

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Rozwój kotłów wysokoprężnych. Kocioł Bensa. nap. W.
 Wystawa i Zjazd Materiałoznawczy w Berlinie (dok.), nap. Inż. W. Moszyński.
 Metody obliczania słupów złożonych, nap. Dr. Inż. W. Wierzbicki, docent Politechniki Warszawskiej.
 Drogi wodne a koleje żelazne, nap. Inż. S. Sztolcman.
 Przegląd pism technicznych.
 Bibliografia.
 Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

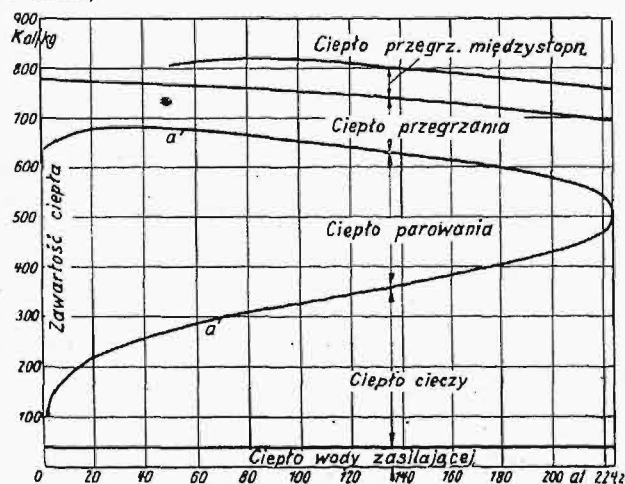
SOMMAIRE:

Développement de la construction des générateurs à vapeur à haute pression. Chaudière syst. Benson (à suivre), par M. W.
 Le Congrès et l'Exposition des matières premières de l'industrie à Berlin (suite et fin), par M. W. Moszyński, Ingénieur.
 Méthodes de calcul des piliers en treillis, par M. W. Wierzbicki, Dr., Ingénieur.
 Sur les prix de transport par voies navigables et par voies ferrés, par M. S. Sztolcman, Ingénieur.
 Revue documentaire.
 Bibliographie.
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.
 Bulletin de la Commission Polonaise de Standardisation.

Rozwój kotłów wysokoprężnych. Kocioł Bensa.

Prace nad zrealizowaniem praktycznym korzyści, jakie zdaje się zapewniać wytwarzanie i wyzyskanie pary o wysokiej prężności, trwają już oddawna¹⁾. W szczególności, w ciągu ostatnich lat kilku zagadnienie pary wysokoprężnej stało się szczególnie aktualnym, na tle dążenia do oszczędnej gospodarki cieplnej i szerokich możliwości, wskazywanych przez prace teoretyczne i doświadczalne w zakresie pary o wysokim ciśnieniu. Atoli przewidywane teoretycznie możliwości udoskonalenia tą drogą gospodarki cieplnej, tak zachęcająco wyglądające na pierwszy rzut oka, spotkały się ze zbyt jeszcze ograniczonymi możliwościami techniki wytwórczej, która nie mogła wykonać stawianego jej zadania w taki sposób, by ogólny wynik gospodarczy — ten najbardziej decydujący czynnik życia przemysłowego — ukształtował się zadowalająco. Zadanie, jakie miała technika wytwórcza do rozwiązania, dotyczyło zarówno strony konstrukcyjnej, jak i technologicznej wykonania. Z jednej bowiem strony powstały zagadnienia metod wytwarzania i materiałów, mogących sprostać stawianym im wymaganiom, z drugiej zaś — oddziaływające na pierwsze — pomysły konstrukcyjne. Należy przyznać, że zadania te były niepowседневnej trudności, zwłaszcza w zakresie konstrukcyjnym, ile że — jak to już było podnoszone²⁾ — daleko idące zmiany warunków pracy urządzeń kotłowych wymagałyby właściwie głębszych zmian w ich budowie, wiemy zaś, że zerwanie z tradycyjnymi wzorami jest trudne, nawet dla techniki, przy całej jej pomysłowości i rozpędzie twórczym. Nie dziw tedy, że wszystkie prawie z dotychczasowych pomysłów konstrukcyjnych kotłów wysokoprężnych stanowią jeno pewne, mniej lub więcej znaczne, przekształcenia ustrojów

znanych. Dwa wszakże z tych pomysłów noszą wybitne cechy śmiałości i oryginalności. Są to kotły: 1^o szwedzki Atmos — o opłomkach wirujących i 2^o angielski ustrój Bensa'a. Pierwszy znany jest już i z literatury technicznej³⁾ i z pracy w kilku instalacjach przemysłowych, drugi — zbudowany był przed 3-ma laty w Anglii tylko jako urządzenie próbne⁴⁾ i dopiero obecnie znalazł zastosowanie przemysłowe w większej skali, w wykonaniu już niemieckim — w wytwórni Siemens - Schuckert w Berlinie. Z tego powodu zajmujemy się nim nieco bliżej.



Rys. 1. Zależność pomiędzy prężnością a zawartością ciepła pary wodnej.

Jak wiadomo, Benson dał pomysł wytwarzania pary w warunkach krytycznych, t. zn. w temperaturze 374° C i pod ciśnieniem 224,2 at. Tą drogą uzyskiwałoby się z jednej strony możliwość pewnego zmniejszenia ilości ciepła, jaka musi być zużyta na odparowanie 1 kg wody (rys: 1), przy

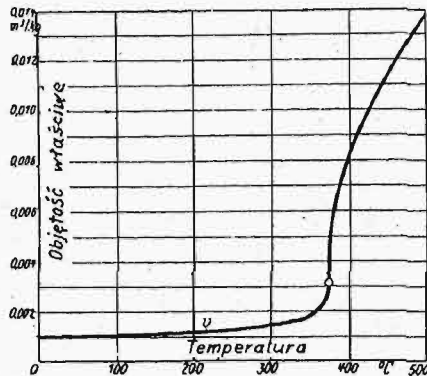
¹⁾ Przegl. Techn. t. 62 (1924) str. 197.

²⁾ Przegl. Techn. t. 62 (1924), str. 211, VDI, 1924 str. 140.

³⁾ Przegl. Techn. t. 61 (1925), str. 307; Techn. Ciepłn., 1924, str. 1 i nast.

⁴⁾ Przegl. Techn. t. 62 (1924), str. 209.

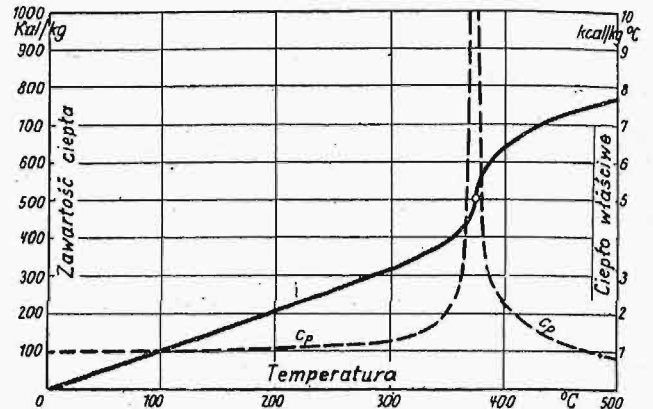
powiększeniu ilości pracy, możliwej do osiągnięcia z tej jednostki pary, a zarazem uniknęłyby się zupełnie przebiegu odparowywania w kotle, ponieważ w warunkach krytycznych następuje przejście od fazy ciekłej do pary bez potrzeby dopływu ciepła z zewnątrz. Odparowywanie zaś w kotle jest



Rys. 2. Objętość właściwa pary w zależności od temperatury.

nie, jako możność wyjaśnienia wartości praktycznej tego ustroju.

Przedewszystkiem, wrócimy do przebiegu, zachodzącego w instalacji maszynowej ustroju Bensona. Podział ciepła, wymaganego do wytworze-



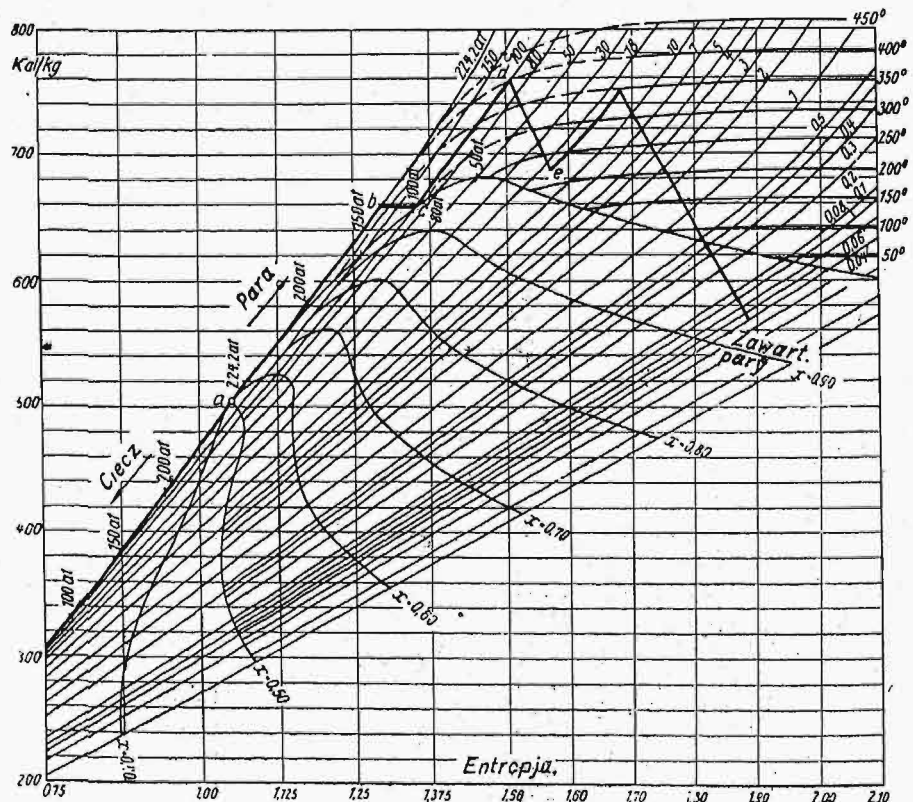
Rys. 3. Zawartość ciepła i ciepło własc. wody lub pary w warunkach krytycznych.

zjawiskiem, którego uniknięcie byłoby bardzo pożądane, tak ze względu na to, że łączy się z tworzeniem baniek pary, które muszą być możliwie prędko usuwane, gdyż stanowią zły przewodnik ciepła, jak i z powodu porywania wody przez parę, przechodzącą poprzez zwierciadło wody. Doświadczenia wykazały, że dla uniknięcia tego porywania należałoby pobierać z 1 m³ zwierciadła wody zaledwie 380 m³/h pary, czego się oczywiście w praktyce wielkich kotłów nie stosuje, a zatem traci się dużo energii podczas przegrzewania b. wilgotnej pary.

Do tych atoli korzyści natury technicznej omawianego ustroju, dołącza się nie mniej ważna zaleta charakteru gospodarczego, mianowicie jego stosunkowa taniość, gdyż omija on najkosztowniejszą część innych typów kotłów wysokoprężnych, jaką stanowią walczaki ze stali specjalnej, spawane lub ciągnione. A że obok tego ustrój ten zdaje się zapewniać przytem większe bezpieczeństwo na wypadek wybuchu, ze względu na swe małe wymiary i odp. małą zawartość wody, przeto może uchodzić, w chwili obecnej, za ustrój najdoskonalszy wśród kotłów wysokoprężnych. Naturalnie wydanie o tem sądu ostatecznego zależy jeszcze od tego, czy ustrój ten łącznie z pompą zasilającą wykaże dostateczną pewność ruchu i czy można go bez większych trudności przystosować do zmieniającego się obciążenia.

To też nowa realizacja pomysłu Bensona, którą poniżej opiszemy⁶⁾, budzi duże zainteresowa-

nia pary o różnych prędkościach i temperaturach przegrzania, obrazuje wspomniany już wyżej rys. 1. Jak widzimy, w miarę wzrostu prędkości wzrasta ciepło cieczone i — w mniejszym stopniu — ciepło przegrzania, natomiast zmniejsza się ciepło parowania, spadając do zera przy ciśnieniu kry-



Rys. 4. Wykres I — S obiegu Bensona.

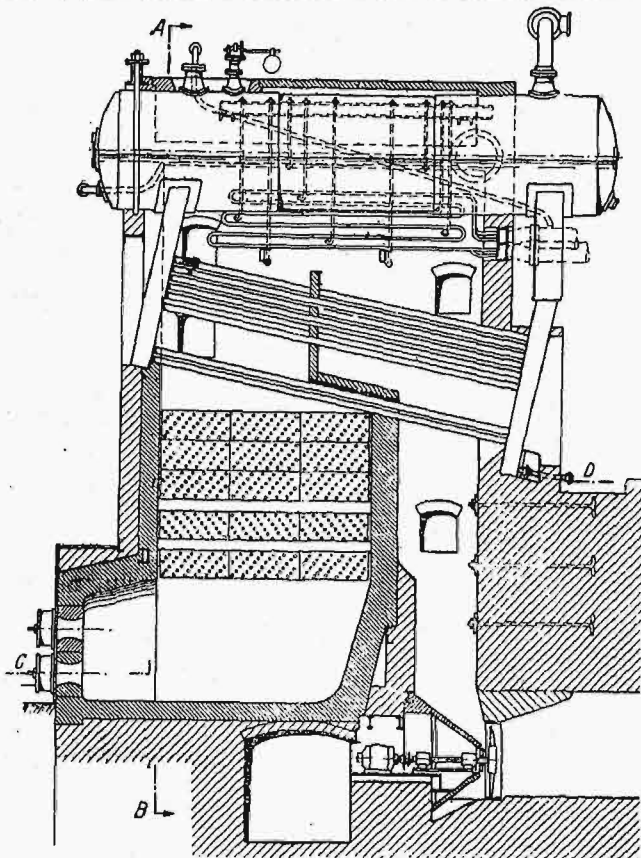
tycznem. Wytwarzanie pary w kotle Bensona polega na tem, że woda, sprężona zapomocą pompy zasilającej do ciśnienia, ponad 224,2 at, przepływa przez odp. ogrzewane węzownice kotła. Po osiągnięciu przez wodę temperatury 374° C, zamienia się ona w parę bez wrzenia, lecz naturalnie przy zwiększeniu objętości. Zasilanie musi być tak ure-

⁶⁾ Według art. Inz. Abendroth'a, VDI, t. 170 (1927), str. 657—663.

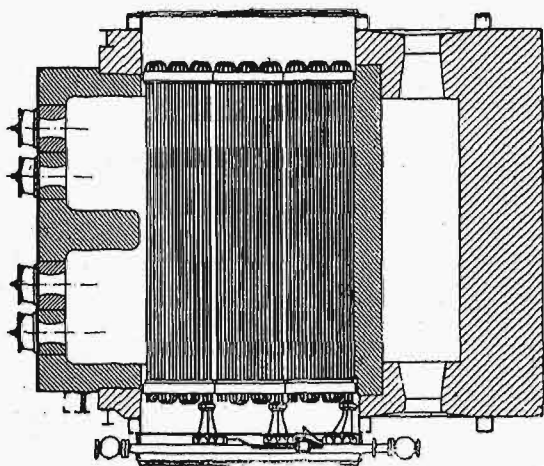
gulowane, ażeby ilość doprowadzonego ciepła odpowiadała ilości wody zasilającej.

Wykresy na rys. 2 i 3, wyjęte z cytowanej pracy p. Abendroth'a, obrazują zmiany objętości właściwej, zawartości ciepła i ciepła właściwego wody (wzgl. pary) o prężności 225 at przy różnych

grzewanie] wytworzonej pary, gdyż powstająca w punkcie krytycznym para jest w stanie równowagi niestajej, tak że najmniejsze zdławienie pary (linja pozioma na wykresie rys. 4) powoduje natychmiastowe wydzielenie się 40 — 50% wody.



Rys. 5.

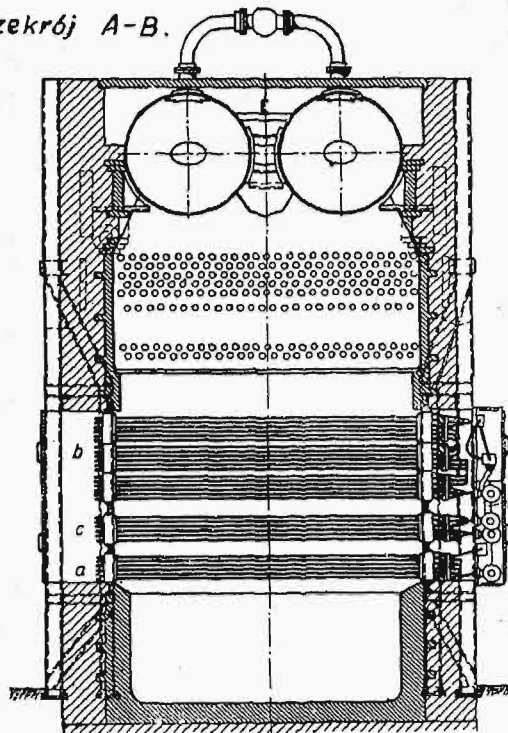


Rys. 7.

temperaturach. Aczkolwiek niewiadomo, o ile pewne są podstawy, na których wykresy te są zbudowane, to jednak można je uważać za ilustrację zmian własności pary w podanych warunkach.

Najlepiej jednak uwypukla się przebieg zmian stanu pary w instalacji Bensona na wykresie *i — s* (rys. 4). Jak to wskazują grubsze linje na rys., po nagraniu wody do temperatury krytycznej (*a*), następuje dalsze ogrzewanie (prze-

Przekrój A-B.



Rys. 6.

Rys. 5—7. Kocioł wysokoprężny Bensona o wydajności 10 t/h pary.

