

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- Konstrukcja a teoria w budowie maszyn, nap. Dr. Inż. W. Borowicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.
- Plamistość i ogniotrwałość stali narzędziowych, nap. Inż. Dr. Wł. Wrażej.
- Racjonalizacja przez zwiększenie prędkości wytwarzania, nap. Inż. E. Hauswald, Prof. Politechniki Lwowskiej.
- Przeгляд pism technicznych.

SOMMAIRE:

- L'influence des recherches théoriques et expérimentales sur le progrès de la construction des machines, par M. W. Borowicz, Professeur à l'Ecole Polytechnique de Lwów.
- Résistance aux hautes températures des aciers aux outils, par Mr. Wł. Wrażej, Dr. Ingénieur.
- Rationalisation de la production industrielle par l'augmentation de la vitesse de production, par M. E. Hauswald, Professeur à l'Ecole Polytechnique de Lwów.
- Revue documentaire.

Konstrukcja a teoria w budowie maszyn¹⁾

Napisał Dr. Inż. W. Borowicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.

Czasy, w których budowano maszyny parowe o słupach z kapitelami architektonicznymi i ornamentami gotyckimi, minęły bezpowrotnie. Minął bezpowrotnie również typ konstruktora, odnoszącego się z niechęcią do wszelkich obliczeń, a kreślącego wprawnie, powiem jednym tchem całą maszynę. Gdy mu brakowało odwagi w wyborze odpowiedniego elementu maszynowego, nie brał do ręki zeszytu do obliczeń, lecz sięgał po róg poły swego wytartego surduta i wedle niej określał na „oko” grubość ścianki cylindra lub średnicę wału. Kto był w Niemczech, zapewne słyszał termin techniczny „Rockzipfelkonstruktion”.

Gdy stary Schwartzkopff (założyciel obecnej fabryki Maffei - Schwartzkopff w Berlinie) oprowadzał swego gościa po fabryce i otwierał drzwi do biura konstrukcyjnego, mawiał z dumą: „Und hier sind meine Malersch”. I miał rację, konstruktor starej daty był rzeczywiście tylko malarzem swego rodzaju.

Czasy się zmieniają. Róg poły surduta przestaje być uniwersalnym narzędziem w rękę konstruktora. Przychodzą mu z pomocą różni autorzy i wydają podręczniki, satyrycznie określane jako książki kucharskie w rodzaju Haedera, zawierające α i ω wszelkich przepisów, jak wybrnąć z opresji w walce z tą nienawistną teorią, która gwałtem się wdziera na ciche podwórko konstrukcyjne i miota tak niezrozumiałymi wyrazami, jak moment bezwładności, entropja, współbrzmienie, znużenie materiału, a walczy tak przykreimi narzędziami, jak całka, wektor i suwak logarytmiczny.

Technika idzie przebojem. W przeciągu ostatnich lat trzydziestu budowa maszyn zrobiła ogromne postępy. Śmiało rzec można, że pochod jej jest tryumfalny. Sny fantastyczne ludzi obdarzonych bujną wyobraźnią znalazły urzeczywistnienie, i każdy niemal tydzień przynosi nam wiadomości o udaniu się tej lub innej śmiałej maszyny.

Czy wobec tego typ wspomnianego konstruktora

nie jest skazany na wymarcie? Staje na jego miejsce inna siła, młoda, zaopatrzona w niezbędną wiedzę z zakresu matematyki, termodynamiki, mechaniki, wytrzymałości i technologii materiałów. Nieraz wymagania, którym musi odpowiadać obecnie konstruktor, tak się piętrzą, że jedna osoba nie może im podołać. Wtedy prace konstruktora rozkłada się na szereg osób — specjalistów. Nadzwyczaj słuszne są słowa Prof. Mierzejewskiego¹⁾: „Dla szerokiego ogółu projekt skomplikowanej maszyny lub budowli inżynierskiej wydaje się być wynikiem syzyfowych obliczeń, przewyciężeniem szeregu zasadniczych trudności”.

Prawda, że długi szereg trudności trzeba przewyciężyć, ale obliczenia nie są „szyfowymi”, wychodzimy z tego zmagania się obronną ręką i możemy poszczycić się wcale niezłemi wynikami. Jako przykład takiego nieustannego „zmagania”, chcę przytoczyć konstrukcję turbin parowych. W tym przypadku szczególnie jaskrawo przedstawia się wzajemne oddziaływanie teorii i konstrukcji; z tego powodu zamierzam nieco dłużej zatrzymać się nad tym przykładem.

Nie będzie chyba przesadą, gdy powiem, że w turbinie parowej niema części, którą można byłoby skonstruować naoslep, bez udania się do obliczeń.

Zacznę od obliczeń termodynamicznych. Ile to pracy przygotowawczej włożyli teoretycy, ile doświadczeń musieli wykonać, zanim zbadali dyszę i kierownicę, którą dziś konstruktor oblicza w kilka minut? Piętnaście lat budowali konstruktorzy turbiny parowe prawie bez obliczeń termodynamicznych, nim Mollier w roku 1906 nie wydał swych wykresów $i-s$, które dały możliwość postawienia turbin parowych na fundamentach ścisłej wiedzy. Pomimo tych znacznych udogodnień, obliczenia termodynamiczne turbin są tak obszerne, że w wytwórniach nowoczesnych wydzielono je z biura konstrukcyjnego i przeniesiono do specjalnego biura obliczeń, gdzie ustalane są główne wymiary, mianowicie ilość stopni, ich średnice, wymiary

¹⁾ Referat wygłoszony na III-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w marcu r. b.

¹⁾ Przegląd Techniczny, 1928, str. 1031.

dysz i łopatek wirnikowych. Po tych obliczeniach rozpoczyna się praca konstruktora, który ma za zadanie przyoblec projekt we właściwe szaty zewnętrzne. Od dzisiejszego konstruktora żądamy, aby posiadał pewien zasób doświadczeń, zebranych w czasie swej praktyki konstrukcyjnej i doświadczalnej oraz nabytych od innych przez zagłębianie się w dzieła natury konstrukcyjnej, czasopisma techniczne i t. p. Przez wspomniane doświadczenia konstruktor rozwija swój zmysł konstrukcyjny. O zmysle konstrukcyjnym można dużo mówić, ale mało powiedzieć. Sądzę, że nie spotkam znacznego sprzeciwu, jeżeli wypowiem swe zdanie, że zmysł konstrukcyjny jest pewnego rodzaju talentem, z którym należy przyjść na świat. Zmysłu konstrukcyjnego nie nauczy żadna szkoła, może chyba tylko go rozwinąć i skierować na właściwe tory. Zmysł konstrukcyjny daje możliwość pracownikowi wczuć się w dane zadanie, które powinien on opanować nie tylko rozumem, lecz także ogarnąć duszą. Pracę twórczą konstrukcyjną (nie mam tu na myśli kopjowania cudzych pomysłów) stawiam na równi z innymi prawami twórczymi i celową a pomyslową konstrukcją mogę tak samo się zachwycać, jak obrazem lub utworem muzycznym. Nie chodzi tylko o opanowanie formy przez konstruktora, opanować powinien on również materiał, w całym znaczeniu tego słowa. W tym celu musi on opierać się na całości kształcie wiedzy i bogatych doświadczeniach, które zdobyła dzisiejsza technika, wytwarzając różne stale i stopy o przedziwnych własnościach. Konstruktor powinien być „rzeźbiarzem w żelazie”, jak to słusznie powiedział Radinger²⁾; dotyczy to nie tylko samego pomysłu, lecz także wyboru odpowiedniego materiału i sposobu wykonania danej maszyny.

Ideał konstruktora powinien więc jednoczyć w sobie uzdolnienia w kierunku obliczeń, doświadczeń i zmysłu konstrukcyjnego. Szczęśliwy konstruktor, który posiada te trzy cechy. Biada mu, gdy mu brak choć jednej z nich, lub gdy się spaczy, to jest, gdy jedna z tych cech nadmiernie wybuja, przy jednoczesnej atrofii innych.

Powracam do poruszonego przykładu powstawania turbiny parowej. Życie, a tem samem przemysł rozwija się gwałtownie. Musimy fabrykować, a nie dłużyć. Jeżeli nie staniemy na wysokości zadania, pokonywując zwycięsko wszelkie zagadnienia, jakie życie stawia technice, życie przejdzie ponad nami. A zagadnienia te będziemy mogli rozwiązać jedynie przy zgodnej współpracy teorii z konstrukcją. Konstrukcja opiera się na zdobyciach wiedzy — na teorii. Jednocześnie konstrukcja daje teorii nowe zagadnienia do rozwiązania; można powiedzieć, że teoria czerpie nowe myśli z konstrukcji. W dużych fabrykach turbin powstają specjalne biura i laboratorja, gdzie pracują specjaliści inżynierowie-badacze. Praca w tych ośrodkach naukowych jest bardzo różnorodna, wszelkie zagadnienia nowe, a jest ich w fabryce turbin parowych bez liku, czekają na zbadanie, rozwiązanie i nadanie temu rozwiązaniu odpowiedniej, t. j. prostej formy, aby konstruktor mógł z nich korzystać.

²⁾ Radinger, Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit.

Ile to zmuśnych badań wymagało zagadnienie smarowania w łożyskach maszyn szybko wirujących? Doświadczenia laboratoryjne, wykonane na wielką skalę przez Stribecką, Laschego, Gümbelz, Falza, Freudenreicha, wyświeśliły tę sprawę poddostatkiem. Dziś budowa łożyska nie stanowi dla konstruktora, obeznanego z powyższymi pracami, żadnej trudności. Nie mniej pracy teoretycznej i laboratoryjnej (również w zakładach BBC i AEG) kosztowało zbadanie nowoczesnego łożyska oporowego Michell'a z pewną odmianą konstrukcyjną we wspomnianych fabrykach.

Nasadzanie kół wirnikowych na wały turbinowe, albo zestawienie wałów turbiniowych, względnie bębnow przez nasadzanie skurczowe, obecnie nie stanowią dla wprawnego konstruktora żadnych trudności. A jednak zagadnienie to wymagało szeregu bardzo poważnych prac z dziedziny wytrzymałości materiałów oraz doświadczeń w laboratorjach przy wysokich liczbach obrotów, które miały na celu zbadanie, czy teoria prawidłowo rozwiązała to zagadnienie.

Przechodzę do obliczenia naprężeń w materiale kół wirnikowych, pod działaniem wysokiej liczby obrotów. Teoria opracowała metody obliczenia tych naprężeń stycznych i promieniowych, polegających na całkowaniu wykreślnem równań różniczkowych. Metoda ta obejmuje dowolny kształt koła wirnikowego, który nie potrzebuje być wykreślony według pewnej krzywej matematycznej. Próby nad kołami wirnikowymi, doprowadzonemi do rozerwania, t. zw. eksplozji, przy wysokich obrotach, potwierdziły zupełnie dokładnie prawidłowość tych obliczeń. Mamy więc w ręku sposób praktyczny określenia naprężeń przy różnych liczbach obrotów danego profilu, konstruktor posiada więc możliwość pewnego konstruowania kół wirnikowych.

Zatrzymam się nieco na obliczeniu ugięcia i naprężeń w tarczach kierowniczych (które nie obracają się). Wiemy, że obliczenie naprężeń w płycie okrągłej, wspartej na obwodzie, nie przedstawia żadnych trudności; również można łatwo uwzględnić otwór okrągły w środku tej płyty. Stosując słuszą zasadę, że konstruować należy tak, aby można było obliczyć skonstruowaną część maszyny, nadaje się płycie nieraz formę uciętej powierzchni kuli. Gorzej się przedstawia sprawa, gdy płyta otrzymuje formę uciętego stożka. Obliczenie ugięcia i naprężeń takiego ciała stawia bardzo nieprzyjemne trudności i otrzymujemy wzory³⁾, których długość możemy mierzyć nie tylko na cale, ale nawet i na decymetry. Takiej metody obliczeń nie można dawać do ręki konstruktorowi. Do jakich trudności dojdziemy, gdy będziemy musieli jeszcze uwzględnić specjalne umocowanie na obwodzie tarczy lub na obwodzie otworu, albo specjalny profil przekroju tarczy? Stosowanie połączenia metody wykreślnej i analitycznej daje w wielu przypadkach możliwość rozwiązania zagadnień, z którymi nie da sobie rady metoda analityczna. Również w tym przypadku stosujemy z powodzeniem wspomnianą metodę kombinowaną. Lecz stajemy przed nie-

³⁾ Fanghauser, Z. i. d. g. Turbinwesen 1911. Nr. 29 i 30.

przyjemnem zadaniem, gdy tarcza jest rozcięta według średnicy przy powyższych warunkach wsparcia oraz profilu, jak to bywa w turbinach parowych. Analiza w tym przypadku daje nam wzory nadzwyczaj skomplikowane⁴⁾; jej wyniki są dla praktyki nie do użycia. Tylko ściśle badania wykonanych tarcz dzielonych dają nam pewne wycieczne co do ich ugięcia, a przez to wnioskujemy o nateżeniu materiału przy danem obciążeniu.

Przechodzę teraz do pewnego zjawiska, które jakby czerwoną nicią przesnuwa się przez dosyć długą tkaninę teorii turbin parowych: mam tu na myśli współbrzmienie lub drgania wymuszone. Zacznę od wałów turbinowych. Zagadnienie krytycznej liczby obrotów powstało przed mniej więcej 50 laty, t. j. jednocześnie z turbiną. Zauważył to zjawisko utalentowany konstruktor de Laval i rozwiązał tę sprawę konstrukcyjnie z właściwą mu genialnością, tworząc gibki wał. Nad teoretycznem objaśnieniem tego problemu pracowali Greenhill (już w roku 1883), Rankine, Reynolds i Dunkerley⁵⁾. Ten ostatni w roku 1894 wydał pracę, w której opisuje swe długie i dokładne doświadczenia nad wałami o stałej średnicy na dwóch lub więcej wsparciach. Lecz dalej niż do podania swego znanego wzoru empirycznego

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2} + \frac{1}{n_3^2} + \dots$$

praktycznie nie doprowadzał. Po roku August Föppl⁶⁾ zbadał zasadę samego zjawiska i, podobnie jak de Laval, z właściwą mu genialnością założył podwaliny pod teorię wałów turbinowych. W dalszym ciągu rozwoju prac teoretycznych, udało się rozwiązać zagadnienie wielokrotnego wsparcia wału, jego różnych przekrojów, obciążeń, różnorodnych wsparć i t. p. Teoria dała więc możliwość przewidzenia i uniknięcia nieraz niebezpiecznych wstrząsów wirnika, konstruktor zatem może dziś spokojnie wykonywać swe wały, bez obawy potrzeby wymiany całego wirnika, wraz ze zmianą konstrukcji. Zagadnienie współbrzmienia wałów można uważać za rozwiązane w dostatecznej mierze.

