicy plastyczności, odpada zupełnie, gdy mamy do czynienia z obciążeniem przemiennem. Naprężenia wahają się wówczas od wartości + do — i, jeżeli chociażby w niewielkim obszarze jest przytem osiągnięta granica plastyczności, to po dostatecznie wielkiej liczbie wahań powstaje w tem miejscu pęknięcie. Na podstawie bardzo licznych badań doświadczalnych, mamy prawo przyjąć, że każdy materiał posiada pewną w y t r z y m a ł o ś ć t r w a ł ą, mierzoną skrajną wartością naprężenia, którego wahaniami od + do — zniesie bez pęknięcia nieograniczoną liczbę razy.

Odnośne badania doświadczalne nazywają w laboratorjach „próbami na zmęczenie”. Badania te zwróciły uwagę na szczególnie bardzo ważny, nie uwzględniany dawniej w obliczeniach wytrzymałościowych przy normowaniu naprężeń dopuszczal-

nych. Jest nim wpływ stanu powierzchni pręta próbnego na wartość wytrzymałości trwałej. Okazuje się mianowicie, że nawet trudno dostrzegalne rysy obróbkowe powierzchni próbki zmniejszają tę wartość, tworząc niejako zaczątek pęknięcia. Rysy, powstające przy skrawaniu na tokarce, stanowią drobne k a r b y, zmniejszające wytrzymałość trwałą w stosunku do próbki polerowanej. To zmniejszenie wynosi np. dla miękkiej „stali 48” około 15%, zaś dla stali niklowo-chromowej dochodzi do 35%.

Ostatnia wreszcie z trudności, jakie napotyka przy obliczeniu wytrzymałościowym, polega na własnościach technologicznych niektórych materiałów. Mam tu na myśli przede wszystkim żeliwo. Możliwość bąbli i t. p. błędów w odlewie, niewidocznych na zewnątrz, dalej nieuniknione prawie mniejsze lub większe naprężenia odlewnicze, różnice własności wytrzymałościowych miąższu i warstwy zewnętrznej (naskórka odlewnicze-go), a wreszcie zboczenia od prawa Hooke'a sprawiają, że obliczenia naprężeń i odształceń są dalekie od dokładności, osiąganey w przypadku części z żelaza kowalnego lub stali. Zważywszy nadto brak plastyczności tego materiału, musimy stwierdzić wielką niepewność obliczeń wytrzymałościowych części z żeliwa, spotęgowaną jeszcze przez skomplikowany kształt odlewanych części.

Trudność tę omijamy zwykle w praktyce, przyjmując stosownie niskie wartości naprężeń dopuszczalnych.

Niektóre z przedstawionych trudności w dokładniejszej ocenie wytrzymałości części maszyn pokonywa się w nowszych czasach przy pomocy pewnych metod doświadczalnych, pozwalających mierzyć naprężenia na rzeczywistych częściach lub ich modelach.

Metoda w zasadzie najprostsza polega na zastosowaniu przyrządów mechanicznych lub mechaniczno - optycznych, któremi w różnych miejscach na powierzchni badanej części mierzy się wydłużenia, ażeby z nich obliczyć naprężenia przy pomocy prostych związków teorii sprężystości. Tutaj należą t. zw. „ekstensometry” lub „tensometry” Okhuizen'a, Huggenberger'a, Preuss'a i t. d. W ten sposób mierzono rozkład naprężeń w kołach wagonowych, prętach silnie zakrzywionych, ramach maszyn obrabiarkowych, dnach kotłów, połączeniach zaciskowych, rurach zakrzywionych i t. d.

Do pomiarów naprężeń dynamicznych, krótkotrwałych stosowano w Anglii i w Ameryce z powodzeniem metodę p i e z o e l e k t r y c z n ą, która prawdopodobnie zyska z czasem szersze rozpowszechnienie.

Od początku bieżącego stulecia gra ważną rolę metoda elasto - optyczna, rozwinięta zwłaszcza we Francji przez Mesnager'a i w Anglii przez Coker'a*). Metoda ta daje całkowity obraz rozkładu naprężeń w stanie dwuwymiarowym po przepuszczeniu światła spolaryzowanego przez model przezroczysty ze szkła lub celuloиду, obciążony w dany sposób. Dokładność

*) Ob. artykuł: A. Mesnager. Naprężenia ciał stałych w postaci widzialnej. *Prze gl. Techn.*, 1924.

metody elasto-optycznej została w ostatnich latach znacznie zwiększona przez zastosowanie interferometru w laboratorium prof. Tank'a w Politechnice zuryskiej.

Wymienione metody służą wyłącznie do badania stanu odkształceń sprężystych i nie rozstrzygają bezpośrednio kwestyj wytrzymałościowych. W przypadku gdy materiał ma wyraźną granicę plastyczności, można stosować z korzyścią szukanie miejsca największego wyężenia w obciążonej części przez obserwację pojawienia się t. zw. linii (prażków) Lüders'a - Hartmana, przy powoli wzrastającej wartości obciążenia. Metoda ta, w zasadzie bardzo prosta, a zarazem pożyteczna, wymaga polerowanej powierzchni modelu, w tych miejscach przynajmniej, gdzie spodziewamy się największych wyężen. Stosowano ją z powodzeniem w laboratoriach rosyjskich, a obecnie — zdaje się pod wpływem Timoszenki — w Ameryce, gdzie ominięto nawet potrzebę polerowania powierzchni przez powleczenie modelu cieniutką warstwą lśniąca, która również uwydatnia pojawienie się linii Lüders'a.

Inne metody, mniej ogólnego znaczenia, ale ważne w zastosowaniach do zagadnień specjalnych, polegają na analogjach matematycznych w teoretycznym ujęciu zadań z różnych dziedzin mechaniki i wogóle fizyki teoretycznej. Tak np. linje naprężeń stycznych w przekroju skręcanego pręta pryzmatycznego o danym konturze są identyczne z linjami prądu ustalonego cieczy doskonałej, krążącej w naczyniu pryzmatycznym tego samego kształtu (analogia Kelvina). Rozwiązanie odnośnego zadania hydrodynamicznego dostarcza przeto rozwiązania wymienionego zadania wytrzymałościowego. Ta analogia ułatwia znacznie szukanie miejsc niebezpiecznych w przekroju, gdyż wielkość naprężeń stycznych w zagadnieniu skręcania zmienia się tak samo, jak wielkość prędkości cieczy w analogicznym znaczeniu hydrodynamicznym. Tutaj zaś „warunek ciągłości” pozwala obliczyć prędkość z gęstości linii prądu. Jeszcze ważniejsza dla powyższego zadania jest analogia Prandtl'a, gdyż pozwala na dokładne eksperymentalne rozwiązanie przy dowolnym konturze. W tym celu napinamy na tym konturze równomiernie wyprężoną błonę (np. z rotworu mydła) i wyginamy ją lekko, np. nadwyżką ciśnienia powietrza z jednej strony. Równanie tej wygiętej powierzchni błony jest zarazem równaniem funkcji naprężeń stycznych, przyczem warstwie powierzchni są liniami naprężeń stycznych, a nachylenie w kierunku prostopadłym do warstwy jest proporcjonalne do wielkości naprężenia stycznego w zadaniu skręcania. Tym sposobem znaleziono w laboratoriach angielskich i niemieckich rozkład naprężeń w wie-

lu praktycznie ważnych przypadkach konturów, nastroczających niepokonane trudności rozwiązania matematycznemu. Podobnie ułatwia badania rozmieszczenia naprężeń w wale o zmiennym przekroju analogia hydrodynamiczna A. Föppl'a i elektryczna L. Jacobsen'a.

Szeroki zakres zastosowań znajdzie zapewne analogia dwuwymiarowego zadania teorii sprężystości w postaci równania różniczkowego funkcji naprężeń Airy'ego, z równaniem powierzchni ugięcia cienkiej płyty. Już dość dawno zwrócił na nią uwagę F. Klein, a później przedwcześnie zmarły teoretyk niemiecki K. Wieghardt, (Mitt. u. Forschungsarb. Nr. 49, 1908). Analogia zachowuje ważność także w pewnych wypadkach anizotropii.

Przy rozważaniu trudności w zagadnieniach wytrzymałościowych nowoczesnej konstrukcji maszyn, pominęliśmy jeszcze jedną, grającą ważną odrębną rolę. Wiele części maszyn pracuje nie w zwykłej temperaturze lokalu fabrycznego, lecz w temperaturach o wiele wyższych. Temperatura niektórych części jest nadto rozmieszczona w nich bardzo nierównomiernie. Ma to oczywiście znaczny wpływ na własności wytrzymałościowe danej części, a to z dwu powodów: po pierwsze wszystkie stałe, charakterystyczne dla sprężystości, plastyczności i wytrzymałości materiału, zmieniają się w zależności od temperatury; powtórze zaś nierównomierne ogrzanie wywołuje dodatkowe naprężenia, zwane termicznymi, które mogą w pewnych warunkach prowadzić do bardzo niebezpiecznego wyężenia materiału. Bardzo znanym przykładem jest pęknięcie kominów fabrycznych, nie zabezpieczonych wewnątrz ścianą izolującą (podszewką). Zależność wytrzymałości materiału od temperatury musi być badana doświadczalnie. Teoria jest powołana do oceny naprężeń termicznych i tutaj już nieraz oddała cenne usługi. W przypadku kominu np. okazało się, że niebezpieczeństwo pęknięcia jest praktycznie niezależne od grubości ściany, przy tej samej różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni.

Powyższe zwięzłe oświetlenie zagadnień wytrzymałościowych nowoczesnej konstrukcji maszyn nie miało bynajmniej na celu dowodzenia ich ważności praktycznej. To byłoby zbyt cennym na Zjeździe Inżynierów Mechaników. Celem odczytu było raczej wykazanie, jak wiele wiedzy teoretycznej i doświadczalnej wymaga rozwiązanie zagadnień wytrzymałościowych. Pragnąłem przez to zachęcić i naszych przedstawicieli wielkiego przemysłu do tworzenia laboratoriów i zatrudniania inżynierów - badaczy, gdyż koszt łożony na to opłaca się sownie, jak wykazują doświadczenia krajów, przodujących w przemyśle maszynowym.

Wytrzymałość łańcuchów spawanych ręcznie i próba ich ulepszania drogą obróbki termicznej^{*)}.

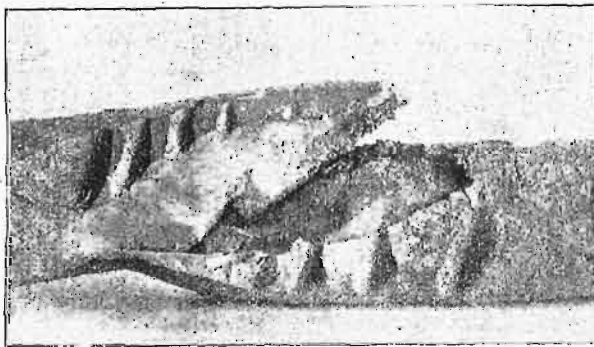
Napisał Inż. K. Kornfeld.

Rozdział III.

Badania metalograficzne.

Obok tego, że wszystkie ogniwa pękały na szwie, zaobserwowano, że gięcie nawet na gorąco powoduje otwieranie się szwu. Próby wyprostowania ogniwa na proste pręty ze szwem w środku nie udały się. Sposób otwierania się szwu w czasie prostowania podaje rys. 19. Byłoby to jeszcze jednym dowodem na to, że szew jest najnieodpowiedzialniejszym punktem ogniwa ręcznie spawanego i że rozluźnianie szwa przy gięciu na zimno jest pewne.

Uzasadnienia niskich własności mechanicznych szwu szukałem w mikrografji. Dla orientacji poddałem obserwacji również materiał z części niespawanej. Tworzywo w stanie dostarczonym przedstawiało się jako miękka stal o zawartości węgla do 0,15% (z analizy 0,125%) w postaci perlitu na

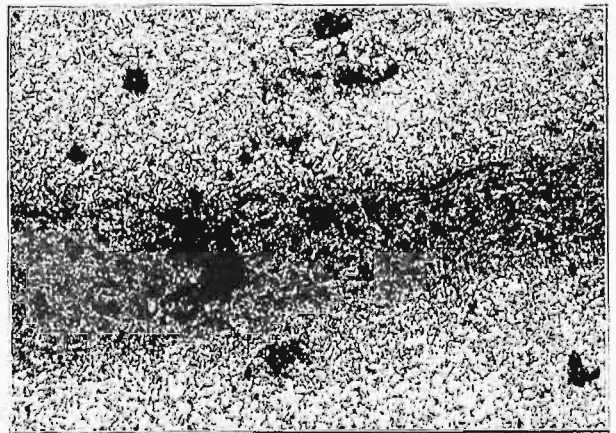


Rys. 19. Otwieranie się szwu podczas prostowania ogniwa.

tę normalnej wielkości ziarn ferrytu. Gdzieś tam widoczne były pasma likwatów i znaczne ilości wtrąceń niemetalicznych, bliżej nieokreślonych, oraz kolonie drobnych ciemnych punktów, najprawdopodobniej tlenków. Na przekroju równoległym do kierunku walcowania wyraźnie występowała budowa pasemkowa. Gdzieś tam zawalowane są duże wtrącenia niemetaliczne, czasem w pokaźnej ilości. Zewnętrzna powierzchnia ogniwa bywa często nawęglona na nieznacznej głębokości. Zjawisko to da się wytłumaczyć w ten sposób, że ogrzewane do temperatury białego żaru na węglu drzewnym ogniwo przebywało w ognisku o tyle długo, że mogła zajść dyfuzja. Niska zawartość węgla w tworzywie używanym na łańcuchy sprzyja cementacji. Cementacja jest w wypadku nawęglania powierzchni ogniwa korzystną, gdyż każe oczekiwać zmniejszenia ścieralności. Na innym jednak miejscu okaże się, że zjawisko nawęglania okolic szwu spawania ma dla łańcuchów złe następstwa. Z tego powodu zatrzymam się nieco, by omówić warunki cementacji.