Ciśnienie w kotle	225 at
" użytkowe	100 "
Temperatura przegrzania	410 °C
Powierzchnia podgrzewacza	305 m ²
" części wysokopr. kolla	216 "

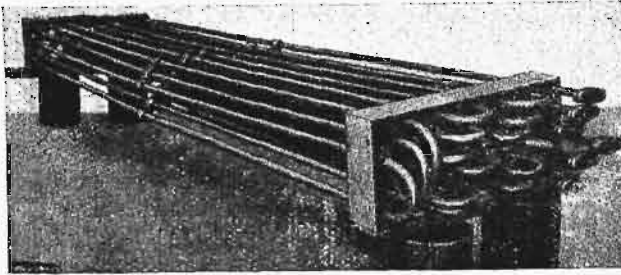
a — rury grzejne (230 at), *b* — przegrzewacz do 400^o pary o 225 at, *c* — przegrzewacz do 400^o pary o 100 at,

Aby więc temu zapobiec, przegrzewa się parę do 400^o C (punkt *b*), poczem następuje dławienie do ciśnienia dolotowego turbiny, t. zn. 100 at (punkt *c*). Ponieważ jednak w wyniku dławienia zachodzi tu o wiele większy spadek temperatury, niż w obrębie niższych prężności, mian. temperatura spada do 311^o i para traci całe przegrzanie, osiągając znów stan nasycenia, przeto przegrzewa się ją ponownie do 400^o C (punkt *d*).

Od tego punktu zaczyna się rozprężanie w ka-
dłubie wysokoprężnym turbiny, do punktu *e* (ok. 16 at), a po nowem przegrzaniu do 350^o C następuje dalsze rozprężanie — do ciśnienia w skraplaczu.

Przypomnimy w końcu, że pierwsza instalacja tego rodzaju (w Rugby, w Anglii) wytwarzała 4500 kg/h pary i że, mimo trudności, zbudowano prostą turbinę de Laval'a na 100 at i 400^o C, o przeciwności 14 at, która dała wyniki naogół pomysłne, niewystarczające jednak do oceny praktycznej ustroju. Ocenę tę miała więc dać nowa instalacja w wyk. Siemens-Schuckert, na 10 000 kg/h, przy ciśnieniu dolotowem do turbiny 100 at i prze-

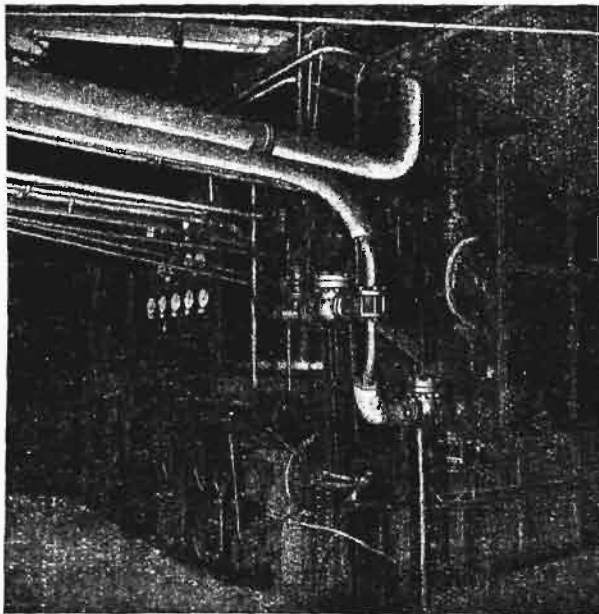
grzaniu do 400°C . Kocioł został wykonany przez wspomnianą wyżej firmę, zaś turbina — przez zakł. Escher Wyss & Co. Z powodu braku miej-



Rys. 8. Widok pęczka rur z kotła Bensona.

sca w siłowni, postanowiono wyzyskać jeszcze jeden z dawnych kotłów niskoprężnych, jako podgrzewacz dla kotła Bensona, co zarazem mogłoby mieć znaczenie, jako próba dołączania części wysokoprężnej do kotłów istniejących. Wyniki dotychczasowe, jak stwierdza sprawozdawca, wykazały, że jest to wogóle możliwe, ale tylko w szczególnych wypadkach może być korzystne gospodarczo.

Przebudowę wykonano w sposób nast.: dawny kocioł (Borsiga, o opłomkach stromych, komorowy) na ciśnienie 13 at i o pow. ogrzew. 305 m^2 podniesiono, ile się tylko dało, do góry, zaś pod nim umieszczono układ rur kotła Bensona (rys. 5—7). Kocioł opalano, podczas badań, ropą, chodziło bowiem o paliwo wypróbowane, łatwo dające regulo-



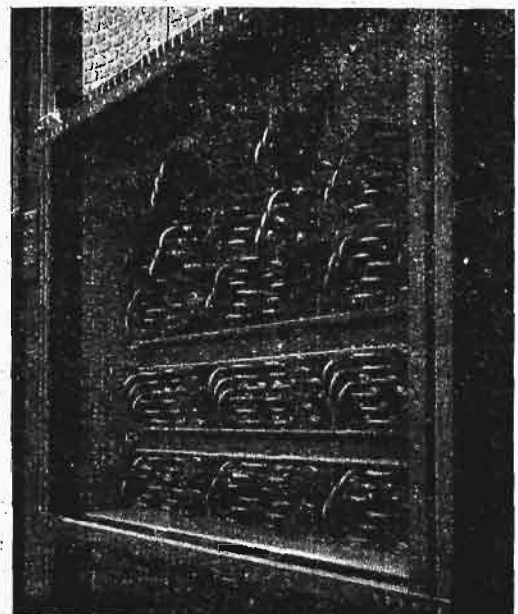
Rys. 9. Widok ogólny kotła Bensona.

wać przebieg spalania i nadające się do małej objętości komory. Z tych względów wysoka cena paliwa nie odgrywała roli decydującej.

Obliczenie wykazało, że w podniesionym kotle opłomkowym może być woda podgrzana do 180°C . Przewidując duże oddziaływanie ciepła przez promieniowanie płomienia, konstruktor postanowił nie stosować przeciwprądu wody, lecz wprowadził zasilanie podgrzaną do 180° i sprężoną do 230 at wodą dolnych rur kotła Bensona; ta dolna część

(a na rys. 5) stanowi $\frac{1}{5}$ całk. powierzchni ogrzew. kotła wysokoprężnego; zadaniem jej jest dalsze podgrzanie wody (wzgl. przegrz. pary) do temperatury powyżej krytycznej, mian. do $370 - 380^{\circ}\text{C}$, zależnie od obciążenia kotła. Ta mocno podgrzana woda, wzgl. słabo przegrzana para o ciśn. 225 at zasila dalej górną część rur kotła wysokoprężnego, stanowiącą $\frac{3}{5}$ pow. ogrz. kotła, i przepływa przez nią przeciw prądowi gazów spalinyowych, przegrzewając się do 400°C . Wreszcie para z tych rur jest dławiona do 105 at , przepływając przez zawór redukcyjny, i w końcu przepływa przez ostatnią ($\frac{1}{5}$) część kotła, t. zn. środkowy zespół rur (c). Całkowita pow. ogrzewana wysokiej prężności wynosi 216 m^2 .

Rury kotła Bensona wykonane zostały ze stali o dużej ciągliwości i wysokiej wytrzymałości, a przytem takiej, której granica plastyczności spada możliwie mało przy wysokich temperaturach. Okazało się, że niema potrzeby stosowania w tym celu stali stopowych, niklowych lub chromowych. Łączenia rurek w węzownice dokonywano drogą spawania w narzutkę, jak wykazały jednak inne próby, lepsze wyniki uzyskuje się przy spawaniu na styk, zwłaszcza sposobem aluminotermicznym, jako mniej pogarszającym strukturę szwu, niż spawanie elektryczne. Odpowiednio do prędkości przepływu pary i wody, wypadło dać w części wodnej a po 3 rury, w części zaś parowej o ciśnieniu również 230 at — po 9 rur równoległe. Każdy z zespołów rur (rys. 8) składa się ze swej strony z 3-ch zwojów ustawionych równoległe i przesu-



Rys. 10. Widok węzownicy (pęczków rur) w kotle Bensona.

niętych cokolwiek względem siebie do góry i na bok. Kołnierze, dolotowe i wylotowe, widoczne z boku, leżą jeden nad drugim. Średnica wewn. rur wynosi 20 mm , zewnętrzna — 32 mm . Do rozdzielnika wody, wzgl. pary, do poszczególnych zwojów służą rury grubościennne o prześwicie 70 mm ; w ich ścianki są wkręcone i wpojone króćce o prześwicie 20 mm . Z temi rurami rozdzielczymi łączą się zwoje zapomocą prostek lub krzywek kołnierzowych o średnicach $20/33\text{ mm}$.

Zespoły zwojów ułożone są wprost w odp. ramkach żeliwnych (rys. 8), bez przymocowania, tak że mogą się swobodnie rozszerzać. Pewne trudności powodowało uszczelnienie połączeń kołnierzych pomiędzy rurami zwojów a króćcami. Okazało się, że kołnierze, wykonane w myśl norm dla rurociągów, t. zn. osadzone na gwint i przypawane do rury, nie pozwalały na osiągnięcie dostatecznej szczelności, przy użyciu uszczelnień soczewkowych. Wykonano tedy kołnierze inaczej, mianowicie łącząc je z rurami tylko zapomocą gwintu. Przy takich połączeniach wywołuje trudności nie tylko ciśnienie, ale i zmiany temperatu-

ry; w danym wypadku starano się zaradzić temu z częściowem powodzeniem przez użycie dłuższych śrub i przez ich wstępne wydłużenie. Przy większych wahanich temperatury zakładano pod nakrętki podkładki prężne, które musiały zachowywać całkowitą siłę prężności aż do 450° C. Zapomocą tych prostych urządzeń udało się — mimo zmian długości rur — uzyskać połączenie szczelne. Takież połączenia, choć z innego materiału i zmiennej budowy, zastosowano — po długich badaniach — również do parociągu, prowadzącego do turbiny.

(d. n.)

W.

Wystawa i Zjazd Materiałoznawczy w Berlinie.¹⁾

Napisał Inż. Wacław Moszyński, Poznań.

Z kolei radbym szczegółowiej omówić działy obejmujące urządzenia hartownicze, urządzenia do prób technologicznych i wytrzymałościowych.

Hartownia urządzona była z dużym nakładem pracy i dość obficie, choć niezupełnie wszechstronnie wyposażona; szereg pieców powtarzał się wielokrotnie bez żadnych ważniejszych różnic w ich budowie, innych natomiast brakowało; rozpatrując je pod kątem widzenia rodzaju stosowanego paliwa, piece wystawione były ilościowo w stosunku odwrotnym niemal do stosowanych w praktyce przemysłowej, gdyż liczebnie przeważały piece elektryczne, przeważnie komorowe z oporami metalowymi i silitowemi, również tyglowe; kilka pieców gazowych, w nader urozmaiconych postaciach pieców jedno- i dwukomorowych z płytą grzejącą, pieców tyglowych i małych pieców stołowych, wreszcie dwa zaledwie piece na ropę — komorowy i tyglowy. Pieców opalanych paliwem stałym brakło zupełnie.

Uwagę zwracał piec kombinowany firmy Boye, który mógł być użyty, jako piec komorowy z płytą grzejącą, piec muflowy, tyglowy lub piec do wyżarzania dłuższych przedmiotów w położeniu pionowym; oczywiście piec taki byłby korzystnym nabytkiem jedynie dla małych całkiem hartowni, tembardziej, że i wymiary jego były niewielkie.

Pieców do odpuszczania wystawiono dwa — oba na opał gazowy z wannami na olej lub sól. Wreszcie parę większych i mniejszych wamiennic do studzenia; wszystkie o podwójnych zbiornikach na wodę i olej — studzonych powierzchniowo lub przy pomocy wężownic przez bieżącą wodę; olej rzepakowy stosowany był wyjątkowo.

Oprócz wymienionej już, wystawiały firmy: Selas, Schuchardt & Schütte i Hommel; piece zaś elektryczne — Siemens & Schuckert, AEG i Russ.

Wszystkie piece tyglowe oraz komorowe, opalane ropą lub gazem, ustawione jedne w pobliżu drugich, zaopatrzone w kapy, przewody wyciągowe i ekshaustor. Całość robiła pozornie wrażenie dobrze urządzonej hartowni, ale tylko pozornie, gdyż, jak to już wyżej zaznaczyłem, dobór pieców był zupełnie przypadkowy. To też zwiedzający, o ile sam nie znał się na tem, nie mógł otrzymać

¹⁾ Dokończenie do str. 990 w Nr. 47 z r. b.

Sprostowanie. W poprzedniej części tego art., na str. 990, w wierszach 25 — 22 od dołu pow. być: powodzi eksponatów... oraz opuściwszy wystawę, ze zdumieniem stwierdza... i t. d.

żadnych wskazówek, jakie rodzaje pieców nadają się najlepiej w poszczególnych wypadkach; brak było też wykresów lub innych danych, któreby porównywały koszt eksploatacji pieców przy tem lub owem paliwie. Równolegle wystawiono sporo mikrografij w przezroczach, próbek przełomu i objaśnień, omawiających różne sposoby ulepszenia i nawęglania, następstwa przegrzania i sposoby regenerowania materiału przegrzanego, następstwa zbyt słabego lub zbyt ostrego hartowania i t. d.

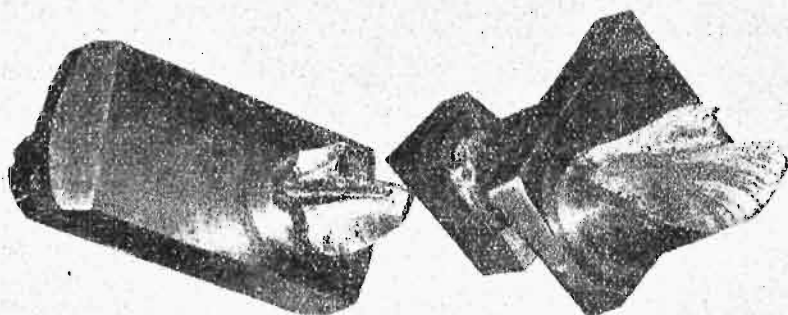
Uderzał też brak pomocniczych urządzeń hartowni, gdyż poza zwykłymi kleszczami w żelaznych przenośnych stojakach i jedynego okazu skrzynki do nawęglania z przedmiotem częściowo zabezpieczonym od działania hartu przez osłony azbestowe, nie było niemal nic: żadnych skrzynek do wyżarzania, nawęglania lub grzania w węglu do hartowania, żadnych urządzeń do hartowania w prądzie sprężonego powietrza, urządzeń do hartowania przy stosowaniu sztucznego prądu płynów lub wprawiania w ruch przedmiotów hartowanych przez staczanie ich i t. p.; żadnych kosztów do jednoczesnego grzania i studzenia większej ilości przedmiotów podobnych, żadnych wreszcie urządzeń piaskowych lub szczotkowych do czyszczenia przedmiotów hartowanych. Nawet nie pokazano na przykładach używanych twóli i skrzynek do wyżarzania, różnicy odporności zwykłych blach i blach powleczonych tlenkiem glinu, które znalazły już tak szerokie zastosowanie i zasłużony rozgłos.

W przeciwieństwie do tych niedomowień, hartownia była niezmiernie bogato wyposażona w urządzenia do mierzenia temperatury, w które każdy wprost piec był zaopatrzony; a więc znów zwiedzający łatwo mógł popaść w błędne mniemanie, że warunkiem koniecznym prawidłowej pracy hartowni jest, by każdy piec miał swój odrębny pyrometr. W większości wypadków były to ogniwa termoelektryczne, choć nie brakło też optyczno-termoelektrycznych, wreszcie były też przyrządy optyczne z żarzącym się drucikiem; było też parę przyrządów automatycznych samozapisujących, notujących jednocześnie temperatury sześciu różnych pieców przy pomocy różnobarwnych linii punktowych.

Do mierzenia twardości wystawiono prasę Brinell'a, przyrząd Rockwell'a i skleroskop Shore'a, do łamania próbek — prasę śrubową z napędem przez krążki cierne.

Poza właściwym pomieszczeniem hartowni, wystawiono ponadto piec komorowy, przystosowany do utwardzania powierzchniowego przez azotowanie amonjakiem, inny podobny — do nawęglania, oraz piec tyglowy do barwienia drogą wytrawiania.

Działy badań technologicznych i mechanicznych, wyraźnie zróżniczkowane na planie, nie były w rzeczywistości należycie rozdzielone, co nie dodawało im przejrzystości. Pobieźnie opiszę ważniejsze z wystawionych urządzeń,



Rys. 4. Przełom wału korbowego pod działaniem obciążenia długotrwałego.

Dwa młoty powietrzne, jeden Eumuco sprężarkowy, drugi Demag z odrębną instalacją turbokompresorową, służącą jednocześnie do zasilania górniczych narzędzi pneumatycznych, pozwalały na dokonywanie prób kucia, spęczania, wyciągania, spawania, zginania na gorąco i w temperaturze sinego nalotu.

Dalej przyrząd do gięcia grubych płaskowników, z pomiarem kąta wygięcia przy zjawiającym się pęknięciu, szereg małych maszynek do wielokrotnego gięcia drutów, innych — do skręcania drutów. Następna grupa urządzeń przeznaczona była do badania wartości narzędzi skrawających i obrabialności metali; do badania zdolności obróbkowej noży wystawiono dwie wielkie tokarki Schiessa, toczące ciężkie wały, dwie inne tokarki³⁾ Böhringera i Wohlenberga, zaopatrzone w suporty dynamometryczne Mohr & Federhaff i Losenhausen, służyły do badania oporów skrawania, na innej tokarce — Brauna, badano trwałość krawędzi tnącej noża wykańczającego i wygląd powierzchni skrawania w zależności od szybkości skrawania. Jako naturalne uzupełnienie, widziało się tam też szlifiarki do noży tokarskich.

Dwie wiertarki, kadłubowa Raboma i dwusłupowa Wesselmanna, zaopatrzone w stoły dynamometryczne, służyły do badania procesu wiercenia, dwuwrzecionową wiertarkę Hille'a również ze stołem dynamometrycznym, przystosowano do badań nad gwintowaniem, wreszcie dwie małe wiertarki Loewego przerobiono na proste przyrządy Kessnera, służące do porównywania obrabialności różnych metali.