Współbrzmienia przenoszą się na fundament, który przy pewnych liczbach obrotów turbiny wykazywał nieraz tak znaczne drgania, że zjawiały się rysy w fundamencie. Teoria i tu nie widziała znaczniejszych trudności; może liczbowo opanować to zjawisko. Dzięki temu konstruktor mógł się puścić na tak śmiały krok, jak postawić turbinę na wysokim stole żelazobetonowym. (Turbina BBC 2500 kW, $n = 3000$, w Czeladzi).

Współbrzmienie łopatek i kół wirnikowych występuje nieraz z tak znaczną siłą, że może nastąpić otarcie się tych części o ścianki tarcz kierowniczych; skutki tego są znane. Jeżeli natomiast występują one z mniejszą siłą, lecz działają przez dłuższy okres czasu, następuje zjawisko zmęczenia materiału. Łopatki wtedy się urywają, wzgl. koła wirnikowe się rozlatują.

Skutki bywają straszne. Przewidzenie tych niebezpiecznych drgań jest możliwe. Obliczenia są jednak dosyć żmudne, są one oparte na metodzie Rayleigh'a, wymagającej obliczenia potencjalnej i kinetycznej energii drgania oraz pracy sił odśrodkowych, zmniejszających amplitudę drgania. Doświadczenia, wykonane w laboratorjach BBC i AEG, potwierdziły prawidłowość podobnych obliczeń, można więc uważać problem ten za rozwiązany.

Weźmiemy teraz przykład z innej dziedziny. Samochód rusza z miejsca. Wtem tylne koła przestają się obracać, pomimo że silnik pracuje. Zrozpaczony automobilista demontuje półosie tylne i z przerażeniem widzi, że oś jest w pewnym miejscu jakby ucięta. Cóż się okazuje: w miejscu, gdzie rozpoczyna się gwint, oś pękła, a przełamanie wykazuje mimośrodkowe małe oczko świeżego złamania, reszta przekroju natomiast jest zatarta. Kto zawinił? Musi rozstrzygnąć inżynier-badacz. Okazuje się, że zawinił konstruktor, warsztat i huta: konstruktor, że zaniedbał niebezpieczeństwa karbu, warsztat, że zanadto ostro uciął gwint w miejscu rozpoczęcia gwintu, t. j. w miejscu złamania, a huta zawiniła dlatego, że dopuściła w materiale małą skazę, od której to skazy rozpoczęło się złamanie. Nauka z tego skorzystała: wymyśliła nowy termin techniczny: zmęczenie materiału, ale sama zato ma kłopot z przewidzeniem i obliczeniem tego zagadnienia. Natomiast każe konstruktorowi unikać ostrych przejść z mniejszej średnicy wału do większej, daje wskazówki co do kształtu zaokrąglenia, aby uniknąć wpływu karbu.

Wspomnę tu o pewnym prawie konstruowania, przyjętem w budowie turbin: dopuszczamy w lżejszych częściach wirnika, np. w łopatkach, wyższe naprężenia, niż w częściach ciężkich. Chcemy przez to osiągnąć, aby raczej te lżejsze części, t. j. łopatki, się urwały i uniemożliwiły dalszą pracę turbiny, niż żeby miało eksplodować koło wirnikowe.

Ostrzegam przed pewną niekonsekwencją w obliczeniach. Jest niewłaściwe staranie się podawać obliczenia z dokładnością tysięcznej części milimetra, gdy obliczenia są oparte na pewnych grubszych założeniach, które musieliśmy uczynić, aby wogóle móc przeprowadzić obliczenia. To samo odnosi się do przypadku, jeżeli musimy wprowadzić w obliczenia współczynniki, których określić nie jesteśmy w stanie.

Mówi się nieraz o nieporozumieniach między konstrukcją a teorią. Tej sprawy jednak tu poruszać nie będę, ponieważ tych t. zw. „nieporozumień” nie widzę, raczej widzieć nie chcę. Przecież i między ludźmi są nieporozumienia, które można objaśnić tem, że siebie nie poznali dostatecznie. Przy bliższem poznaniu, nieporozumienia nieraz znikają, i to można odnieść szczególnie do stosunku konstrukcji do teorii. Przecież można to nazwać tylko „nieporozumieniem”, jeżeli konstruktor nie lubi wzorów dłuższych ponad jeden cal.

Kończę swe przemówienie, wyrażając życzenie, abyśmy na następnym zjeździe, gdy się tu zbierzemy, mogli mówić o budowie polskich turbin parowych.

⁴⁾ Huggenberger, Forschungsarbeiten, Heft 280.

⁵⁾ Dunkerley, Phil. Transactions of the Royal Society, London, Vol. 185, p. 279—360.

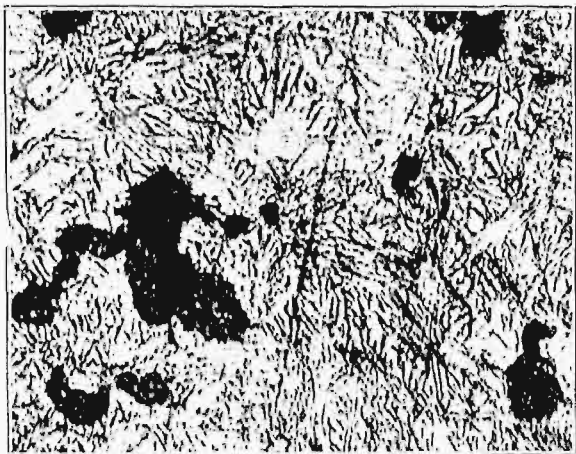
⁶⁾ A. Föppl, Civil - Ingenieur, 1895.

Plamistość i ogniotrwałość stali narzędziowych^{*)}.

Napisał Inż. Dr. Wł. Wrażej, Lwów, Politechnika.

Znany jest objaw, że niektóre stale narzędziowe, zwłaszcza węgliste, są bardzo ogniwrażliwe, t. j. nie znoszą najmniejszego przegrzania podczas ogrzewania przy hartowaniu. Ciekawym się wydaje, dlaczego nie wszystkie stale wy-

łą domieszką wolframu, wykazują po zahartowaniu przełom ze znaczną obwódką drobnoziarnistą, otaczającą ciągliwy i zadzierzysty rdzeń. Jest to dowodem, że zahartowanie nastąpiło na obwodzie, zaś rdzeń pozostał ciągliwy. Tak w zasadzie



Rys. 2. ($\times 500$). Plamy troostytu na tle wyraźnego martenzytu.



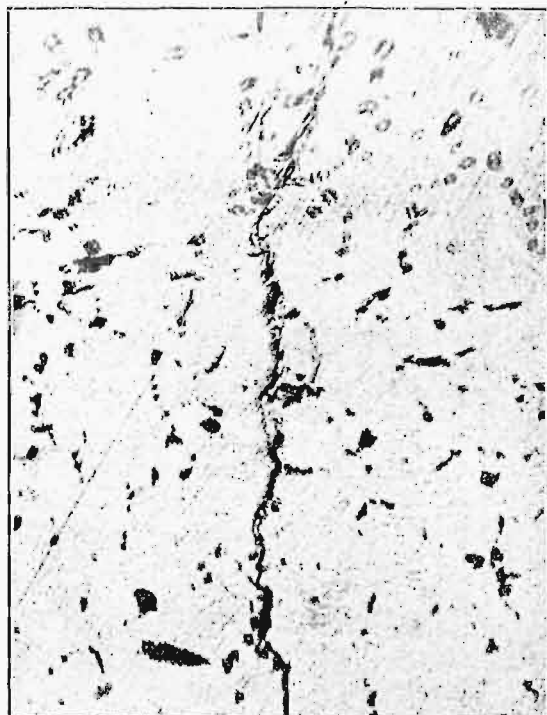
Rys. 4. ($\times 1000$) Kropla żuźła otoczona troostytem na tle martenzytu.

kazują ten objaw, — choć ich skład, wyrażony zawartością procentową węgla, manganu i krzemu, wobec minimalnej zawartości fosforu i siarki, jest nieraz bardzo zbliżony, a wpływ ma tylko pocho-

być powinno. Stale węgliste ognioodporne po ogrzaniu do wyższych temperatur, aniżeli to było potrzebne, powinny wykazywać jedynie grubszą



Rys. 3. ($\times 500$). Kropelki żuźła otoczone troostytem na tle martenzytu.



Rys. 5. ($\times 100$). Rysa mikroskopowa, przebiegająca po siatce troostytu.

dzenie danej stali, t. zn. jaka huta ją wyrobiła. Zwykle stale węgliste narzędziowe, jakoteż z ma-

obwódkę, lecz nie zahartowywać się nawskroś, t. zn. ciągliwy rdzeń nie powinien znikać całkowicie.

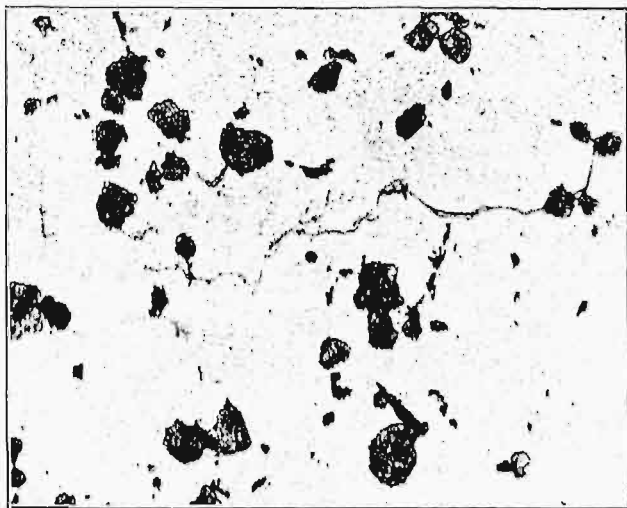
^{*)} Odczyt wygłoszony w dniu 9/I. 1929 w Polskim Towarzystwie Politechnicznym we Lwowie.

Zahartowana stal z ciągliwym rdzeniem, badana mikroskopowo, wykazuje na obwodzie mar-

tenzyt, zaś w rdzeniu troostyt. Przejście od rdzenia do obwodu powinno być łagodne.

Stal ogniowrażliwa wykazuje nawet po normalnym ogrzaniu grubą zahartowaną, t. j. martenzytyczną, warstwę, przyczem i w rdzeniu zauważyć można również znaczną zawartość martenzytu.

Powyższy wypadek ilustrują dobrze na rys. 1



Rys. 6. ($\times 200$) Mikroskopowe rysy biegnące na siatce troostytu.

obrazy *a, b, c*, pokazujące trawione szlify przełomów próbek jednej i tej samej stali — hartowanej



Rys. 7. ($\times 200$) Pęknięcie mikroskopowe.

w temperaturze: *a* — w 780° , *b* — w 830° i *c* — w 880° , t. zn. w temperaturach, które są dla danej stali dopuszczalne w praktyce.

Wielce ciekawym objawem jest to, że ogniowrażliwa, t. zn. prawie nawskroś hartująca się stal

wykazuje w twardym obwodzie miękkie miejsca (plamy); widać to na rys. 1 *a* i *b*, jak to zaznaczono strzałkami. Miękkie miejsca (plamy) wykazują obecność troostytu, który istnieje czasami obok wyraźnego, gruboiglastego martenzytu w próbach hartowanych w wysokiej temperaturze. Pokazuje to rys. 2 ($\times 500$).

Istnienie miękkich miejsc (plam) w stali ogniowrażliwej wygląda napozór nieprawdopodobnie, ponieważ jeden objaw zdaje się wykluczać drugi. Tam, gdzie jest łatwa możliwość powstawania martenzytu, nie powinien łatwo następować jego rozpad, t. j. nie powinien się łatwo tworzyć troostyt.

Miękkie miejsca, t. j. plamy troostyczne, tworzą się w wypadku niedość szybkiego ostudzenia tych miejsc, przez co przemiana dokonywa się w temperaturze wyższej (około 600°) zamiast w temperaturze powstawania martenzytu (około 200°). Aby do przemiany w wysokiej temperaturze nie dopuścić, wypadałoby przyspieszyć chłodzenie. Nie będzie to wskazane, ponieważ stale, w których to następuje, są — jak już powiedziano — zarazem ogniowrażliwe, t. j. łatwo hartujące się nawskroś.

Poza plamami, często dają się zauważyć na powierzchni stali mikroskopowe rysy hartownicze, które w obecności naprężeń hartowniczych łatwo przemieniają się w pęknięcia mikroskopowe.

Miejsca obfitujące w troostyt wykazują w badaniu mikroskopowym liczne zgrupowania kropelek żużla. Rys. 3 ($\times 500$) i 4 ($\times 1000$) pokazują kropelki żużla otoczone troostytem.

Okolice rys wykazują obok martenzytu liczne zgrupowania troostytu. W tym wypadku troostyt znajduje się postaci siatki, przez którą zwykle biegnie mikroskopowa rysa. Rys. 5 ($\times 100$), 6 i 7 ($\times 200$) pokazują wspomniany fakt. Naturalnie, że jest to płaskie, a nie przestrzenne przedstawienie pęknięcia.

Wielką ogniowrażliwość stali, a przez to łatwość tworzenia się wybitnego martenzytu, przypisać należy obecności tlenu¹⁾.