Na grubość warstwy nacementowanej wpływa-

ją: temperatura cementacji, czas jej trwania, rodzaj środka nawęglającego, czyli karburyzatora, i wielkość jego ziarna, sposób chłodzenia przedmiotów po nawęgleniu, oraz jakość i skład chemiczny cementowanej stali. Cementacja może zachodzić, jak stwierdził Charpy, już od 640°³⁸⁾, jednakowoż odbywa się bardzo powoli. Z podwyższeniem temperatury osiąga się, przy tych samych innych warunkach procesu, coraz to grubszą warstwę nawęgloną. Ze względów praktycznych, nie podnosi się jednak temperatury cementacji ponad około 900°. Dłuższy czas nawęglania przy innych warunkach stałych pozwala osiągnąć grubszą warstwę nacementowaną. Grubość tej warstwy zależy silnie od rodzaju karburyzatora. Stałych środków nawęglających istnieje bardzo dużo i używa się ich



Rys. 20. Szybko chłodzony szew. Pow. 65 X. Wytraw. HNO₃.

celem przetworzenia miękkiego, ciągliwego materiału na mało ścieralny, twardy z powierzchni przedmiot o miękkim rdzeniu. Ponieważ w czasie wyrobu łańcuchów nie staramy się o nawęglanie i cementacja jest objawem przypadkowym, zajmujemy się tylko temi środkami, które mogą w czasie wyrobu łańcucha działać nań cementująco. W pierwszym rzędzie rzuca się w oczy możliwość cementacji węglem z ogniska. Proces dyfuzji wymaga, by dyfundujący pierwiastek znajdował się w stanie atomowym, gdyż tylko w ten sposób może się on dostawać w siatkę przestrzenną rozpuszczalnika; wchodzi on w nią ruchem kołowym i wypiera atomy rozpuszczalnika z ich miejsca w siatce przestrzennej, zajmując je sam³⁹⁾. Dyfuzja węgla z węgla drzewnego przez zwykły kontakt z żelazem jest trudną i zachodzi dopiero w temperaturach bliskich A₃. Cementacja zajść jednak może za pośrednictwem karburyzatora gazowego, np., jak to ma miejsce w naszym wypadku, (najprawdopodobniej) CO. Gdy zajdzie reakcja:

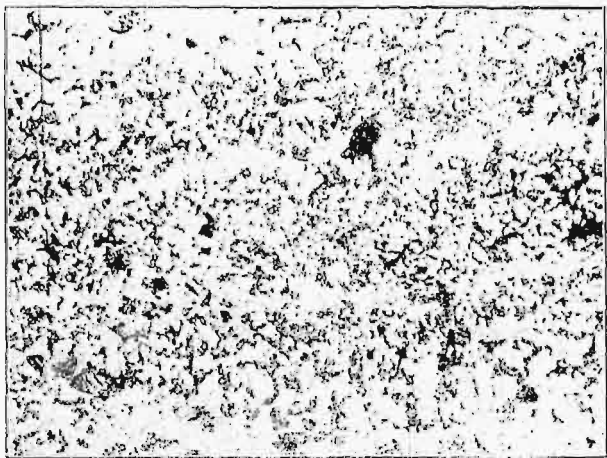
³⁸⁾ Comptes rendus de l'Academie des Sciences, 1903, 137/120.

³⁹⁾ Feszczenko - Czopiński „Szkice z teorii metaloznawstwa”, Warszawa 1924 r.

*) Ciąg dalszy do str. 765, zes. 35 z r. b.



otrzymamy węgiel „in statu nascendi”, mogący łatwo dyfundować w żelazo. Przy niedostatecznym dopływie powietrza, możemy w ognisku kowalskim, czy piecu, gdzie ogniwa się zagrzewa, otrzymać CO. Przejście gazu spalinowego z gorętszej części paleniska w zimniejszą może również wywołać wymienioną reakcję, która z obniżeniem temperatury przebiega z lewa na prawo. Odnosi się to jednak tylko do takich warunków, w których powietrze nie wniknie na warunki równowagi reakcji. W ognisku kowalskim, gdzie węgla jest dużo, o lokalny niedomiar powietrza jest łatwo. Gdyby powietrze dochodząc utleniało zawarty w spalinach CO, temperatura podniosłaby się, a tem samem



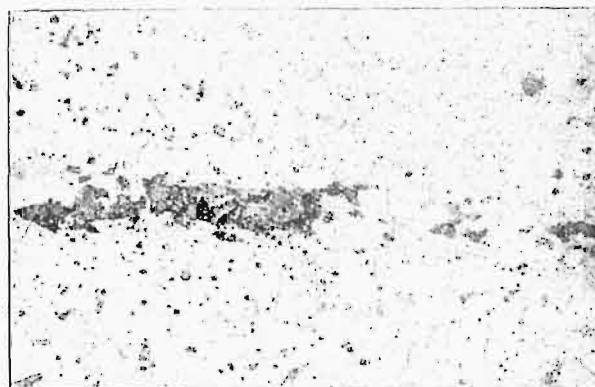
Rys. 21. Mniej nawęglony szew. Pow. 175 X.

reakcja posunęłaby się na korzyść zwiększenia stężenia CO. Wzbogacony w CO, gorący gaz, dochodząc w przestrzenie o niższej temperaturze, reaguje w kierunku wydzielania węgla. Wynika stąd, że karburyzator, działający już od najniższych temperatur możliwości zachodzenia dyfuzji, znajduje się w ognisku, w którym grzejemy ogniwa.

Pewną uwagę należy jednak poświęcić czasowi trwania procesu, od którego grubość warstwy nacementowanej zależy. Czas grzania ogniwa wynosi zaledwie kilka do kilkunastu minut. Czas ten byłby zatem z uwzględnieniem przejściowych temperatur, jakie ogniwo przed przyjęciem temperatury spawania przyjmuje, krótkim i nie kazałby się obawiać zbyt ewentualnych szkodliwych następstw cementacji. Zazwyczaj jednak układa kowal w ognisku kilka ogniw, przyczem to, które ma spawać, umieszcza w najgorętszym miejscu, inne na obwodzie ogniska, gdzie dopływ powietrza jest mniej obfity. Tak nagrzewa się ogniwo do pewnej temperatury i potem można je szybciej doprowadzić do białego żaru. Ten sposób przyspieszenia ogrzewania umożliwia działanie karburyzatora przez dłuższy, bo do 45 minut dochodzący czas. Zarazem daje to możliwość powstawania węgla „in statu nascendi”, bo dochodzące do ogniw CO dostaje się w miejsce, gdzie nie tylko powietrze nie dochodzi, ale też w miejsce o dużo niższej temperaturze, niż mają dopływające spaliny.

Wyjęte z ogniska ogniwo stygnie szybko na powietrzu i z tego powodu warstwa nacementowana odcina się dość ostrą granicą od miękkiego rdzenia materiału. Wolne chłodzenie przedmiotu

cementowanego daje możliwość dalszej dyfuzji węgla z nacementowanej warstwy wgłąb tworzywa i przejście między perlitem a ferrytem z perlitem na granicach ziarn jest łagodne. Tworzywo łańcuchowe zawiera dość dużą ilość manganu, sprzyjającego cementacji. Mogącego przeszkadzać krzemu nie zawiera zupełnie lub bardzo mało. Hamujący dyfuzję fosfor znajduje się albo w niewielkiej ilości, albo też zgrupowany zdale od brzegu przekroju, w postaci segregacji. Te dogodne dla nawęglania warunki powodują cementację powierzchni zagiętego na ogniwo pręta. Po wyjęciu z ogniska, utlenia się węgiel i następuje powierzchniowe odwęglenie, które jednak często nie może się posunąć daleko, ze względu na dużą szybkość stygnięcia na powietrzu. Najmniej odwęglą się powierzchnia, mająca być spawaną gdyż kucie odcina dostęp po-



Rys. 22. Silne utlenienie i ożuzlenie szwu. Pow. 175 X. Wytryw. HNO₃.

wietrza do powierzchni spawanych. W ten sposób otrzymuje gotowe ogniwo szew nawęglony. Gdy chłodzenie odbywa się szybko, granica między warstwą nacementowaną a normalnym materiałem jest dość ostra. Szybko chłodzony szew przedstawia rys. 20 (pow. 65 X traw. HNO₃). Pozorny szew spawania jest ograniczony dwiema jaśniejszymi liniami na tle nacementowanego pasa. Obok tego widać w materiale dużo por, pochodzących z wykruszenia, albo wtrąceń niemetalicznych, albo też może i perlitu, powstałego przy cementacji. Obok cementacji zachodzić może równocześnie ożuzlenie szwu. Mniej ostre granice nacementowanej warstwy dowodzą wolniejszego chłodzenia, niż w wypadku rys. 20. Mniej od omówionych nawęglony jest szew przedstawiony na rys. 21 (pow. 175 X, traw. HNO₃). Stopniowo w kierunku materiału zmniejszająca się zawartość perlitu każe się spodziewać powolnego studzenia. Przemawia za tem również i to, że perlit przesunął się poza granice pozornego szwu spawania, istniały zatem przez pewien czas warunki temperatury, sprzyjające dyfuzji węgla ze szwu. Ogniwo to zatem było spawane przy temperaturze wyższej od poprzednio omawianych. Brak węgla na dwu liniach, stanowiących granicę szwu pozornego, mógł być wywołany tem, że węgiel zużył się wskutek wydzielania się zawartego w źle zdezoksydowanym tworzywie tlenu. O ile ogniwo długo się ogrzewa, utlenienie poprzednio nacementowanej warstwy może posunąć się bardzo daleko, bo nie tylko do usunięcia wpływu cementacji, ale do utlenienia materiału i ożuzlenia szwu. Silne ożuzlenie i utlenienie obser-

wujemy na rys. 22 (pow. 175 \times , traw. HNO_3). Słabej oksydacji podległ szew na rys. 23 (pow. 560 \times , traw. alk. HNO_3); przy małym powiększeniu jest szew zaledwie dostrzegalny i wydaje się, że był dobrze wykonany. Szew biegnie jak gdyby wpoprzek pól ferrytu i przedstawia się, jako szereg wydłużonych, wąskich ostrzy perlitu i niewielkich wtrąceń niemetalicznych.

Na obserwowanych 72 próbkach ze szwem znaleziono szwów nacementowanych 56, to znaczy 77%, z tych dwa o dużo niższej od eutektoidalnej zawartości węgla. Jeden z nich był przegrzany do występowania budowy Windmannstädtena. Szew taki, jak na rys. 23, znaleziono tylko jeden, to znaczy 1,4%; 21% szwów było ożużlonych. Grubość nacementowanych szwów była na całkowitej długości różna i wynosiła od 0,1 do 1,2 mm. Grubość ożużlonego była bardziej równomierna i wynosiła

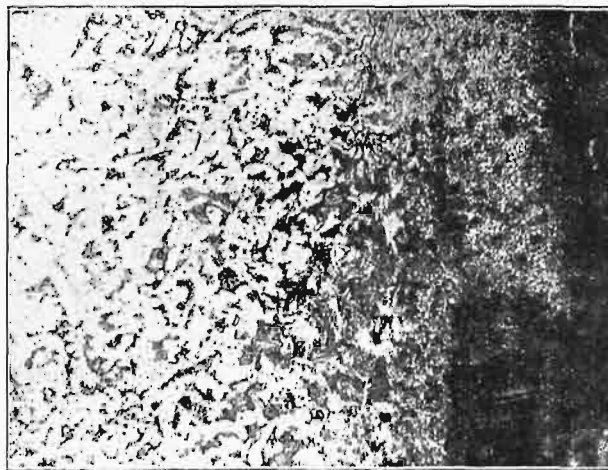


Rys. 23. Jeden ze szwów badanych.
Słabe utlenienie Pow. 560 \times .

od 0,01 do 0,08 mm. Wypadku rys. 23 nie uwzględniam.

Szukając związku między mikrografją a złomem ogniwa, obserwowałem szlify, sporządzone w dwu przekrojach, mianowicie: prostopadłym do osi ogniwa i równoległym do niej. Ze szlifów, wykonanych prostopadle do osi, nie dało się wyprowadzić żadnych pewnych wniosków. Obserwacja jednak szlifów o powierzchni równoległej do osi ogniwa wykazała, że typ złomu A, to jest rozklejenie się szwu, odpowiada szwom ożużlonym. Szwy nacementowane pochodzą z ogniwa, dających złom typu D, to jest prostopadły do osi ogniwa z ostrym występowaniem z jednej strony, szczeliną z drugiej (vide rys. 17). Przejściowa postać złomu D odpowiadała szwom nacementowanym, w których jednak tkwiły żużle. Fragment pękniętego szwu nacementowanego przedstawia rys. 24 (pow. 175 \times , traw. HNO_3). Obserwacje pozwoliły wglądnać w sam proces pęknięcia szwu. O ile szew jest

nacementowany, w takim razie tkwi w materiale o dużym wydłużeniu warstwa słabiej się odkształcająca. Pod obciążeniem, następuje szybsze odkształcanie nienawęglonych części niż perlitycznych i powstaje tendencja do ruchu nienawęglonych części materiału względem nacementowanych. Powoduje to występowanie widocznych na rys. 24 drobnych rys, które prowadzą do szybkiego zerwania ogniwa. Gdy próbuje się łańcuch przez przeciążenie, następuje dość znaczne odkształcenie (rys. 18), które już powoduje powstawanie rys. Szew pozbawiony spójności traci własności sprężyste. Wynika z tego, że próba przez przeciążenie powoduje rozluźnienie szwu i trwałe odkształcenie, z tem związane. Inaczej przedstawia się mechanizm pęknięcia szwu ożużlonego. Wydłużający się materiał ściska tkwiącą na szwie warstewkę żużla,



Rys. 24. Fragment pękniętego szwu. Pow. 175 \times .

kłóra rozkrusza się i odpada, powodując rozklejenie się szwu. Takie rozklejenie się przez wykruszanie się żużli obserwowałem przy badaniu twardości. Naciskana kulka prasy Brinella próbka otwierała się, z powstałej zaś szczeliny wysypywały się drobne, lecz widoczne okruchy żużla. Wykruszanie się żużla dowodziła też obserwacja pod mikroskopem. Próbkę z pękniętych ogniwa szlifowano bardzo ostrożnie, mimo to na złomie żużli nie zauważono; widoczne natomiast były wgłębienia, jak gdyby odciski po wypadłych żużlach. Obok odcisków widoczne były nieraz bardzo głębokie szczeliny. Na brzegach tych szczelin nie było widać żadnych nadpęknięć. Częściowe rozklejenie się szwu następowało na ożużlonej przestrzeni, zaś ostateczne zerwanie w nacementowanej części szwu, dającego złom typu C. Wykruszanie się żużla ze szwu powoduje trwałość odkształceń już przy niewielkich obciążeniach, lecz wyższych, niż dla ogniwa ze szwem nacementowanym.