Dalej wystawiono mocną frezarkę poziomą, na której demonstrowano zdzieranie klocków aluminiowych i którą, w braku urządzeń dynamometrycznych, zaopatrzone w wibrograf Geigera; wreszcie dwa automaty Loewego, typu Brown

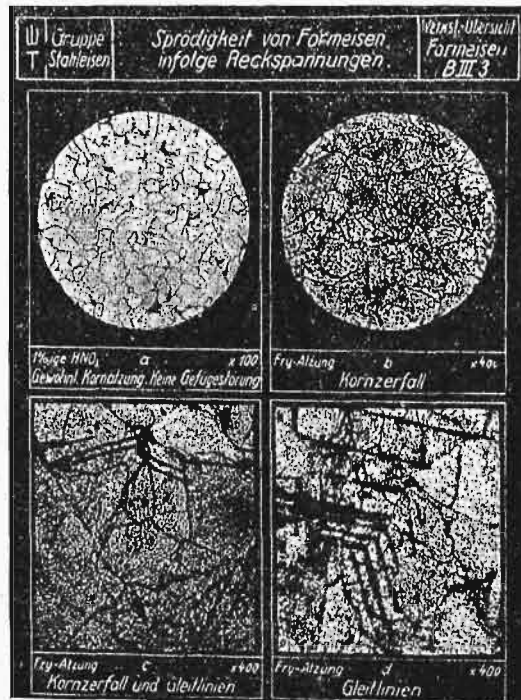
³⁾ Nadal traktowane będą równoległe działy stali i żelaza oraz innych metali.

Sharpe, mające wykazać obrabialność ciągniętych prętów stalowych i mosiężnych.

Politechnika w Akwizgranie wystawiła ciężką wiertarkę promieniową, przystosowaną przez prof. Wallichsa do przeprowadzenia, na małą skalę, badań toczenia, wiercenia i szlifowania. Wreszcie wystawiono niewielką tłocznę do prób wycinania blach. Parę pras Erichsena służyło do badania blach przez wyciąganie ich na zimno.

Dalej, jako odrębną grupę, wystawiono maszyny do badania odporności metali na zużycie się w traci i toczeniu; zasadniczo były one dwojakiego typu: pierwsze posiadały wąski gładki krążek ze stali, który wżerał się w płytkę badanego metalu, poddaną znacznemu wiadomemu naciskowi, przyczem mierzono moment oporu na krążku, oraz szybkość obrotową i szybkość wżerania się krążka; inne maszyny posiadały dwa krążki, wzajemnie toczące się po sobie bez poślizgu lub z dowolnie nastawialnym poślizgiem, na sucho lub przy użyciu smaru; były to maszyny M. A. N., Mohr & Federhaff

i Amslera. Wreszcie ostatnią grupę stanowiły maszyny do badania stopów łożyskowych, spólczynników tarcia, stopnia nagrzewania się i odporności na ścieranie się; były to przyrządy Hanffstengla, Kammerera, Viehwega, Kurreina i inne. Nadto dwa modele przyrządów używanych przez niemieckie koleje państwowe, służących do badania tarcia ze-



Rys. 5. Przykład tablicy z wystawy, wskazującej zmiany budowy żelaza kutego pod wpływem zgniotu.

spółów kołowych w łożyskach; wreszcie urządzenie do badania tarcia łożysk rolkowych i spora ilość przyrządów do badania smarów.

Stosunkowo najbogaciej wyposażony był dział badań wytrzymałościowych. Zainstalowane na wystawie cały spory warsztat, które-

go zadaniem było przygotowanie wszelkich rodzajów próbek, zaopatrzone w wszystkie potrzebne do tego celu obrabiarki.

Całokształt prób, dokonywanych na częściach samochodowych, kutyh w formach, bardzo dobrze ujmuje szereg eksponatów zamkniętych w jednej oszklonej gablocie; pokazano tam korbówód, czop przedniego koła i dźwignię kątową w całości, pod nimi zaś też same rzeczy, pokrajane na części w ten sposób, jak tego wymaga racjonalne przeprowadzenie badań, przyczem wszystkie wykończone próbki rozmieszczone są w tych miejscach przedmiotu, skąd je wycięto; wszystkie te części powiązane są barwnymi sznurkami z kartkami, na których zamieszczono objaśnienia. Szafka ta może służyć jako przykład, że pomysłowe przygotowanie eksponatów może uczynić z nich coś bardzo pouczającego i wartościowego; na powyższych przykładach widz, nawet niezbyt kompetentny, mając jak na dłoni wyłożone, łatwo zrozumie cel tych wszystkich wielorakich badań, z jakimi w technice ma się do czynienia, a więc mikroskopowych, makroskopowych, na rozzerwanie, na odporność, na zmęczenie i na twardość Brinella; widząc te różnorakie próby, dokonywane na najrozmaitszych maszynach, łatwo odgadnie ich wzajemną zależność i zrozumie konieczność równoległego ich dokonywania. Dla laika — gablota jest więc jakby kluczem do rozwiązania otaczających go zagadek, widzowi kompetentnemu daje poglądowy obraz, w jaki racjonalny sposób należy przeprowadzić „sekcję” badanego przedmiotu, by wykonać zeń próbki.

Maszyn do prób wystawiono mnóstwo. Wystawiały firmy: Losenhausen, Mohr & Federhaff, Spies, Schopper, Amsler, Krause, M. A. N., Tarnogrocki, Schenk i inne.

Maszyny do rozrywania, zwykle i uniwersalne we wszelkich możliwych postaciach — śrubowe z przeciwwagą przesuwną, z przeciwwagą wahadłową, z przeciwwagą sprężynową, z manometrami, lub też, i to najczęściej, posiadające manometr i jedno z poprzednio wyliczonych urządzeń. Poza tem dość licznie były reprezentowane maszyny hydrauliczne z manometrami lub przeciwwagą. Wszystkie większe maszyny zaopatrzone były w urządzenia do zdejmowania wykresów rozrywania, mniejsze pozwalały odczytywać wydłużenie wprost na podziałce. Obok ciężkich maszyn — zupełnie małe maszynki ręczne do rozrywania najcieńszych drutów. Wyróżniały się dwie maszyny Amslera: jedna uniwersalna hydrauliczna, posiadająca doszlifowane tłoki i cylinder przyrządu dźwigniowego, mierzącego ciśnienie, stale obracający się — dla zupełnego wyeliminowania tarcia w nim tłoka; maszyna ta miała ponadto urządzenie do rwania próbek na gorąco; próbkę otaczało się grubościennym cylindrem szamotowym z oporami elektrycznymi; do mierzenia temperatury służył pyrometr. Druga maszyna, również hydrauliczna, posiadała dodatkową pompę, pulsator, która zezwalała poddawać siłę rozrywającą próbkę niezmiernie szybkim zmianom; była to już więc maszyna do prób długotrwałych.

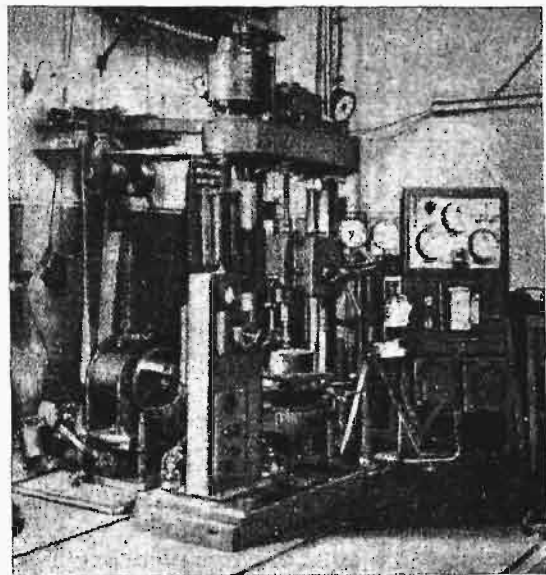
Poza tem szereg maszyn specjalnych — do badania resorów kolejowych, do rozrywania łańcuchów i lin metalowych, do ściskania i wybacza-

nia próbek pełnych lub (konstrukcyj) żelaznych, wreszcie maszyny do prób na skręcanie.

Dział maszyn do badania udatności zaopatrzone był w liczny szereg taranów Charpy'ego, z których niektóre mogły być użyte nie tylko do łamania próbek z karbem, lecz do udatowego gięcia lub rozrywania; był również wystawiony taran obrotowy Guillery'ego, oraz parę taranów wolno-spadowych, między nimi jeden wielki — do prób obręczy parowozowych. Między maszynami do badań trwałych najliczniej reprezentowany był typ Kruppa, w którym próbka badana na zmęczenie jest szybko raz po raz uderzana przez spory ciężar, spadający z określonej wysokości, przyczem między kolejnymi uderzeniami próbka automatycznie obraca się o 180°, przez co naprężenia występują w ustawicznie zmieniającym się kierunku; robiły one pocieszne wrażenie w późnych godzinach wieczornych, gdy ilość zwiedzających i związany z tem ruch spadały do minimum, gdy wszystkie inne maszyny drzemały już po ciężko przepracowanym dniu, owe przekorne maszynki wciąż niestrudzenie powtarzały swoje tuk, tuk... wykazując na licznikach dziesiątki i setki tysięcy oddanych uderzeń.

Uwagę zwracał uniwersalny przyrząd Amslera do badań długotrwałych, zezwalający na poddanie próbki naprężeniem rozrywającym, ściskającym i gnącym.

Odrębną grupę stanowiły wreszcie przyrządy do badań długotrwałych przy naprężeniach przemennych, poddające badaną próbkę niezmiernie szybko postępującym po sobie naprężeniom, działającym w przeciwnych kierunkach, jak elektromagnetyczna maszyna Schenka, wywierająca w próbce 30 000 rozciągnięć i ścisnięć w 1 minucie, lub inne, również elektromagnetyczne, podniecające

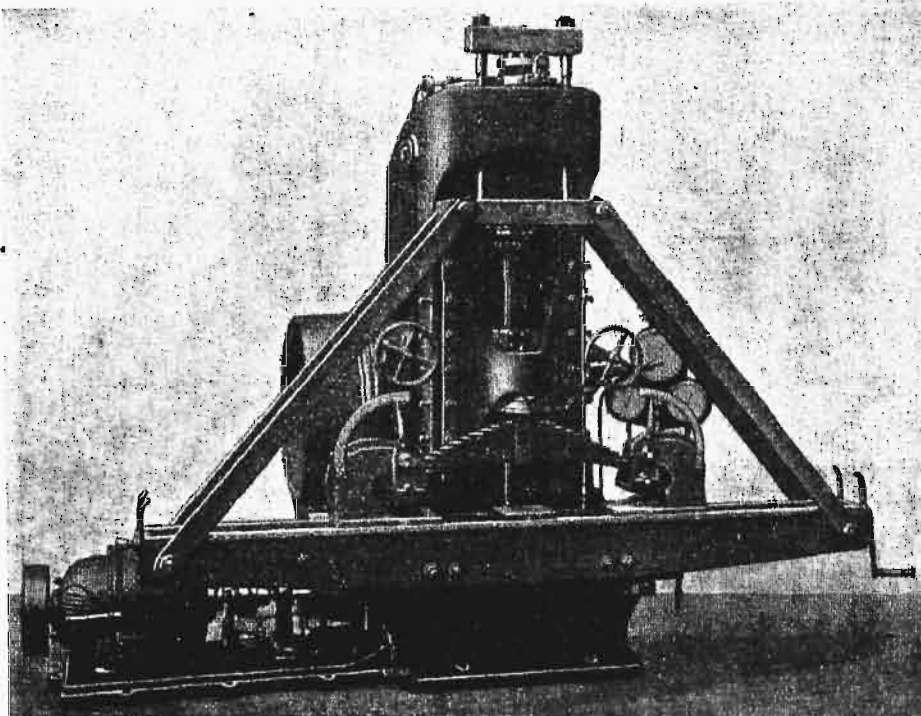


Rys. 6. Wiertarka zaopatrzona w całkowity zespół przyrządów do badania obrabialności dowolnego tworzywa przez wiercenie.

do drgań łopatkki turbin parowych. Inne dwie maszynki służyły do prób zmęczenia przy zginaniu i skręcaniu; w pierwszej wyzyskano bardzo szybki ruch wirowy próbki, osadzonej końcami we wrzecionach, których osie stanowiły kąt nieco mniejszy od 180°, przez co próbka wykazywała pewną

strzałkę ugięcia; w drugiej — pręt, jednym końcem nieruchomy, drugim osadzony był we wrzecionie, wykonywającym szybkie obrotowe ruchy wahadłowe w tym i przeciwnym kierunku.

Wspomnieć jeszcze warto o odrębnym przyrządzie, mającym postać miniaturowego tarana Charpy'ego, uderzającego próbkę o wyglądzie normalnej próbki dla trwałych prób udarowych na gięcie; do jednej strony próbki przytwierdza się małe zwierciadło, służące do odczytań najmniejszych trwałych ugięć próbki przy pomocy lunetki i podziałki, umieszczonych w odległości 1,5 metra od przyrządu; stopniowo zwiększając w sposób ściśle ustalony wzniesienie taranu, ustala się chwila, w której daje się zaobserwować pierwsze trwałe odkształcenie próbki.



Rys 7.

Maszyna do badania resorów samochodowych.

Inny znów przyrząd, również wyszukujący małe zwierciadło, lunetkę i podziałkę, zezwalał na wyznaczenie stopniowego wzrostu wydłużenia próbek pod długotrwałym działaniem niezmiennych obciążeń; jednocześnie badaniu mogło tu ulegać kilkanaście rozmaitych próbek. Obydwa ostatnie przyrządy przeznaczone były do badania stopów żółtych i lekkich.

Z kolei należy wymienić dział przyrządów do badania twardości — w pierwszej linii dużą ilość odmian pras Brinella. I znów też sama różnorodność typów, co w maszynach do rozrywania. Ciekawe i niezmiernie wygodne w użyciu, lecz niezawodnie mniej pewne rozwiązania przedstawiały konstrukcje, wyszukujące do pomiaru siły sprężystości samego kadłuba prasy, wykonanego ze stali lanej lub kutej; jedynym przyrządem pomiarowym był tu więc czujnik zegarowy, mierzący w setnych częściach milimetra całkowite odkształcenie kadłuba; ten sam czujnik, po ustaniu działania siły, zezwalał zmierzyć całkowitą głębokość wgnie-

nia kulki, co czyniło już zbędnym każdorazowy pomiar średnicy śladu wgniecenia przy pomocy lupy.

Wystawiono też niezmiernie ładnie rozwiązana automatyczną prasę Brinella do dokonywania nieprzerwanych licznych pomiarów twardości; rola człowieka ogranicza się tu do zakładania i zdejmowania próbek; samo wciskanie kulki dokonywa się samoczynnie przez silnik elektryczny, wytrzymujący nacisk 3000 kg w ciągu 30 sek; obraz kulki, wciśniętej w próbkę, oświetlonej promieniami równoległymi do górnej powierzchni próbki, rzucony jest na matówkę z podziałką, umożliwiającą bezpośrednio odczytanie średnicy wgniecenia kulki jeszcze podczas dokonywania samej próby.

Dalej cały szereg odmian konstrukcyjnych przenośnych pras Brinella, do badania twardości szyn kolejowych, obręczy wagonowych i parowozowych oraz walców. Jako przyrządy zastępcze dla pras Brinella, wystawiono młotki sprężynowe lub wolnospadowe.

Znaczna ilość wystawionych aparatów Rockwella dowodziła wzrostu ich znaczenia w praktyce przemysłowej; w przyrządach tych, djament oszlifowany w postaci stożka o kącie rozwarcia 120° wciskany jest siłą 150 kg w powierzchnię metalu; po odjęciu tej siły, mierzy się na czujniku zagłębienie ostrza djamentu, które jest miarą twardości według skali Rockwella. Przyrząd ten nadaje się równie dobrze do badania stali hartowanej, jak i niehartowanej, jakoteż do metali miękkich, lecz tu djament zastępuje się małą stalową kulka, nie przestając jednak i w tym wypadku mierzyć zagłębienia się jej w badany metal. Przyrządy te miały się okazać znacznie dokładniejszymi od skleroskopów Shore'a, których też na całej wystawie widziało się tylko dwa. Również wystawiono dwa przyrządy typu Martensa, mierzące twardość zapomocą pomiaru szerokości rysy.

Dział badań makro i mikroskopowych był również bardzo bogato wyposażony, wykazując tem samem ogromne ich rozpowszechnienie w przemyśle. I tu również wystawiono wszystkie maszyny, potrzebne do przygotowywania próbek, jak pilki, szlifierki i polerki, oraz do ich trawienia. Wielką ilość mikroskopów wystawiły firmy: Zeiss, Reichert i Busch. Między mniejszymi widziało się znaczną ilość mikroskopów podwójnych, dobrze nadających się do oglądania przeformów przy niewielkich powiększeniach. Niektóre niewielkie mikroskopy typu warsztatowego zaopatrzone były w komory fotograficzne.

Jeden z nich zbudowany był w ten sposób, że łańcuch mógł być użyty do bezpośrednich badań mikroskopowych wielkich obiektów, jak ciężkich wałów korbowych lub podobnych, przez bezpośrednie zamocowanie go na nich w dowolnym położeniu. Poza tem znaczna ilość wielkich mikroskopów, wspaniale wyposażonych, zezwalających na robienie dużych zdjęć fotograficznych. No i niezliczona oczywiście ilość przezroczy i fotografii.

Przy tem wszystkim, stosunkowo bardzo skromnie przedstawiał się bogato mimo wszystko wyposażony dział badań chemicznych. Urządzenia do brania próbek, np. frezarka stołowa, wspaniała kolekcja wag analitycznych o czułości dochodzącej do 0,01 mg, w których odczytanie odchyleń wskazówki dokonywa się przy pomocy mikroskopu; mnóstwo urządzeń pomocniczych, mnóstwo odczynników — większa niż gdzieindziej ilość białych kitlek laborantów i laborantek — niezawodnie jako przeciwwaga mniejszej znacznie niż w innych działach frekwencji ze strony publiczności. Osobno umieszczono urządzenia do mikroanalizy widmowej i rentgenospektrografii.

Jako ostatni, należy wymienić dział pomiarów fizycznych; wystawiono tu przyrządy do pomiarów wydłużalności cieplnej, własności magnetycznych, przewodnictwa elektrycznego i inne. Jako jego uzupełnienie — urządzenia rentgenograficzne do wyszukiwania wewnętrznych, ukrytych dla oka, wad w materiale oraz inne urządzenia do badań budowy krystalograficznej. Krystalografii poświęcono ponadto niewielki oddział osobny.

Dział elektrotechniczny, poza wspomnianą instalacją na wysokie napięcie, posiadał drugą, mniejszą instalację próbną na 100 000 V i 25 000 V, oraz specjalną instalację do badania przewodów w izolacji gumowej o napięciu do 60 000 V. Osobna instalacja służyła do technologicznych prób olejów transformatorowych, oraz do wyznaczania ich oporów przeciwko przebiciu przy użyciu napięć 30 000 i 50 000 V. Wreszcie liczny zastęp przyrządów do badania mechanicznej wytrzymałości najrozmaitszych materiałów izolacyjnych; część przyrządów była przystosowana do wykonywania prób w wyższej temperaturze.