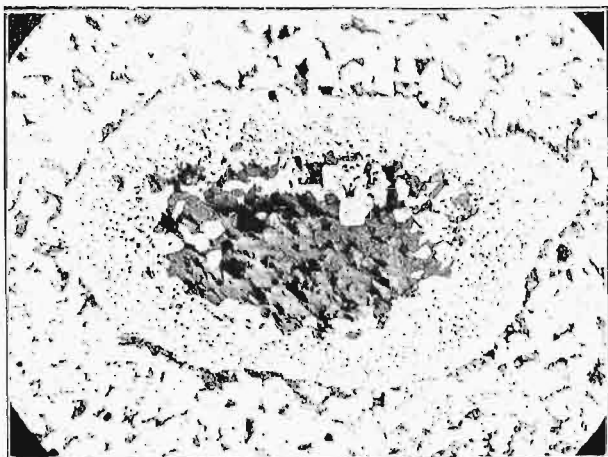


Rys. 8. ($\times 200$). Przechodzenie tlenu z żużla w otoczenie z powodu wyżarzania.

¹⁾ Zapatrywania moje, opisane w niniejszej pracy, dotyczące plamistości i ogniowrażliwości stali węglistej nierzędziowej, przedstawił krótko, bez podawania wyników badań, w moim imieniu, Dr. Rapatz, na zjeździe Tow. Metaloznawczego w Dortmundzie w dniu 11 czerwca 1928 r.

Czynione próby wykazały, że w stali zawierającej tlen łatwo wytwarza się podczas hartowania gruby martenzyt.

Tak np. stal dobrze desoksydowana glinem nie jest ogniwrażliwa, w przeciwieństwie do stali mało desoksydowanej lub desoksydowanej dodatkiem, który tworzy łatwo rozpadające się tlenki.



Rys. 9. ($\times 200$) Utleniające i odwęglające działanie żużla. Próbka z rys. 8 po natrawieniu.

Badania kilkakrotnie przeprowadzone podczas różnych wytopów stali poparły w całości powyższe twierdzenie.

Tlen, jak wiadomo, tworzy z żelazem roztwory stałe, przyczem nie pozostaje to prawdopodobnie bez wpływu na temperatury krytyczne, a



Rys. 10. ($\times 200$). Ziarenka żużla umieszczone w środku plam troostytu, co wskazują strzałki.

tak samo i na warunki ostudzenia się stali²⁾. Tem samem stal bogata w tlen okazuje znaczną ogniwrażliwość.

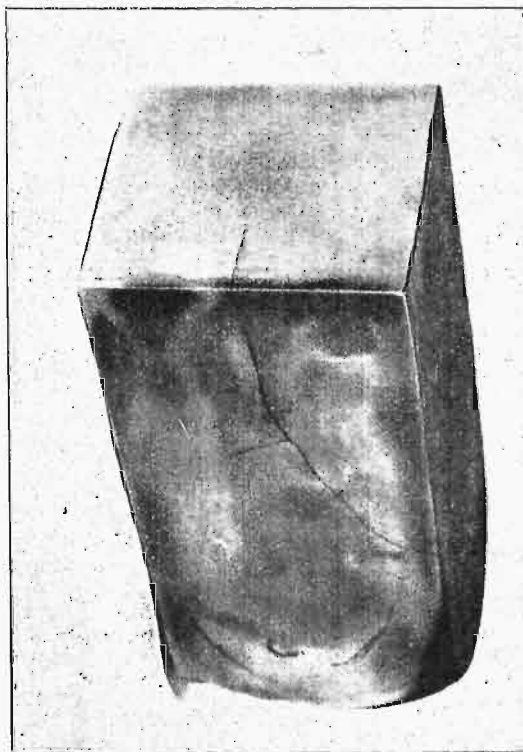
²⁾ Zdania w tej sprawie są dotychczas podzielone. Spostrzeżenia K. Inoye (Mem. College Eng. V 1928), na podstawie badania punktu przemiany metodą dilatometryczną, nie popierają powyższego twierdzenia. Rozstrzygnięcie w sprawie wpływu rozpuszczonego w stali tlenu na temperatury krytyczne przyniesie prawdopodobnie najbliższa przyszłość.

Metoda wodorowa, jaką stosował K. Inoye do oznaczania zawartości tlenu, do tego celu nie nadaje się. Metoda gorącej ekstrakcji oznaczania zawartości tlenu, która jedynie nadawałaby się do powyższych badań, dając właściwy obraz przebiegu reakcji odtleniania, sprawia jeszcze wiele kłopotów i dlatego niełatwo otrzymać potrzebną ilość analiz.

Plamistość stali, jak pokazano na poprzednich obrazach, związana jest po części z obecnością zgrupowań żużlowych. Żużel, zależnie od rodzaju, działa na powstawanie troostytu, tworzącego się w miejsce martenzytu. Rolę jego możnaby zestawić następująco:

1) Żużel, jako tlenek (o takim będzie jedynie mowa), w wypadku łatwego rozpadania się, działa utleniająco na otoczenie, powodując odwęglenie. W łączności z tem zmieniają się warunki chłodzenia. Szybkość przemiany alotropowej ulegnie wtedy silnym wahaniom. Odwęglające działanie żużla i rolę tlenu obrazują rys. 8 i 9 ($\times 200$). Widać, że najbliższe sąsiedztwo żużla jest bogate w tlen, który znajduje się w postaci drobnych pyłków tlenku. Tlen w wyższych temperaturach, znajdując się w stanie nasyconego roztworu z żelazem, podczas wolnego studzenia wydzieli się, pozostając jednak w mieszaninie z elementami ziarn ferrytu.

Przejdzie sfery bogatej w tlen do dalszych



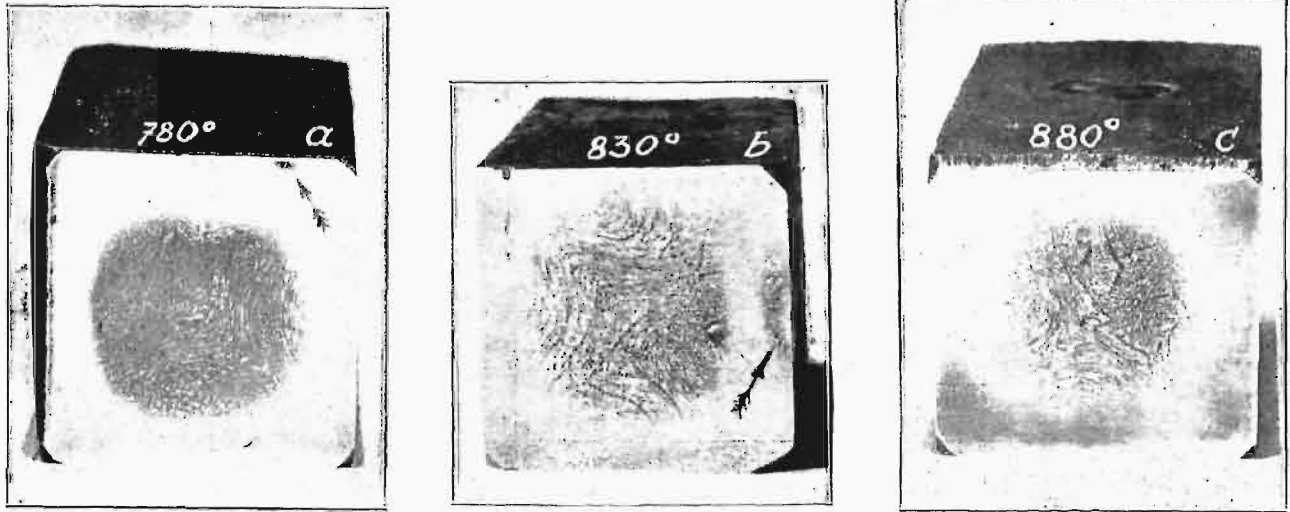
Rys. 11. ($\times 2$). Próbka z rys. 17c, pęknięta podczas szlifowania.

okolic jest nagłe. Sama granica wygląda nawet na bogatszą w węgiel, co poznać można po większych zgrupowaniach perlitu.

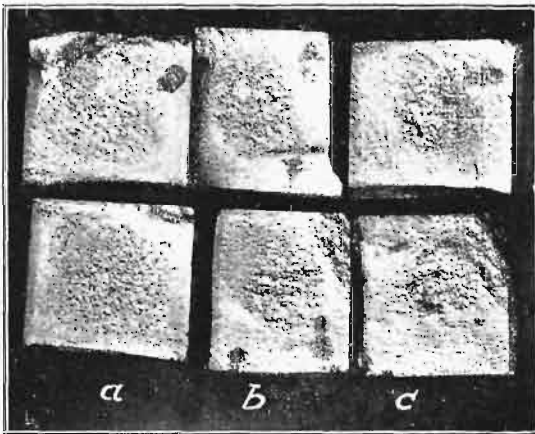
2) Żużel, jako niemetaliczna przymieszka, ma mniejszą zdolność przewodzenia ciepła i dlatego może działać opóźniająco na szybkość chłodzenia. To ma głównie znaczenie w wypadku większych zgrupowań żużla, które właśnie spotyka się w miękkich miejscach (plamach).

3) Poza rolą żużla opisaną pod 1 i 2, może on działać jako zarodek dla tworzącego się troostytu, współdziałając jak pod 2. Na obrazie 10 ($\times 200$) widać takie kropelki w środku ziarn troostytu, wskazane strzałkami.

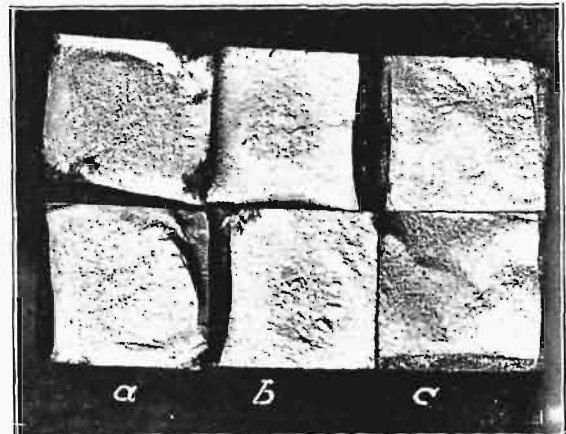
Rys. 3, 4 i 10 obrazują niektóre z licznych spo-



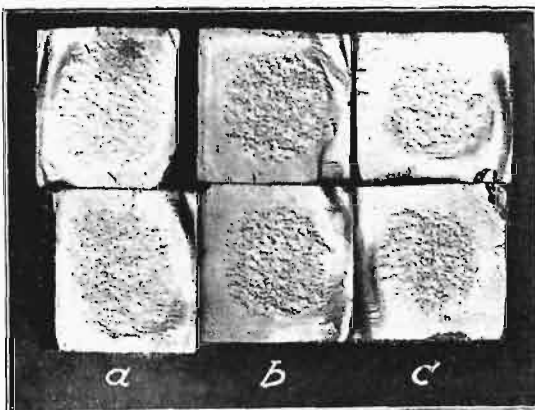
Rys 1 ($\times 2$). Stal o zawartości 2% C, hartowana:
a — w 780°, *b* — w 830°, *c* — w 880°. Traw. HNO₃.



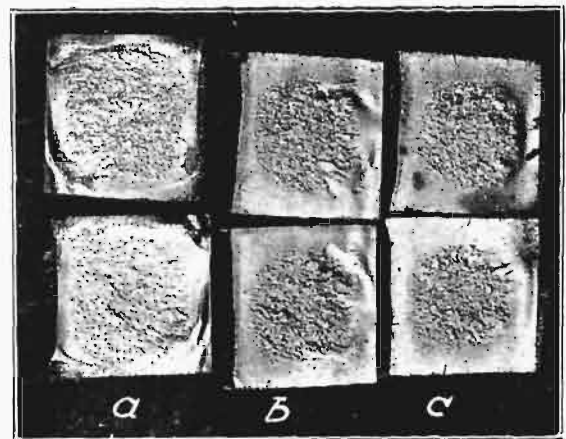
Rys 12 (w. nat.).
 Przełomy stali 1 po zahartowaniu:
a — w 780°, *b* — w 830°, *c* — w 880° C.



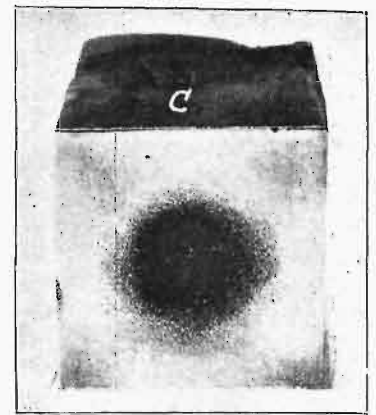
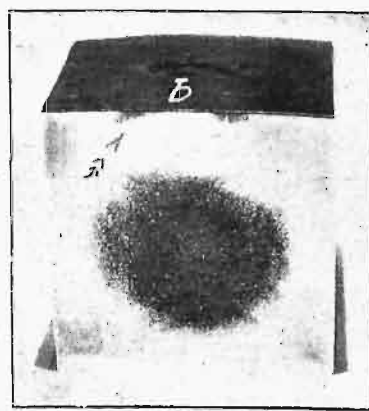
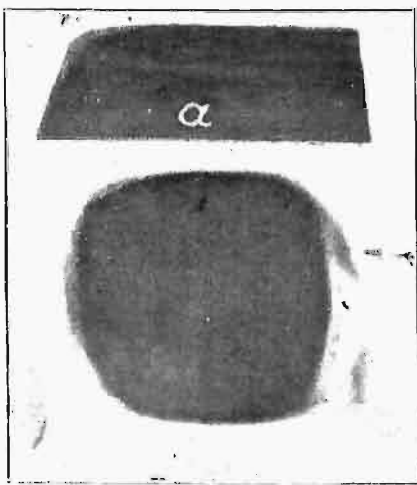
Rys 13 (w. nat.).
 Przełomy stali 2 po zahartowaniu:
a — w 780°, *b* — w 830°, *c* — w 880°.