(c. d. n.).

Fizyko-chemiczne podstawy odsiarczania stopów żelaza¹⁾.

Napisał inż.-met. K. Gierdziejewski.

Siarka jest najszkodliwszą domieszką żelaza. Walka z nią jest trudna, szczególnie ze względu na dość znaczne powinowactwo Fe z S.

Szkodliwe wpływy S na własności metalu polegają na znacznym obniżeniu własności mechanicznych oraz pogorszeniu własności odlewniczych (gęstość, zwiększenie skurczu) i wogóle technologicznych (kruchość żelaza, szczególnie przy wyższych temperaturach, i t. p.). Granice dopuszczalnych ilości siarki wahają się zależnie od rodzaju metalu: dla żeliwa zwykłego dopuszczalne maximum jest 0,15%, dla stali i miękkiego żelaza — 0,05%, jednakże i takie ilości tej domieszki są niepożądane.

Siarka przechodzi do żeliwa z surowca i koksu; wskutek obecności siarki w koksie, ilość jej w żeliwie przy przetapianiu surowca w żeliwiaku wzrasta mniej więcej o 40 — 50%. Przy stosowaniu zaś dużych ilości fragmentu, można otrzymać bardzo wysoką zawartość siarki. Przy wytapianiu staliwa w piecach martenowskich, daje się również zauważyć zwiększenie S z gazów opałowych, jednakże przebiegi metalurgiczne, szczególnie w piecach zasadowych, umożliwiają zmniejszenie zawartości siarki w gotowym wyrobie do 0,03 — 0,02%. Tylko w piecach elektrycznych mamy warunki, umożliwiające prawie całkowite usunięcie siarki.

Siarka tworzy następujące połączenia z Fe i Mn:

a) siarczek żelaza, FeS, o temperaturze topienia 1200° C,

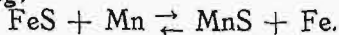
b) siarczek manganu, MnS, o temperaturze topienia 1620° C,

c) eutektykę 93% FeS + 7% MnS o temperaturze topienia 1181° C,

d) eutektykę 85% FeS + 15% Fe, o temperaturze topienia 980° C²⁾.

FeS jest bardzo łatwo rozpuszczalny w roztopionym metalu; przeciwnie — MnS w metalu nie jest rozpuszczalny, a ponieważ posiada on niski ciężar właściwy (3,8 — 4,0), więc łatwo wypływa na powierzchnię metalu i może być bez trudności usunięty razem z żużlem.

Na tej właściwości jest oparte odsiarczanie metalu, a więc należy utworzyć warunki ułatwiające przebieg:



We wspomnianem wyżej dziele prof. Grum-Grzymajło rozpatruje systematycznie te warunki, opierając się na danych chemii fizycznej i termodynamiki. Pozwólę sobie również zatrzymać się tu nad niemi.

a) Odsiarczanie przy pomocy studzenia metalu — odbywa się według przebiegu egzotermicznego



¹⁾ Referat wygłoszony na Międzynarodowym Kongresie Odlewniczym w Londynie w r. 1929.

²⁾ Prof. Grum-Grzymajło, Proizwodstwo stali, 1925, str. 209.

Na podstawie prawa Le-Chatelier'a wiemy, że przebieg ten może zachodzić tylko w kąpielu stygnącej. Na zjawisku tem oparte jest odsiarczanie metalu w mieszalnikach nieogrzewanych, gdzie wskutek oziębienia metalu zachodzi łatwo reakcja w kierunku górnej strzałki, a utworzony siarczek manganu przechodzi do żużla. W odlewnictwie żeliwa sposób ten nie może mieć szerszego zastosowania, a to ze względu, iż ostudzony metal nie nadaje się do wypełniania form. Prowadząc topienie w ten sposób, by temperatura metalu z żeliwiaka była możliwie wysoka, mamy możność pewnego ostudzenia metalu (do temperatury 1350° C) i tylko częściowego, nieznacznego jego odsiarczenia. Do świeżenia metalu w gruszkach, również wymagany jest metal możliwie gorętszy — studzenie więc też nie jest wskazane, i tylko przy otrzymywaniu stali w piecach martenowskich odsiarczanie przedwstępne w mieszalnikach jest możliwe i nawet pożądane. Przy odpowiednich ilościach Mn we wsadzie i temperaturach kąpeli, można usunąć w ten sposób do 75% całej ilości siarki, zawartej w metalu.

b) Sposób odsiarczania przy pomocy zwiększonych ilości Mn w metalu i żużlu oparty jest na prawie, znanem z nauki o roztworach, które brzmi tak: „Gdy mamy dwie cieczce, nie dające się zmieszać (np. metal i żużel), oraz dodatek rozpuszczalny, tak w jednej, jak i drugiej cieczy (FeS i MnS), to ten dodatek tak się rozdzieli w tych cieczkach, iż stosunek koncentracji jego domieszek w cieczkach będzie stały” t. j.

$$\frac{(\text{FeS}, \text{MnS}) \text{ w żużlu}}{(\text{FeS}, \text{MnS}) \text{ w metalu}} = a \text{ (const.)}$$

Najlepsze wyniki otrzymać możemy, gdy a jest największe, t. j. gdy żużel może zawierać maksymalne ilości MnS i FeS; z metalurgji zaś wiemy, iż rozpuszczalność siarczków metali w żużlach jest największa, gdy żużel zawiera znaczne ilości tlenków tych samych metali, t. j. MnO i FeO. Wynika stąd, iż pożądane jest, aby żużel zawierał jak najwięcej tych tlenków.

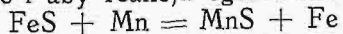
Zwiększenie zawartości MnO i FeO w warunkach pracy żeliwiaka możliwe jest przez: a) zwiększenie ilości Mn we wsadzie, b) wprowadzenie topnika bogatego w Mn (ruda manganowa, żużel Mn i t. p., stosowanie żużli zasadowych).

Zwiększając Mn we wsadzie i prowadząc przetapianie przy wysokiej temperaturze i pewnej nadwyżce tlenku, uzyskujemy większy zgór Mn, który w formie MnO przechodzi do żużla i ułatwia odsiarczanie. To samo dotyczy i Fe. Korzyści zwiększonej ilości Mn we wsadzie nie mogą być kwestjonowane, przeto zalecać należy stosowanie surowców o wysokiej zawartości Mn, a przede wszystkim surowców martenowskich.

Osobiście autor niejednokrotnie stwierdził dodatni wpływ większej zawartości Mn we wsadzie i doradza tak przeprowadzać gatunkowanie, aby ilość Mn w odlewie była nie mniejsza niż 0,7%.

Żeliwo wychodzące z żeliwiaka powinno być

przy tem dostatecznie gorące, aby mogło się należycie odstać i aby reakcja egzotermiczna



uzyskała najlepsze warunki przebiegu.

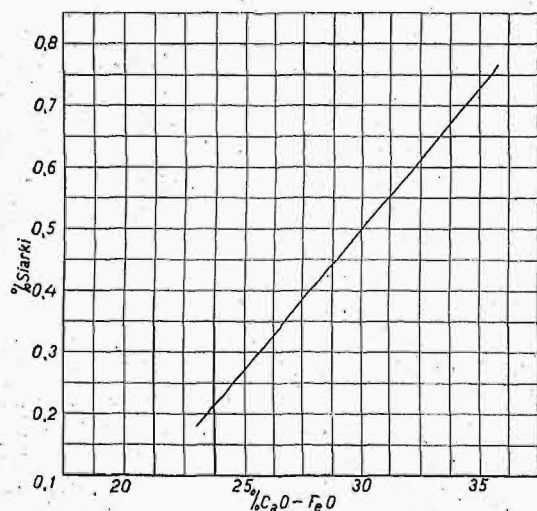
Wprowadzenia do żeliwiaka topników o wysokiej zawartości Mn spróbował w r. 1902 Reusch²⁾ z dodatnim częściowo wynikiem technicznym, lecz gospodarczo za drogim. Dodatkowe doświadczenia Wedemeyera³⁾, Wüsta⁴⁾ i innych stwierdziły, iż w żeliwiakach przebieg ten nie ma racji bytu, ponieważ dla roztopienia dodatkowej ilości topnika trzeba wprowadzić zwiększone ilości koksu, które tem więcej zanieczyszczają metal siarką.

W literaturze fachowej z ostatnich czasów (St. u. Eisen 1925, str. 197) mamy notatkę, iż „Gutehoffnungshütte” zastosowała na szeroką skalę odsiarczanie żeliwa przy pomocy żużla martenowskiego, ekonomiczność jednak tego przebiegu we wspomnianej hucie może być tłumaczona tylko wyjątkowymi warunkami miejscowymi.

c) Sposób pracy na żużlach zasadowych oparty jest teoretycznie na tych samych podstawach, co i sposób poprzedni:

Mianowicie, ze wzoru wyżej podanego mamy:

(FeS, MnS) w żużlu = (FeS, MnS) w metalu $\times a$, t. j. stężenie (FeS, MnS) w metalu można doprowadzić do zera, gdy stężenie (FeS, MnS) w żużlu zbliżone jest do zera.



Rys. 1.

Ostatnie osiągnąć możemy, zastępując związki FeS i MnS związkiem siarki w siarczku, nie rozpuszczalnym w metalu, jak naprz. CaS, MgS i t. p. Siarczek wapnia jest w metalu nierozpuszczalny, więc — jak z powyższego rozumowania wypada, — prowadzi ten sposób również do zmniejszenia zawartości siarki w metalu.

Praktyczne przeprowadzenie zupełnego odsiarczania tym sposobem nie jest możliwe, a to ze względu, iż ciepło zużywane na przebieg:

1) $\text{MnS} + \text{CaO} = \text{MnO} + \text{CaS} - 13\,481 \text{ Kal}$,
 2) $\text{FeS} + \text{CaO} = \text{FeO} + \text{CaS} - 6\,573 \text{ Kal}$
 nie jest zbyt duże, a więc i intensywność przebiegów niewielka. Wzór pierwszy tłumaczy nam fakt,

dłaczego odsiarczanie idzie lepiej przy gorącym biegu pieca, który stwarza warunki do tego przebiegu endotermicznego.

Powyższe wnioski teoretyczne potwierdza całkowicie praktyka.

W szczegółowej pracy, poświęconej żużłom żeliwiaków, I. W. Bolton⁵⁾ przytacza wykresy zależności między zawartością w żużlu CaO + FeO w % a stopniem odsiarczania, przyjmując całą zawartość siarki w kąpieli jako 100%. Jeden z takich wykresów przytaczamy na rys. 1. Widzimy z niego, iż najlepsze odsiarczanie zachodzi przy stosowaniu żużla o ogólnej zawartości CaO + FeO w granicach 35 — 45%.

I. W. Bolton nadmienia, iż żużel ten posiada dużą zdolność tworzenia t. zw. „wełny żużlowej” przy spuszczeniu go z pieca, a ponieważ jego doświadczenia wykazują, iż „wełna” zawiera zwykle znacznie więcej S, aniżeli żużel — odsiarczanie metalu zachodzi znaczne.

Również u R. Spoldersa i F. Schulte'go⁶⁾ znajdujemy potwierdzenie powyższego.

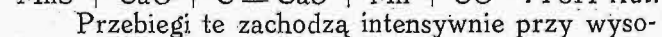
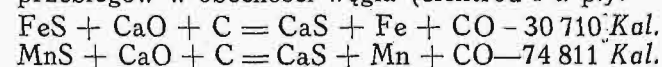
Całkowitego odsiarczania przeprowadzić w ten sposób nie można, ponieważ zbyt zasadowe żużle są trudnotopliwe, wymagają zwiększonej ilości paliwa w żeliwiakach, zaś w gruszkach i płomieniakach Martin'a wywołują praktyczne trudności, które nie pozwalają obniżyć S poniżej 0,03% w gotowym metalu.

Zaznaczyć należy, iż w literaturze odlewniczej z nowszych czasów niejednokrotnie podkreślany był dodatni wpływ CaF₂ na odsiarczanie.

Wytłumaczenie tego jest łatwe. Dodatek fluorytu zwiększa znacznie łatwopłynność żużla, a tem samem daje możność stosowania więcej zasadowych żużli, których rola przy odsiarczaniu była wyżej dokładnie wyjaśniona.

Najlepsze warunki dla odsiarczania przy pomocy żużli zasadowych dają piece elektryczne, ponieważ: 1) możemy prowadzić przebiegi przy bardzo wysokich temperaturach, 2) atmosfera pieca jest neutralna, a nie utleniająca.

W tych warunkach możliwe jest utrzymanie przebiegów w obecności węgla (elektrod i t. p.):

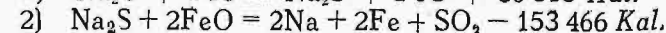
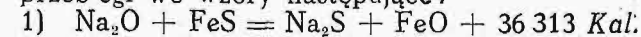


Przebiegi te zachodzą intensywnie przy wysokiej temperaturze pieców elektrycznych i, ponieważ CaS jest nierozpuszczalny w metalu, możliwe jest absolutne prawie odsiarczanie metalu.

Otrzymujemy przytem żużle o składzie: SiO₂ — 31%, (CaO + MgO) — 60,5%, (FeO + MnO) — 3,5%, S — 0,15%, przy zawartości siarki w metalu 0,008%.

W ostatnich czasach znalazły szerokie zastosowanie w odlewniach żeliwa sposoby odsiarczania przy pomocy związków metali ziem alkalicznych, szczególnie sodu.