W odrębnych małych oddziałach znalazły odzwierciedlenie dokonane dotychczas na polu tworzyw prace niemieckiego komitetu normalizacyjnego, stowarzyszenia badań technicznych tworzyw (Verband für die Materialprüfungen der Technik) i niemieckiego komitetu szkolnictwa technicznego.

Na miejscu urządzono księgarnię, zaopatrzoną we wszystkie nowsze wydawnictwa niemieckie z działu materiałoznawstwa i pokrewnych, oraz najważniejsze wydawnictwa angielskie i francuskie. Uczestnicy wystawy mieli możliwość na miejscu je przeglądać, zamawiać, niektóre zaś wprost nabywać.

Jak wyżej powiedziałem — formalnie wszystkie ekspozyty surowców wystawione były anonimowo; pragnący zasięgnąć ścisłych informacji co do ich pochodzenia, cen i warunków dostawy, otrzymywali żądane wyjaśnienia w szeregu biur informacyjnych, urządzonych bezpośrednio przy odnośnych działach.

Reasumując wszystko, mimo różnych braków, które powyżej podkreśliłem, całość przedstawiała się rzeczywiście imponująco. Krążąc między różnymi ekspozytami i urządzeniami, nieraz poddawało się mimowoli złudzeniu, że technika już zdołała pokonać wszystkie trudności, że zwyciężyła ostatecznie przyrodę, wraz z całym mnóstwem jej naturalnych bogactw, zdołała z nich wydobyć wielokroć więcej nowych zupełnie wartości i że nie ma już dziś potrzeb ludzkości, którymby technika sprostać nie umiała.

Oczywiście — chwilowe to tylko złudzenie, bo oto właściwie raczej stoimy u początku, niż u końca tej wielkiej, nieprzerwanej ewolucji tworzywa. Olbrzymi jej rozmach stwierdzamy zarówno w dziale stali specjalnych, jak przedewszystkiem metali lekkich; w tej właśnie dziedzinie przemysł niemiecki zdołał osiągnąć szczególnie wysoki poziom.

Zjazd materiałoznawczy i związana z nim wystawa są doskonałym zobrazowaniem olbrzymiego wysiłku, przedewszystkiem umysłowego, jakiego dokonał na tem polu świat techniczny i przemysłowy.

Metody obliczania słupów złożonych.

Napisał Dr. Inż. Witold Wierzbicki, docent Politechniki Warszawskiej.

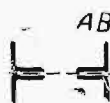
Zagadnienie statycznego obliczenia słupów żelaznych o przekroju niejednolitym, czyli słupów, względnie (gdy chodzi np. o kratownicę) prętów złożonych (rys. 1 i 2) nie przestaje zajmować inżynierów. Wprawdzie nie wykonano zapowiadzianych przed wojną, w Niemczech i w innych krajach, zakrojonych szeroko badań laboratoryjnych nad prętami tego typu, powstał jednak w tej dziedzinie cały szereg nowych prac o charakterze teoretycznym (Mayer'a, Elwitz'a i innych).

Ścisłe rozwiązanie zadań, dotyczących słupów i prętów złożonych, zarówno kratowych (rys. 3), jak i ramowych (rys. 4), wymaga nieraz wzorów i operacji matematycznych bardzo złożonych, z drugiej zaś strony praktyka inżynierska żąda wzorów prostych, których stosowanie nie absorbo-

wałoby zbyt konstruktorowi i nie zniechęcało go do koniecznych prób w jego pracy. Wobec tego



Rys. 1.

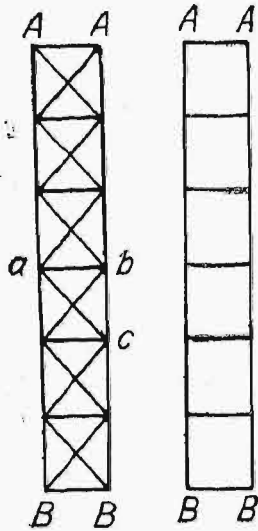


Rys. 2.

rozprawy, dotyczące prętów złożonych, powinny mieć na celu, oprócz nowych, coraz ściślejszych rozwiązań, również i sprawdzenie, zapomocą metod ścisłych, obliczeń prymitywnych, lecz rozpowszechnionych oraz ustalenie granic stosowalności tych ostatnich. Artykuł niniejszy ma również podobny cel na widoku, poza tem dąży jeszcze do pewnego usystematyzowania bardzo licznych i bardzo różnorodnych badań z danej dziedziny.

Wykonane dotąd badania laboratoryjne nad prętami złożonymi miały za zadanie bądź wyświetlenie charakteru zniszczenia prętów w celu zdobycia podstaw do prac teoretycznych, bądź też

bezpośrednie uzyskanie pewnych danych liczbowych. Były one zwykle przedsięwzięte pod wpływem jakiejś katastrofy budowlanej, w celu wyjaśnienia jej przyczyn. Największy wpływ na rozwój teorii miały badania następujące:



Rys. 3.

Rys. 4.

1) Tetmajer¹⁾ rozpoczął swe doświadczenia w Zürichu po katastrofie z Mönchensteiner Brücke w r. 1892, w celu zbadania wpływu różnych rodzajów krat na wytrzymałość prętów złożonych. Pręty miały przeważnie (ok. 100 prób) długość 7 m i końce częściowo płaskie, częściowo przegubowe.

2) Po pierwszej katastrofie z mostem w Quebec w roku 1907, W. H. Burr²⁾ wykonał szereg doświadczeń nad modelami ($\frac{1}{3}$ wielk. natur.) pręta, który wywołał katastrofę.

3) Katastrofa ze zbiornikiem gazu w Hamburgu w roku 1908 spowodowała szereg badań w Materialprüfungsamt³⁾ w Berlinie. Pręty miały tu długość 3,40 m, były ramowe i podparte na końcach zapomocą kul stalowych.

4) Doświadczenia Krohn'a (r. 1907) były spowodowane przez jakąś bliżej przez niego nie omówioną katastrofę mostową. Pręty, w liczbie 4, miały długość około 6 m i były badane w Conservatoire des Arts et Métiers w Paryżu⁴⁾. Końce ich opierały się na noże.

5) Emperger⁵⁾ wykonywał swe badania w Wiedniu w r. 1908. Słupy, badane w liczbie kilkunastu, miały długość 3,6 — 5,4 m. Końce ich były płaskie, czem tłumaczy się naogół mniejsze zaufanie do tych badań, niż do badań Krohn'a.

6) W związku z odbudową mostu Quebecskiego, firma Pfönix⁶⁾ podjęła w r. 1910 badania, w liczbie 7, nad prętami nowego mostu (modele od $\frac{1}{415}$ do $\frac{11}{32}$ w. nat.), które różniły się od prętów mostu zburzonego jedynie mocniejszą kratą. Je-

den koniec każdego modelu był płaski, drugi przegubowy.

Inne, poza omówionymi, badania laboratoryjne nad słupami złożonymi były bądź bardzo nieliczne (np. doświadczenia Keystone Bridge C^o), bądź też miały na widoku wyjaśnienie jakiegoś zagadnienia bardzo specjalnego (np. doświadczenia Gutehoffnungshütte lub Bureau of Standards⁷⁾).

Wreszcie wiele materiału doświadczalnego do badań nad słupami złożonymi dostarczyło roztrząsanie okoliczności, w jakich miały miejsce różne katastrofy budowlane, zwłaszcza katastrofa Quebecska.

Z powyższego zestawienia różnych grup doświadczeń nad prętami złożonymi widzimy, iż odbywały się one w najrozmaitszych warunkach, zarówno co do wymiarów prętów, jak i ich podparcia i konstrukcji. Pozatem i aparatura poszczególnych doświadczeń bywała przeważnie różna. Wobec tego poszczególne próby dały wyniki rozbieżne i zaledwie kilka ogólnych wniosków można oprzeć na wszystkich próbach jednocześnie. Są to wnioski następujące:

1^o) wyboczenie słupa złożonego nie jest przywiązane do płaszczyzny najmniejszego momentu bezwładności całego słupa,

2^o) opór, stawiany przez słupek złożony wyboczeniu, jest zależny nie tylko od stosunku $\frac{l}{i}$ (gdzie

l oznacza długość słupa a i promień bezwładności jego przekroju) dla słupa, jako całości, lecz również i od wielkości tego stosunku dla poszczególnych przedziałów jego pasów,

3^o) wytrzymałość słupa złożonego zależy od wytrzymałości połączenia pasów słupa ze sobą, t. j. od wytrzymałości jego poprzeczek i krzywulców.

Poszczególne metody obliczenia prętów złożonych, oparte mniej lub więcej na przytoczonych doświadczeniach, różnią się między sobą przede wszystkim w zależności od tego, jaki rodzaj wyboczenia mają na widoku. Wyboczeniem w znaczeniu potocznym, a częściowo i technicznym, bywa nazywane każde zniszczenie pręta pod działaniem sił podłużnych.

Tak zrozumiane pojęcie wyboczenia obejmuje właściwie szereg różnych od siebie zjawisk, wymagających różnych metod badania.

Są to zjawiska następujące:

1^o) Wyboczenie sprężyste. Polega ono na tem, że pręt sprężysty, pierwotnie prosty i obciążony siłami podłużnymi ściśle osiowymi, zakrzywiony pod działaniem jakiejś przyczyny zewnętrznej, nie wraca po usunięciu tej przyczyny do swego kształtu prostolinowego, o ile przed jego zakrzywieniem się siła podłużna przekroczyła pewną wartość, zwaną krytyczną. O ile przed zakrzywieniem siła podłużna nie osiągała wartości krytycznej, wówczas, po usunięciu przyczyny wykrzywającej, pręt staje się ponownie prostym.

Siła krytyczna może tu być wyznaczona na podstawie równań teorii sprężystości. Rolę przy-

¹⁾ Tetmajer. Mitteilungen der Materialprüfung-Anstalt im Zürich.

²⁾ Raport of The Royal Commission on the Cause of the Collapse of the Quebec Bridge, Engineering Record, 14 March, 1908 oraz Appendix 15, Engineering News, 1908.

³⁾ A. Schaller, Kritische Bemerkungen zum Einsturz des Gasbehälters in Hamburg, Zft. d. Ver. deutscher Ing., 1911. Rudeloff Knickversuche mit einer Strebe des eingestürzten Hamburger Gasbehälters, Der Eisenbau, 1913.

⁴⁾ R. Krohn, Knickfestigkeit gegliedert Stäbe. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1908.

⁵⁾ F. v. Emperger, Welchen Querverband bedarf eine Eisensäule? Beton und Eisen, 1908.

⁶⁾ Hamman, Druckversuche an ganzen Probestäben aus Nickelstahl für die neue Quebec-Brücke, Zentralblatt der Bauverwaltung, 1911.

⁷⁾ A. Goupil, La résistance au flambage des piliers métalliques, Le Génie Civil, 1917.

czyiny wykrzywającej może odegrać np. chwilo-
wa różnica temperatury na dwóch przeciwległych
powierzchniach pręta, albo też pewne momenty lub
siły poprzeczne, tak małe, aby naprężenia przez
nie wywołane, mogły być uważane za 0 w porów-
naniu z naprężeniem $\frac{P_k}{A}$, a więc i z naprężeniem:

$$\sigma = \frac{P_k}{A} + \frac{P_k y}{W} \dots \dots \dots (1)$$

gdzie A jest to pole przekroju, W — wskaźnik wy-
trzymałości pręta, P_k — siła krytyczna, y_i — najwię-
ksze wygięcie pręta.

Powyższe określenie dotyczy prętów dosko-
nale sprężystych, natomiast w słupach stosowa-
nych w budownictwie, po przekroczeniu przez si-
łę podłużną wartości krytycznej i po wykrzywie-
niu się słupa, naprężenie (1) przeważnie przekra-
cza granicę wytrzymałości i słup ulega złamaniu.
We wzorze (1) jest więc, według słów Colli-
gnon'a ⁸⁾, drugi wyraz jego prawej części tym mie-
czem Damoklesa, który zawisa nad prętem pro-
stym, z chwilą, gdy siła podłużna osiąga wartość
krytyczną.

2^o) Wyboczenie niesprężyste.
W danym razie za siłę krytyczną należy uważać
najmniejszą wartość osiowej siły podłużnej, przy
której każda przyczyna wykrzywająca, w sensie
omówionym pod 1^o, wywołuje trwałe odkształce-
nie pręta, czyli jego złamanie. W tym wypadku
nie może być mowy o sprężystej krzywoliniowej
formie równowagi pręta, gdyż siła krytyczna wy-
wołuje tu naprężenia $\frac{P_k}{A}$, przekraczające granice
sprężystości jeszcze przed zakrzywieniem.

Ponieważ obliczenie siły krytycznej nie może
się w danym wypadku opierać na twierdzeniach
teorii sprężystości, musimy tę siłę wyznaczać dro-
gą doświadczalną. Ze względu na niedoskonałość
aparatury doświadczeń, siła podłużna P w bada-
nym pręcie działa zazwyczaj mimośrodkowo, wsku-
tek czego przyczyna wykrzywająca pręt zaczyna
tu działać w rzeczywistości nie w chwili, gdy si-
ła P osiąga wartości krytycznej, lecz już od chwi-
li przyłożenia tej siły. W ten sposób mamy w da-
nym razie do czynienia właściwie z jednoczesnym
ściskaniem i zginaniem, a wyznaczona doświad-
czalnie siła P różni się od właściwej siły krytycz-
nej tem więcej, im większy jest jej mimośród,
który nam nie jest jednak znany i w obliczeniu
uwzględniony być nie może.

3^o) Ściskanie mimośrodkowe. Wo-
bec tego, że zasada superpozycji w danym wypad-
ku przeważnie nie może mieć zastosowania do prę-
tów żelaznych, więc jest to, jak poprzednio, wy-
padek tak zwanego jednoczesnego ściskania i zgi-
nania, z tą jednak różnicą, że mimośród siły pod-
łużnej jest tu wiadomy. Zagadnienie sprowadza
się do obliczenia wymiarów pręta na podstawie
znanej siły ściskającej i jej mimośrodu, oraz do
porównania naprężeń, otrzymanych w poszczegól-
nych częściach pręta, z naprężeniami, dopuszczal-
nymi w prętach ściskanych i zginanych jedno-
cześnie.

⁸⁾ Ed. Collignon, Flexion des pièces droites comprimées, Annales des ponts et chaussées, 1889.

(W zależności od powyższego, można podzielić
sposoby obliczenia prętów złożonych na trzy
grupy.

Pierwsza grupa metod obejmuje prace Timo-
szenki ⁹⁾, Elwitz'a ¹⁰⁾, Engessera ¹¹⁾, Prandtl'a ¹²⁾
i in. Wszystkie one rozpatrują wyboczenie spręży-
ste prętów złożonych, doskonale prostych i obcia-
żonych ściśle osiowo. Zastosowanie wzorów, wy-
prowadzonych dla podobnych prętów, poza grani-
cami sprężystości natrafia na trudności i może
mieć miejsce jedynie przy zastosowaniu dużego
spółczynnika bezpieczeństwa lub przez wprowa-
dzenie pewnych współczynników doświadczalnych.

Przykładem prac tej grupy mogą być prace
Engessera, który wogóle pierwszy ogłosił oblicze-
nie słupów złożonych (r. 1891). Rozwazał on za-
równo słupy kratowe, jak i ramowe, przyczem u-
ważał, że poszczególne pasy słupa nie są rozcięte.
Engesser wyraża ugięcie pręta w razie jego wy-
krzywienia zapomocą sumy następującej:

$$y = y' + y'' \dots \dots \dots (2)$$

gdzie y' oznacza część ugięcia, wywołaną przez
moment zginający, a y'' — część wywołaną przez
siłę poprzeczną. Engesser uważa, że zarówno y ,
tak y' i y'' zmieniają się wzdłuż pręta według pra-
wa cosinusa (przy początku współrzędnych w środ-
ku długości pręta), przyczem rzędne cosinusoid
znajdują się do siebie w stosunku proporcjonal-
ności. Jeżeli α oznacza współczynnik proporcjonal-
ności, mamy, że:

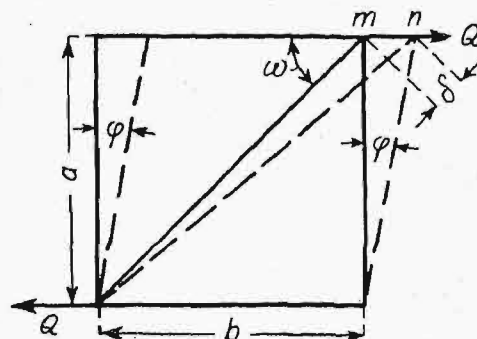
$$y' = \alpha y \text{ i } y'' = (1 - \alpha) y \dots \dots \dots (3)$$

Wyprowadzając wzór siły krytycznej dla prę-
ja o możliwych ugięciach y' w ten sam sposób, jak
się go wyprowadza dla sprężystego pręta pełne-
go, dochodzi Engesser do wzoru, dla siły kry-
tycznej:

$$P_k = \frac{\alpha EI \pi^2}{l^2} \dots \dots \dots (4)$$

O ile kąt φ (rys. 5) oznacza nachylenie od-
cinka pasa pręta złożonego, wywołane działaniem
siły poprzecznej, to

$$\text{tg } \varphi = \frac{Q}{Ef \cos^2 \omega \sin \omega} \dots \dots \dots (5)$$



Rys. 5.

gdzie Q oznacza siłę poprzeczną w pręcie, a f po-

⁹⁾ S. Timoszenko. Wytrzymałość Materiałów, tłumaczenie M. Hubera.

¹⁰⁾ E. Elwitz. Die Lehre von der Knickfestigkeit, 1920.

¹¹⁾ Fr. Engesser. Über die Knickfestigkeit gegliederter Stäbe, Zentralblatt der Bauverwaltung 1891, 1909.

¹²⁾ L. Prandtl. Knickfestigkeit von Gitterstäben, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1907.

le przekroju krzyżulca (wydłużenie pasów pomijamy). Z drugiej strony, $\text{tg } \varphi = \frac{dy''}{dx}$ gdyż y'' oznacza rzędne możliwego wygięcia się osi pręta wskutek działania sił poprzecznych.