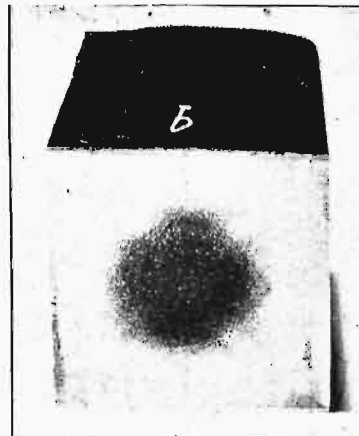
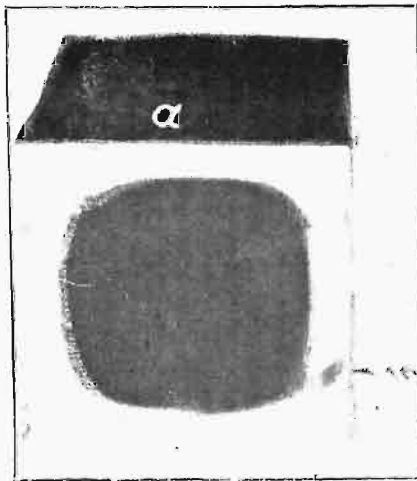
Rys 14 (w. nat.).
 Przełomy stali 3 po zahartowaniu:
a — w 780°, *b* — w 830°, *c* — w 880°.



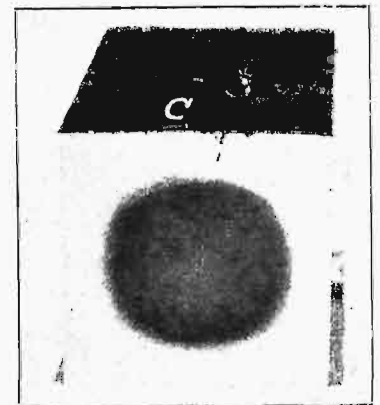
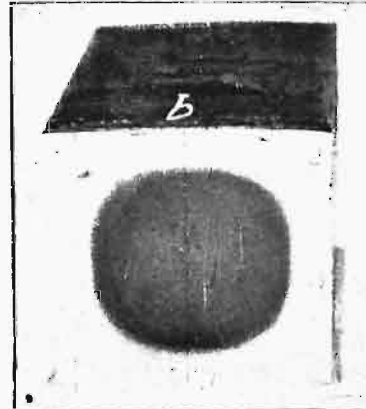
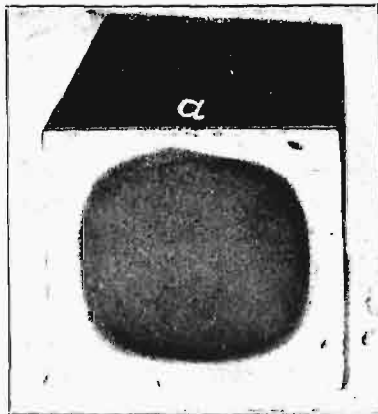
Rys 15 (w. nat.).
 Przełomy stali 4 po zahartowaniu:
a — w 780°, *b* — w 830°, *c* — w 880°.



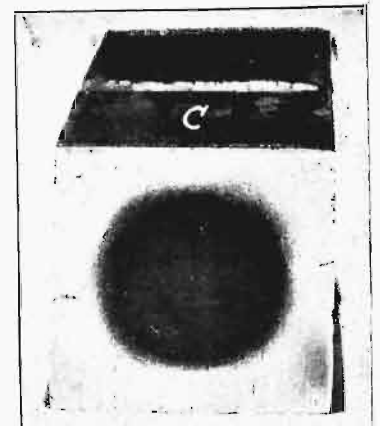
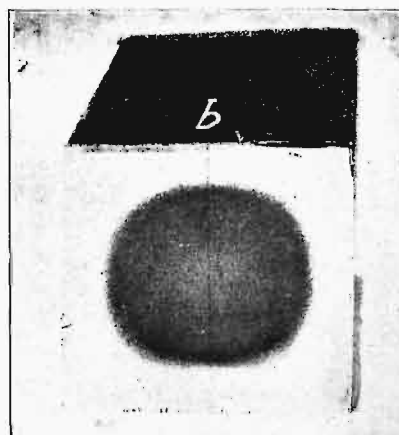
Rys 16 ($\times 2$). Szlify przełomów stali 1.



Rys. 17 ($\times 2$). Szlify przełomów stali 2.



Rys. 18 ($\times 2$). Szlify przełomów stali 3.



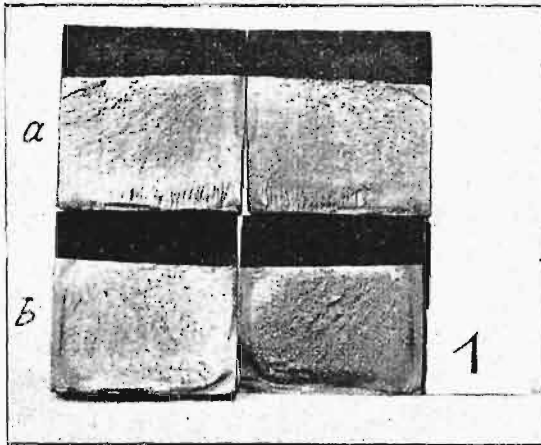
Rys. 19 ($\times 2$). Szlify przełomów stali 4.

strzeżeń, na jakich oparto przypuszczenia, wymienione pod 1, 2 i 3.

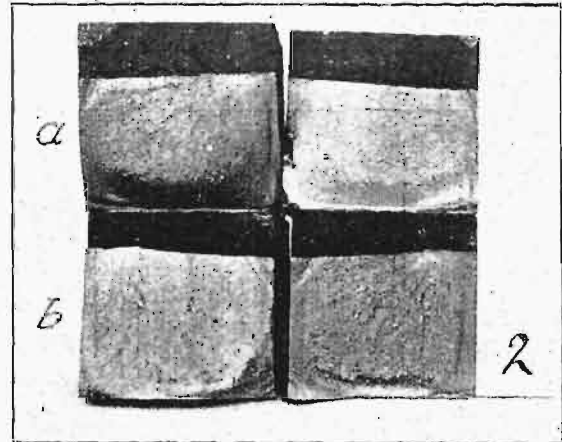
Wpływ żuźla będzie zależał jednak od wielu czynników. Wymieniłyby można: sam rodzaj stali, temperaturę hartowania, rodzaj środka chłodzącego, pozatem powierzchnię chłodzącą i inne. Liczne obserwacje wykazały, że powierzchnie

posiadała w miejscu płamy szereg rys mikroskopowych. Celem zbadania płamy, zeszlifowano próbkę ostrożnie na jej bocznej powierzchni.

Podczas szlifowania jedna z rys mikroskopowych powiększyła się tak znacznie, że wystąpiło na próbce wyraźne pęknięcie, które sięga obecnie prawie do 1/3 przekroju próbki, jak to wskazuje



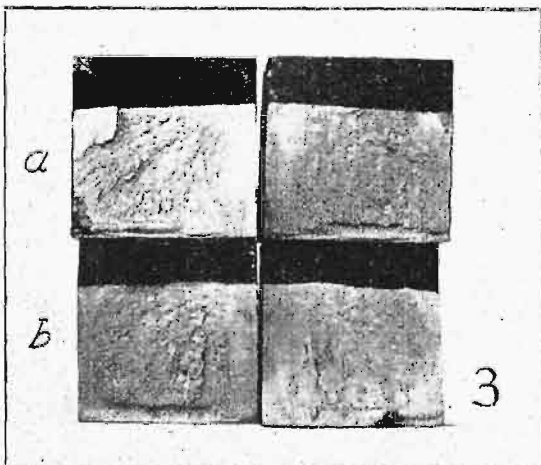
Rys. 20 (w. nat.) Przełomy stali 5 hartowanej w temperaturze 750°; a — z zendrą, b — bez zendry.



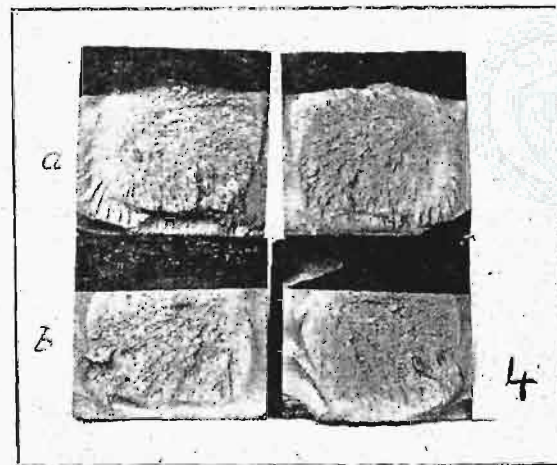
Rys. 21 (w. nat.) Przełomy stali 5 hartowanej w temperaturze 780°; a — z zendrą; b — bez zendry.

w okolicach plam posiadają zawsze rysy mikroskopowe, które są zaczątkiem rys makroskopowych oraz dalszych pęknięć. Powód powstania rys mi-

rys. 11. Pozatem pęknięcie przesunęło się, jak widać z powyższego rysunku, wzdłuż powierzchni próbki.



Rys. 22 (w. rzeczn.) Przełomy stali 5, hartowanej w temp. 830°; a — z zendrą; b — bez zendry.



Rys. 23 (w. rzeczn.) Przełomy stali 5, hartowanej w temp. 880°; a — z zendrą, b — bez zendry.

kroskopowych możnaby wytłumaczyć następująco:

Skutkiem istnienia w plamach odmiennych struktur o różnych objętościach właściwych, występują w stali umiejscowione naprężenia. W naszym wypadku ma się do czynienia z troostytem w martenzycie. Troostyt, jak wiadomo, ma mniejszą objętość właściwą od martenzytu. Ponieważ powstaje on w naszym wypadku dzięki obecności żuźla, dlatego naprężenia znajdują łatwe ujście, mając w miejscach żuźla osłabiony materiał. Tak samo i naprężenia hartownicze będą mogły w tych miejscach łatwo się wyswobodzić. Nastąpi to łatwiej, o ile będą w materiale rysy mikroskopowe.

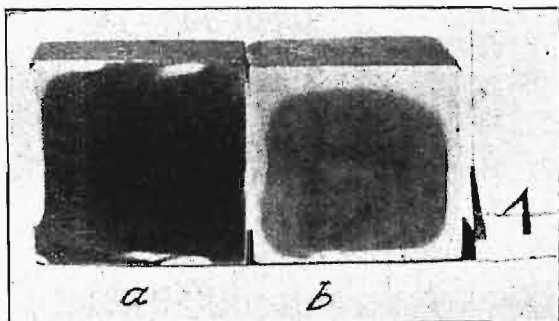
Ciekawy wypadek zdarzył się podczas niżej opisanego badania. Próbkę pokazana na rys. 17 c

Powyższy fakt może być dowodem, że czasem nieznaczne osłabienie przekroju w obecności rys, i to nawet mikroskopowych, ułatwia oswobodzenie zamagazynowanych naprężeń hartowniczych.

Obecność tlenu w stali, szczególnie zaś w plamach, wytłumaczyć można zdolnością tego gazu do tworzenia roztworu stałego, którego skład zależy od temperatury.

Według Oberhoffera, w temperaturze A_2 , gdzie wypada maximum, znajdować się może w roztworze 0,32% tlenu, przyczem zawartość ta poniżej temperatury A_1 spada tak dalece, że nie przekracza w normalnych warunkach 0,05%. Nadmiar tlenu wydzielonego z roztworu stałego pozostaje w stali w postaci tlenków, które, po ponownym ogrzaniu, mogą znów wydzielić tlen do roztworu.

Chociaż tlen rozpuszcza się w stali i tworzy z nią roztwory, to jednak ma małą zdolność dyfuzji, co pozwala wnioskować o tem, że znajdować się może w stali także w postaci umiejscowionych zgrupowań. Oberhoffer i Fry³⁾, wypowiadając to zapatrywanie, oświadczają, że rozpuszczalność w stanie stałym nie jest dowodem łatwej dyfuzji. Na podstawie powyższego przypuszczenia, nie może być mowy, aby w normalnych warunkach, podczas stosunkowo krótkotrwałego żarzenia i obróbki termicznej stali, nastąpiło całkowite zniknięcie



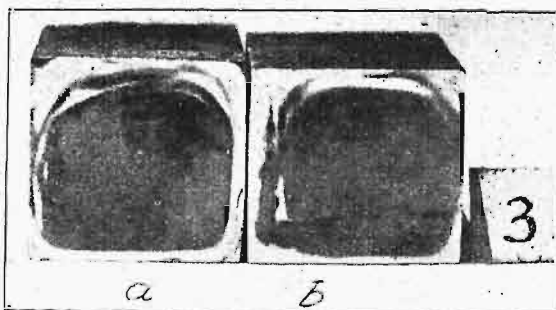
Rys. 24 (w. rzecz.). Szlify stali 5, hartowanej w temp. 750°; a — z zendrą, b — bez zendry.

plam przez dyfuzję tlenu z umiejscowionych zgrupowań do okolic. Słaba zdolność dyfuzyjna tlenu może być jeszcze mniejsza w wypadku obecności innych metali w stopie. Z tego powodu w stalach stopowych będą łatwiej powstawały zgrupowania tlenowe, powodujące tworzenie się plam. Na dalszych obrazach (rys. 16 a, b i 17 a, c) zobaczymy, że plamy znajdować się mogą w różnych położeniach na badanym przekroju próbki.

Powyższe przypuszczenia oparto na licznych spostrzeżeniach. Celem ich poparcia, przeprowadzono badanie pisane poniżej.

Do badania użyto stali w postaci prostokątnych odcinków, o wymiarze 80 × 20 × 20 mm. Skład chemiczny procentowy był następujący:

| Znak | C | Si | Mn | O ₂ ^{*)} | H ₂ | N ₂ |
|-----------|------|------|------|------------------------------|----------------|----------------|
| 1) 1949 K | 1,00 | 0,25 | 0,20 | 0,0091 ^{**)} | 0,00005 | 0,0013 |
| 2) 2202 K | 1,10 | 0,23 | 0,22 | — | — | — |
| 3) 3041 D | 1,06 | 0,25 | 0,20 | — | — | — |
| 4) 3043 D | 1,06 | 0,23 | 0,21 | 0,0043 ^{***)} | 0,00015 | 0,0089 |
| | | | | 0,0032 | 0,00014 | 0,0093 |



Rys. 26. (w. nat.) Szlify stali hartowanej w temp. 830°; a — z zendrą, b — bez zendry.