Zakładając, iż przy temperaturze roztopionego metalu zachodzi przedewszystkiem rozkład Na₂CO₃ na tlenek sodu i CO₂, możemy ująć te przebiegi we wzory następujące:



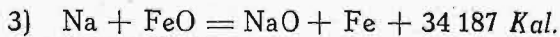
²⁾ St. u. Eisen 1902, str. 415.

³⁾ St. u. Eisen 1903, str. 1134.

⁴⁾ St. u. Eisen 1904, str. 1316.

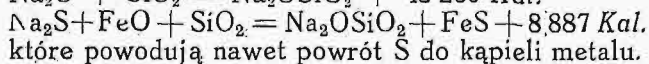
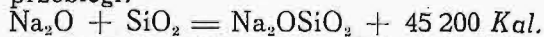
⁵⁾ „The Foundry” 1921, str. 675.

⁶⁾ „Giesserei” 1924, str. 281.



i podobne dla Mn.

W obecności krzemianów żużla, zachodzą przebiegi:



które powodują nawet powrót S do kąpeli metalu.

Praktycznie sprawa ta została rozwiązana przez Waltera, który wypuścił na rynek brykiety odsiarczające o takim składzie, iż zastosowanie ich w ilości 0,5% wagowo pozwoliło uzyskać zmniejszenie S w żeliwie do 80% pierwotnej ilości⁷⁾.

Prawidłowe odsiarczanie zachodzi tylko w wypadku, gdy środek odsiarczający nie zetknie się z żużłem żeliwiaka, zawierającym SiO_2 . Dlatego też nie można dodawać środka odsiarczającego przez okno wsadowe.

Odsiarczanie w kadziach nie dało wyników dobrych, ze względu na duże ilości ulatniających się gazów SO_2 , zatruwających powietrze, oraz z powodu trudności całkowitego usunięcia żużla.

Obecnie najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie żeliwiaków specjalnej konstrukcji ze zbiornikiem żużla wedł. patentu C. Reina oraz z przelewem systemu „Dürkopp - Leyken”. Przy takiej konstrukcji żeliwiaka oddzielenie żużla od żeliwa

następuje już w piecu, tak, że do zbiornika dostaje się czyste żeliwo, zaś żużel jest zbierany w bocznym zbiorniku.

Środek odsiarczający dodaje się do metalu; zbiornik posiada komin do odprowadzania SO_2 .

J. Mehrstens podaje⁸⁾ następujące wyniki odsiarczania:

przed dodaniem brykietów	0,099	0,074	0,107	0,090
po dodaniu brykietów	0,045	0,053	0,066	0,065.

Udaje się więc przeciętnie zmniejszyć ilości siarki o 35 — 50%.

W wypadkach żeliwiaków bez zbiorników, odsiarczanie przeprowadza się w rynnie spustowej specjalnej konstrukcji, w której następuje najpierw oddzielenie żużla przez przelew. Sposób ten stosowany jest w Ameryce; należy jednak przypuszczać, iż wyniki jego stosowania nie mogą być nadzwyczajne, wskutek zbyt krótkiego czasu zetknięcia się żeliwa ze środkiem odsiarczającym. Należy zwrócić uwagę, że do zalet odsiarczania sposobem Waltera należy to, iż intensywnie zachodzące przytem reakcje, redukujące FeO i MnO i zmniejszające zgar chemiczny, powodują pełniejsze wydzielenie pochłoniętych gazów przy wrzeniu metalu. Daje to zdrowy metal do odlewu o wysokich własnościach mechanicznych⁹⁾.

O zastosowaniach statystyki matematycznej w życiu gospodarczym w Ameryce.

Napisał Dr. Jerzy Neyman, docent Uniwersytetu Warszawskiego.

Statystyka matematyczna, która na kontynencie naszym zaczyna dopiero zdobywać sobie prawo obywatelstwa, stała się w krajach anglosaskich, więc w Anglii i Stanach Zjednoczonych A. P., ważną dziedziną wiedzy, stosowaną na najrozmaitszych polach.

Pomijając teorię dziedziczności i pokrewne zagadnienia z hodowli roślin i zwierząt oraz teorię ubezpieczeń, które to zastosowania statystyki matematycznej są dość znane i u nas, nauka ta oddaje znaczne usługi większym kompanjom przemysłowym, wytwarzającym produkty spożywcze, różnego rodzaju przyrządy, maszyny, wreszcie kompanjom, eksploatującym koleje, telegrafy, telefony i t. d.

Ponieważ tego rodzaju zastosowania nie są u nas ogólnie znane, wydaje mi się interesującym przedstawić krótko typy zagadnień z dziedziny gospodarczej i technicznej, które znajdują rozwiązanie metodą matematyczną - statystyczną. Zagadnienia te będą czerpał przeważnie z publikacji zakładu statystyki matematycznej, utrzymywanego przez towarzystwo eksploatujące telegrafy i telefony w Stanach Zjednoczonych (Bell Telephone Laboratories, Inc.). Zakład ten liczy kilku współpracowników - statystyków - matematyków, z których znani mi są trzej: 1) Arne Fisher, autor książki o rachunku prawdopodobieństwa i statysty-

ce, 2) p. R. Molina, przedstawiciel zakładu na kongresie międzynarodowym matematyków w Bologni w 1928 r. i 3) W. A. Shewhart.

Organizacja pracy w Zakładzie B. T. L. nie jest mi bliżej znana, ale z charakteru publikacji wnoszę, że dwaj pierwsi współpracownicy zajmują się orzecznie zagadnieniami teoretycznymi, powstającymi w związku z już bardziej praktyczną pracą trzeciego.

Wobec tego ograniczę się tu do przedstawienia kilku zagadnień z prac tego ostatniego autora, które mogą być dla czytelników interesujące. Jakkolwiek rozwiązanie tych zagadnień nie są może zawsze zupełnie szczęśliwe, samo ich sformułowanie stanowi niezaprzeczoną i wielką zasługę autora.

Publikacja, o której mam zamiar pisać, nosi tytuł: „When Must a Thing be left to Chance?”¹⁾

Oznacza to w luźnym tłumaczeniu: „Kiedy jakaś rzecz ma być przypisana przypadkowi?” Chodzi tu autorowi o rozróżnienie wśród ogółu zjawisk danej dziedziny życia gospodarczego tych, które zależą od „przypadku”, oraz reszty, to znaczy takich, które nie posiadają charakteru przypadkowego, więc zależą od zmienionych warunków zewnętrznych.

¹⁾ St. u. Eisen 1925, str. 449.

²⁾ Ustrój żeliwiaków Dürkopp - Leyken oraz rynien spustowych z przelewem był opisany w Przeglądzie Techn. w r. 1927, str. 706 i 849. (Przyp. Red.)

³⁾ Bell Telephone Laboratories, Inc. Inspection Engineering Dep., June 1929.

⁷⁾ St. u. Eisen 1922, str. 506.

Ogólnej teorii zjawisk przypadkowych praca W. A. Shewhart'a nie zawiera, jeśli nie liczyć kilku ogólnikowych uwag na ostatnich stronach broszury. Całość stanowi raczej zbiór recept ze wskaznikami co do przypadków, kiedy je należy stosować.

Pierwszy rozpatrywany przez autora przykład dotyczy oporu elektrycznego pewnego materiału, który z pewnych względów nadawał się do wytwarzania pewnych przyrządów. Aby fabrykacja była możliwa, potrzeba, by opór materiału zachowywał pewną stałość. Absolutna stałość jest oczywiście niemożliwa i, jeśli wytniemy bodaj z najbardziej jednorodnego materiału dwa jednakowe kawałki, opory ich będą różne. Chodzi tu jednak o rozpiętość wahań. Ustalenie tej ostatniej nie jest trudne — wystarczy dokonać większej liczby pomiarów nad coraz to nowymi próbkami. Jeśli rozpiętość wahań jest mała, sprawa okazuje się załatwioną pomyślnie. W razie przeciwnym, powstaje pytanie, czy wahania oporu (lub jakiej innej cechy) danego materiału posiadają charakter przypadkowości, czy też można tu zauważyć wpływ pewnych dających się wyróżnić przyczyn. W tym ostatnim przypadku łatwo może się okazać możliwość zmniejszenia skali wahań, poczem materiał zaczyna nadawać się do fabrykacji.

Przykład ten jest dość ogólny. W dalszym ciągu broszury W. A. Shewhart rozpatruje kilka analogicznych, tylko podanych w bardziej konkretnej formie.

Przechodzimy do następnego typu zagadnień. Bell Telephone nad Telegraph Co. nabywa masowo przyrządy, dostarczane jej przez kilka fabryk. Własności, a może także i jakość tych przyrządów jest charakteryzowana przez pewną wielkość X , dającą się łatwo ustalić dla każdego przyrządu. Zagadnienie polega na stwierdzeniu, czy zachodzące pomiędzy przyrządami różnice jakości można uznać za przypadkowe, czy też istotnie niektóre fabryki produkują gorzej od innych.

Zagadnienie to staje się bardziej interesującym i trudnym, jeśli dla ustalenia wielkości X , odpowiadającej każdemu danemu aparatowi, wypada tenże zdemontować. Powstaje tu zaraz inne niezmiernie ważne zagadnienie: ile należy sprawdzić przyrządów, by mieć możliwość dokładnego wnioskowania co do całej dotychczasowej partji.

Ramy artykułu informującego nie pozwalają na omówienie metod rozwiązania zagadnień, które zresztą zależą nietylko od typu zagadnienia, ale także, w dość znacznym stopniu, od drobnych pozorów szczegółów. Wspomnę tu tylko o bardzo sprytnym zastosowaniu teorii korelacji, które pozwoliło autorowi nietylko na stwierdzenie ogólnikowe, że pewne fabryki dostarczają systematycznie gorszych przyrządów, ale także na dokładne wskazanie momentu w takiej fabrykacji, w którym te zakłady przemysłowe popełniają jakąś niedokładność.

Chodziło o pewne dostarczane z kilku fabryk przyrządy, które posiadają pewne części A i B . Dla dobrego działania sieci telefonicznej, czy też telegraficznej, ważnem jest, by części A i również części B , zrobione z różnych materiałów i później hartowane, były we wszystkich czynnych aparatach jednakowo twarde. Stwierdzono jednak, że twardość A i B w przyrządach, pochodzących z pewnych fabryk, odbiega od norm w sposób, który wskazuje

na istnienie jakiejś systematycznie zakłócającej przyczyny. Ta ostatnia mogła tkwić w niedokładnościach przygotowania stopów do wyrobu części A i B , w ich obróbce i wreszcie w hartowaniu. Gdyby nadmierne wahania twardości części A i B pochodziły z jakich innych przyczyn poza hartowaniem, wahania te miałyby być niezależne od siebie, bowiem w procesie przygotowania A i B był jeden jedyny wspólny moment, właśnie hartowanie. Okoliczność tę wykorzystał W. A. Shewhart, obliczając współczynnik korelacji pomiędzy twardością części A i części B . Okazało się, że współczynnik ten wynosił 0,5, więc był nawet dość duży, skąd wynikał wniosek, że przyczyna nieregularności wahań twardości A i B tkwi także, a może i przeważnie, w jakichś wadach hartowania. Współczynnik korelacji pomiędzy twardością A i B w przyrządach, wytwarzanych gdzieindziej, był również dodatni, ale dużo mniejszy.

Jako ostatni typ zagadnień, przedstawionych w broszurze W. A. Shewhart'a, przytoczę następujące o bardzo wielkiej ważności gospodarczej. Chodzi tu o t. zw. krzywą popytu. Piekarnie w New Yorku narzekają na bardzo nierównomierny popyt na chleb, na skutek czego często brakuje chleba, oraz równie często znaczna jego część bywa niewyprzedana.

Pochodzące stąd straty wynoszą podobno ogromne kwoty rocznie. Zagadnienie, które u Shewhart'a jest tylko sformułowane, ale nie rozwiązane, polega na wykryciu przyczyn, względnie na umożliwieniu przepowiedni spadku popytu.

Prócz tych zagadnień, zawartych w broszurze W. A. Shewhart'a, pozwolę sobie przytoczyć tu jeszcze parę, które otrzymałem od innych statystyków.

Pierwsze zagadnienie polega na następującem. Stwierdzono, że znaczna liczba zamawianych codziennie rozmów telefonicznych pomiędzy Nowym Jorkiem a St. Francisco nie dochodzi do skutku z powodu braku czasu. W związku z tem powstało pytanie, czy nie opłaciłoby się przeciągnąć pomierzy temi miastami jeszcze jednego kabla, a jeśli tak, — to z iloma nowymi linjami.

Wobec znacznych kosztów, zagadnienie to było bardzo ważne, a wobec ogromnych podobno wahań sezonowych w liczbie połączeń telefonicznych — nie było łatwe. Inne zagadnienia odnoszą się do praktyki browarnianej. Autor ich jest współpracownikiem ogromnego browaru w Anglii, sprowadzającego surowiec z dominjów.

Stwierdził on, że koszt produkcji piwa waha się dość znacznie, i to z powodów, które nie udało się wykryć na drodze chemicznej.

Spróbowano zastosować metodę korelacji wielorakiej pomiędzy kosztami produkcji piwa a składem chemicznym przerabianego jęczmienia. Okazało się, że korelacja jest dość znaczna, choć mechanizm jej pozostał dotąd nieznanym. Okoliczność ta pozwoliła na zróżniczkowanie gatunków jęczmienia oraz (oczywiście) ceny.

Drugie zagadnienie z praktyki tegoż autora posiada charakter ubezpieczeniowy. Browar posiada ogromną ilość baryłek, zamawianych w różnych zakładach i z różnego materiału. Po pewnym czasie użycia, baryłki zaczynają się niszczyć, zachodzi po-

trzeba naprawy, i im dalej, tem remont bywa częstszy i kosztowniejszy. Nastaje chwila, kiedy się opłaca nabycie nowych baryłek. Zagadnienie polega na ustaleniu dla każdego gatunku naczyń chwili, kiedy je należy zastąpić nowymi.