Wobec tego ustawia Engesser równanie następujące:

$$\frac{dy''}{dx} = \frac{Q}{Ef \cos^2 \omega \cdot \sin \omega} \quad (6)$$

Ze wzoru (6) oraz z następującego wzoru (7)

$$Q = \frac{d}{dx} (Py), \quad (7)$$

wyrażającego zależność między siłą poprzeczną a momentem zginającym w ten sam sposób, jak dla pręta pełnego, wyznacza Engesser współczynnik α . Zadanie jest więc rozwiązane, gdyż wzór (4) daje wartość podłużnej siły krytycznej w pręcie, a wzór (7) odpowiednią siłą poprzeczną, na którą należy obliczać kratę pręta.

Z podobnej metody korzysta Engesser również i do obliczenia pręta ramowego.

Metody drugiej grupy oparte są bezpośrednio na pracach laboratoryjnych i dotyczą prętów złożonych poza granicami sprężystości. Należą tu prace Krohn'a, Gerard'a¹³⁾, Schaller'a, Saliger'a i innych. Typową jest tu praca Krohn'a. Jest ona oparta na własnych, omówionych wyżej, doświadczeniach Krohn'a oraz na dawniejszych doświadczeniach Tetmajera, nie jest jednak pozbawiona pewnej sztuczności.

Krohn uważa, że siła, ściskająca pręt złożony w chwili wygięcia, nie jest rozłożona równomiernie między pasy pręta, gdyż wygięcie się pręta wywołuje różnice w obciążeniach pasów na niekorzyść pasa, znajdującego się od strony wklęsłej. Siła działająca w tym ostatnim pasie wyraża się więc wzorem:

$$P_1 = P \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{h} \right), \quad (8)$$

w którym h jest to odległość między pasami. Ze wzoru na ściskanie mimośrodkowe dla chwili wyginania się pręta, ustawia Krohn zależność następującą:

$$\frac{P}{F} = \sigma - \frac{P\delta}{W} \quad (9)$$

Porównanie wzoru (9) ze wzorem Tetmajera dla naprężenia krytycznego, t. j. ze wzorem:

$$K_0 = \frac{P}{F} = 3,1 - 0,0114 \frac{l \text{ kg}}{i \text{ cm}^2} \quad (10)$$

doprowadza Krohn'a do twierdzenia, że ostatnie wyrazy w obydwóch wzorach oznaczają tę samą wielkość, czyli że:

$$\frac{P\delta}{W} = 0,0114 \frac{l}{i} \quad (11),$$

skąd
$$\delta = 0,0114 \frac{l}{i} \cdot \frac{W}{P} \quad (12)$$

Stąd na podstawie równań (8) i (9) Krohn dochodzi do wzorów następujących:

$$\delta = \frac{l}{2} \cdot \frac{h}{136 h - l} \quad (13),$$

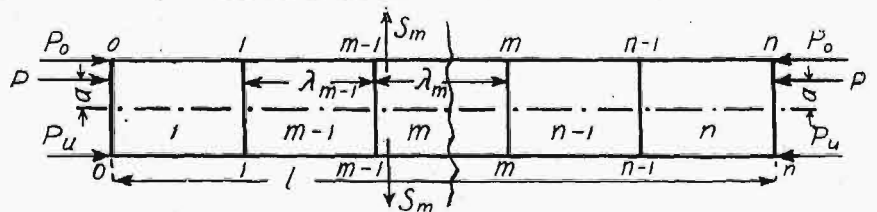
$$P_1 = P \cdot \frac{68 h}{136 h - l} \quad (14).$$

Siła P_1 odgrywa tu rolę siły krytycznej, z którą ma być porównana rzeczywista siła, działająca w jednym pasie pręta.

Siłę poprzeczną w pręcie, w chwili wygięcia się jego, otrzymuje Krohn ze wzoru: $Q = \frac{dM}{dx}$. Przyjmując dla odkształconej pręta przebieg cosinusowy $\delta_x = \delta \cos \frac{\pi x}{l}$ (początek osi współrzędnych w środku pręta) i wstawiając tu δ ze wzoru (13), otrzymuje on, iż $Q = \frac{F}{28}$, gdzie F oznacza pole przekroju poprzecznego pręta. Na siłę tę należy obliczać kratę pręta.

Wreszcie, metody trzeciej grupy dotyczą prętów, podległych jednoczesnemu ściskaniu i zginaniu, przyczem poszczególne części prętów mogą tu być dokładnie obliczone, gdyż, jak było powiedziane, mimośród siły podłużnej jest wiadomy. Należą tu prace Müller-Breslau'a¹⁴⁾, Kayser'a¹⁵⁾ i moja.

Müller-Breslau rozważa pręty ramowe i kratowe pod działaniem siły podłużnej, równoległej do osi pręta, o mimośrodku a . Wprowadza on do



Rys. 6.

swego obliczenia wielkości następujące, odpowiadające każdemu przedziałowi pręta (rys. 6).

O_m i U_m — siły podłużne w przedziale m górnego i dolnego pasa,

S_m — siła poprzeczna w przedziale m pręta,

Q_m — siła poprzeczna w m -tej poprzeczce,

\bar{M}_m^u i M_m^u — momenty zginające w prawym i lewym końcu m -tego pola dolnego pasa,

\bar{M}_m^o i M_m^o — te same momenty dla górnego pasa.

M_{bm}^u M_{bm}^o — momenty zginające w końcach blachy mm ,

y_m — ugięcie się osi pręta w punkcie m ,

φ_m^u i φ_m^o — kąt nachylenia dolnego i górnego pasa w m ,

α_m^u i α_m^o — kąt obrotu dolnego i górnego końca m -tej poprzeczki,

τ_m — kąt nachylenia przekroju m względem przekroju $m-1$ przy zupełnej sztywności poprzeczek.

Między powyższymi 16 wielkościami ustala Müller-Breslau potrzebną do ich wyznaczenia

¹⁴⁾ Müller-Breslau, „Die neueren Methoden...”, 1913.

¹⁵⁾ H. Kayser, Die Knickversteifung doppelwandiger Druckquerschnitte, Der Eisenbau. 1913.

¹³⁾ Gustave L. Gerard, Résistance des pièces comprimées à treillis, Revue universelle des Mines, 1913, 1914.

liczbę równań, wyrażających bądź zależność między momentami zginającymi a siłami działającymi w poszczególnych częściach pręta, bądź też zależność między odkształceniami. W szczególności kąty φ oblicza on z równania różniczkowego:

$$EI \frac{d^2\eta}{dx^2} = -O_{ni}\eta - M_m^o + S_m x, \quad (15)$$

gdzie η jest to wywołane wyginaniem się pasa przesunięcie poszczególnych punktów jednego przedziału względem prostej, łączącej punkty węzłowe, obejmujące dany przedział.

Wobec tego, że przy $x=0$, $\eta = y_m - y_{m-1}$, gdzie y oznaczają przesunięcia się węzłów, wzór dla φ_m nie będzie już zawierał rzędnej η . W podobny sposób zostają wyrażone przez y_m również i kąty α oraz τ . Wreszcie drogą przekształceń algebraicznych dochodzi Müller-Breslau do szeregu równań różnicowych, wyrażających zależność między kolejnymi wielkościami: $y_{m-2}, y_{m-1}, y_{m+1}$ i y_{m+2} .

Są to równania typu następującego:

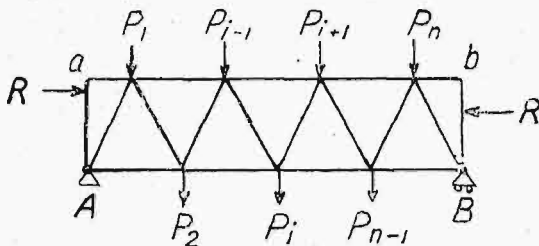
$$y_{m-2} x' - y_{m-1} (1+x) + 2(1-x-x') - y_{m+1} (1+x) + y_{m+2} x' = 4 x \alpha \quad (16)$$

Wielkości x' i x wyrażają stosunki między poszczególnymi wielkościami zadania i są uważane za liczby stałe. Równania (16) dają możliwość wyznaczenia wszystkich y_m . Dla umożliwienia sobie rozwiązania tych równań, zakłada Müller-Breslau, że y_m zmienia się według parabol, co, łącznie z innymi założeniami upraszczającymi, niweczy tę ścisłość, z którą autor postawienie kwestji traktuje.

W podobny sposób rozwiązuje Müller-Breslau również i zadanie prętów ramowych. Przy $\alpha = 0$ wzory Müller-Breslau'a nabierają cech wzorów Engessera, Timoszenki i innych wzorów tej grupy.

Zaproponowany przeze mnie sposób obliczenia prętów złożonych, ściśnianych mimośrodowo polega na następującym ¹⁶⁾.

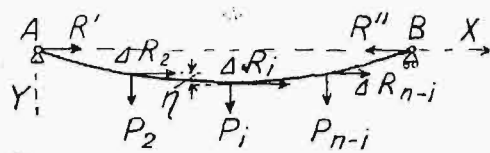
Rozważamy wypadek, gdy siła podłużna R przecina oś pręta, wobec czego siła ta rozkłada się wzdłuż pasów nierównomiernie. Liczymy się z tem, że pasy są nierozcięte na całej długości pręta i że krata jest z pasami połączona przegubowo.



Rys. 7.

Bierzemy pręt, przedstawiony na rys. 7, i oznaczamy przez P siły wzajemnego oddziaływania na siebie kraty i pasów pręta, skierowane prostopadle do osi pasów. Pod działaniem sił P i siły

podłużnej R , węzły pręta przesuwają się w kierunku prostopadłym do osi w ten sam sposób, jak węzły kratownicy przegubowej. Odpowiednie przesunięcia oznaczamy przez y^p oraz y^R .



Rys. 8.

Z drugiej strony, obliczamy przesunięcia pasa y^c , jako ugięcia belki swobodnie podpartej w obydwóch końcach i obciążonej jednocześnie siłami prostopadłymi do osi (P) i siłami podłużnymi (rys. 8).

Ugięcia te otrzymujemy ze wzoru:

$$\frac{EI}{\rho} = M^P - M^R, \quad (17)$$

gdzie M^P i M^R oznaczają odpowiednie momenty zginające sił poprzecznych i sił podłużnych. Ponieważ zcałkowanie równania (17) natrafia na trudności bardzo wielkie, zakładamy, że $\frac{1}{\rho} =$

$= \frac{d^2y}{dx^2}$, tłumacząc to tem, że w danym wypadku

pasy znajdują się w warunkach podobnych do prętów, leżących w środowisku sprężystym, i dlatego nie ulegają zbyt wielkim ugięciom. Siły podłużne uważamy w każdym przedziale pręta za znane, choć różne od siebie, zaś siły P wyznaczamy z równań:

$$y_i^c = y_i^p + y_i^R, \quad (18)$$

które wyrażają, że przesunięcia węzłów pręta złożonego, jako węzłów kratownicy, muszą być równe przesunięciom pasów pręta, jako belek zginanych.

W rozwiązaniu powyższem główną trudność stanowi obliczenie pasa, jako pręta jednocześnie zginanego i ściśnianego. Trudność tę usuwamy, wprowadzając przybliżony sposób obliczenia prętów zginanych, oparty na metodzie Ritz'a i Timoszenki ¹⁷⁾, która, zdaniem tego ostatniego, może być (z pewnymi zresztą zastrzeżeniami) stosowana i do prętów, ulegających jednocześnie zginaniu i ściśnaniu, a więc i do pasów prętów złożonych.

Obliczenie prętów ramowych różni się od obliczenia prętów kratowych głównie wprowadzeniem momentów, wyrażających oddziaływanie poprzeczek na pasy.

Przytoczone ostatnio obliczenie pozwala na możliwie najlepsze uwzględnienie wszystkich warunków pracy pręta złożonego.

Mimośród siły podłużnej, w prętach mostowych, może być obliczony ściśle przy uwzględnieniu sztywności węzłów kratownicy mostowej. Przewiemnie został on przyjęty na podstawie prac

¹⁶⁾ W. Wierzbicki, O wytrzymałości prętów złożonych w mostach żelaznych, 1924, Warszawa, wyd. Min. W. R. i O. P.

¹⁷⁾ W. Ritz, Ueber eine neue Methode zur Lösung gewisser Variationsprobleme der mathematischen Physik, Journal für reine und angewandte Mathematik, 1909. S. Timoszenko, ob. wyżej.

Winklera, Pattona, Pieriedierja i innych¹⁸⁾. Po odrzuceniu pewnych wypadków o charakterze szczególnym, można z prac tych ustalić największy mimośród w płaszczyźnie kratownicy na $\frac{1}{120} l$, przyczem na obydwóch końcach danego pręta mimośrody mogą mieć różne znaki.

Dla słupów niemoistowych doradzają Müller-Breslau i Kayser uwzględniać mimośrody $\frac{1}{200} l$ do $\frac{1}{50} l$.

Porównanie ze sobą obliczeń szeregu prętów złożonych na siłę podłużną z mimośrodem $\frac{1}{120} l$, z obliczeniami tych samych prętów, jako pełnych, daje różnice nie większe niż 10%.

Ponieważ różnice te są mniej więcej tego samego rzędu, co np. wahania wartości współczynnika E , dla tego samego materiału, z którymi się jednak nie liczymy, znajdujemy więc w tem niejako potwierdzenie możności stosowania obliczenia prętów złożonych, polegającego na obliczeniu ich, jako pełnych, przy jednoczesnym jednak

sprawdzeniu, czy pasy na odległości między kolejnymi węzłami pręta czynią zadość temu samemu zapasowi bezpieczeństwa, co pręt jako całość. To ostatnie staje się koniecznym, wobec przytoczonych wyżej spostrzeżeń 1^o i 2^o nad wynikami badań doświadczalnych.

Na podstawie obliczeń porównawczych, podobnych do tylko co przytoczonych, można ustalić, iż w obliczeniu kraty pręta złożonego możemy również ze ścisłością około 10% uważać tę kratę za przegubową. Przyjmując największy mimośród w pręcie ($\frac{1}{120} l$) oraz największe w danym razie możliwe odchylenie siły podłużnej, możemy łatwo wyprowadzić dla siły poprzecznej, na którą kratę należy obliczać, wzór następujący:

$$Q = \frac{R}{60}, \dots \dots \dots (19)$$

gdzie R oznacza rzeczywistą siłę podłużną, a Q odpowiednią siłę poprzeczną w pręcie. Naprężenia w kracie pręta lub słupa złożonego należy tu oczywiście porównywać ze zwykłymi naprężeniami dopuszczalnymi dla danego materiału, nie zaś z naprężeniem łamiącym dla prętów ściskanych.

Drogi wodneTM a koleje żelazne.

(List do Redakcji).

W artykule pod tym tytułem, wydrukowanym w Nr. 34 „Przełądu Technicznego”, inż. T. Tillinger dochodzi do wniosków, że: 1) przewozy drogami wodnymi (wewnętrzными) ładunków masowych były i są tańsze, niż kolejami i 2) kapitał włożony w drogi wodne pracuje bardziej intensywnie dla ogólnego zmniejszenia kosztów transportu, niż kapitał włożony w koleje. Nie mam zupełnie zamiaru polemizować z Szanownym Autorem i uważam, że jest konieczne wszechstronne zbadanie sprawy, jakie mianowicie środki komunikacyjne, dla jakich przewozów i w jakich warunkach są korzystniejsze dla interesów ogólnopństwowych. Ponieważ jednak inż. Tillinger, mówiąc o kosztach przewozów na kolejach, powołuje się na moją pracę, pozwalam sobie dać w tym względzie pewne wyjaśnienia.

Koszt własny przewozów kolejowych zależy przeważnie od trzech czynników: kategorii przewozów, odległości i gęstości przewozów.

Przewozy, zależnie od mniejszej lub większej ilości manipulacji, które kolej musi wykonać przy ich wykonaniu, dzielą się na cały szereg kategorii o bardzo różnym koszcie. Koszt przewozu ładunków masowych pociągami o pełnym składzie, przy całkowitem wyzyskaniu ładowności wagonów, jest znacznie mniejszy, aniżeli ładunków drobniocowych, które trzeba zbierać na poszczególnych stacjach, ładować do wagonów, których nośność nie może być wyzyskana całkowicie, grupować według kierunków i t. d. Oczywiście, koszt przewozu ładunków masowych drogami wodnymi można porównywać tylko z kosztem przewozu kolejami takich samych ładunków masowych. Jak wielka jest różnica kosztów różnych kategorii przewozów, widać z tego, że przy przeciętnym koszcie jednego tonno-km wszystkich ładunków w 1925 r. 4,73 gr., koszt przewozu jednego tonno-km węgla z zagłębia do Gdańska lub Gdyni wyniósł 1,78 gr., to jest 38% przeciętnego.

Odległość przewozu wywiera też wpływ na jego koszt, albowiem wydatki połączone z nadaniem i przyjęciem ładunku danej kategorii, które są jednakowe dla wszystkich odległości, przy zwiększeniu odległości coraz mniej obciążają koszt jednego tonno-km.

Koszt przewozu jednostki jest też bardzo zależny od gęstości przewozów. Zwiększenie gęstości daje możliwość lepszego wyzyskania pracy i wszystkich urządzeń kolejowych i przez to pociąga za sobą potaniecie kosztu jednostki. Jeśli koszt przewozu 1 km przy gęstości przewozów 500 tys. 1 km na km przyjąć za jednostkę, to koszt ten, według moich obliczeń, przy gęstości dwa razy większej — będzie o 17% mniejszy, a przy gęstości 4 razy większej — o 27% mniejszy.

Te trzy okoliczności powinny być brane pod uwagę przy porównywaniu kosztu przewozów kolejowych z przewozami wodą, lub innymi drogami komunikacyjnymi. O ile dwie pierwsze odnoszą się do wszelkich środków przewozowych mniej więcej w jednakowej mierze, o tyle trzecia ma na kolejach wyjątkowe znaczenie, wobec ich specjalnego charakteru, polegającego na tem, że wykonanie przewozów kolej musi wypełniać sama, gdy drogi lądowe i powietrzne są otwarte do korzystania z nich dla wszystkich. Ten monopol samego przewozu na kolejach pociąga za sobą konieczność gotowości do wszelkiego zapotrzebowania przewozu, czy to osób, czy też ładunków masowych, czy najdrobniejszych przesyłek. Wskutek tego koleje muszą posiadać pewien zapas i w swych urządzeniach stałych i w ilości środków przewozowych, który tylko w okresie wzmożonego ruchu może być wyzyskany należycie, w okresie zaś spadku ruchu jest bezczynny.