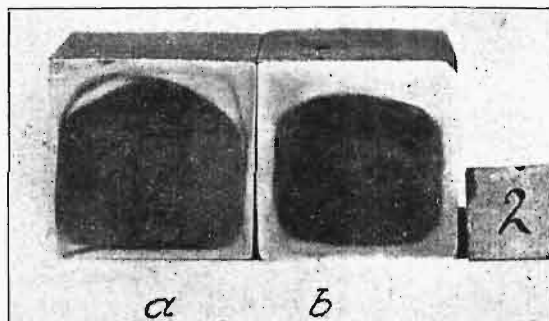
³⁾ Das Technische Eisen, str. 173

^{*)} Zawartość tlenu oznaczono przy temperaturze 1500° metodą gorącej ekstrakcji (system Oberhoffera) w Instytucie hutniczym w Akwizgranie (Aachen).

^{**)} Z powodu nieszczelności kurka analizatora, stała się niepewną analiza drugiej próbki tej samej stali. Pomimo to stwierdzono, że zawartość gazu była prawie równa, choć nieznacznie tylko większa od pierwszej.

^{***)} Próba 3043 D uległa trudniej redukcji.

Jak z powyższego zestawienia widać, poddano stal 1949 K i 3043 D dokładnemu badaniu na zawartość tlenu, wodoru i azotu, metodą pozwalającą stwierdzić przebieg i szybkość odtlenienia. Próby oznaczone literami D i K, mając zbliżone analizy, pochodziły z dwu różnych hut. Jedynie zawartość tlenu, wodoru i azotu jest wybitnie różna. Niestety — niema sposobu do oznaczenia różnicy zawartości tlenu różnych miejsc w jednej i tej samej próbce, t. zn. nie można analizować samych plam.



Rys. 25 (w. rzecz.). Szlify stali 5, hartowanej w temperaturze 780°; a — z zendrą, b — bez zendry.

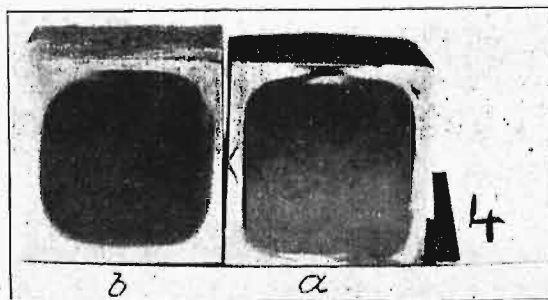
Prócz powyższej stali węglistej, użyto do badania (w postaci graniastosłupów o wymiarach 80 × 30 × 30 mm) stal o następującym składzie chemicznym:

| | C | Si | Mn | W | Ni |
|-------------|------|------|------|------|-------|
| 5) 5592 (k) | 0,93 | 0,22 | 0,25 | 0,68 | 0,12% |

Próby 1, 2, 3, 4, mające kształt normalnych kontrolnych prób hartowniczych, poddano hartowaniu przez ogrzanie do temperatur 780°, 830° i 880° i następne ostudzenie w wodzie. Hartowanie przeprowadzono nader starannie i ostrożnie.

Przełomy prób hartowanych 1, 2, 3 i 4 w trzech różnych temperaturach 780°, 830° i 880° pokazują rys. 12, 13, 14, 15. Porównywując przełomy prób rys. 12 i 13 z przełomami na rys. 14 i 15, widać znaczną różnicę. Próby 1 i 2 nie wykazują tak wyraźnego odgraniczenia warstwy hartowanej od rdzenia ciągliwego, jak próby 3 i 4.

Celem lepszego pokazania tych różnic zahartowania, wykonano szlify tych przełomów, które

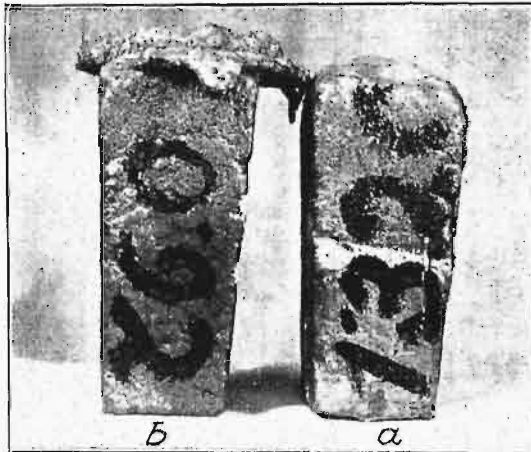


Rys. 27 (w. rzecz.). Szlify stali 5 hartowanej w temp. 880°; a — z zendrą, b — bez zendry.

po natrawieniu pokazane są w dwukrotnym powiększeniu na rys. 16, 17, 18 i 19. Porównywując stale 1 i 2 ze stalami 3 i 4, widać różnice głębokości warstwy zahartowanej. Pomimo tej samej temperatury hartowania w obu wypadkach, stale 1 i 2 mają szerszą obwódkę zahartowaną od stali 3 i 4. Świadczy to o większej ogniwrażliwości stali 1 i 2

w stosunku do stali 3 i 4. Pozatem widać na obrazach prób stali ognio-wrażliwych (rys. 16 i 17) liczne plamy w różnych miejscach przekroju (wskazane strzałkami), których niema na przekrojach stali 3 i 4 (rys. 18 i 19).

Szczególną uwagę poświęcić należy próbom na rys. 16 i 17, gdzie widać, że pomimo prawidłowego zahartowania wystąpiły w warstwie zahartowanej plamy. Jest to dowodem, że znaczna ognio-wrażliwość stali nie przeszkadza powstawaniu plam, t. zn. stale łatwo hartujące się nawskroś wykazują skłonność do tworzenia umiejscowionych niezahartowań. Pokazano to na rys. 2, gdzie ziarna troostytu istniały pośród grubego martenzytu, powstałego z powodu przegrzania próby.



Rys. 28. ($\frac{1}{4}$ w. rzecz.). Blozki stali niedeso-ksydowanej, zawierającej: a — 1,32% C, b — 0,92% C.

Stal oznaczona kolejnym numerem 5 zawierała, jak widać z analizy, dodatek 0,68% W i nieznaczny przypadkowy dodatek 0,12% Ni. Hartowanie przeprowadzono przez ogrzanie do temperatury 750°, 780°, 830° i 880°. Celem przekonania się, jak wpływa obecność zendry na głębokość warstwy zahartowanej oraz na ewentualną plamistość, przeprowadzono badanie podwójnie. Użyto w tym celu do hartowania prób normalnych, t. j. z zendrą, oraz prób oszlifowanych z zendry.

Przełomy prób hartowanych widać na rys. 20, 21, 22 i 23. Szlify przełomów pokazują rys. 24, 25, 26 i 27. Przełomy i szlify prób z zendrą oznaczono a, zaś próby oczyszczone z zendry — b. Ogólnie można stwierdzić, że ten rodzaj stali nie jest ogniotrwały, choć posiada plamy. Widać, że usunięcie zendry spowodowało głębsze i regularniejsze zahartowanie. Jest to silnym dowodem, że obecność tlenu w postaci skorupy działa podobnie, jak umiejscowione zgrupowania tlenu wewnątrz stali.

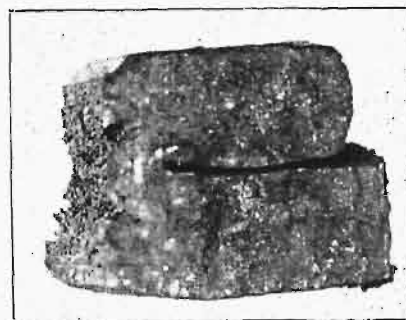
Dalej widać, że usunięcie zendry nie usuwa plamistości stali, lecz tylko ją zmniejsza, gdyż zendra jest tylko częściowo jej powodem. Widać to na rys. 26. Próby pochodziły z tego samego pręta i cięto je w kolejności. Widocznie pręt w tej części, skąd wycięto próbę pokazaną na rys. 26, miał liczniejsze umiejscowione zgrupowania tlenu. Świadczyłyby mogły o tem liczne zgrupowania żużla. Stal pokazała się naogół mało ognio-wrażliwa. Jedynie na rys. 26 widać miejscami głębsze zahartowanie. Z powodu braku analizy zawartości tlenu, trudno jest wyciągnąć dalsze wnioski.

Warstwa zendry (tlenu) działa podobnie, jak

umiejscowione zgrupowania tlenu, przeszkadzając hartowaniu. To może być przestroga, że przed hartowaniem, szczególnie w miejscach, gdzie zależy nam na zahartowaniu, powinno się dokładnie zendrę usunąć.⁴⁾ Plamy powodują, obok naprężeń z powodu zahartowania, powstawanie naprężeń dodatkowych, które ułatwiają pęknięcie narzędzia. Dlatego też powinno się jak najskrupulatniej usunąć zendrę z tych miejsc, dokąd sięgać ma zahartowanie.

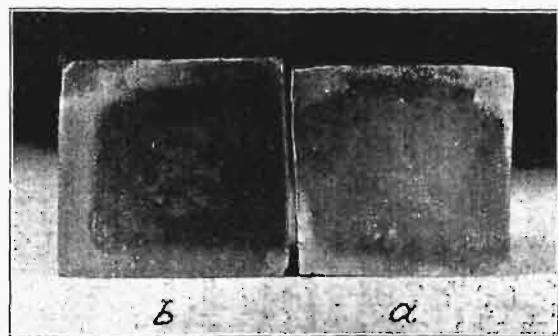
W końcu przeprowadzono badanie dwóch rodzajów stali, które zaczerpnięto z pieca podczas świeżenia i odlano je w małe blozki, pokazane na rys. 28 a i b. Już sam wygląd blozków wskazuje, że stal podczas tężenia „rosła”, z powodu znacznej zawartości tlenków.

Analiza wykazała w blozku a — 1,3% C, zaś w blozku b — 0,9% C. Blozki przekuto pod młotem mechanicznym na pręty o przekroju kwadratowym o boku 20 mm. Kucie prętów było bardzo



Rys. 29 (w. nat.). Próba zginania na gorąco pręta wykutego z blozka b, rys. 28.

utrudnione z powodu rozpadania się stali. Próba zginania na gorąco wykazała wybitną kruchość, co widać z rys. 29. Ucięte z prętów próby poddano hartowaniu w wodzie po poprzednim ogrzaniu do temperatury 880° C. Szlify zahartowanych prób pokazują rys. 30 a i b.



Rys. 30 ($\times 2$). Szlify próbek hartowanych prętów, wykutych z blozków, pokazanych na rys. 28.

Na powyższym obrazie widać, że zahartowanie (t. j. wytworzenie martenzytu) nastąpiło w obu próbach wielce nieregularnie, a małe ilości martenzytu rozrzucone są na całym przekroju próby. Obecność martenzytu na całym przekroju badanych prób świadczy, że stale, z powodu znacznej zawartości tlenu, były naogół ognio-wrażliwe. Natomiast wielka ilość umiejscowionych zgrupowań tle-

⁴⁾ W praktyce istnieją w zasadzie sposoby usunięcia plam powierzchniowych, jednak ze względu na ścisłość treści nie będą omawiane.

nowych w postaci tlenków (żużli) przeszkodziła zahartowaniu.

Ostatnie badanie popierałoby w sumie wszystkie wyłuszczone poprzednio zapatrywania.

Tlen dostawać się może do stali albo w postaci gazu z atmosfery panującej w piecu, albo w postaci tlenku podczas świeżenia, i w obu wypadkach może przejść w roztwór stały. Podczas desoksydacji przeprowadza się dalej lub mniej posunięte odtlnienie. Zasadniczą cechą zachowania się pozostałego w stali tleny będzie jego jakość, t. zn. — jaki to będzie rodzaj tlenku (czy FeO, MnO, SiO₂, czy Al₂O₃ lub t. p.).

Umiejscowione zgrupowania tlenowe mogą istnieć z różnych powodów:

1. Jeżeli desoksydacja jest gwałtowna, lecz trwa krótko, wtedy w pewnych miejscach może nie nastąpić odtlnienie. Takie miejsca będą bogatsze w tlen. Stan taki może zajść, jeżeli desoksydację przeprowadza się tuż przed lub podczas odlewania stali.

2. Podczas odlewu może nastąpić utlenienie strumienia stali i tlen w postaci tlenku dostaje się wtedy do wnętrza bloku. Szczególnie łatwo zajść może ten wypadek, jeżeli strumień jest zbyt cienki, lub gdy zostanie rozszczepiony (niestaranność podczas odlewu).

3. Tlen może się dostać do stali w postaci gazu, o ile zostanie podczas odlewu wessane powietrze.

Jestem zdania, że umiejscowionym zgrupowaniem tlenowym przypisać można również powstawanie struktury pasemkowej w żelazie kujnem. Przypisywanie tworzenia się struktury pasemkowej jedynie zawartości żużla nie znajduje potwierdzenia.

Liczne badania wykazały, że stal dobrze zdeoksydowana, choć czasami bogata w żużel, nie posiadała struktury pasemkowej, w przeciwieństwie do stali wolnej od żużla, lecz bogatej w tlen.

Sprawa powstawania struktury pasemkowej zostanie omówiona osobno, po ukończeniu badań.

Racjonalizacja przez zwiększenie prędkości wytwarzania^{*)}.

Napisał Inż. Edwin Hauswald, Profesor Politechniki Lwowskiej.

Jednym z najprostszyc sposobów nowoczesnej racjonalizacji wytwarzania jest zwiększenie prędkości przerobu zapomocą lepszej organizacji prac, umiejętnego planowania robót i wydawania dokładnych dyspozycji przez Biuro Organizacji (B O), starannego doboru materiałów, stosowania lepszych narzędzi, maszyn, uchwytów i urządzeń pomocniczych, oraz celowego grupowania maszyn, łącznie z ulepszaniem urządzeń i metod transportowych i t. d.

Wynikiem racjonalizacji powinno być zwiększenie produkcji dziennej i obniżenie kosztu wytwarzania każdej jednostki wyrobu.