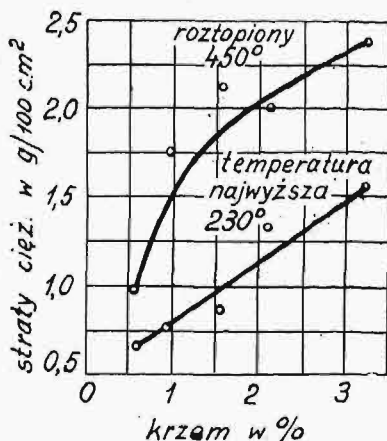
Wszystkie te zagadnienia powstają w warunkach masowej produkcji i masowych dostaw. W Polsce mogłyby mieć zastosowanie przede wszystkim w wielkich organizacjach państwowych, jak armja, koleje, poczta i monopole.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

METALOZNAWSTWO.

Rdzewienie i korozja surowca.

Co rok ogromne ilości żelaza i żeliwa ulegają zniszczeniu przez korozję (rdzewienie), co wyrządza ogromne szkody zarówno w przemyśle, jak w gospodarstwie społecznym. Te szkody wywołały wreszcie zainteresowanie się spr-



Rys. 1. Korozja żeliwa w wodorotlenku potasu przy różnych temperaturach, zależnie od zawartości krzemu.

wą korozji, jej właściwymi przyczynami i w dalszym ciągu jej zapobieganiem, czyli uchronieniem metalu od przedwczesnego zniszczenia. Powstał cały szereg teorii, jak, na przykład, działania prądów lokalnych między ferrytem

szkodliwe wpływy korozji. Co do innych składników, jak Ni, Cr, Cu i t. p., nie znajdujemy w literaturze odpowiednich danych, z wyjątkiem wpływu niklu, na co zwrócili uwagę szczególnie Oberhoffer i Piwowarski i częściowo ten temat opracowali.

W opisanych niżej badaniach oparto się na czynnikach następujących:

- 1) wpływ rodzaju i postaci grafitu,
- 2) „ „ krzemu,
- 3) „ „ niklu i chromu, oddzielnie i razem,
- 4) „ „ miedzi.

Celem badania wpływu rozcieńczonych kwasów i roztworów soli na surowiec, odlano cały szereg okrągłych prętów ϕ 14 mm, 15 mm długości. Powierzchnia ich wynosiła więc po 9,7 cm². Metal ogrzano do temperatury 1320 — 1370° C, odlewano zaś przy 1250° C. Niektóre próbki zostały wyżarzone, a wszystkie dokładnie oczyszczone i wymyta alkoholem. W ten sposób przygotowane próbki przymocowywano na końskim włosie i zanurzano na pewien czas do 100 cm³ następujących roztworów:

- 1) $\frac{1}{2}$ n kwasu solnego,
- 2) $\frac{1}{5}$ n kwasu octowego,
- 3) 25% ługu potasowego,
- 4) roztopionego wodorotlenku potasu,
- 5) $\frac{1}{10}$ n roztworu soli kuchennej,
- 6) $\frac{1}{10}$ n roztworu siarczanu amonu,
- 7) 20% roztworu dwuwęglanu potasu.

Działanie korozji określono, stwierdzając stratę ciężaru próbki. Skład chemiczny surowców był następujący:

Próbka	% C	Związany C %	Grafit %	% grafitu w stosunku do ogólnego węgla	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	Warunki stygnięcia	Sposób krzepnięcia	Wyżarzanie
6 K	2,94	0,07	2,87	97,60	2,16	0,63	0,28	0,042	—	—	w kokilach	pstry	5 g., 820°
6 S	2,92	0,03	2,89	99,00	2,16	0,63	0,28	0,042	—	—	„ suchych form. piask.	szary	5 g., 820°
7 K	2,71	0,03	2,68	99,00	3,46	0,58	0,27	0,049	—	—	„ kokilach	„	3 g., 820°
7 S	2,73	0,08	2,65	97,20	3,46	0,58	0,27	0,049	—	—	„ suchych form. piask.	„	3 g., 820°
1	2,88	0,36	2,52	87,60	3,19	0,74	0,42	0,033	—	—	„ wilgotnych „	„	—
2	2,85	0,52	2,33	81,80	2,05	0,69	0,42	0,026	—	—	„ suchych „	„	—
2a	2,85	0,09	2,76	96,90	2,05	0,69	0,42	0,026	—	—	„ „	„	—
3	2,78	0,83	1,95	70,20	1,54	0,71	0,41	0,031	—	—	„ formy o temp. 200°	„	—
3a	2,63	0,03	2,60	98,90	1,54	0,71	0,41	0,031	—	—	„	„	20 g., 800°
4	2,52	1,32	1,20	47,60	0,96	0,52	0,24	0,078	—	—	„ „ 500°	biały	8 g., 930°
5	2,55	0,50	2,05	80,40	0,67	0,33	0,10	0,083	—	—	„ „ 600°	biały	20 g., 800°
11	2,98	0,54	2,44	81,80	2,09	0,79	0,37	0,028	1,05	—	w suchych form. piask.	szary	8 g., 930°
12	2,86	0,64	2,22	77,70	1,86	0,72	0,37	0,024	3,17	—	„ „	„	—
13	2,73	0,43	2,30	84,30	1,44	0,62	0,37	0,030	5,70	—	„ „	„	—
21	2,85	0,66	2,19	76,90	1,73	0,62	0,38	0,032	—	0,54	„ „	„	$\frac{1}{2}$ g., 950°
22	2,06	2,09	0,97	31,70	2,01	0,69	0,34	0,025	—	1,12	„ „	biały	1 g., 950°
25	2,65	0,91	1,74	65,70	1,73	0,70	0,32	0,026	2,65	0,61	„ „	biały	—

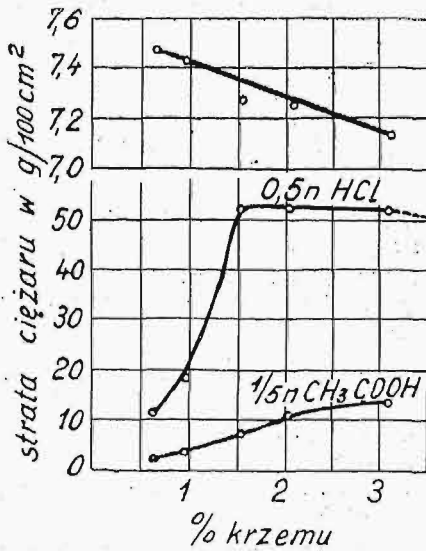
a perlitom; przypuszczano także, że grafit, znajdujący się w surowcach, odgrywa wielką rolę, lecz doświadczenia nie potwierdziły tych hipotez.

Ze wszystkich domieszek surowca najwięcej wpływa na odporność na działanie kwasów i na rdzewienie krzem. Dawno już stwierdzono, że dodatek około 12% Si do surowca szarego czyni go prawie zupełnie odpornym na

A. Wpływ grafitu zbadano na próbkach Nr. 6 i 7, odlanych częściowo w kokilach, częściowo w formach piaskowych, następnie wyżarzonych celem otrzymania struktury ferrytycznej i dużej ilości wolnego grafitu. Okazało się, że korozja niszczy żeliwo równomiernie, wobec czego grafit i związana z nim struktura żadnej poważniejszej roli w tym procesie nie odgrywa.

B. Działanie kwasów, zasad i roztworów soli:

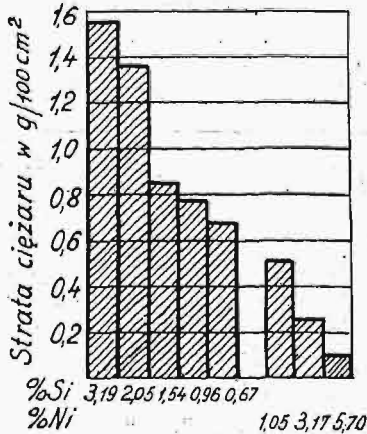
1) Zawartość krzemu poniżej 1,5% przy kwasie solnym, a przy kwasie octowym poniżej 3% osłabia działanie korozji. Silne ługi i roztopione wodorotlenki metali alka-



Rys. 2. Korozja żeliwa w kwasie solnym i octowym w zależności od zawartości krzemu. Zależność między ciężarem właściwym a korozją.

licznych działają bardzo energicznie na żeliwo o zawartości 3% Si. Dodatek 3% krzemu nie zmniejsza więc wcale korozji (rys. 1). Roztwory soli niszczą również dosyć znacznie żeliwo o zawartości od 0,7 do 3% Si. Celem uniknięcia korozji zwykłego żeliwa pod działaniem kwasów i zasad, należy możliwie obniżyć zawartość krzemu (rys. 2).

2) Domieszka niklu w szarym surowcu w ilościach do 6% wpływa na korozję rozmaicie. Łącznie z chromem — zmniejsza znacznie szkodliwe działanie kwasów. Działanie

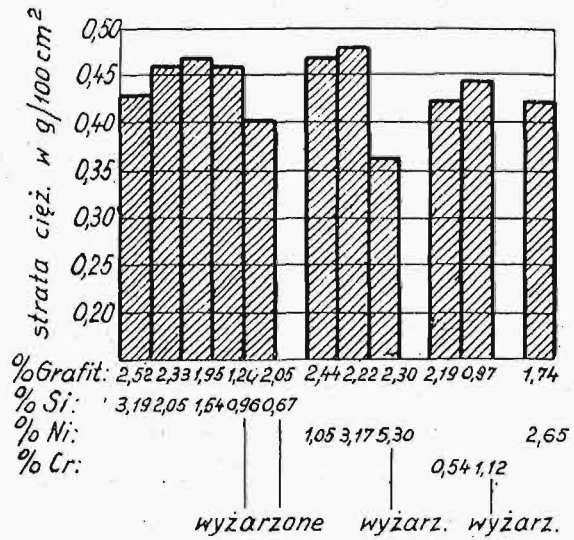


Rys. 3. Korozja w 25%-wym roztworze ługu potasowego. Maksymalna temperatura 230°. Czas 15½ godz.

zasad na żeliwo z domieszką niklu jest znacznie słabsze, tak że żeliwo, zawierające do 6% niklu, nadaje się szczególnie na płaskie zbiorniki do odparowywania ługów (rys. 3). Natomiast dodatek niklu nie zmniejsza działania roztworów soli (rys. 4).

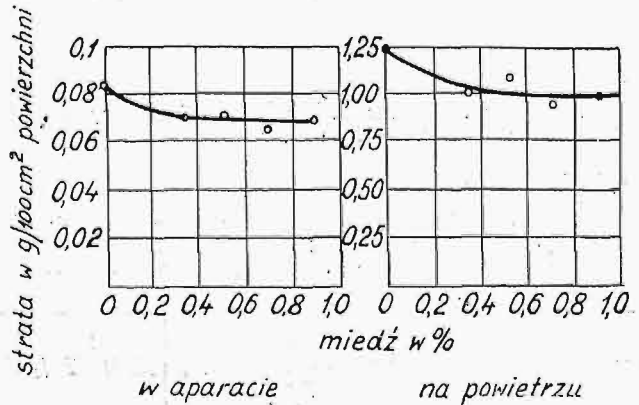
3) Chrom już nawet w ilości 1% znacznie osłabia działanie kwasów, lecz nie przeciwdziała korozji żeliwa w wodnych roztworach soli. Wyższe zawartości chromu nadają żeliwu jeszcze większą odporność przeciw kwasom, lecz kosztem ogromnego utrudnienia obróbki mechanicznej z powodu tworzenia się dużych ilości twardego węgla żelazo-chrom-węgiel, który właśnie jest najwięcej odporny na działanie kwasów. Równoczesna obecność 0,5% chromu

i 2,5% niklu czynią żeliwo bardziej odpornym na korozję pod działaniem kwasów. Co się znów tyczy nagryzania żeliwa przez roztwory soli, to większa ilość niklu, obok chromu, działa raczej ujemnie.



Rys. 4. Korozja w normalnym roztworze soli kuchennej 1 : 10. Czas trwania doświadczenia 22 dni.

4) Domieszka miedzi w żeliwie do 0,9% nie osłabia korozji przez kwasy. W wodnych roztworach soli żeliwo staje się więcej odpornym w miarę wzrastania zawartości Cu. Domieszki od 0,3 do 0,4% Cu wpływają dodatnio na odporność żeliwa na szkodliwe wpływy atmosferyczne.



Rys. 5. Doświadczenia nad rdzewieniem żeliwa, zawierającego miedź.

Większe ilości miedzi w żeliwie nie wykazują zdecydowanego wpływu (rys. 5). (E. Piwowarski & Köttschke Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 1928, str. 333).

Inż. Dworzak.

System martenzytyczny.

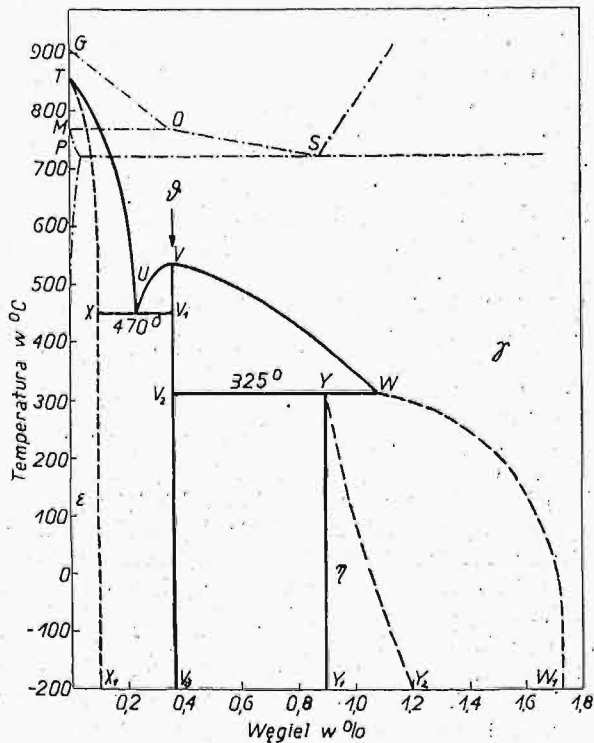
W roku 1925 rozpoczęli H. Hanemann i A. Schrader badania mikroskopowe struktury martenzytycznej i doszli na tej podstawie do wniosku, że w martenzycie występują różne fazy. Wobec tego twierdzą oni, iż martenzyt można ująć jako osobny system metastały. Do opracowania tego systemu zastosowali ostatnio metodę termiczną. Ponieważ szybkości studzenia, z którymi przy otrzymywaniu martenzytu mamy do czynienia, są znaczne, zwykle zdejmowanie krzywej termicznej przy pomocy termoelementu i galwanometru nie nadawało się. Najdogodniejszym okazało się w tym wypadku elektrokardiograf, którego okres drgań własnych wynosił 1/50 sek, a przesuw papieru 10 do 140 mm/sek. Przy pomocy tego przyrządu, zapożyczanego z techniki badań fizjologicznych, można było ustalić krzywe charakterystyczne dla układu martenzytycznego. Załączony wykres

przedstawia ów system, przyczem linie pełne oznaczono na podstawie badań termicznych i mikroskopowych, linie kreskowane oparte są na domysłach wniosków teoretycznych i częściowo na obserwacjach mikroskopowych. Linie złożone z kresk - kropek odnoszą się do systemu karbidycznego.