Jeżeli do tego dodać szybkość i terminowość przewozów kolejowych, możliwość bezpośredniego dowozu do każdego punktu zapotrzebowania i znaczenie kolei dla obrony Państwa, to okaże się, jak ostrożnie winna być traktowana sprawa porównywania kosztu przewozów kolejowych z wodnymi. Tu nie można operować cyframi przeciętnymi, lecz trzeba brać w każdym poszczególnym wypadku jakość ła-

¹⁸⁾ W. Wierzbicki, loco cit.

dunków, a także odległość, gęstość, szybkość i terminowość przewozów. Prócz tego należy pamiętać, że koleje istnieją i zaczęły już przynosić nadwyżkę dochodu (w 1926 r. około 4% ich wartości), na drogi zaś wodne trzeba wydać nowe ogromne kapitały.*).

Wybudowanie w ciągu stu lat 1 220 000 km kolei do-
wodzi chyba, że przedstawiają one dla narodów poważne
korzyści, które zapewniły im możliwość tak szybkiego roz-
woju i prześcignięcia rozwoju wewnętrznych dróg wod-
nych.
Inż. S. Sztolcman.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

METALOZNAWSTWO.

Wpływ tlenu na własności stali.

Jak powszechnie wiadomo, zawartość tlenu wpływa na jakość stali. Jednak, dzięki trudnościom wyznaczenia zawartości tlenu w stalach drogą analizy chemicznej, nie wiadziano dotychczas, jaka jest graniczna zawartość tlenu w dobrej stali.

W. Eilender i W. Oertel dokonali tego trudnego badania dla szeregu gatunków stali (stal na kulki łożyskowe, stal na noże, stal szybko tnąca, stal chromo-niklowa, stal na magneto i transformatory i stal zwyczajna) i określili, że stal o bardzo wysokich własnościach nie powinna zawierać tlenu więcej niż 0,025 — 0,03%. Dobra stal zawiera tlenu mniej niż 0,04%; stal średniej jakości (handlowa) zawiera 0,05 — 0,06% tlenu, a liche gatunki stali — powyżej 0,06%, aż do 0,11%.

Stal, zawierająca 0,06% tlenu, skłonna jest do szybkiego starzenia się (skruszania). Stal, w której różnica: % C — % O₂ jest równa zeru, daje najmniejszą stratę w watach i najmniejszą przenikliwość magnetyczną. (St. & E. 1927, 1558—1561).
I. F.-Cz.

Stop glinowy „Aldrey“ (Drut stopowy 3).

Stop ten składa się z 0,4% Mg, 0,5 do 0,6% Si, 0,3% Fe, 98,7% Al. Posiada własności następujące: cięż. wł. 2,70, wytrzymałość 35,0 km/mn², wydłużenie 6,5%, przewodność elektryczną przy 20°: 31,5 m/Ω mm², jest to zatem stop, posiadający, oprócz wysokich właściwości wytrzymałościowych, również i dobrą przewodność. Służy on przeważnie do wyrobu przewodów elektrycznych. Uszlachetnianie jego jest następujące: po przejściu przez walce lub prasę, hartuje się materiał od zakresu temperatur jednorodnych kryształów mieszanych, poczem ostatecznie przerabia się go na zimno w walcach, względnie przez ciągnięcie, a następnie odpuszcza się przy temperaturze 140 — 160°, t. j. poniżej temperatury rekrytalizacji. Stop ten wywołuje dalszy rozwój zastosowania lekkich metali w dziedzinie przewodów elektrycznych (Fuchs. Zeit. f. Maschinenbau. 1927. 361).

Z. J.

RÓŻNE.

Zastosowanie techniczne wykresów o współrzędnych hyperbolicznych.

Spółrzędne hyperboliczne, podobnie jak logarytmiczne, posiadają te cenne zalety, że: 1) pozwalają przedstawić na wykresie wiele zależności w postaci linii prostej, łatwiej do wyrysowania i wyznaczenia przez 2 punkty, w przeciwieństwie do mozolnego wykonania krzywych; 2) dają

* Inż. T. Tillinger w referacie „Warunki ogólne rozwoju dróg wodnych w Polsce i ich znaczenie tranzytowe“, opracowanym na II Zjazd Polskich Techników Zrzeszonych (Wiadomości Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych 1927 r. Nr. 4) określa koszt regulacji polskich rzek żeglownych na 800 milj. zł., a koszt budowy kanałów na 1 115 milionów, razem około 2 miliardów zł.

możność przedstawić na wykresie wielkości, będące w stosunku np. 1 : 1000, gdy przy zastosowaniu współrzędnych liniowych trudno jest wyjść poza stosunek 1 : 10.

Na możliwość stosowania współrzędnych hyperbolicznych i korzyści stąd płynące zwrócił uwagę R. O. Kapp w Elektr. Zft.

Mianowicie istnieje wiele zależności typu $y = \frac{a}{x} + b$,

przedstawiających w współrzędnych liniowych hyperbole równoboczne, które nie mogą być przedstawione w postaci linii prostej na papierze logarytmicznym, gdy $b \neq 0$. Gdy zaś jako odcięta wykresu weźmiemy odwrotność zmiennej niezależnej, to jako obraz funkcji otrzymamy prostą.

Jednym z licznych przykładów zależności hyperbolicznej może być koszt wyrabianego przedmiotu, na który składa się koszt robocizny i materiału, stały na jednostkę produkcji, oraz część wydatków ogólnych, tem mniejsza, iż więcej przedmiotów wytwarzamy.

Jeżeli oznacza x — liczbę przedmiotów wytwarzanych rocznie, a — roczne koszty ogólne, b — koszt materiału i robocizny, to koszt własny $y = \frac{a}{x} + b$.

Zależność tę łatwo przedstawić w współrzędnych hyperbolicznych, określając np. dla $x = 10$, $y = \frac{a}{10}$, oraz dla $x = \infty$ $y = b$, i prowadząc przez te punkty prostą.

REORGANIZACJA WYTWÓRNI.

Przekształcenie starych wytwórni włókienniczych na nowoczesne, o pracy ciągłej.

Prof. G. Schlesinger opisuje w Z. V. d. I. (zesz. 41 z r. b. str. 1417—26), w jaki sposób 4 stare wytwórnie sukna, zbudowane przed 50 laty, zostały połączone ze sobą i przekształcone na produkcję ciągłą (Flieissarbeit). Wytwórnie te podzielono na 2 sprzęgnięte ze sobą działy: w jednym ześrodkowano maszyny przedziałnicze, wytwarzające przędzę z wełny surowej, w drugim — skoncentrowano urządzenia tkackie i wykończalnice. Przytem dokonano takich przestawień maszyn w rozbudowanych gmachach fabrycznych, że (mimo braku miejsca) osiągnięto całkowicie ciągły proces fabrykacji. Zarazem wprowadzono odpowiednie urządzenia transportowe wewn. wytwórni i zrationalizowano w niej gospodarkę energetyczną przez należyte zastosowanie napędu grupowego i indywidualnego maszyn oraz wyzyskanie ciepła odlotowego.

SILNIKI PAROWE.

Sprawność turbin parowych.

Zarówno obliczenia teoretyczne, jak i ocena dotychczasowych wyników doświadczeń, prowadzą autora do wniosku, iż dla stosowanego dziś zakresu ciśnień istnieje dla turbin parowych, prócz wartości charakterystycznej q (Gütezahl) jeszcze druga liczba charakterystyczna, zależna przede wszystkim od ilości rozchodowanej pary, wpływająca na sprawność turbiny. (Arch. f. Warmew. 8 (1927), 10, 309/312).

SPAWANIE.

Samorodne spawanie części samochodowych ze stopów glinowych.

Najczęściej spotykane naprawy są stosowane do:

- 1) Części pracujących na rozerwanie lub uderzenie (pęknięcia, szczeliny, złamania),
- 2) Części pracujących na ścieranie.

Pomimo, że przyczyny pęknięć i praca tych części jest różnorodna, stosuje się zwykle jednego i tego samego metalu-lutu (métal d'apport) i wykonywa się spawanie jednakowo.

Autor przystępuje do ustalenia wpływu poszczególnych czynników na własności mechaniczne miejsca spawania.

Poza zrzecznością wykonawcy, następujące czynniki mogą tu mieć wpływ:

I. Przygotowanie przedmiotów do lutowania (kształt złącza),

II. Temperatura nagrzania części,

III. Skład metalu-lutowia,

IV. Obróbka termiczna po spawaniu,

V. Obróbka przez zgniot.

Próbki ze stopu Al — 93%, Cu — 6,02%, Zn — 0,03%, Fe — 0,49%, Si — 0,45% wykazały w stanie surowym $R = 11,6 \text{ kg/mm}^2$, $A = 2\%$; praca na złamanie $12,4 \text{ kgm}$, twardość 57° Brinnell'a (10mm/1000kg).

I. Najlepsze wyniki dały próbki ze złączem w kształcie rowka. Styk płaski i w formie dwóch stożków dały znacznie gorsze wyniki.

II. Temperatura nagrzania wskazywana jest zwykle od 300 do 500°. Nagrzanie to jest konieczne dla uniknięcia pęknięcia podczas stygnięcia.

Z prób autora wynika, że nagrzanie do 250° w zupełności wystarcza do uniknięcia pęknięcia nawet tak skomplikowanych części, jak karter silnika Renault. Jednakże nagrzanie do 200° jest niewystarczające nawet dla bardzo prostych próbek.

Nagrzanie to ma stosunkowo nieznaczny wpływ na wytrzymałość na rozerwanie miejsca spawania, ale zmniejsza R i twardość części spawanej (R około 8 kg/mm^2 , $A=2\%$, twardość 36, praca 14 kgm).

III. Jako metalu lutowia użyto stopów podanych w tabeli I.

Tabela I.

Oznaczenie stopu	Skład i zanieczyszczenia								
	Al	Cu	Zn	Mn	Mg	Si	Fe	Pb	Sn
a	99,06	0,05	0,04	—	—	0,39	0,45	—	—
b	97,76	1,32	0,04	—	—	0,44	0,42	—	—
c	96,53	2,55	0,04	—	—	0,44	0,42	—	—
d	92,21	6,90	0,04	—	—	0,41	0,42	—	—
e	88,82	10,20	0,04	—	—	0,43	0,45	0,04	—
f	86,75	12,24	0,04	—	—	0,45	0,47	0,04	—
g	87,91	2,01	9,02	—	—	0,43	0,46	0,15	—
h	82,82	7,80	2,36	—	—	5,57	0,70	0,42	0,31
i	85,87	0,09	—	—	—	13,44	0,58	—	0,02
j	93,33	4,20	0,20	0,54	0,54	0,75	0,42	—	—

Z każdym z powyższych metali autor wykonał po trzy próbki; w wyniku podaje następujące wskazówki co do wyboru lutowia:

- 1) Dla części pracujących na rozerwanie: Stopy glinu z 7 do 10% miedzi (d, e), Duralumin (j), Dla grubych części stop (h) (7% miedzi, 5% krzemu, reszta glin).

- 2) Dla części pracujących na ścieranie: Stop z 10% miedzi (e), Duralumin (j),
- 3) Dla części narażonych na uderzenie: glin czysty (a).

IV. Po spawaniu, części winny stygnąć powoli. Wszelka obróbka termiczna, która mogłaby polepszyć własności mechaniczne części, jest szkodliwa.

V. Wyklepywanie młotkiem na zimno powiększa znacznie R i twardość, ale zmniejsza odporność na uderzenie. Wykonanie tej obróbki nie zawsze jest możliwe, ze względu na kształt przedmiotu.

Ogólna wytrzymałość części spawanej jest niższa niż części surowej; należy więc wykonywać spawanie bardzo ostrożnie.

(Bert, Rev. de Métallurgie, 1927, Nr. 6, str. 337 — 344).

W. Ł.

TELETECHNIKA.

Telefony automatyczne w Paryżu.

Wzorem innych, mniejszych miast, zamierza również Paryż wprowadzić telefony ołączeni samoczynnym. Instalacja obecna posiada 150 000 aparatów w 30-tu centralach; jej pracę charakteryzuje dzienna ilość rozmów, która wynosi $1\frac{1}{2}$ miliona. Przebudowa instalacji na samoczynną wymaga 10 lat pracy. Autor omawia korzyści takiej przebudowy. (Techn. Mod. 19 (1927), 13, 396/403).

Nowe wydawnictwa.*)

Materiały i układy izolacyjne wysokiego napięcia. Prof. K. Drewnowski. Str. 164 z 78 rys. Wyd. Br. Pomocy stud. Polit. Warszawskiej. Warszawa, 1927.

Frezarka uniwersalna i praca na niej. Inż. E. M. Pietraszkiewicz (odbitka z „Mechanika”). Str. 26 in 4° z 31 rys. i 6 tabelami rys.

O zastosowaniu rur cementowych w kanalizacji. Inż. H. Przyłęcki. Odb. z „Przeł. Techn.” Str. 16 (8°). Warszawa 1927.

W sprawie obliczenia zbiorników żelbetowych. Inż. E. Czyż. Odb. z „Czasopisma Technicz.”, Str. 11 (8°). Lwów, 1927.

Podstawowe zagadnienia zdrowotne miast i miasteczek. Inż. Z. Rudolf. Nakł. Zrzesz. Samorządów Powiatowych. Str. 67. Warszawa, 1927.

Rocznik. Biblioteka Wyższej Szkoły Handlowej w Warszawie. Rok III. Nakł. Wyż. Szk. Handl. Str. 267. Warszawa, 1927.

Sprawozdanie z budowy gmachu Wyższej Szkoły Handl. w Warszawie. J. Witkiewicz-Koszczyk. Str. 51 z licz. rys. Warszawa, 1927.

Komisja Ankieta badania warunków i kosztów produkcji oraz wymiany. B. Rzepecki. Str. 102. Warszawa, 1927.

Sprawozdanie Polsk. Zw. Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych z r. 1926. Str. 73. Warszawa, 1927.

Kesselbetrieb. Sammlung von Betriebserfahrungen. Wyd.: Vereinigung der Grosskesselbesitzer. Str. 136. Charlottenburg, 1927.

Gemeinfassliche Darstellung der gesamten Schweistechnik. P. Barthelemy. Str. 280 z 250 rys. Wyd. V. D. I. Verlag, Berlin, 1927.

Automaten. Die konstruktive Durchbildung, die Werkzeuge, die Arbeitsweise und der Betrieb der selbsttätigen Drehbänke. Ph. Kelle. Wyd. 2-gie, przerobione i uzupełn. Str. 466 z 823 rys., 37 tabl. obróbki i 8 tabl. obciążenia. Wyd. J. Springer. Berlin, 1927.

*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeł. Technicz.”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

T R E Ś Ć:

Projekt amerykański przepisów badania turbin parowych (c. d.).
Projekt australijski przepisów odbioru turbin parowych.

WARSZAWA

30 LISTOPADA

1927 r.

S O M M A I R E:

Projet américain de la norme internationale des essais de réception des turbines à vapeur (suite).

Projet australien de la norme des essais de réception des turbines à vapeur.

Projekt amerykański przepisów badania turbin parowych.^{*)}

V. Przyrządy i metody pomiarów.

(Należy wyliczyć wypróbowane typy przyrządów oraz metody pomiarów i ustalić zakres ich stosowalności).

25) Przyrządy konieczne. Przy badaniach odbiorczych turbin parowych potrzebne są następujące przyrządy, dla mierzenia ilości pary lub ciepła (przyrządy te są opisane szczegółowo w następujących paragrafach):

Do badań samej turbiny potrzebny jest dynamometr typu odpowiedniego dla turbiny oraz dla danych warunków badania.

Dla turboprządnicy potrzebne są przyrządy do mierzenia mocy prądnicy.

Dla turbiny pracującej ze skraplaczem powierzchniowym potrzebne są zbiorniki do ważenia wody oraz skala, albo specjalnie do tego celu skonstruowane zbiorniki, do objętościowego mierzenia wody oraz odpowiednie przyrządy do mierzenia nieszczelności kondensatora.

Dla turbiny z wylotem w atmosferę albo pracującej ze skraplaczem wtryskowym, należy używać zbiorników (do ważenia lub mierzenia wody) i kotła odpowiednio odosobnionego, wzgl. należy przewidzieć możliwość cechowania dyszy pierwszego stopnia turbiny.

Do mierzenia ciśnienia pary ze strony kotła przy zaworze dławiącym i filtrze należy używać manometru Bourdona lub manometru z bezpośrednim obciążeniem ciężarowym.

Jeżeli mamy do czynienia z parą wilgotną, to należy użyć odpowiednich przyrządów do określenia stanu pary ze strony kotła przy zaworze dławiącym i filtrze.

Jeżeli mamy do czynienia z parą przegrzaną, to należy użyć odpowiedniego termometru i kieszonki w rurze po stronie kotłowej zaworu dławiącego i przed filtrem.

Do określenia próżni, wzgl. ciśnienia pary odlotowej, używa się manometrów rtęciowych, manometrów z bezpośrednim obciążeniem ciężarowym, albo dokładnych manometrów Bourdona.

Nadto niezbędny jest do badań: barometr, termometry dla określenia temperatury manometrów rtęciowych i barometru, tachometr, zegar, wzgl. zegarki synchroniczne.

26) Obciążenie turbiny. W pewnych wypadkach, okresowe pomiary obciążenia drogą odczytów na przyrządach służą za podstawę do obliczenia mocy. W tych wypadkach, obciążenia (albo dane, z których obciążenie może być obliczone) należy mierzyć w częstych odstępach czasu (zwykle jednak nie częściej, niż co 5 minut) z bardzo dużą dokładnością. W innych wypadkach, bez względu na obciążenie turbiny, jej moc jest wyrażana jako średnia, obliczana ze wskazań przyrządów całkowitych i czasu.

Obciążenie turbiny, pracującej bez prądnicy, może być mierzone zapomocą jakiegokolwiek odpowiedniego dynamometru, np. dynamometru hamulcowego, skrzętowego albo t. p. Patrz § 25.

27) Określenie całkowitej ilości pary. Całkowita ilość pary powinna być określona następująco:

a) dla turbiny pracującej ze skraplaczem powierzchniowym — zapomocą ważenia lub mierzenia skroplin;

b) dla turbiny z wylotem w atmosferę, albo pracującej ze skraplaczem wtryskowym:

1) zapomocą ważenia lub mierzenia wody zasilającej kocioł, który ma jedyne połączenie rurowe z turbiną poddawaną badaniom odbiorczym, albo

2) zapomocą cechowania wyjętego z turbiny zespołu dysz pierwszego stopnia.