Z dawniejszych prac wiadomo, że przeciętny koszt wytworzenia jednostki wyrobu (sztuki) składa się w najprostszym ujęciu z wydatków na materiały (m), robociznę (r) i jednostkowe koszty wspólne albo „ogólne” (o).

$$k = m + r + o \dots \dots (1)$$

Jeżeli przypuścimy, że w danym przypadku czas zatrudnienia oddziały, koszt materiału na jednostkę i konstrukcja przedmiotu pozostaną bez zmiany, a urządzenia technologiczne, mimo lepszego wyzyskania, nie będą wymagały nowych wkładów, wówczas zarząd pracowni może w pewnych granicach zmieniać prędkość przerobu, starając się o zmniejszenie rozchodu czasu na jednostkę wyrobu, a w następstwie tego zmieniać się też będzie koszt całkowity jednostki.

Zadaniem naszym jest wyjaśnienie praw ilościowych, wedle których zmieniać się będą koszty k w zależności od zmian czasów t , zużytych na jednostkę.

Przy systemie płacy od sztuki (płacy akordowej) koszt pracy bezpośredniej:

$$r = a = cT \dots \dots (2)$$

będzie stałym, bez względu na tempo wykonania roboty. Litera c oznacza podstawową stawkę płacy godzinnej, T zaś normalną liczbę godzin, potrzebną do wykonania zadania. Roboty akordowe wykonywa się zwykle w czasie krótszym od T , ale wynagrodzenie za sztukę nie ulega przez to zmianie.

Przy płacy czasowej (czasówce) i zużyciu faktycznym t godzin na jednostkę, koszt pracy będzie wprost zależny od długości czasu, bo

$$r = ct \dots \dots (3)$$

Koszt materiału na jednostkę pozostanie w obu przypadkach niezmienny.

Natomiast trzeci składnik, oznaczany literą o albo g , obejmujący koszty wspólne albo „ogólne” oddziały (wzgl. posterunku) na jednostkę, zmieniać się będzie proporcjonalnie do czasu zużytego (t).

Do tego działu należą wszystkie wydatki zakładu, których nie można doliczyć bezpośrednio do kosztów materiału albo robocizny.

Prędkość wytwarzania.

Chcąc zbadać związki między kosztami wytwarzania a czasem i prędkością, trzeba najpierw

^{*)} Referat wygłoszony na III Zjeździe Inż. Mech. Polskich w marcu r. b.

ustalić mało dotąd znane pojęcie „prędkości wytwarzania” (v).

Uczynimy to analogicznie jak w mechanice, gdzie średnią prędkością ruchu jest iloraz

$$\frac{\text{droga}}{\text{czas}} = \frac{s}{t}$$

W produkcji przemysłowej napotykamy nieraz urządzenia, z których gotowy produkt wychodzi z pewną wprost widoczną prędkością, dającą się zmierzyć w metrach na jednostkę czasu, którą może tu być sekunda, minuta albo godzina. Zjawiska tego rodzaju można widzieć w papierniach, przędzalniach, tkalniach i wielu innych zakładach.

Ogólnie jednak nazwiemy prędkością wytwarzania „stosunek ilości wyrobów do przynależnego czasu zużytego”.

$$v = \frac{x}{t} \dots \dots \dots (4)$$

Jeżeli zamiast dowolnej wartości t weźmiemy jakiś okres normalny T godzin, np. 1 dzień lub tydzień, a odpowiadającą mu normalną ilość wyrobów nazwiemy n , otrzymamy prędkość normalną:

$$v_n = \frac{n}{T} \dots \dots \dots (5)$$

Inna prędkość wystąpi wtedy, gdy w okresie normalnym T wykonamy zamiast n inną ilość produktów, dajmy na to x , albo też, co wyjdzie na to samo, do wykonania normalnej ilości zużyjemy inny okres czasowy t . Wtedy prędkość da się wyrazić w dwojaki sposób

$$v = \frac{x}{T} = \frac{n}{t} \dots \dots \dots (6)$$

z czego wynika znane już od 10 lat prawo sprawności i wydajności stosunkowej:

„Iloraz faktycznej ilości wyrobów (x) w czasie normalnym wykonanych do ilości normalnej (n) jest liczebnie równy sprawności (e), czyli stosunkowi czasu normalnego T do faktycznie zużytego t ”.

Pierwszy iloraz nazwałem w roku 1922 „wydajnością stosunkową” albo „dzielnością wytwórczą”, drugi zaś „sprawnością” (amer. efficiency):

$$\text{sprawność } e = \frac{x}{n} = \frac{T}{t} \dots \dots \dots (7)$$

Z równania (6) wynika nadto warunek stałości iloczynów:

$$(x t_1) = (n T_1) = \text{stałej} \dots \dots \dots (8)$$

Wielkość nazwaną powyżej prędkością można też uważać za rodzaj natężenia produkcji, za wydajność ilościową w jednostce czasu, albo wreszcie za pracę dokonaną w jednostce czasu, czyli „moc” (niem. Leistung, fr. puissance, ang. power).

Pozostając przy pierwszej nazwie, wprowadzamy następujące uproszczenie. Prędkość jest proporcjonalna do n i odwrotnie proporcjonalna do czasu t . Jeżeli przyjmiemy $n_1 = 1$, wówczas otrzymamy prędkość odpowiadającą jednostce wyrobu:

$$v_1 = \frac{n_1}{t_1} = \frac{1}{t_1} \dots \dots \dots (9)$$

$$\text{i prędkość normalną } v_n = \frac{n_1}{T_1} = \frac{1}{T_1} \dots \dots \dots (10)$$

Tym sposobem dostajemy bardzo prosty związek między prędkością a czasem oraz twierdzenie: „Prędkość wytwarzania jednostki jest odwrotnością czasu, zużytego na jednostkę wyrobu”.

Przykład 1.

Do wykonania pewnego zadania roboczego potrzebny jest okres normalny $T = 8$ godzin, czyli jeden „dzień roboczy”, w którym da się wykonać normalną ilość $n = 48$ sztuk. Normalna prędkość wytwarzania będzie wtedy według (5)

$$v = \frac{n}{T} = \frac{48}{8} = 6 \text{ jednostek na godzinę.}$$

Jeżeli przez lepsze prowadzenie robót potrafiemy wykonać normalną ilość w czasie krótszym, np. $t = 6$ godz., to nowa prędkość będzie wynosiła

$$v = \frac{n}{t} = \frac{48}{6} = 8 \text{ j/h.}$$

Pracując zaś dalej w tem samym tempie przez dwie godziny, aby utrzymać stałe wyzyskanie dnia roboczego, dorobilibyśmy jeszcze $2 \times 8 = 16$ sztuk, tak że wydajność dzienna byłaby równa:

$$x = 8 v = 64 \text{ jednostek na dzień.}$$

Sprawdzimy teraz, czy warunek stałego zatrudnienia jest spełniony i w tym celu obliczymy, ilu godzin trzeba było do wykonania jednostki przy różnych prędkościach. Przy normalnej prędkości trzeba było na wykonanie jednostki

$$T_1 = 1/6 \text{ godziny,}$$

przy nowej prędkości $t_1 = 1/8$ godz.

$$\text{Wówczas iloczyn } (n T_1) = 48 \frac{1}{6} = 8 \text{ godzin,}$$

$$\text{a iloczyn } (x t_1) = 64 \frac{1}{8} = 8 \text{ godzin.}$$

Sprawność e wynosi przy nowej prędkości

$$e = \frac{x}{n} = \frac{64}{48} = \frac{4}{3} = 1,33.$$

Do obliczania kosztów jednostkowych przy różnych czasach faktycznych dogodnym będzie nadto stosunek

$$e = \frac{t}{T} =$$

$$= \frac{\text{czas faktycznie zużyty do wykonania } n \text{ sztuk}}{\text{czas normalny dla } n \text{ sztuk}}, \quad (11)$$

który nazwałem stosunkowem „zużyciem” czasu (ang. time ratio).

Jest on, jak widać ze wzoru, odwrotnością sprawności

$$u = \frac{1}{e} \dots \dots \dots (12)$$

W danym przykładzie

$$u = \frac{6}{8} = 3/4.$$

Koszty wspólne (ogólne) na jednostkę.

Z zapisków księgowych znana jest roczna suma wydatków wspólnych każdego oddziału, albo nawet typowego posterunku. Jeżeli ją podzielimy przez ilość dni roboczych w roku, wynoszącą

w Polsce około 280, otrzymamy stałą kwotę dzienną W , którą do celów kalkulacji rozdzielić można:

1) na ilość jednostek x , wykonanych w danym okresie; wówczas koszt na jednostkę wypada

$$o = \frac{W}{x}, \dots \dots \dots (13)$$

a koszt normalny

$$o_n = \frac{W}{n} \dots \dots \dots (14)$$

2) albo też na ilość zużytych w tymże okresie *pracogodzin*, częściowo ludzkich, częściowo maszynowych (maszynogodzin). Iloraz nie da nam wprost kosztu o , lecz czynnik b , oznaczający liczbę złotych, obciążających jedną godzinę pracy. Każdy oddział, względnie typ posterunku roboczego, będzie miał inny czynnik b :

$$b = \frac{W}{\text{suma praco-godzin}} \dots \dots \dots (15)$$

Dla przykładu weźmiemy W przypadające na jedno tylko stanowisko, z jednym robotnikiem, który w ciągu dnia, czyli 8 godzin, wyrabiać powinien normalnie $n = 4$ jednostki, zużywając na jednostkę $T_1 = 2$ godziny czasu. Wtedy suma zużytych w ciągu dnia pracogodzin równa jest iloczynowi:

$$(n T_1) = 4 \times 2 = 8 \dots \dots \dots (16)$$

Gdyby jednak produkcja odbywała się z większą znacznie prędkością, tak że na 1 sztukę trzeba byłoby tylko 1 godziny czasu, a okres dziennego zatrudnienia, czyli „wyzyskania” stanowiska pozostałby stały, w takim razie wydajność dzienna

byłaby $x = \frac{8 \text{ godz.}}{1 \text{ godz.}} = 8$ sztuk, a iloczyn

$$(x t_1) \text{ byłyby } 8 \times 1 = n T_1 \dots \dots \dots (17)$$

Przy stałej wielkości kosztów dziennych $W = 16$ zł. dodatek godzinny b , obliczony z ksiąg przy pomocy wzoru (15)

$$b = \frac{W}{n T_1} = \frac{16 \text{ zł.}}{4 \times 2} = 2 \text{ zł. na godzinę,}$$

pozostanie stałym, jak długo dzienny czas wyzyskania lub zatrudnienia stanowiska (oddziału) się nie zmieni.

Do wyjaśnienia dalszych a zawiłych zależności użyjemy uproszczonego przykładu. Zamiast więc robić obliczenie dla całej pracowni i okresu miesięcznego, ograniczymy je do jednego stanowiska roboczego czyli posterunku, na którym pracuje jeden człowiek z płacą godzinną $c = 1$ zł. Robotnik ten wykonywa w ciągu 8-godzinnego okresu dziennego 4 jednostki za wynagrodzeniem akordowem 2 złotych od sztuki, zużywając przeciętnie $T = 8/4 = 2$ godziny na jednostkę. Jeżeli ma t e r j a ł y na jednostkę wyrobu kosztują $m = 2$ zł., a ciężar kosztów wspólnych lub ogólnych, przypadający na jeden dzień, wynosi np. 16 zł., to na jednostkę przypadnie $16/4 = 4$ zł., a na godzinę roboty d o d a t e k

$$b = \frac{W}{n T} = \frac{16}{4 \times 2} = 2 \text{ zł.}$$

Normalny koszt jednostki wyrobu będzie

$$k = m + a + o_n = 2 + 2 + 4 = 8, \dots \dots (18)$$

a normalne wydatki na produkcję w ciągu 8-godzinnego dnia byłyby

$$K = n k_n = 4 \times 8 = 32 \text{ zł.} \dots \dots (19)$$

2) Jeżeli teraz zwiększymy prędkość przez skrócenie jednostkowego czasu wytwarzania do połowy poprzedniego, czyli do 1 godziny, a równocześnie podniesiemy wydajność dzienną, produkując dalej przez pełnych 8 godzin, utrzymując więc pełne wyzyskanie czasowe posterunku, to ilość wyrobów podniesie się do $x = 8$ jednostek dziennie, podczas gdy suma godzin produkcji będzie równa iloczynowi $x t = 8 \times 1 = 8$. Warunek ten wyraża się algebraicznie równaniem: $8 \times 1 = 4 \times 2 = \text{stałej}$, podanem już pod l. (17).

Wynik opisanych zmian produkcji objawi się równocześnie w podwojeniu liczby wyrobów i zmniejszeniu kosztu jednostki do

$$k = 2 + 2 + 2 = 6 \text{ zł.} \dots \dots (20)$$

ponieważ ciężar kosztów ogólnych rozłożył się teraz na większą liczbę wyrobów i wynosi $o = \frac{16}{8} = 2$.

Wpływ czasu zatrudnienia na rentowność.

W życiu zakładów przemysłowych trzeba się jednak zawsze liczyć z możliwością zbytu towarów, a w częstych okresach depresji gospodarczej nie ma możliwości sprzedania dwukrotnie zwiększonej produkcji dziennej, skutkiem czego warunek pełnego wyzyskania czasu pracy nie da się już utrzymać, gdyż iloczyn ($x' t$) będzie mniejszy od ($n T$).

Rzeczywista ilość wyrobów na dzień będzie x' , odpowiednio do zmniejszonej liczby godzin zatrudnienia.

Tego rodzaju warunki istnieją obecnie w wielu gałęziach przemysłu włókienniczego, maszynowego i t. d., zmuszając zarządy fabryk do wprowadzenia skróconego tygodnia roboczego, skutkiem czego także przeciętna liczba godzin zatrudnienia dziennego obniża się z $7^{2/3}$ do 5 lub 6-ciu godzin. Wywołuje to poważne podrożenie jednostki wyrobu, co zobaczymy na przykładzie.

Przy k ł a d. Sześciogodzinny dzień pracy powoduje następujące zmiany. Pierwotna ilość normalna $n = 4$ obniży się przy czasie normalnym $T = 2$ do

$$n' = \frac{6 \text{ godz.}}{2 \text{ godz.}} = 3 \text{ jednostek.}$$

Normalny koszt wspólny wzrośnie z $o_n = 4$ zł. na

$$o'_n = \frac{W}{n'} = \frac{16}{3} = 5\frac{1}{3} \text{ zł.,}$$

ponieważ suma dziennych kosztów wspólnych dzieli się teraz na mniejszą ilość wyrobów.