System ten zawiera następujące części: Fazę ϵ , mogącą zawierać w roztworze najwyżej 0,1% węgla; nie jest więc ona identyczna z fazą α żelaza, barwi się przy wytrawianiu nieco ciemniej niż ferryt.

Faza δ występuje przy zawartości 0,37% C, tworzy z fazą ϵ eutektoid o zawartości 0,23% C przy temperaturze przejścia 470, w fazę zaś η przechodzi perytektoidalnie przy 325, trawi się ciemniej niż ϵ . Autorzy nazwali tę fazę Heynitem.

Faza η występuje przy 0,9% C, jako skutek perytektoidalnej przemiany δ pod działaniem fazy γ o zawartości 1,1% C przy temperaturze 325. Ponieważ zaobserwowano, że przy niższych temperaturach zwiększa się ilość fazy η przeto krzywa tworzenia fazy η przesuwa się przy obniżaniu temperatury w stronę większych zawartości węgla. Fa-



Rys. 1.

za ta zwie się hardenitem, trawi się jaśniej niż poprzednia i jest przyczyną twardości stali hartowanych.

Dla stwierdzenia możliwości przyjęcia takiego układu zmieniano szybkość hartowania przy badaniach termicznych i okazało się, że szybkość hartowania nie ma wpływu (w granicach błędów doświadczalnych) na położenie krzywych. Badania pozostałości magnetycznej stali hartowanych, przeprowadzone przez Gumlicha, badania przewodnictwa elektrycznego, również Gumlicha, badania właściwości mechanicznych Maurera i Hegeera i badania dilatometryczne Matsushita zdają się potwierdzać teorię martenzytyczną Hanemanna.

Najciekawszą jest łączność wyprowadzonych faz ze znanymi dotychczas faktami. I tak skład fazy (0,37% C) odpowiada składowi punktu O na linii GOS w układzie karbidycznym i składowi punktu B na linii likwidusu w tymże układzie. Autorzy spodziewają się, że w zgodności składu procentowego tych punktów możnaby znaleźć jakieś uzasadnienie dla odrzuconej obecnie fazy β .

Dawniejsi praktycy dzielili stopy żelazo - węgiel na stal i żelazo, przyczem jako granicę podziału przyjmowano 0,4% C i uznawano, że poniżej tej zawartości stal się nie hartuje, t. j. nie utwardnia. Jeśli przyjąć fazę η jako przyczynę powstawania twardości w stalach hartowanych, to rzeczywiście zaczyna ona występować dopiero od 0,37% C. W ten sposób stary, nie oparty na niczym podział praktyków zyskałby uzasadnienie chemiczo - fizyczne.

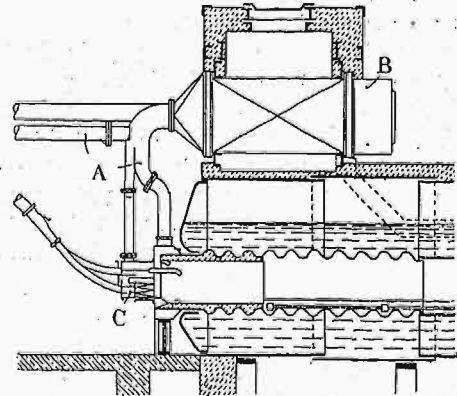
(K. Gebhard, H. Hanemann, A. Schrader. (Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 1929, maj, str. 763).
Z. J.

KOTŁY PAROWE.

Opalanie pyłem węglowym kotłów płomienicowych.

Kotły płomienicowe posiadają — jak wiadomo — tę wyższość nad konstrukcjami wodnorurkowymi, że są znacznie odporniejsze na uszkodzenia, ponadto zaś, że względu na dużą pojemność wodną, ulegać mogą większym wahaniom odbioru pary. Gdy natomiast obsługa palenisk odbywa się ręcznie, koszty eksploatacji tych kotłów wzrastają, maleje zaś ich sprawność i produkcja pary. Dotychczas, mimo że paleniska mechaniczne i półmechaniczne znalazły zastosowanie do kotłów płomienicowych, nie są jednak często stosowane, ze względu na znaczne koszty instalacyjne.

Fakt powyższy tłumaczy dążenie do zastosowania tu opalania pyłem węglowym; które, jak wiadomo, dało w kotłach wodnorurkowych tak znakomite wyniki. Zbudowano więc komory paleniskowe, w których odbywa się spalanie mieszanki węgla i powietrza i w których następuje wydzielanie się popiołu i żużla, palące się zaś gazy przedostają się dalej do płomienia. Próby poczynione w Neumühl z różnymi konstrukcjami komór spełży jednakowoż na niczem,



Rys. 1. Przekrój częściowy kotła płomienicowego opalanego pyłem.

A — rurociągi, doprowadzające powietrze podgrzane;
B — podgrzewacz powietrza; C — palnik.

ze względu na duże trudności, spowodowane porywaniem popiołu i szybkim niszczeniem się komór. Szczególniej w złączeniu komór z rurami ogniowymi następowało, z powodu zmniejszenia przekroju, przyleganie cząstek popiołu do gorącej ściany komory i zatykanie wylotu komory. Kocioł trzeba było zatrzymywać celem oczyszczenia już po 3-tych tygodniach pracy. W czasie oględzin stwierdzono, że popiół uniesiony został aż do płomieniocy, gdzie, wskutek energicznego chłodzenia ścianek przez wodę otaczającą, osiadał w postaci miękkiego pyłu; usuwanie popiołu nie następowało trudnościami. Po pewnym czasie przekonano się, że z siedmiu kotłów, dwa były stale w naprawie, a koszty utrzymania nie były niższe, niż koszty opłacania palacza przy paleniskach, obsługiwanych ręcznie. Ze względu na powyższe, zdecydowano się dokonać próby kotła opalanego pyłem węglowym, ale bez komory paleniskowej, jak wskazuje rys. 1. Przewody, którymi doprowadzany jest ze zbiornika pył węglowy, zaopatrzone są w zasilacze ślimakowe o regulowanej liczbie obro-

tów ślimaka, miarkującą ilość doprowadzanego pyłu; każdy z przewodów obsługiwał jedną płomienicę. Po wyjściu z przewodu pył porywany był przez silny prąd powietrza, uniemożliwiający osiadanie cząsteczek stałych. Mieszanka podzielona zostaje przed wejściem do paleniska na trzy oddzielne strugi, i dostaje się tam z palników o wylocie krzyżowym.

Powietrze pierwotne, z którym zmieszany jest pył węglowy, służy jedynie do wdmuchiwania go do paleniska, reszta zaś niezbędnego (praktycznie) do spalania powietrza przedostaje się przez otwory regulowane w przedniej części paleniska; powietrze to dostarczane jest przez wentylator pod ciśnieniem 120 mm słupa wodnego, temperatura jego wynosi 200 — 250° C.

Zaznaczyć warto, że pył węglowy, wprowadzony z niewielką ilością powietrza, tworzy mieszkę palną dopiero po rozprężeniu się jej w palenisku, natychmiast po opuszczeniu palnika. Spalanie (zupełne) pyłu, które tu następuje, ogarnia jedynie zewnętrzną powierzchnię wtryskiwanej strugi, podczas, gdy jej rdzeń wewnętrzny ulega jedynie energicznemu odgazowywaniu. W miejscu, w którym odgazowywanie to jest już posunięte dostatecznie daleko, dopływa pod ciśnieniem wzmiankowane wyżej powietrze, wywołujące w strudze gwałtowne wiry, przemieszanie się pyłu odgazowanego z palącym się i — w rezultacie — spalanie się całej dawki krótkim płomieniem. Zapalenie przy rozruchu dokonywa się zapomocą palnika gazowego. Płomienica wyłożona jest wewnątrz, na długości 1 — 1,5 m od palnika, materiałem ogniotrwałym; popiół uniesiony przez spaliny osiada w postaci pyłu na nieosłoniętej i stosunkowo znacznie chłodniejszej części ścianki płomienicy.

Opisane urządzenie kotłowe pracuje od listopada r. ub. Ponieważ nie przewidziano żadnego urządzenia mechanicznego do usuwania gromadzącego się popiołu, kocioł musi być zatrzymywany co 2 — 3 dni celem oczyszczenia płomienic. Czynności tej dokonywa (zazwyczaj podczas przerwy nocnej) jeden człowiek w ciągu 2 — 3 godzin. Ogniotrwała wyprawa paleniska wymieniana jest co 10 — 12 tygodni, inne części urządzenia używają się nieznacznie. Natężenie powierzchni ogrzewanej kotła waha się w granicach 26 — 31 kg/m²h. (Korner. Glücker, 1 czerwca, 1929).

Bibliografia.

Obróbka metali na obrabiarkach. (Le travail des métaux aux machines outils). M. I. Andronin. Encyclopédie minière et métallurgique. I. B. Baillière et fils, Paris, 1929. Str. 499.

Zagadnienie obróbki skrawającej metali jest o tyle rozległe, iż mogłoby objąć wśród encyklopedyj przemysłowych Baillière'a szereg tomów, stanowiących odrębną całość; zamknięto je jednak w jednej dużej książce, stanowiącej część encyklopedji górniczo-hutniczej, obejmującej ponad czterdzieści tomów. Na szczęście autor nie starał się w swej pracy ogarnąć całości zagadnienia obróbki, co z konieczności zmusiłoby do potraktowania go w sposób wybitnie encyklopedyczny, w zakresie potrzebnym dla hutników raczej, niż warsztatowców; ograniczył się zasadniczo do opisu i objaśnienia działania narzędzi skrawających w ich normalnych postaciach. Należy podkreślić z prawdziwym uznaniem, że ten jedyny tom, traktujący o obróbce metali, mówi o narzędziach, o tym najważniejszym czynniku obróbki, tak często bagatelizowanym, zwłaszcza w dziełach ujmujących rzecz encyklopedycznie. Również i sposób ujęcia sprawy jest naogół zupełnie dobry, gdyż autor mniej wysila się, by dać jaknajwiększą ilość materiału opisowego, którym często są przeładowane książki tego rodzaju, większy nacisk kładąc

na to, by czytelnika nauczyć rozumieć pracę narzędzia i wpływ na nią jego postaci i właściwego użycia. Z każdej strony książki widać, że autor sam głęboko interesuje się praktyczną stroną obróbki, z łatwością robi trafne spostrzeżenia i nie powtarza rzeczy słyszanych lub czytanych bez przekonania się naoczno o ich słuszności. Zamiłowanie autora do analizowania i teoretyzowania prowadzi go miejscami aż zbyt daleko, przez co nie dostrzega, że do tych samych wyników może doprowadzić rozumowanie znacznie prostsze, oparte na dobranych porównaniach i systematycznym rozwijaniu zagadnienia. Te braki stwierdzamy najwyraźniej w rozdziale o frezowaniu; trudno jednak o nie winić tego, kto niezawodnie nie był pedagogiem. Drugim brakiem poważnym jest niezwykła rozwlekłość książki, wynikająca po części ze sposobu wypowiedzania się, właściwego niektórym autorom, po części zaś z wielokrotnego powtarzania tych samych przesłanek w różnych rozdziałach, mimo że wystarczyłoby uczynić to raz tylko. Stanowczo większość autorów dzieł technicznych nie docenia wartości treściwego układu książek i dzieła swe ocenia, zda się, na wagę; skutek tego jest aż nazbyt oczywisty: książkę ich przestudjuje tylko drobna część tych czytelników, którzyby to uczynili, gdyby była mniej wodnista.

Nie wszystkie działy książki ujął autor również gruntownie; uderza to zwłaszcza w zbyt powierzchownym ujęciu procesu tak ważnego, jak rozwiercanie, i całego zagadnienia szlifowania. Największym z braków książki jest to, że w licznych rozdziałach autor nie poparł obszernych rozumowań nad działaniem narzędzi dokładnymi danymi lub nie uzupełnił ich podaniem dobrze obranych wzorów narzędzi. A przecież nawet najlepiej rozwinięte przesłanki, oświetlające rzecz ze strony jakościowej, nie zastąpią nigdy praktykowi kilku umiejętnie obranych danych liczbowych, ujmujących rzecz ze strony ilościowej. Książka bowiem tego rodzaju nie może być podręcznikiem, pouczającym warsztatowca, w jaki sposób ma on sam przeprowadzić badania, by zdobyć owe wytyczne ilościowe. W ośmiu na dziesięć wypadkach nie zabierze się on całkiem do owych badań, a jeżeli się i weźmie, to znów w ośmiu na dziesięć wypadkach przeprowadzi je niewłaściwie lub nie doprowadzi do końca. I znów powołać się można w pierwszej linii na rozdział o szlifowaniu, jako na pozbawiony niemal zupełnie tak koniecznych tu i łatwych do zebrania danych ilościowych; brakować ich nie powinno nawet i w tym wypadku, gdyby autor nie miał możności zaczerpnąć ich z własnej praktyki lub badań.