28) Poziom wody w skraplaczu oraz w rurze dolotowej do pompy skroplinowej należy zbadać w początku i w końcu nieprzerwanego doświadczenia; jeżeli trzeba określić rozchód pary przy różnych obciążeniach, to należy doświadczenie rozdzielić na okresy i odczytywać poziomy na początku i w końcu każdego okresu. Należy wprowadzić poprawkę dla każdej zmiany netto ilości wody, spiętrzanej w skraplaczu.

29) Jeżeli skropliny są zużyte do pewnego celu, np. do uszczelnienia dławnic pomp, dławnic turbiny, zaworów uszczelnionych hydraulicznie i t. p., to ilość zużytych w ten sposób skroplin należy określić i dodać do ilości ogólnej. Ilość skro-

*) Ciąg dalszy do str. 1001 w Nr. 37—47 En z r. b.

U w a g a. Projekt niniejszy jest oznaczony nazwą 4 (secretariat) 3.

plin uciekających przez zawory należy ustalić i włączyć, o ile to nie zostało poprzednio uwzględnione. Ilość wody innego pochodzenia, niż skropliny, wchodzącej do skraplacza lub do innej części systemu, albo ilość wazonów, wzgl. mierzonych, skroplin powracających do skraplacza, należy określić i odjąć od ilości ogólnej.

W przypadkach, gdy nie można ważyć lub mierzyć skroplin, wzgl. wody zasilającej kocioł, rozchód pary przez turbinę może być określony przez wyjęcie zespołu dysz pierwszego stopnia turbiny i określenie zależności ogólnego przepływu od początkowej prężności pary. Ten sposób nie może być stosowany w przypadkach, gdy bezwzględna prężność pary odlotowej z dysz pierwszego stopnia przekracza 58% bezwzględnej prężności pary dolotowej (w przypadku pary nasyconej suchej — przyp. tłumacza).

30) Para dodatkowa, która jest doprowadzona do urządzeń pomocniczych, połączonych z badaną jednostką, lecz która nie jest wprowadzona do głównego skraplacza, może być zmierzona zwykłym sposobem zapomocą paromierza.

Uchodzenie pary, ze wszystkich uszczelnień powinno być uniemożliwione; jeżeli zaś ilość pary tej nie może być sprowadzona do ilości, co do której zgodzono się, że można jej nie uwzględniać, to musi być zebrana, skroplona i zważona, wzgl. zmierzona.

Parę można skroplić albo zapomocą skraplacza powierzchniowego, ochładzanego powietrzem albo wodą, albo w naczyniu z wodą lodową, wazonom przed i po doświadczeniu.

31) Stan pary dolotowej. Początkowy stan pary dolotowej należy określać w rurociągu przy zaworze wpustowym²⁾ i filtrze ze strony kotła oraz jaknajbliższej zaworu wpustowego.

32) Prężność należy mierzyć zapomocą cechowanego manometru Bourdona albo manometru z bezpośrednim obciążeniem ciężarowym, przyczem niedokładność przyrządu nie powinna przekraczać jednego procentu mierzonej prężności.

33) Stan wilgotności pary należy określać zapomocą kalorymetru. Jeżeli kalorymetr wskazuje wilgotność większą niż 2%, to badanie rozchodu pary nie może być uważane za miarodajne.

34) Temperaturę pary przegrzanej należy mierzyć zapomocą termometru rtęciowego, który posiada skalę przynajmniej 12 cali długości, wykonaną z dokładnością do 1°F. Słupek rtęci nie powinien przerywać się przy ochładzaniu oraz powinien powracać w granicach jednego stopnia do poprzedniego wskazania po prędkim ogrzaniu do temperatury pary oraz po ochłodzeniu do temperatury otoczenia. Taki termometr należy cechować dwa razy: przed i po doświadczeniu.

35) Międzystopniowe przegrzanie. Jeżeli para zostaje pobierana z turbiny, celem przegrzania, to konieczne jest mierzenie ciśnienia i temperatury pary w miejscu pobierania oraz w miejscu powrotu do turbiny po przegrzaniu.

Ilość pary przegrzanej powinna być także wiadoma.

²⁾ Pod zaworem wpustowym rozumiemy zawór używany do puszczenia w ruch i zatrzymywania turbiny, który w położeniu otwartym wywołuje praktycznie znikomy spadek ciśnienia. Zawór ten należy odróżniać od zaw. regulacyjnego. Oczywiście, filtr parowy pow: być czysty i nie powodować nadmiernego spadku ciśnienia.

36) Stan pary odlotowej. Dla osiągnięcia większej dokładności badań odbiorczych, należy określić prężność pary odlotowej znacznie dokładniej, niż prężność dolotową.

Dla turbin kondensacyjnych, prężność odlotową należy mierzyć zapomocą dokładnie wykonanych słupów rtęci, z dokładnością do 0,01 cala słupa rtęci. Przy używaniu tych słupów, należy uwzględnić wszelkie ostrożności i wprowadzić wszelkie poprawki na możliwe błędy.

Dla turbin bez skraplacza, prężność pary odlotowej należy określać zapomocą słupa rtęci (dla ciśnień niższych niż 20 lb na cal kw.), albo zapomocą manometru Bourdona, albo też manometru z bezpośrednim obciążeniem ciężarowym (dla wyższych ciśnień).

37) Temperatura skroplin. Dla turbin pracujących według obiegu regeneracyjnego, jest ważne dokładne określenie końcowej temperatury wody, która wypływa z podgrzewacza przy turbinie i powraca do kotła. Temperatury wody w różnych okresach są ważne dla procesu ogrzewania, lecz nie należy wprowadzać ich do obliczenia, podanego w tych normach.

38) Liczba obrotów. Liczbę obrotów należy odczytywać w dostatecznie krótkich odstępach czasu, aby dać dokładny obraz przebiegu zmian, jakie mogą zachodzić. Jeżeli moc turbiny jest określona zapomocą dynamometru hamulcowego albo zapomocą podobnego dynamometru, liczbę obrotów należy określać z najdalej idącą dokładnością, albo należy obliczyć ogólną liczbę obrotów w jakikolwiek odpowiedni sposób.

39) Czas. Dokładny czas (z dokładnością do jednej sekundy) należy określić dla rozpoczęcia i ukończenia pomiaru wody, dla każdego okresu doświadczeń, i dla pierwszych i ostatnich odczytów na przyrządach całkujących moc dla każdego okresu doświadczeń. Jeżeli okres pomiarów jest dla doświadczeń podzielony na części, należy również zaprotokółować dokładny czas trwania wykonanych w międzyczasie pomiarów wody oraz odczytów przyrządów całkujących. Dla wszystkich innych odczytów należy zaprotokółować czas z dokładnością do jednej minuty.

(d. n.)

Projekt australijski przepisów odbioru turbin parowych.^{*)}

Projekt niniejszy został opracowany na podstawie przepisów angielskich (BSS) Nr. 132 z roku 1920.

1. Moc. Za moc turbiny parowej, przeznaczonej do połączenia z prądnicą elektryczną, uważa się nominalną moc prądnicy, z którą turbina jest połączona.

Turbina parowa, przy podanem ciśnieniu i temperaturze pary oraz próżni, powinna być w stanie rozwinać dostateczną moc, aby uczynić prądnicę zdolną do stałego oddawania jej mocy nominalnej.

2. Możliwość przeciążenia tur-

^{*)} Projekt opracowany przez Australian Commonwealth Engineering Standards Association. Przełożył z angielskiego Inż. S. Przybylski.

biny parowej. Turbina parowa powinna móc dostarczyć, bądź w drodze dodatkowego zasilania parą, bądź też w inny sposób, przy normalnej szybkości, dostateczną moc dla umożliwienia prądniczy wytwarzania ilości energii, przekraczającej o 10% jej moc nominalną przy danych warunkach co do stanu pary.

U w a g a. Ten sam stopień przeciążenia turbiny winien być zachowany przy wszelkich zmianach warunków, jakie mogą zajść w czasie pracy.

3. Moc turbin kondensacyjnych przy pracy na wydmuch. Turbina parowa kondensacyjna, przy pracy na wydmuch, przy wszelkich ciśnieniach pary, nie mniejszych niż 165 funtów na cal kw. (11,6 kg/cm²) abs., powinna oddawać moc, stanowiącą 30% nominalnej, przy nominalnej szybkości i podanym w umowie rozchodzie pary, jej ciśnieniu i temperaturze. Zastosowanie niniejszego warunku rozciąga się na turbiny o mocy nominalnej do 3000 kW. Odnośnie do silników o większej mocy, powinny być zawierane umowy specjalne, w razie potrzeby.

4. Maksymalna liczba obrotów. Turbina parowa powinna być w stanie wytrzymać bez uszkodzenia w przeciągu 5 minut szybkość o 15% przekraczającą szybkość nominalną.

5. Charakterystyki regulowania. Liczba obrotów turbiny parowej nie powinna zmieniać się trwale ponad 3%, gdy maszyna zostaje obciążona do swej mocy nominalnej, czy też gdy obciążenie to zostaje zdjęte, maksymalna zaś chwilowa zmiana liczby obrotów nie powinna przekraczać 6%, gdy następuje nagłe obciążenie do mocy nominalnej, czy też gdy obciążenie to raptownie spada.

6. Granice synchronizacyjne. W czasie dokonywania synchronizacji, powinno być możliwe regulowanie obrotów turbiny w granicach 5% powyżej lub poniżej nominalnej liczby obrotów.

7. Wzrost szybkości, powodujący wyłączenie. Regulator bezpieczeństwa winien zamykać dopływ pary, gdy szybkość przekroczy szybkość nominalną o ± 10%.

8. Minimalny rozchód pary na kWh. Minimalny rozchód pary na kWh winien zachodzić wtedy, gdy prądnicza oddaje moc, równą ok. 80% jej mocy nominalnej.

9. Przeciętny rozchód pary. Przeciętny rozchód pary oblicza się w sposób następujący:

Sumę następujących składników dzieli się przez 12:

- Rozchód pary na kWh:
 - przy obciążeniu nominalnym, mnożony przez 3,
 - przy 80% nominalnego obciążenia, mnożony przez 4,
 - przy 60% nominalnego obciążenia, mnożony przez 3,
 - przy 40% nominalnego obciążenia, mnożony przez 2.

10. Rozchód pary przy każdym z obciążeń, wyszczególnionych w ustępie 9, winien być podany w ofercie.

11. Obciążenie, przy którym rozchód pary jest gwarantowany. Obciążenie (obciążenia), przy którym (których) rozchód pary ma być gwarantowany, winno (winny)

być wyszczególnione w zamówieniu. Jeśli został zagwarantowany przeciętny rozchód pary, to należy go obliczać tak, jak to podaje art. 9.

Za gwarantowane zużycie pary, o ile wyraźnie nie zostało zaznaczone inaczej, powinien być uważany przeciętny rozchód pary, wedł. art. 9.

12. Dopuszczalne odchylenia. Jeżeli przy próbie suma arytmetyczna przyjętych poprawek, które muszą być wprowadzone dla obliczenia rozchodu pary w danych warunkach, nie przekracza 5%, to dopuszczalne odchylenie wielkości zmierzonego rozchodu pary od gwarantowanego winno być następujące:

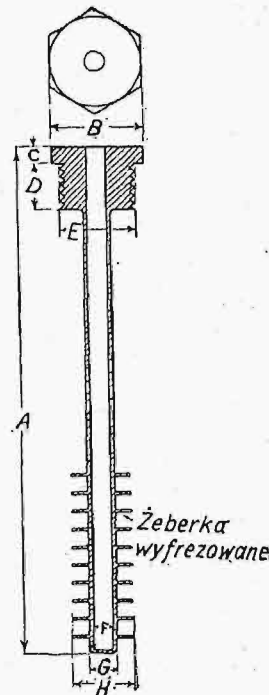
Dopuszczalne odchylenie w %
+ lub —

Dla turbin o skraplaczach powierzchniowych, gdy skropliny są ważone 2 1/2.

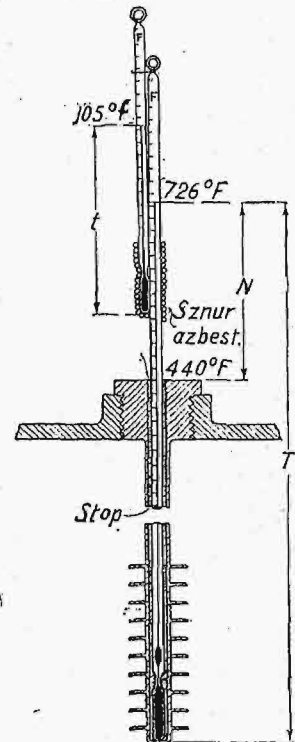
Jeżeli zaś przy próbie suma arytmetyczna przyjętych poprawek, które muszą być wprowadzone dla obliczenia rozchodu pary w danych warunkach, przekracza 5%, to dopuszczalne odchylenie wielkości zmierzonego rozchodu pary winno być obliczone w sposób następujący:

Dla turbin ze skraplaczami powierzchniowymi, gdy skropliny są ważone:
Dopuszczalne odchylenie (±) w odsetkach =
$$= \frac{\text{sumie arytmetycznej poprawek w odsetkach} - 5}{4} + 2\frac{1}{2}$$

13. Pomiary ciśnienia pary. Ciśnienie pary winno być mierzone przy zaworze wpustowym turbiny od strony kotła i na prostej części rury, nie dalej aniżeli o dwie stopy (0,610 m) od zaworu wpustowego.



Rys. 1. Sonda do termometru.



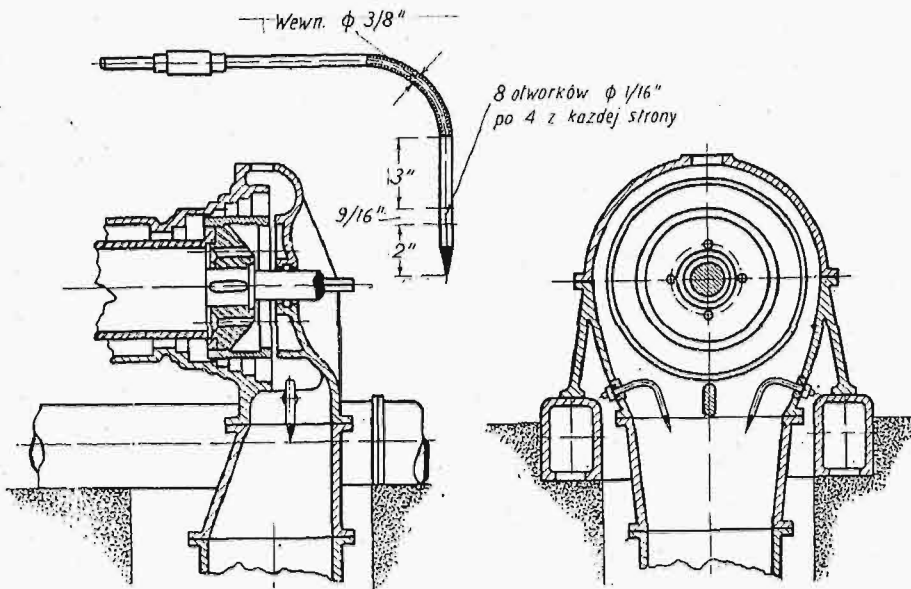
Rys. 2. Sposób mierzenia temperatury pary.

Wymiary sondy do termometru.

A	B	C	D	E *)	F	G	H
8 1/2"	max 1,420" min 1,472"	1/4"	3/4"	1 1/8"	5/16"	3/8"	1"

*) Norm. gwint Whitworth'a.

14. **Pomiary temperatury pary.** Temperatura pary winna być mierzona bezpośrednio przy zwróconej do kotła stronie zaworu wpustowego, znajdującego się przy turbinie, według metody, podanej niżej.



Rys. 3. Sposób mierzenia ciśnienia odlotowego.

15. **Ciśnienie wylotowe.** Ciśnienie wylotowe turbiny parowej winno być mierzone przy kołnierzu wylotowym kadłuba turbiny. Pomiar winien być dokonywany w taki sposób, jak to podaje rys. 3. Ostry koniec rurki pomiarowej winien być umieszczony w taki sposób, aby oś jego była równoległa do kierunku ruchu pary, w której jest on umieszczony. Ciśnienie winno być zmierzone w dwóch położeniach i przeciętny wynik pomiaru uważa się za ciśnienie wylotowe.

16. **Granica temperatur łożysk.** Temperatura oleju przy wyjściu z łożysk, po okresie ciągłej pracy turbiny, gdy łożyska są w dobrych warunkach i olej czysty, nie powinna przekraczać 140° F (60° C).

U w a g a. W tych razach, gdy turbiny znormalizowane mają być użyte do pracy w miejscowościach, gdzie mogłyby się zdarzyć wypadki nienormalnych temperatur wody chłodzącej, temperatura oleju winna być uważana za warunek, określany w drodze szczególnego porozumienia wytwórców i nabywców.

17. **Próba hydrauliczna części, wystawionych na działanie ciśnienia równego kotłowemu.** Wszystkie części, wystawione na działanie ciśnienia pary, powinny być poddane próbie pod ciśnieniem hydraulicznym, przekraczającym o 50% ciśnienie nominalne, a maszyna, jako całość, winna być wypróbowana pod ciśnieniem hydraulicznym 15 funtów na cal kwadratowy (1,055 kg/cm²).

U w a g a. Próba przy 15 funtach (1,085 kg/cm²) ciśnienia nie ma na widoku badania kadłuba od strony wysokiego ciśnienia.

18. **Krytyczna szybkość wału.** Krytyczna szybkość złożonego wału turbiny i prądnicy, bądź rozdzielonego, t. zn. przy użyciu sprzęgła giętkiego, bądź też zespolonego — przy użyciu sprzęgła sztywnego, winna być obliczona według metody, ustalonej przy udzielaniu zamówienia. Szybkość krytyczna nie powinna przekraczać granic 30% powyżej i 35% poniżej szybkości nominalnej.