Starając się mimo to o możliwie wydajną i tanią produkcję, przyjmiemy, że zarząd utrzymywac będzie określone poprzednio szybkie tempo wytwarzania, przy którym na jednostkę zużywa się tylko 1 godzinę. W ciągu 6-godzinnego dnia roboczego wyrobi się zatem $x' = 6/1 = 6$ jednostek, nie zmieniając podanego wynagrodzenia 2 zł. za sztukę.

Nowy koszt jednostki będzie teraz:

$$k' = m + a + o' = 2 + 2 + \frac{16}{6} = 2 + 2 + 2,67, \\ k' = 6,67 \text{ zł.}$$

Jest on wynikiem wzajemnego przeciwdziałania dwu wpływów: skrócenia dnia roboczego, które podwyższa koszty wspólne, i skrócenia czasu wytworzenia jednostki, które znowu te koszty obniża.

W dalszym ciągu tej pracy wprowadzę pojęcie „wyzyskania dnia roboczego”, oznaczone literą f oraz pewne uproszczone sposoby oznaczenia kosztów wspólnych zapomocą podanych tu wykresów i wzorów.

Wykresy zmienności kosztów wspólnych.

W referacie ogłoszonym w „Przeglądzie Techn.”, 1929, str. 260, wykazałem, że całkowite koszty produkcji jednostki zależą przy systemie płacy akordowej od czasu t , który wpływa bezpośrednio i wyłącznie na zmianę kosztów wspólnych, podczas gdy koszty jednostkowe m i r pozostają niezmiennione. Inaczej ma się rzecz przy płacy czasowej lub premijowej, o których obecnie mówić nie będziemy.

W danym przypadku ułatwić sobie można rozważania, ograniczając się do studjowania zmienności samych tylko kosztów wspólnych (o).

Zależnie od tego, czy przedstawimy zależność kosztów o od wielkości dziennej produkcji, t. j. od x , albowież od „prędkości” v wedle równania (7), w którym $v = x/T$, czy też od stosunkowego zużycia czasu na jednostkę, t. j. od liczb „ u ”, otrzymamy na rys. 1 hyperbolę $o = \left(\frac{W}{x}\right)$, na rys. 2 zaś — linje proste $o, o' \dots$.

Oba wykresy są ze sobą rzutowo związane, a odpowiadające sobie punkty 1, 2 i 3 połączone linjami kreskowanymi.

Linja (o) na wykresie 1 jest ważna dla jakiegokolwiek produkcji dziennej, bez względu na czasowe wyzyskanie dnia roboczego, ponieważ związek $o = \frac{W}{x}$ nie zawiera w sobie czynnika czasu.

Linję prostą (o) na rys. 2 otrzymujemy na podstawie związku

$$o = b t = b T u, \dots (21)$$

podanego już w referacie poprzednim (P T, 1929, 259 i t. d.), a polegającego na znanem z praktyki spostrzeżeniu, że ciężar kosztów wspólnych na jednostkę wyrobu zmienia się proporcjonalnie z czasem zużytym na jednostkę.

Obliczenie czynnika b , zwanego dodatkiem godzinowym, z dawnym oznaczeniem literą „ d ”, odbywa się przez podzielenie znanej z zapisków fabryki przeciętnej sumy dziennych kosztów wspólnych posterunku (oddziału) W przez sumę pracogodzin zużytych również w ciągu dnia.

Zależnie od rodzaju posterunku, wchodzi tu w grę albo godziny pracy człowieka, albo też tak zwane „maszynogodziny”.

Jeżeli w naszym przykładzie 1 obliczymy b dla normalnej wydajności ilościowej $n = 4$, przy $W = 16$ i normalnej liczbie godzin $n T = 4 \times 2 = 8$, to otrzymamy stałą wartość: $b = \frac{W}{n T} = \frac{16}{8} = 2$ zł. na godz., która będzie ważna, jak długo poste-

runek (oddział) zajęty będzie przez tę samą liczbę godzin na dzień, to znaczy, dopóki iloczyn ($x t$) będą równy pierwotnemu zatrudnieniu czasowemu ($n T$), np. przez 8 godzin dziennie.

W razie wprowadzenia skróconych dni roboczych, zmniejszy się także liczba godzin zatrudnienia, równa tu iloczynowi ($x' t_1$), a skutkiem tego wzrośnie ciężar kosztów wspólnych na godzinę. Np. dla nowej normy 6 godzin i $n' = 3$ wypadnie inny koszt normalny:

$$o' = \frac{W}{n'} = \frac{16}{3} = 5,32.$$

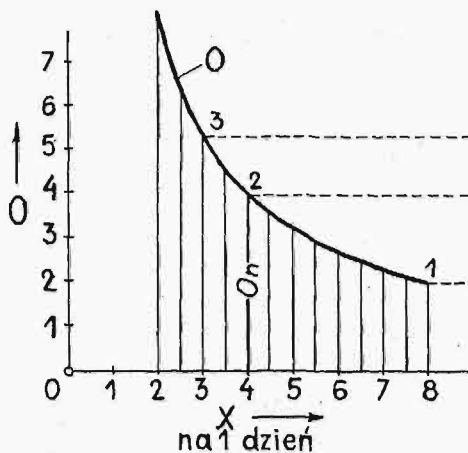
Zmienność nowych kosztów o' pokazuje wtedy linja kreskowana (o').

Wykres na rys. 3 jest geometrycznym obrazem wzorów typu (1) i (18), pokazującym wyraźnie, jaki wpływ wywierają zmiany jednostkowego czasu wytwarzania, tak przy płacy akordowej (prosta k_a), jak czasowej (prosta k).

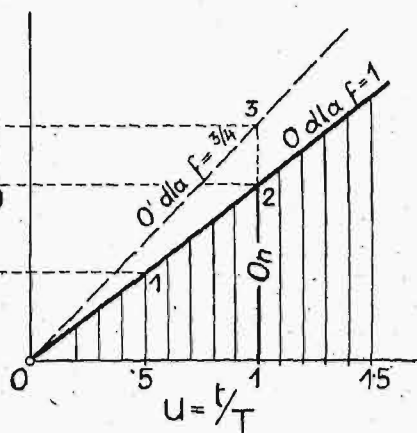
Na osi X odcina się zamiast okresów czasowych t w godzinach, stosunki czasów faktycznie zużytych do normalnych, t. zn. $u = t / T = n / x$; na osi zaś Y , zamiast poszczególnych kwot, odsetkowe liczby kosztów, odniesione do kosztu normalnego, równego 100 jednostkom.

Koszty normalne otrzymujemy z zapisków księgowych, wybierając do tego celu miesiąc, w którym dany oddział osiągnął swą najlepszą sprawność produkcji, przy pełnym stopniu zatrudnienia odnośnego działu fabrykacji, dzięki czemu koszt taki przyjąć można jako realną i stosunkowo korzystną normę także na przyszły okres produkcyjny.

Na wykresie 3 przyjęto tak określony koszt normalny równy 100 jednostkom, a to w tym celu, aby zmiany kosztów, spowodowane różnymi zużyciami czasu na jednostkę, można było odczytywać w odsetkach kosztu normalnego. Hyperbola (e)



Rys. 1. Wykres (ox).
Rzędne podają koszty wspólne o na jedn.
Odcięte ilości x wyrobów na 1 dzień.



Rys. 2. Wykres (ou).
Rzędne podają koszty o ,
odcięte — stosunki czasów
 $u = \frac{t}{T} = \frac{1}{e}$.

Produkcja normalna $x = n = 4$ jedn. odpowiada wartości stosunku $u = 1$. Kosz normalny $o = 4$ zł.

podaje prawo zmian sprawności przy różnych wartościach zużycia czasu.

Przyjawszy na podstawie znanych już wywodów, że koszt jednostki wyniesie przy płacy akordowej: $k = m + a + b T, \dots (22)$

plący czasowej: $k = m + (c+b) t$, . . . (23)
 podczas gdy koszt normalny $k = m + cT + bT =$
 $= m + (c + b) T$ (24),

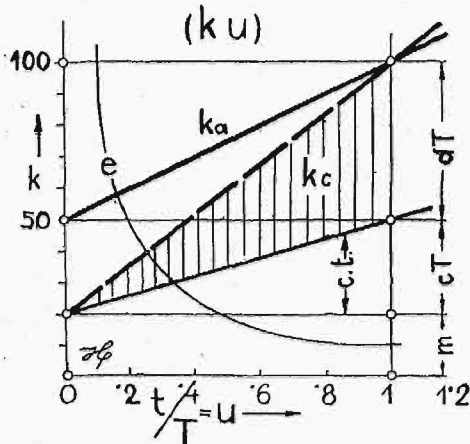
przeliczamy daty otrzymane z kalkulacji na liczby odsetkowe, odniesione do k_n jako normy 100.

Na wykresie podano dla przykładu procentowy koszt materiału: $m\% = \frac{20}{100} k_n$,

robocizny akordowej $a\% = cT = \frac{30}{100} k_n$,

a dodatku na koszty ogólne lub wspólne, zależne od czasu zużytego na wykonanie jednostki, a więc według relacji ogólnej $o = b t$. Stawkę normalną $o_n = b T$ oblicza się dla prędkości normalnej, czyli dla stosunkowego zużycia czasu $t/T = 1$.

Na podstawie notatek o trwaniu czasów zużytych t i znajomości czasu normalnego T , które



Rys. 3. Wykres uniwersalny (ku).

Rzędne przedstawiają koszty w %% kosztu normalnego. Odcięte podają różne wartości stosunku $u = t/T = n/x$.
 (k_a) jest linią kosztów przy akordzie $a = cT$.
 (k) " " " " " płacy czasowej ($c t$).
 "Zamiast $d T$ mamy w tekście $b T$."

posiadamy z zapisków wspomnianego wyżej miesiąca roku przeszłego, możemy dla każdego okresu t obliczyć stosunek u .

Dla takich założeń i danych, linia prosta k ogranicza przebieg kosztów przy płacy akordowej; prosta k przy systemie płacy czysto czasowej, tak prowadzonej, że w razie zużycia na daną robotę czasu akordowego T , koszt wynagrodzeń robotniczych będzie ten sam, co dla akordu, t. zn. $r_1 = cT$.

Z wykresu tego można wprost odczytywać nowe koszty produkcji jednostki dla każdego zużycia czasu, które oczywiście może być mniejsze lub większe od normalnego $u = 1$. Po prawej stronie tej wartości normalnej daje najniższe koszty system akordowy, po lewej zaś — system płacy czasowej bez premii.

Z wykresu 3 widać także teoretyczne, w praktyce nieosiągalne minimum kosztów, odpowiadające wartości u równej zero. Wynoszą one przy płacy od sztuki $k_o = m + a$, a przy płacy czasowej $k_o' = m$.

Godne uwagi są niezwykle zalety ekonomiczne systemu płacy czasowej w tych przypadkach, w których dzięki sprężystemu działaniu Biura Organizacji robót, albo też mechanicznemu podsuwaniu zadań roboczych, jak to się dzieje przy produkcji ciągłej z użyciem transporterów, zapewnić sobie można wysoką prędkość wytwarzania, niezależnie od woli pracowników.

Przyrząd kalkulacyjny. Do studjowania zmian w kosztach, sporządził autor prosty przyrząd, składający się z tablicy, opatrzonej podziałką kratkową, i linii, obracalnej około czopka, umocowanego na górnym końcu rzędnej, oznaczającej koszt normalny.

Linję tę nachyla się wedle potrzeby, na podstawie danych kalkulacji, odnoszących się do odsetkowych kosztów materiałów, pracy i dodatków na koszty wspólne, z uwzględnieniem zastosowanego w danym przypadku systemu płacy.

Wywód teoretyczny.

W omówionych tu zagadnieniach występuje ogółem o s i e m zmiennych składników, które trzeba ująć w ściśle określenia, znaki i wzory matematyczne, uwzględniając przytem zarówno normalny, jako też zredukowany stopień wyzyskania tygodni roboczych.

Zatrzymując podane już znaki i wzory, mamy dla pełnego dnia roboczego (8 godzin) x lub n wyrobów, W zł. dziennych kosztów wspólnych i koszty wspólne na jednostkę:

$$o = \frac{W}{x}, \text{ wzgl. } o_n = \frac{W}{n}$$

Ze stosunku tych wielkości mamy:

$$\frac{o}{o_n} = \frac{n}{x} = u = \frac{1}{e} \dots (24)$$

i dowolne

$$o = o_n \frac{n}{x} = o_n u = \frac{o_n}{e} \dots (25)$$

Dodatek godzinny b jest „ilorazem sumy kosztów wspólnych, przypadających na pewien okres roboczy (dzień, tydzień lub miesiąc), i sumy godzin pracy w tymże okresie czasowym zużytych.

W prostszych przykładach ta suma pracogodzin jest też równa iloczynowi z normalnej ilości wyrobów i czasu wzorcowego T_1 , a więc równa nT_1 . Wówczas

$$b = \frac{W}{nT_1}; \dots (26)$$

stąd

$$bT_1 = \frac{W}{n} = o \dots (27)$$

Dla stałego wyzyskania dnia, wzgl. tygodnia roboczego:

$$x t_1 = n T_1, \\ b = \frac{W}{x t_1} = \frac{W}{n T_1};$$

stąd

$$b t_1 = \frac{W}{x} = o \dots (28)$$

Dla zmiennego stopnia wyzyskania lub zatrudnienia mamy przy tem samym n, T_1 i t_1 inne x' , niż poprzednio.

Wtedy iloczyn ($x' t_1$) nie jest równy ($n T_1$), ale $x' t_1 = f (n T_1)$ (29)

$$\text{Stosunek } f = \frac{x t_1}{n T_1} \dots (30)$$

albo ogólniej

$$f = \frac{\text{istotnej sumie pracogodzin dziennie}}{\text{do normalnej sumy pracogodzin dziennie}}$$

nazwiemy stopniem wyzyskania okresu roboczego, albo krócej „wyzyskaniem” okresu roboczego. Gdy np. normalny tydzień ma w Polsce 46 godzin, ale fabryka pracuje przejściowo tylko przez 3 dni po 8 godzin, czyli 24 godz. w tygodniu, wtedy $f = \frac{24}{46} = 0,52$.