Jakkolwiek wytknięte braki obniżają wartość książki, jednak, choć wszystkie je uwzględnimy, pozostaną przecież jeszcze bardzo liczne plusy na jej korzyść. Jednym z najważniejszych plusów jest to, że w pracy każdego, choćby najbardziej złożonego, narzędzia autor umie dopatrzeć się działania prostego ostrza i stąd wyciąga trafne wnioski o wpływie kątów szlifowania na działanie narzędzia, skrawającego ten lub inny rodzaj metalu. Drugim plusem, nie mniej ważnym, jest zwrócenie baczonej uwagi czytelnika, że właściwe skrawanie możliwe jest dopiero wtedy, gdy grubość wióra osiąga pewną określoną wartość minimalną, zależną od natury i stanu metalu skrawanego i przedewszystkiem ostrości krawędzi tnącej; podkreślenie tego jest konieczne, gdyż zrozumienie wpływu ostrości krawędzi tnącej usuwa wiele nieporozumień nie tylko w obróbce wykańczającej, ale i we wszelkich wypadkach frezowania, a w pewnym względzie nawet i szlifowania.

Wyraźna przewaga stron dodatnich sprawia, że książkę śmiało można polecić czytelnikowi władającemu językiem irancuskim; trudno jednakowoż byłoby ją wskazać jako rzecz, którą warto byłoby w przekładzie przyswoić polskiej literaturze technicznej.

W. M.

WIADOMOŚCI

POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE STANDARDISATION

T R E Ś Ć:

Konferencja Międzynarodowego Związku Normalizacyjnego (I. S. A.), nap. Inż. J. Konopka.
Projekty norm narzędzi (c. d.)

WARSZAWA
11. WRZEŚNIA
1929 R.

S O M M A I R E:

Conférence Internationale de l'International Standards Association, par M. J. Konopka, Ingénieur civil.
Projets des normes polonaises des outils de coupe des métaux (suite).

Konferencja Międzynarodowego Związku Normalizacyjnego (I. S. A.).

Inż. cyw. Józef Konopka.

W dniach od 1 do 6 lipca b. r. odbyła się w Zurychu konferencja I. S. A. przy udziale przedstawicieli siedmiu państw: Belgji, Czechosłowacji, Francji, Holandji, Niemiec, Polski, Szwajcarii.

Delegatami Polski byli: prof. A. Rogiński, sekretarz generalny P. K. N., inż. K. Bizański, dyrektor Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie, oraz inż. cyw. J. Konopka, dyrektor Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych.

Przewodniczył konferencji inż. Zollinger, prezes Szwajcarskiego Stowarzyszenia Normalizacyjnego, protokół prowadził inż. A. Huber, sekretarz generalny I. S. A.

Przedmiotem konferencji była dyskusja i przyjęcie projektu szwajcarskiego międzynarodowych norm dla rurociągów, który już był opracowany przez I. S. A. w roku 1927 i który rozesłano wszystkim zainteresowanym państwom, celem poczynienia uwag, zastrzeżeń i t. d. lub przygotowania kontrprojektów.

Projekt obejmuje ogółem 154 tablic norm, z których 28 zawiera objaśnienia, następnym zaś 126 tablic są właściwymi normami.

Normy te obejmują średnice nominalne, ciśnienia nominalne dla rurociągów, śruby do kołnierzy, rury stalowe gładkie, rury stalowe gwintowane (dawniej zwane gazowymi i parowymi), rury żeliwne kołnierzowe, oraz wszelkie typy kołnierzy ich połączeń oraz sposobu ich przymocowania do rur, wreszcie uszczelnienia i t. p.

Uczestnicy konferencji badali szczegółowo każdą tablicę, lub ich grupy tychże, wyrażając swą opinię, czy mogą być przyjęte w danym kraju bez zastrzeżeń, czy też należy przeprowadzić zmiany.

Była to praca niesłychanie żmudna gdyż niektóre państwa stały mocno na swoim odrębnym stanowisku, jednak ostateczny wynik konferencji był imponujący, gdyż po niewielu zmianach większość tablic przyjęto jako międzynarodowe, pozostałe zaś postanowiono jeszcze przedyskutować i odłożyć do następnej konferencji, względnie uchwalono przeprowadzić dyskusję pisemnie.

Punkt widzenia delegacji polskiej był kilka-

krotnie uznany. Między innymi Polska zaproponowała zarzucić nazywanie rur zależnie od przeznaczenia, natomiast wprowadzić nazwy według rodzaju tworzywa, budowy lub sposobu wytwarzania, więc np.: nie „rura gazowa“ czy „wodociągowa“, lecz „stalowa gwintowana“, czy „żeliwna kielichowa“.

Dla informacji trzeba podnieść, że projekt szwajcarski nie obejmuje jeszcze całości rurociągów. Dotąd niema norm rur żeliwnych, stalowych kielichowych, rur wiertniczych, rurociągów wysokiego ciśnienia i wielu innych.

Komisja Rurociągowa P. K. N. wyprzedziła w niektórych wypadkach projekty zagraniczne, np. opracowano już rury żeliwne z kielichem krótkim dla wodociągów, posiadamy projekty norm rur kielichowych stalowych, rur mosiężnych, wiertniczych i t. d., które będą podstawą dalszej pracy I. S. A.

Należy sobie zdać sprawę z wielkiego znaczenia, jakie ma normalizacja międzynarodowa dla przemysłu i techniki, szczególnie przy produkcji masowej.

Przyczynia się ona niezmiernie do ułatwienia pracy przy wymianie części składowych tak rurociągów, jak maszyn i t. p., ułatwia pracę na eksport, co jest bardzo ważne dla wytwórci polskich, dalej jest podstawą organizacji pracy w poszczególnych zakładach przemysłowych, a przede wszystkim przyczynia się do potania produkcji.

Należy zaznaczyć, że I. S. A. zajmuje się normalizacją wszelkich dziedzin przemysłu i techniki, np. normami budowlanymi, normami części składowych samochodów i samolotów, normami dla przemysłu włókienniczego, chemicznego, maszyn rolniczych i t. p.

Ostatnio stworzono osobny dział normalizacji sortymentów węgla.

Dalszy ciąg konferencji w Zurychu rozpoczyna się 17 września b. r. Na porządku dziennym są normy śrub, nitów, gwintów i łączników do instalacji gazowych, wodociągowych i ogrzewnictwa.

Kończąc tych parę słów sprawozdania, muszę zaznaczyć, że nastrój, w jakim odbywała się konfe-

rencja, był nadzwyczaj miły, gdyż wszystkim delegatom przyświecała jedynie myśl ułatwienia wzajemnej pracy, posuwającej naprzód cywilizację narodów.

Aby nie męczyć delegatów ciągłym siedzeniem w sali (pracowano od 9 i pół do 13 i od 15 — 18

godz. codziennie, przy 30°C. w cieniu), przewodniczący urządził jedno z posiedzeń na statku „Stadt Zürich”, którym uczestnicy delegacji udali się do Rapperswilu, gdzie zwiedzono zamek, mieszczący — mimo zabrania stamtąd muzeum — jeszcze wiele pamiątek polskich.

Cennik Norm,

obowiązujący od dnia 1 lipca 1929 r.

f —	401.	Temperatura odniesienia dla narzędzi mierniczych i przedmiotów warsztatowych	—,50
o —	101.	Wzór tablicy normalizacyjnej	—,50
o —	102.	Formaty papieru	—,50
o —	103.	Zastosowania formatów papieru	—,50
o —	104.	Koperty	—,50
o —	301.	Zamiana długości wzorców calowych na milimetrowe	—,50
o —	302.	Stalowe wzorce calowe w milimetrach od 1/16" do 12"	—,50
o —	303.	„ „ „ „ „ „ 12" „ 36"	—,50
o —	304.	„ „ „ „ „ „ 36" „ 60"	—,50
o —	305.	„ „ „ „ „ „ 60" „ 72"	—,50
o —	306.	„ „ „ „ „ „ 0.001" „ 9.999"	—,50
o —	307.	Stalowe wzorce milimetrowe w calach od 1 mm. do 9.999 m.	—,50

Kreślenie techniczne

o —	501.	Formaty papieru	—,50
o —	502.	Skale i typy liczb wymiarowych	—,50
o —	503.	Litery i cyfry	—,50
o —	504.	Typy pisma do rysunków technicznych	—,50
o —	505.	Rodzaje i grubości linii	—,50
o —	506.	Linje przerwania. Płaszczyzny przekrojów	—,50
o —	507.	Rzuty	—,50
o —	508.	Rzuty przekrojów	—,50
o —	509.	Wymiarowanie	—,50
o —	510.	„	—,50
o —	511.	„	—,50
o —	512.	Tabliczki i wyszczególnienia	—,50
o —	513.	„ „ „	—,50
o —	514.	„ „ „	—,50
o —	516.	Oznaczenia (symbole) śrub	—,50
o —	517.	„ „ „ kół zębatach	—,50
o —	518.	„ „ „ różne	—,50
o —	519.	„ „ „ sprężyn	—,50
o —	521.	Teksty zastrzeżeń o prawie autorskiem rysunków i wykresów technicznych	—,50

w —	1.	Znakowanie wytrzymałościowe	—,50
w —	3.	Próba na rozciąganie. Pomiary próbek	—,50
w —	4.	Próba doraźna żeliwa i stopów nieciągliwych na rozciąganie	—,50

B —	201.	Normalny cement portlandzki	—,50
B —	202.	„ „ „ Próby fizyczne	—,50
B —	203.	Analiza chemiczna cementu portlandzkiego	1,00
B —	204.	Normalny cement portlandzki. Próby wytrzymałościowe	—,50
B —	205.	Warunki techniczne dostawy cementu i normy brania prób	—,50
B —	302.	Format cegły. Norma tymczasowa	—,50
B —	405.	Drzewo iglaste pilowane do celów budowlanych	—,50
B —	701.	Rurociągi. Stopniowanie ciśnień	—,50
B —	702.	„ „ Średnice nominalne	—,50

Żeliwne rury wodociągowe.

B —	801.	Warunki techniczne wyrobu i odbioru żeliwnych rur wodociągowych	—,50
B —	802.	ark. 1. Znakowanie rur i kształtek	—,50
B —	802.	ark. 2. „ „ „	—,50
B —	803.	Prostka kielichowa	—,50
B —	804.	„ „ „ kołnierżowa	—,50
B —	805.	Kieliszek	—,50
B —	806.	Króciec	—,50
B —	807.	Nasuwka	—,50
B —	808.	Łuk kielichowy	—,50
B —	809.	Krzywka kielichowa	—,50
B —	810.	Kolano kielichowe i kolano kielichowe ze stopką	—,50
B —	811.	„ „ 2 kołnierżowe i kolano 2 kołnierżowe ze stopką	—,50
B —	812.	Zwężka kielichowa	—,50
B —	813.	„ „ „ bosa	—,50
B —	814.	ark. 1. Trójkąt i krzyżak kielichowy	—,50
B —	814.	ark. 2. „ „ „ „	—,50
B —	815.	ark. 1. „ „ 3-kołnierżowy i krzyżak kołnierżowy	—,50
B —	815.	ark. 2. „ „ „ „ „	—,50

B	816.	Odwodniak kielichowy	—50
B	817.	Korek	—50

Okna

B	1604.	Wykaz normujący zamówienia okien	—50
B	1605.	Okna futrynowe o skrzydłach małych (Typ. 1). Szczegóły konstrukcyjne ram i futryn	—50
B	1606.	Okna futrynowe o skrzydłach średnich. Szczegóły konstrukcyjne ram i futryn	—50
B	1607.	Okna futrynowe o skrzydłach dużych. Szczegóły konstrukcyjne ram i futryn	—50
B	1608.	Okna futrynowe typu IV i VIII. Szczegóły konstrukcyjne ram i futryn Przekroje podłużne	—50
B	1609.	Okna futrynowe trójdzienne. Typ VII. Szczegóły konstrukcyjne ram i futryn. Przekroje poprzeczne	—50
B	1610.	Okno futrynowe. Typ VI. Dg najczęstszego zapotrzebowania. Światło futryny 1000 x 1525 mm. (szyba 420 x 480 mm.)	—50
B	1611.	Okno futrynowe. Typ VI Ig najczęstszego zapotrzebowania. Światło futryny 1200 x 1525 mm. (szyba 520 x 480 mm.)	—50
B	1612.	Okno futrynowe. Typ IX Da najczęstszego zapotrzebowania. Światło futryny 1000 x 1535 mm. (szyba 420 x 360 mm.)	—50
C	1613.	Okno futrynowe Typ IX Ia najczęstszego zapotrzebowania. Światło futryny 1200 x 1535 mm. (szyba 520 x 360 mm.)	—50
C	201.	Środki skażające dla spirytusu	—50
B	205.	Badanie środków skażających dla spirytusu	2,00
C	206.	Normalne aparaty do badania środków skażających	—50
C	301.	Pokost lniany (własności i sposoby badania)	—50

Skóra

C	901.	Skóra podeszwową używana w wojsku	—50
C	902.	„ brandzłowa „ „ „	—50
C	903.	„ blankowa „ „ „	—50
C	904.	„ juchtowa „ „ „	—50
C	905.	„ surowcowa „ „ „	—50
C	906.	Skóra na futrówki używana w wojsku	—50
C	907.	„ pergaminowa „ „ „	—50
B	908.	„ chromowa „ „ „	—50
C	909.	Kożuchy używane w wojsku	—50
C	921.	Metody badania skóry	—50

Gwinty, nakrętki, śruby, kliny, sprzęgła i t. p.