19. **Dane podawane w ofertach** wzgl. zamówieniach. Następujące dane winny być podane w zapytaniach lub w ofertach, czy też w zamówieniach na turboprądnice parowe:

- nominalna moc turbiny w kW;
- liczba obrotów prądnicy;
- absolutne ciśnienie pary od strony kotła przy zaworze wpustowym turbiny w kg/mm² lub w funtach na cal kw.;
- temperatura pary od strony kotła przy zaworze wpustowym turbiny;
- ciśnienie bezwzgl. przy kołnierzu wylotowym w kg/mm² lub funtach/cal kw., lub też próżnia w calach słupa rtęci w odniesieniu do odczytu barometrycznego, równego 30 calom;
- obciążenie, przy którym rozchód pary ma być gwarantowany (p. art. 11);
- wymiary rozporządzalnego miejsca;
- istniejące możliwości dostarczenia urządzenia na miejsce oraz jego zbiórki, z podaniem nośności dźwigów.

Metoda pomiaru temperatury pary.

Zalecony typ sondy dla termometru jest podany na rysunku 1. Dla otrzymania prawidłowego odczytu na termometrze, kulka rtęci, jak również słupek rtęci w rurce szklanej wewnątrz sondy, muszą być wystawione na działanie temperatury, która ma być zmierzona. Jeśli tylko sama kulka, czy też kulka i część słupka rtęci są wystawione na działanie temperatury, która ma być zmierzona, to odczyt będzie za niski. Często bywa niemożliwe dostatecznie głębokie umieszczenie termometru w sondzie dla doprowadzenia do tego, aby rtęć osiągnęła odpowiednią temperaturę; wówczas do odczytu temperatury powinna być dodana poprawka, obliczona według następującej formuły:

Poprawka, którą należy dodać = 0,0000794 (T - t) N,

gdzie T jest to odczyt na termometrze (°F),

t „ „ przeciętna temperatura nieznanurzonego słupka rtęci (°F),

N „ „ długość w stopniach Fahrenheita nieznanurzonego słupka rtęci.

t jest otrzymywane przy pomocy drugiego termometru, z kulką, umieszczoną przy środkowym punkcie nieznanurzonego słupka rtęci pierwszego termometru, przyczem kulka ta winna być zabezpieczona od promieniowania przez otoczenie jej osłoną ze sznura azbestowego lub innego materiału (p. rys. 2).

Jako przykład może posłużyć poniższe obliczenie:

Odczyt temperatury na głównym termometrze = 726°F (310,2°C)
 „ „ „ wtórnym „ = 105°F (32,4°C)
 Długość nieznanurzonego słupka rtęci w stopniach Fahrenheita = 286°F (127,1°C)
 Poprawka = 0,0000794 (726 - 105) 286 = 14°F
 (0,0001786 (310,2 - 341) 127,1 = 6,2°C).

POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO

BULLETIN DE LA COMMISSION POLONAISE DE STANDARDISATION

T R E Ś Ć:

Normalizacja narzędzi i części obrabiarek.

Sprawozdania z posiedzeń

Projekty norm.

WARSZAWA

30 LISTOPADA

1927 r.

S O M M A I R E:

Normalisation des outils et des machines outils.

Comptes rendus des séances des diverses Commissions.

Projets des normes polonaises.

Normalizacja narzędzi i części obrabiarek.

W październiku r. b. Sekcja Warsztatowa Stow. Inż. Mech. Polskich przystąpiła, w porozumieniu z Polskim Komitetem Normalizacyjnym, do prac, obejmujących normalizację pasowań, narzędzi oraz części obrabiarek i uchwytów.

Ponieważ zakres powyższych prac wkracza w tę niezmiernie ważną dziedzinę przemysłu, która i gdzieindziej dla lepszego zaspokojenia potrzeb przemysłowych została ujęta w ramy normalizacji, przeto Sekcja Warsztatowa przyjęła, jako główną wytyczną przy opracowywaniu norm, najdalej idącą współpracę odpowiednich sfer technicznych i przemysłowych, by tą drogą zapewnić celowość i realność norm, wraz z przystosowaniem ich do warunków krajowych w jak najszerszych granicach.

Zgłębnie z powyższem, program, obejmujący opracowanie i wprowadzenie w życie Polskich Norm, przedstawia się następująco:

a) opracowanie projektów wstępnych P. N., w postaci tablic normalizacyjnych, bądź tłumaczonych z materiałów obcych, bądź też przedstawiających dorobek krajowych placówek przemysłowych. Projekty P. N., opracowane w odpowiednich Komisjach, wyłonionych z grona członków Sekcji Warsztatowej SIMP, są dyskutowane na posiedzeniach Sekcji. Materiały przejrzane i przyjęte przez Sekcję zostają rozpowszechniane, celem zaznajomienia z nimi czynników zainteresowanych i zebrania odpowiedniej oceny krytycznej. Rozpowszechnianie to odbywa się drogą publikowania tablic w czasopiśmie technicznych i drogą rozsyłania ich zainteresowanym firmom, instytucjom państwowym i osobom prywatnym.

b) Opracowane projekty oraz zebrany materiał krytyczny stanowią podstawę do ukształtowania się ostatecznego Polskich Norm. Normy te, przed zatwierdzeniem, będą publikowane w „Przeglądzie Technicznym”.

W związku z powyższym programem, Sekcja Warsztatowa, rozpoczynając druk przejrzanych przez nią norm, wzywa wszystkich zainteresowanych do brania jak najżywszego udziału w nadsyłaniu swych uwag, ocen i krytyki, dotyczących publikowanych projektów wstępnych, oraz do omawiania ich na łamach czasopism technicznych.

Sprawozdania z posiedzeń.

Protokół Konferencji w sprawie projektów kreślenia technicznego.

Dnia 22 kwietnia 1927 r. odbyła się w gmachu Ministerstwa Przemysłu i Handlu konferencja w sprawie uzgodnienia opinii co do sprzeciwów, zgłoszonych do projektów norm kreślenia technicznego, pod przewodnictwem p. prof. A. Rogińskiego i przy udziale pp. inż.: K. Parniewskiego, J. Piotrowskiego, St. Płużańskiego, Z. Przybylskiego, J. Barańskiego, arch. A. Gravier'a, prof. E. Geislera, inż. W. Michałskiego, inż. L. Uzarowicza, przedstawiciela fabr. „L. Zieleniewski” i przedstawiciela Państwowej Fabryki Karabinów.

Po rozpatrzeniu zgłoszonych sprzeciwów, Konferencja uchwaliła wprowadzić następujące poprawki:

- 1) Do normy o-504 (Przeegl. Techn. Nr. 45/1926).

U dołu tablicy dodać: „Uwagi patrz na odwrocie”.
Na stronie odwrotnej umieścić następujące wyjaśnienia: „Pochylenie liter winno być pod kątem 75° , wysokość liter małych = $\frac{2}{3}$ wysokości liter wielkich, odstęp między wierszami = $1,5$ wysokości liter wielkich, grubość liter = $\frac{1}{8}$ wysokości liter wielkich”.

- 2) Do normy o-506 (Przeegl. Techniczny Nr. 47/1926).

W ustępie III (wiersz 5) skreślić słowo „około”.
Po ustępie III dodać wyjaśnienie: „Linje zakreśkowań nie powinny przecinać liczb wymiarowych ani napisów”.

- 3) Do normy o-509 (Przeegl. Techn. Nr. 48/1926).

W ustępie I wiersz 3 po słowie „krzyżykami” — dodać — „ewentualnie kropkami”.

Rys. 6 zwymiarować średnicami zamiast promieniami.

Na rys. 9 wymiar umieszczony na łamanej strzałce „r = 45” podkreślić.

W ustępie VI po słowach „Dla graniastostupów” dodać „o przekroju kwadratowym”.

Symbol \square zmienić na \blacksquare .

- 4) Do normy o-510. (Przeegl. Techn. Nr. 48/1926).

W ostatnim wierszu ustępu V skreślić słowo „symetrii”.

W ustępie VII skreślić słowa „główne przedmiotu”

- 5) Do normy o-511. (Przeegl. Techn. Nr. 50/1926).

Ustęp IV zmienić według następującej redakcji: „Długość cięciwy oznacza się jak na rys. 4, przy czym linja wymiarowa pomiędzy strzałkami jest linją prostą. Długość łuku stawia się, jak na rys. 5, pomiędzy linjami pomocniczymi, równoległymi, przy czym linja wymiarowa pomiędzy strzałkami jest łukiem koncentrycznym do łuku, którego długość ma być określona.”

Słowo „Uwaga” skreślić i uzupełnić zdanie według następującej redakcji. „Gwntny oznacza się wg PN G-202”.

- Do normy o-512, o-513, o-514. (Przeegl. Techn. Nr. 48, 50, 51/1926).

W tytule norm, pod słowami „Tabliczki i wyszczególnienia”: dodać „Wzory zalecane”.

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 marca 1928 r.

Polskie Normy

Frezy kąto-czołowe (ką 50°)

Narzędzia

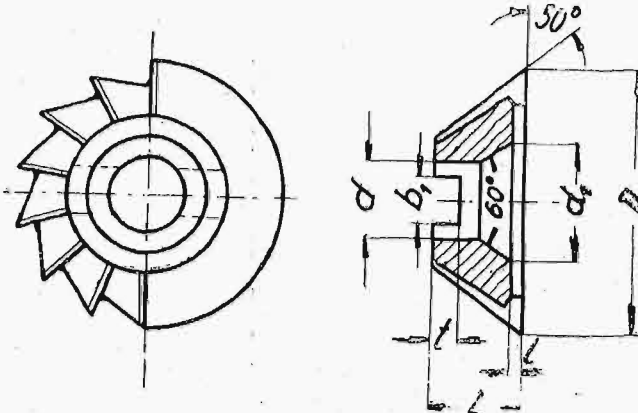
PN

N—304

Projekt

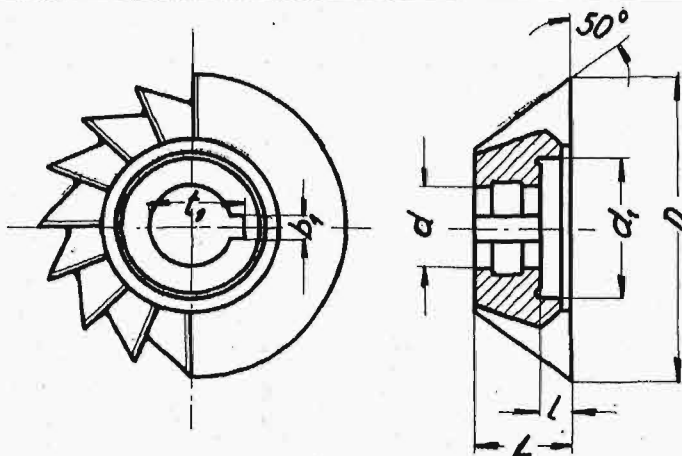
Oznaczenie freza kąto-czołowego np. ką 50° i średnica $D=65$ mm:
 50° frez kąto-czołowy 65 wg. PN-N 304

Ze zębkiem
do zabieraczy



D	L	l	d_1	d otwór	b_1	t
35	12	1,5	16	10	6,4	3,6
45	15					

Ze zębkiem
na wpust



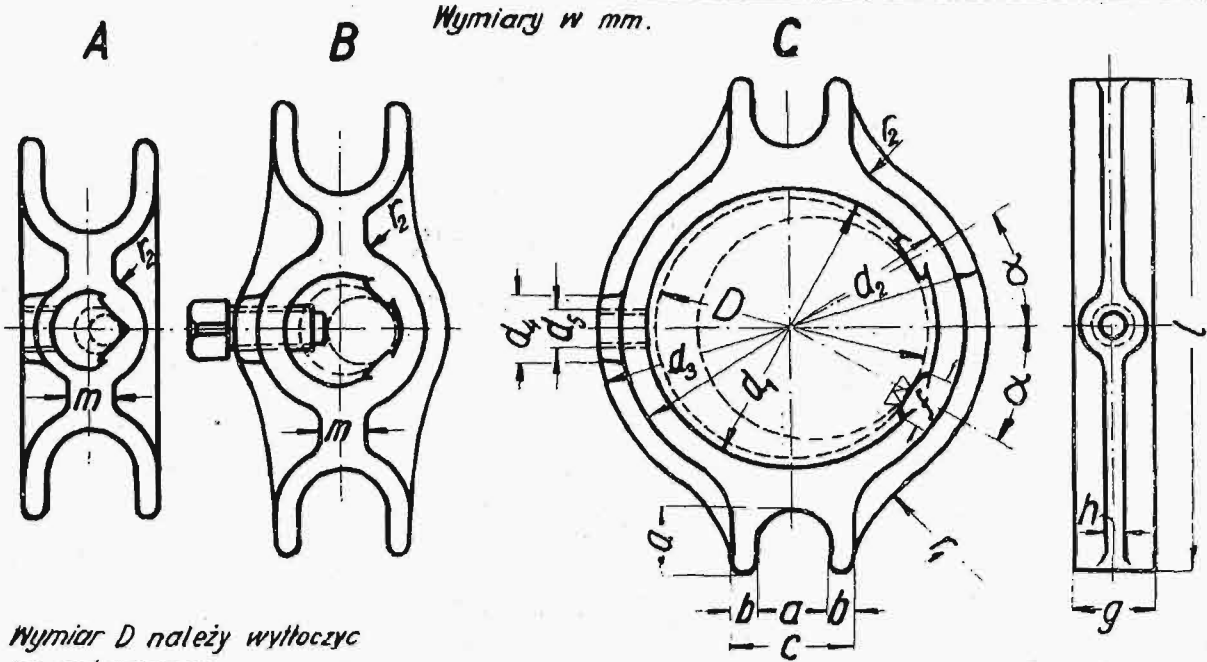
D	L	l	d otwór	d_1	b_1	t_1
55	18	8	16	24	4,08	17,7
65	20	8		24	4,08	17,7
75	24	9	22	32	6,08	24,1
90	28	10	27	40	7,1	29,8
110	34	11	32	50	8,1	34,8
130	40	13	32	50	8,1	34,8
150	48	15	40	60	10,1	43,5

- 1) Kierunek skrawania frezów należy podać przy zamówieniu.
 Otwory i zębki wg. PN/N 522.
 Materiał: stal narzędziowa,
 stal szybko tnąca.

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 marca 1928 r.
Polskie Normy

Zabieracze szlifierskie Narzędzia

PN
N--404
Projekt



Oznaczenie zabieracza do średnic w granicach np. od 40 do 50 mm.:
Zabieracz 50 wg. PN—N 404....¹⁾

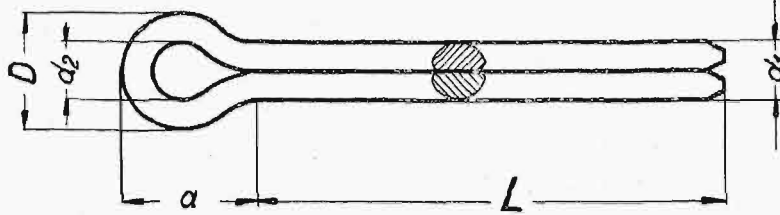
Średnica nominalna D	Obszar zamocowania	a	b	c	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅ gwint	f	g	h	l	m	r ₁	r ₂	α°	Typ
6	4 do 6	12	3	18	10	15	—	10	M 6	5	12	3	50	6	—	3	45	A
9	6 9	12	3	18	12	18	25	10	M 6	6	12	3	55	6	25	3	45	B
12	9 12	12	3	18	15	22	28	10	M 6	6	12	3	60	6	25	3	45	B
15	12 15	12	3	18	18	24	30	10	M 6	6	12	3	65	6	25	3	45	B
20	15 20	12	3	18	24	30	36	12	M 6	8	14	3	70	6	30	5	45	B
25	20 25	12	3	18	30	36	42	12	M 6	10	14	3	75	6	30	5	45	B
30	25 30	14	4	22	35	42	48	12	M 8	10	14	3	80	—	35	10	45	C
35	30 35	16	4	24	40	48	55	14	M 8	10	16	4	90	—	35	10	45	C
40	35 40	16	5	26	45	54	65	14	M 8	10	16	4	100	—	35	10	45	C
50	40 50	18	5	28	55	65	75	16	M 10	12	18	5	110	—	35	10	30	C
60	50 60	18	5	28	65	75	85	16	M 10	12	18	5	120	—	35	10	30	C
70	60 70	18	6	30	75	88	100	18	M 10	14	20	5	130	—	40	15	30	C
80	70 80	18	7	32	85	100	115	18	M 10	16	20	6	140	—	40	15	30	C
90	80 90	18	7	32	95	110	125	20	M 10	16	22	6	155	—	40	15	30	C
100	90 100	20	8	36	105	122	135	22	M 12	16	24	6	170	—	40	15	30	C
110	100 110	20	8	36	115	132	150	22	M 12	16	24	6	185	—	40	15	30	C
120	110 120	20	8	36	125	142	160	22	M 12	18	24	6	200	—	40	15	30	C
130	120 130	24	10	44	135	155	175	26	M 16	18	30	8	215	—	40	15	30	C
140	130 140	24	10	44	145	165	185	26	M 16	18	30	8	230	—	40	15	30	C
155	140 155	24	10	44	160	180	200	26	M 16	20	30	8	245	—	50	15	30	C
170	155 170	24	10	44	175	195	215	26	M 16	20	30	8	260	—	50	20	30	C
185	170 185	24	10	44	190	215	235	26	M 16	20	30	8	275	—	50	20	30	C
200	185 200	24	10	44	205	230	255	26	M 16	20	30	8	290	—	50	20	30	C

Odpowiednie śruby wg. PN—N.
¹⁾ Materiał należy podać przy zamówieniu.

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 marca 1928 r.
Polskie Normy

Zatyczki

PN
G-472
Projekt



Materiał: miękka stal [żelazo zlewne]
przykład oznaczania: **Zatyczka 1×20** (śr. nom. 1 mm×długość 20 mm).

Milimetry:

Średnice nominalne [średnice otworów].	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	13								
d_1	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,7	4,7	5,7	7,7	9,7	12,6								
d_2	0,8	1,2	1,6	1,8	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,—								
D	1,7	2,5	3,4	4,0	4,7	6,7	8,7	10,7	13,7	17,7	22,6								
$a \approx$	3	4	4,5	5	6	8	10	12	16	20	24								
D ł u g o ś ć · L	10																		
	15	15																	
	20	20	20	20	20														
		25	25	25	25	25													
		30	30	30	30	30	30												
			35	35	35	35	35	35											
				40	40	40	40	40											
					45	45	45	45											
						50	50	50	50	50									
							55	55	55	55									
								60	60	60	60								
									65	65	65								
										70	70								
											75								
												80							
													85						
														90					
															95				
															100				
																110			
																	120		
																		140	
																			160
																			180

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