Podczas normalnego wyzyskania tygodnia, koszty wspólne na jednostkę były:

$$o = b t = b T u; \dots (31)$$

przy nowem „wyzyskaniu” czasowem wzrosną one na

$$o' = \frac{b t_1}{f} = b T_1 \frac{u}{f} = o_n \frac{u}{f} \dots (32)$$

Przy podanej wartości $f = 0,52$, byłoby $o' = 1,95 o$.

Wzór (32) pozwala na bezpośrednie obliczenie kosztów wspólnych przy dwu zmiennych u i f .

Gdyby np. stawka normalna kosztów wspólnych była $o_n = b T = 4$, stosunkowe zużycie czasu na jednostkę było $u = 0,75$, a wyzyskanie tygodnia roboczego wynosiło $f = 0,6$, to nowy koszt obliczyć możemy:

$$o' = o_n \frac{u}{f} = 4 \frac{0,75}{0,6} = 5 \text{ zł.}$$

Ogólnie ważne wzory i wykresy.

$$k = m + r + \frac{W}{x} \dots (33)$$

$$k = m + r + o_n \frac{u}{f} \dots (34)$$

Obok tego można, przez stosowną interpretację wielkości: n, x, u', e' , używać wzoru

$$o = b t = b T u' = o_n u'. \dots (21)$$

oraz

$$k = m + r + o_n u'. \dots (35)$$

do obliczenia kosztów k przy jakimkolwiek stopniu wyzyskania tygodnia roboczego, podczas gdy wzór (33) służyć będzie do kontroli.

W tym celu ustalić musimy, że

n oznaczać ma zawsze normalną ilość wyrobów w ciągu 8-godzinnego dnia roboczego, (dla $f = 1$);

x oznacza faktyczną ilość wyrobów na dzień o dowolnej liczbie godzin;

$u' = \left(\frac{n}{x}\right)$ według ostatnio podanych definicji, czem n odnosi się również do 8-godzinnego e' (sprawność) oznacza stosunek x/n , przy-
dnia.

Krótko mówiąc, za podstawę obliczenia stosunków trzeba zawsze brać produkcję normalną (wydajność dzienną) pełnego 8-godzinnego dnia, a nie skróconego okresu; dla x zaś ilość faktyczną na dzień, bez względu na jego stopień wyzyskania.

W takim razie wzory (21) i (35) dadzą od razu dobre wyniki, bez użycia liczby f .

Przy tej samej interpretacji powyższych symboli, także wykresy rys. 2 i 3 dawać będą bezpośrednio poprawne wyniki.

Dla zakładów o ruchu nieprzerwanym, jak np. elektrownie, zakłady chemiczne i t. p., jednostką podstawową będzie jedna doba.

Przykład. W 8-godzinnym okresie dziennym normalna produkcja była $n = 48$ jedn. Dzienny ciężar kosztów wspólnych $W = 192$ zł. Normalny koszt spólny na jedn:

$$o_n = W/n = 192/48 = 4 \text{ zł.}$$

Następnie musiano skrócić wyzyskanie dnia do średnio 4 godzin dziennie, przyczem faktyczna produkcja była $x = 32$ jedn.

Ile będzie wynosił nowy składnik kosztów wspólnych o' ?

$$o' = o_n \cdot u' = 4 \left(\frac{n}{x}\right) = 4 \frac{48}{32} = 6 \text{ zł.,}$$

ponieważ $u' = \frac{n \text{ dla } 8 \text{ godzin}}{x} = 48/32 = 1,5$.

Przy tak obliczonej wartości stosunku u , można kwotę $o = 6$ zł. odczytać także z wykresu 2 na grubo wyciągniętej linii (o).

Do sprawdzenia użyjemy najlepiej związku:

$$o' = \frac{W}{x} = \frac{192}{32} = 6.$$

Liczenie przy pomocy sprawności e' .

Korzystając z relacji $u' = 1/e'$ wstawiamy do wzoru (35) ułamek $1/e'$ w miejsce u' i otrzymujemy

$$k = m + r + \frac{o_n}{e'} \dots (36)$$

Ze względu na znaczenie poprawnej teorii kosztów przemysłowych dla praktyki, zwłaszcza w ciężkich okresach depresji gospodarczej, pragnąłbym, aby sprawą tą zajęli się kierownicy zakładów przemysłowych, podobnie jak się to stało w roku 1924, po ogłoszeniu mej broszury pod tyt. „Koszt wytwarzania w przemyśle” i w 1925 r. — „Wpływ wydajności i stopnia zatrudnienia na rentowność”.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

Wzmocnienie gruntu zapomocą środków chemicznych.

W ostatnich czasach stosuje się do wzmocnienia gruntu sposób dr. inż. Joosten'a, polegający na tem, że w grunt zapuszcza się odpowiednie materiały chemiczne (bliżej nieokreślone — przyp. spr.). Warunkiem możliwości osiągnięcia wyniku dodatniego jest zawartość kwarcu w cząstkach gruntu.

Sposób upodabnia się do zjawisk w naturze, wskutek których działania kwasów i soli, znajdujących się w ziemi, w ciągu tysiąca lat wytworzyły piaskowce, lub konglomeraty.

Niezbędne materiały doprowadza się do wzmocnianego gruntu w takiej ilości, że skamienienie następuje w ciągu dwu minut. Stwardniały grunt posiada wytrzymałość na ciśnienie 35 do 40 kg/cm^2 i może być natychmiast obciążony. Domieszka gliny w gruncie nie wpływa na wynik utwardniania. Również jest bez znaczenia, czy warstwy wzmocniane znajdują się nad lub pod poziomem wody gruntowej.

Ten sposób wzmocniania gruntu daje zupełnie nowe możliwości wykonywania budowy w ziemi. Szczególnie wytworzenie skamienienia gruntu jest dogodnie, gdy wskutek budowy nie powinny być odciągane z gruntu jego części składowe. Można go używać nie tylko do wzmocnienia gruntu

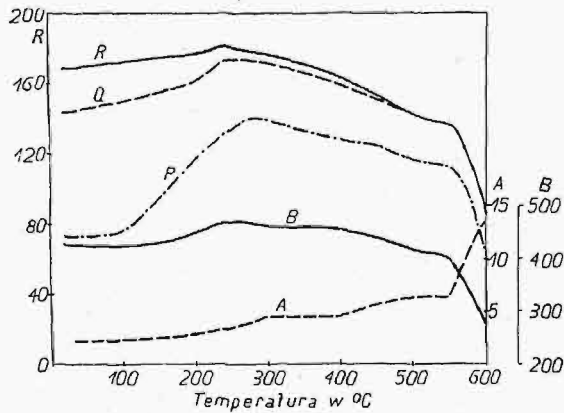
przy wykonywaniu nowych budowli, lecz i pod istniejącymi, np. pod filarami mostowymi. Ponieważ nasycony sposobem Joosten'a materiał jest prawie nieprzenikliwy dla wody, więc można go stosować do zabezpieczenia od przesiąkania wody ścian z cegły i betonu, wtlaczając omawiane środki chemiczne. (S i e m e n s - B a u n i o n. 1929. Nr. 1 z 3 rys.)
lg.

METALOZNAWSTWO.

O pewnych właściwościach ciągniętych na zimno i następnie odpuszczonych drutów stalowych.

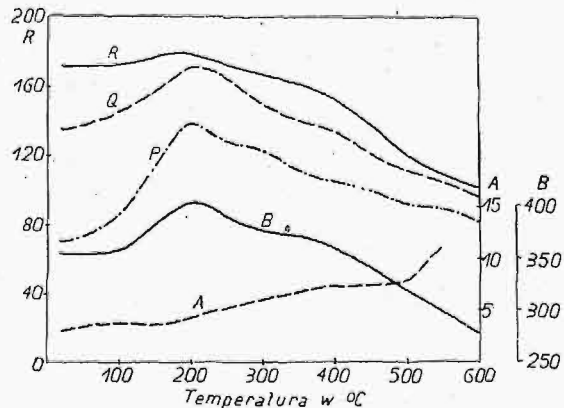
S. H. Rees z Woolwich badał dwa gatunki stalowych na zimno ciągniętych drutów: czysto węglisty* i chromowo-wanadowego (Cr = 1,11%; C = 0,42%; V = 0,2%) przeciąganych z przekroju $9,5 \times 5,4 \text{ mm}$ do $6,4 \times 1,5 \text{ mm}$, a potem odpuszczonych w ciągu 1 godz. w temperaturach 100 — 600°.

Wyniki badań mechanicznych zestawiono na wykresach 1 i 2. Wskazują one na możliwości zjawisk starzenia



Rys. 1.

się w czasie leżenia ciągniętych na zimno drutów. Samoumocnienie wskutek starzenia się może zachodzić zarówno w temperaturach zwykłych, choć zbyt powoli, jak i w t-rach nieco podwyższonych (do 200°) — z coraz bardziej zwiększającą



Rys. 2.

się szybkością. Jednak S. H. Rees o tem nie wspomina. Natomiast spostrzegł autor, że granica proporcjonalności, zbyt niska w stalach ciągniętych na zimno, podnosi się znacznie po odpuszczaniu w temperaturze 200° w ciągu 1 godziny; również znacznie, chociaż nieco mniej od poprzedniej, zwiększa się w podobnych wypadkach i granica płynności. W tych samych wypadkach (odpuszczenie przy 200°) podnosi się nieco twardość; natomiast wytrzymałość podnosi się zbyt nieznacznie.

Ciekawe są spostrzeżenia S. H. Rees'a co do zmian gęstości i długości drutów ciągniętych na zimno po wyżarzaniu:

*) Iron and Steel Inst., 1923, II, 273/83.

| T-ra odpuszczania w ciągu 1 godz. | Cr - V - stalowy drut | | | Węglisty stalowy drut | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | Gęstość | Przyrost gęstości % | Przyrost długości % | Przyrost gęstości % | Przyrost długości % |
| Na zimno | | | | | |
| ciągnięty | 7,813 | — | — | — | — |
| 200° | 7,814 | 0,01 | 0,02 | — | 0,05 |
| 250 | 7,816 | 0,04 | 0,035 | 0,08 | 0,09 |
| 350 | 7,822 | 0,11 | 0,07 | 0,10 | 0,12 |
| 450 | 7,831 | 0,23 | 0,11 | 0,14 | 0,13 |
| 550 | 7,827 | 0,18 | 0,13 | 0,17 | 0,12 |
| 650 | 7,835 | 0,28 | 0,17 | 0,22 | 0,11 |
| 750 | 7,839 | 0,33 | — | — | — |

Próby na gięcie i obciążenia trwałe ($78,8 \text{ kg/mm}^2$) w temperaturach podwyższonych wykazały, że stal chromowo-wanadowa w zastosowaniu do wyrobu ciągniętych na zimno drutów ma znaczną przewagę nad stalą czysto węglistą. (J. Iron and Steel Inst., 25 — 27.IX.1928 Bilbao w Hiszpanii).
I. F. - Cz.

MOSTOWNICTWO.

Kratowy most kolejowy z połączeniami spawanymi.

Połączenia spawane znajdują, jak wiadomo, coraz większe zastosowanie w konstrukcjach mechanicznych różnego rodzaju, rozwijając się szczególnie w St. Zjedn. Am. Półn., Francji, Szwajcarii, Niemczech i in. krajach Europy zachodniej, o czym niejednokrotnie już na łamach naszych wspominaliśmy.

Jednym z pionierów tego rodzaju budowy jest w St. Zjedn. T-wo Westinghouse Electric Co, które niedawno wzniosło w Sharon 5-piętrowy budynek, z całkowicie spawanym szkieletem żelaznym. Pomysłowe wyniki szeregu tego rodzaju prób skłoniły wytwórnictwo do wykonania w ten sposób kratowego mostu kolejowego, o rozpiętości 40 m, ponad kanałem, na bocznicę kolejowej we własnych zakładach w Chicopee Falls, Mass. Most ten, w którym wszystkie połączenia węzłowe uskutecznione są przez spawanie, jest konstrukcją nader śmiałą, jeśli zważymy, że poddany jest znacznym obciążeniom ruchomym, uderzeniom podczas przeciągania się kół parowozowych i wagonowych na stykach szyn i t. d.

Most w Chicopee Falls zawiera jedno tylko przesło kratowe, typu Warren; długość każdej z belek wynosi 41 m, szerokość mostu 5,20 m, wysokość zaś między dolnymi krawędziami górnej i dolnej belki — 7,50 m. Wszystkie pręty tworzące przesło posiadają kształt zwykłych profili żelaznych. Belki kształtu korytkowego wogóle nie były używane.

Poszczególne przekroje obliczono na zwykłe naprężenia dopuszczalne, miejsca spawane zaś liczone były na podstawie danych doświadczalnych, uprzednio już zgromadzonych przez wytwórnictwo; w szczególności starannie wybierano rodzaj spawania dla każdego z połączeń.

Most zmontowano na brzegu kanału, aby nie przeszkadzać ruchowi statków, i dopiero w czasie przerwy żeglugi w końcu tygodnia zainstalowano go przy pomocy dźwigów i pośpiesznie wzniesionych rusztowań. Po ułożeniu szyn, poddano most obciążeniu próbnemu, przyczem próba wypadła zupełnie pomyślnie, wobec czego oddano do użytku ten pierwszy na świecie kolejowy most spawany. (Bulletin de l'Assoc. du Congrès des Chemins de fer, grudzień, 1928).

SPROSTOWANIE.

W artykule „Polska na progu nowego dziesięciolecia” w Nr. 6—7 Przegl. Techn. wkradła się omyłka poniższa: Str. 225, łam prawy, wiersz 20 od dołu powinno być 5,3 : 1 zamiast 53 : 1, wskutek tego na str. 226 w łamie lewym w wierszu 30 od góry powinno być: „w cenie wynoszą 4,3 na 5,3, a zaledwie 1 na 5,3 sta...”