G	101.	Średnice normalne wałków i otworów	—50
G	201.	Gwinty. Określenia	—50
G	202.	„ Skrótów oznaczeń.	—50
G	205.	Gwint metryczny dla średnic 1—33 mm.	—50
G	206.	„ „ „ „ 33—149 mm.	—50
G	216.	„ „ „ „ drobny A dla średnic 1—33 mm.	—50
G	217.	„ „ „ „ „ „ „ 33—149 mm.	—50
G	227.	„ „ „ „ „ „ „ 24—149 mm.	—50
G	240.	„ Whitworth'a pełny	—50
G	241.	„ „ przytępiony (dla części maszyn)	—50
G	421.	Przekroje klinów i wpustek	—50
G	422.	Kliny wpuszczane	—50
G	423.	Kliny płaskie	—50
G	424.	Kliny wklęsłe	—50
G	425.	Kliny styczne	—50
G	470.	Kołki stożkowe	—50
G	471.	„ cylindryczne	—50
G	472.	Zatyczki	—50
G	701.	Średnice normalne wałków pędnianych	—50
G	702.	Sprzęgła lubkowe	—50
G	703.	„ tarczowe	—50
G	711.	Pierścienie osadcze dzielone	—50
G	901.	Rozwartość kluczy do śrub i nakrętek	—50
G	902.	ark. 1. Tolerancje rozwartości kluczy i szerokości nakrętek lub łbów	—50
G	902.	ark. 2. Tolerancje rozwartości kluczy i szerokości nakrętek lub łbów	—50
G	920.	Śruby z łbami sześciokątnymi dla jednej nakrętki z gwintem metrycznym od M 1,7 do M 10	—50
G	921.	Śruby z łbami sześciokątnymi dla jednej nakrętki z gwintem metrycznym od M 12 do M 48	—50
G	922.	Śruby z łbami sześciokątnymi dla jednej nakrętki z gwintem Whitworth'a	—50
G	923.	Nakrętki sześciokątne z gwintem metrycznym	—50
G	924.	„ „ „ „ Whitworth'a	—50
G	925.	Śruby z łbami czworokątnymi dla jednej nakrętki z gwintem metrycznym	—50
G	926.	Śruby z łbami czworokątnymi dla jednej nakrętki z gwintem Whitworth'a	—50
G	927.	Nakrętki czworokątne z gwintem metrycznym	—50
G	928.	„ „ „ „ Whitworth'a	—50

Układ pasowań średnic

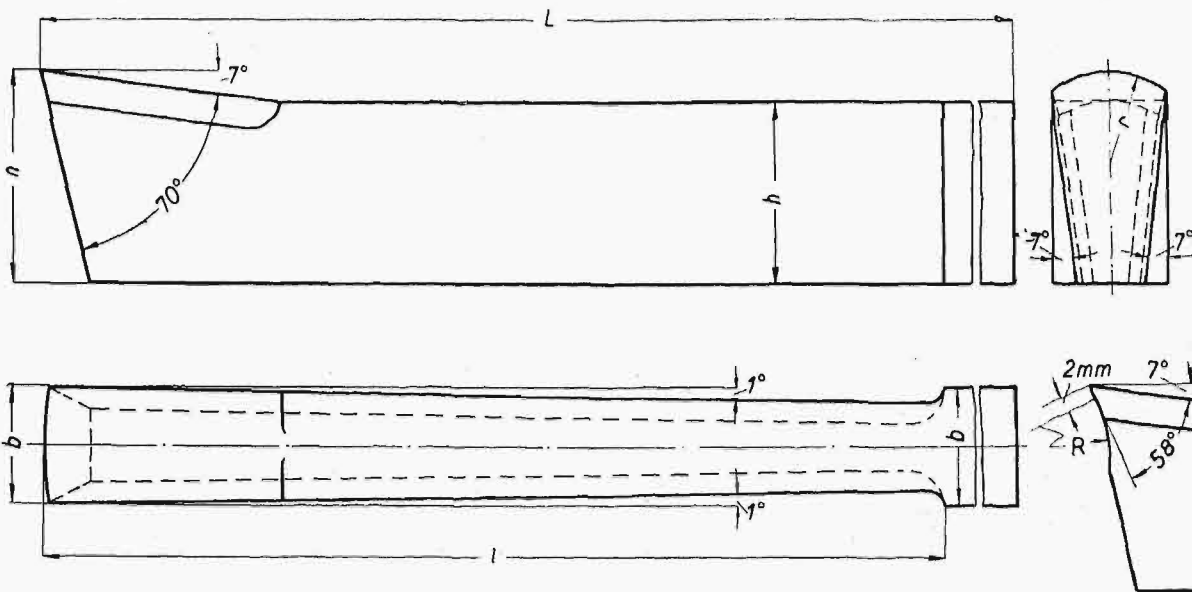
N	701.	Pojęcia zasadnicze	—50
N	702.	Budowa układu pasowań	—50
N	703.	Oznaczenia pasowań	—50
N	704.	Odchyłki teoretyczne w 1-ej klasie	—50
N	705.	„ „ „ „ w 2-ej klasie. Zasada stałego otworu	—50
N	706.	Odchyłki teoretyczne w 2 klasie. Zasada stałego wałka	—50
N	707.	„ „ „ „ w 3-ej klasie „ „ otworu	—50
N	708.	„ „ „ „ „ „ „ „ wałka	—50
N	709.	„ „ „ „ w 4-ej klasie	—50
N	710.	„ „ „ „ w 5-ej klasie	—50
N	711.	Wielkie luzy (uzupełnienie)	—50
N	712.	Zasada stałego otworu. 1 kl. Pasow. obrotowe ciasne	—50
N	713.	„ „ „ „ „ „ „ „ suwliwe	—50

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 grudnia 1929 r.

Polskie Normy

Nóż kopytkowy
Noże dłutownicze

PN
N-633
Projekt



Przykład oznaczenia noża kopytkowego jednolitego 20×30×400 do materiałów twardych:

Wg. PN — Nóż kopytkowy jednolity T — 20×30×400 PN/N 633

Symbolicznie — NNDa 036 — T lub NNDa 20×30×400 — jT

mm.

Noże jednolite													
Symbol	Wymiary trzonka								Konstrukcja części roboczej				
Nr. lub wymiary NNDa...	L	Numery wielkości ¹⁾							l	n	r	R	
		150 do 200	200 do 250	250 do 300	300 do 350	350 do 400	400 do 500	500 do 600					
b×h													
16×25		025	026	027					128	30	13	20	
20×30			033	034	035	036			160	36	16	35	
25×35				041	048	043			200	42	20		
30×40					049	050	051	052	240	48	24		
40×60						057	058	059	320	72	32	50	
PN/N 807	PN/N 619								PN/N 608			PN/N605	

Wartości kątów oraz promieni R dla noży do materiałów BT i BM wg. PN/N 603 i PN/N 605.

¹⁾ Cyfry podane w tabelkach, oznaczające numery wielkości, nie są obowiązujące.

NNDa

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego Warszawa, Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

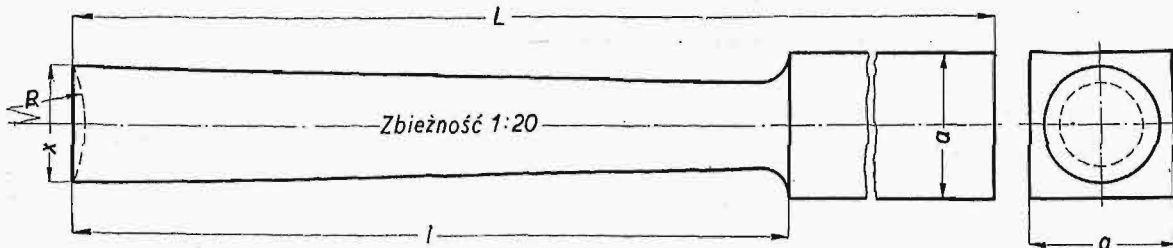
Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 grudnia 1929 r.

Polskie Normy

Nóż okrągły

Noże dłutownicze

PN
N-634
Projekt



Przykład oznaczenia noża okrągłego jednolitego 25×25×300 do materiałów twardych:

Wg. PN — Nóż okrągły jednolity T — 25×25×300 — PN/N 634

Symbolicznie — NN Db 078 — T lub NN Db 25×25×300 — jT,

mm.

N o ż e j e d n o l i t e													
Symbol	W y m i a r y t r z o n k a							K o n s t r u k c j a c z ę ś c i r o b o c z e j					
Nr, lub wym ar NNDb ...	N u m e r y w i e l k o ś c i ¹⁾							l	x	R			
	L	200	250	300	350	400	500			Do materiału	BT ²⁾	165	
		do	do	do	do	do	do						
	a×a	250	300	350	400	500	600						100
20×20	071						125	20	M				32
25×25		078					150	24					
30×30			085	086	087	088							
PN/N 807	PN/N 619							PN/N 609		PN/N 603			

¹⁾ Cyfry podane w tabelkach, oznaczające numery wielkości nie są obowiązujące.

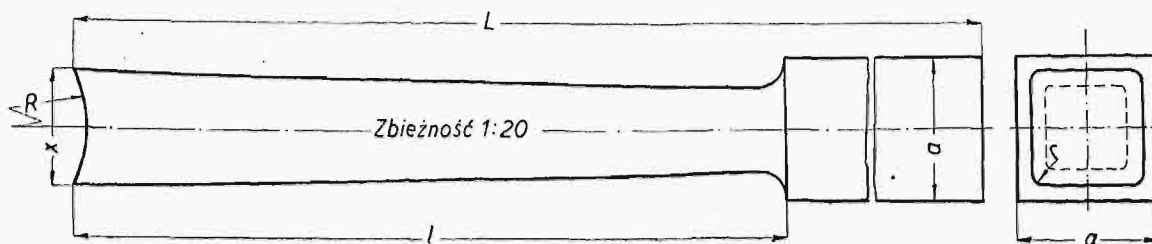
²⁾ Noże do materiałów BT należy traktować jako noże specjalne o normalnych profilach

NN Db

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 grudnia 1929 r.
Polskie Normy

Nóż kwadratowy
Noże dłutownicze

PN
N — 635
Projekt



Przykład oznaczenia noża kwadratowego jednolitego 25 × 25 × 300 do materiałów twardych:

Wg. PN — Nóż kwadratowy jednolity T — 25 × 25 × 300 — PN/N 635

Symboliczne — NN Dc 078 — T lub NN Dc 25 × 25 × 300 — jT
mm

Noże jednolite													
Symbol	Wymiary trzonka						Konstrukcja części roboczej						
Nr lub wymiar NN Dc...	Numery wielkości ¹⁾						l	x	r	R			
	L	200 do 250	250 do 300	300 do 350	350 do 400	400 do 500				500 do 600	Do materiału	B7 ²⁾	165
	a × a	071	078	085	086	087				088		T	60
	20 × 20	25 × 25	30 × 30									M	32
PN/N 807	PN/N 619						PN/N 609			PN/N 603			

- 1) Cyfry podane w tabelkach, oznaczające numery wielkości nie są obowiązujące.
- 2) Noże do materiałów BT należy traktować jako noże specjalne o normalnych profilach.

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Warszawa, Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

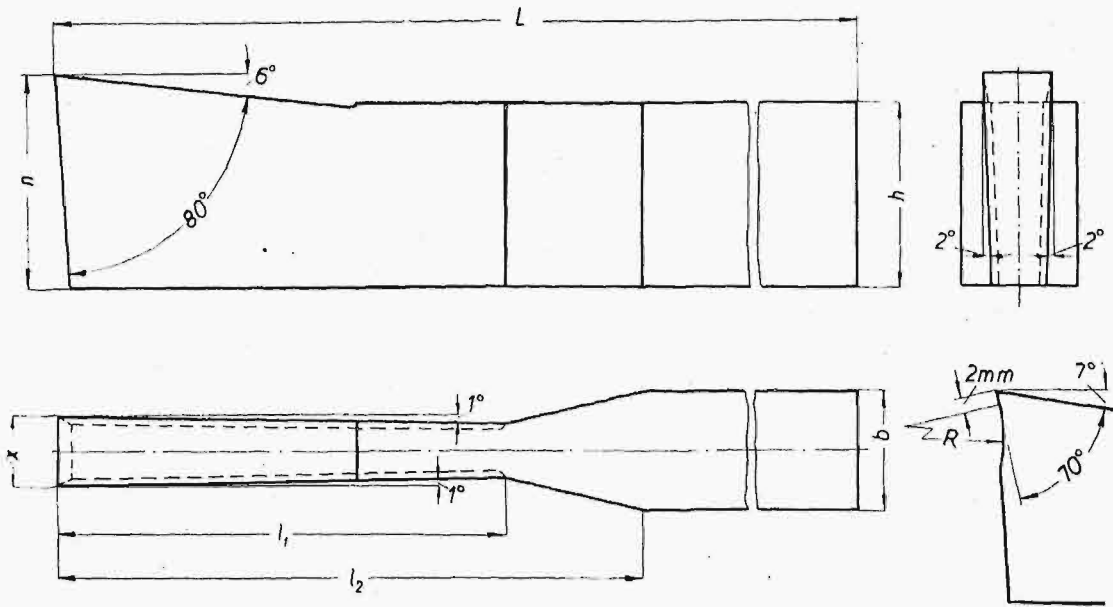
NN Bf

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 grudnia 1929 r.

Polskie Normy

Nóż przecinak
Noże dłutownicze

PN
N-636
Projekt



Przykład oznaczenia noża pzzecinaka jednolitego 20×30×400 do materiałów twardych:

Wg. PN — Nóż przecinak jednolity T — 20×30×400 — PN/N

Symbolicznie — NN Dd 036 — T lub NN Dd 20×30×400 — jT

mm.

Noże jednolite															
Symbol	Wymiary trzonka								Konstrukcja części roboczej						
Nr. lub wymiar NN Dd ...	Numery wielkości ¹⁾								l ₁	l ₂	n	x	R		
	L	150 do 200	200 do 250	250 do 300	300 do 350	350 do 400	400 do 500	500 do 600							
	b×h	011	012	013											
10×16		011	012	013					52	40	19	6	12		
12×20		018	019	020					62	48	24	7	20		
16×25		025	026	027					83	64	30	9,5	35		
20×30			033	034	035	036			104	80	36	12	50		
25×35				041	042	043			130	100	42	15			
30×40					049	050	051	052	156	120	48	18			
40×60						057	058	059	207	160	72	24			
PN/N 807	PN/N 619								PN/N 609						PN/N 605

Wartości kątów oraz promieni R dla noży do materiałów BT i BM wg. PN/N 603 i PN/N 605.

¹⁾ Cyfry podane w tabelkach, oznaczające numery wielkości nie są obowiązujące.

Przeznaczone dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Warszawa Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

NN Dd