

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Współczesne kierunki rozwoju silników Diesel'a, nap. Inż. Kunstetter  
 O jasnych plamach na przełomie próbek stalowych, nap. Inż. T. Malkiewicz, Zakład Doświadczalno-Badawczy Huty Pokoju.  
 O przyczynach urywania się haków (dok), nap. Inż. Z. Jasiewicz, Kraków, Akademia Górnicza.  
 Przegląd pism technicznych.  
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

## SOMMAIRE:

Tendances actuelles dans la construction des moteurs à combustion interne (à suivre), par M. J. Kunstetter, Ingénieur.  
 Sur les taches claires aux surfaces de rupture des barres en acier, par M. T. Malkiewicz, Ingénieur, Institut Experimental de l'usine Friedenschütte.  
 Sur les causes de la rupture des crochets, (suite et fin) par M. Z. Jasiewicz, Ingénieur, l'Académie des Mines de Cracovie.  
 Revue documentaire.  
 Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

## Współczesne kierunki rozwoju silników Diesel'a.

Napisał Inż. J. Kunstetter.

Od powstania pierwszych zdalnych do trwałej pracy użytecznej silników wysokoprężnych dzieli nas ok. 28 lat. Poprzedzający prawie 7-letni okres pochłonęły badania wstępne oraz budowa pierwszych silników, które — choć wypróbowane w wytwórni — początkowo zupełnie zawiodły przy zetknięciu z wymaganiami przemysłu. Podziwu godna wytrwałość twórców silnika i nieszczędzenie środków pieniężnych przez przemysł niemiecki sprawiły, że na przełomie XIX i XX stulecia zwycięstwo zostało ugruntowane.

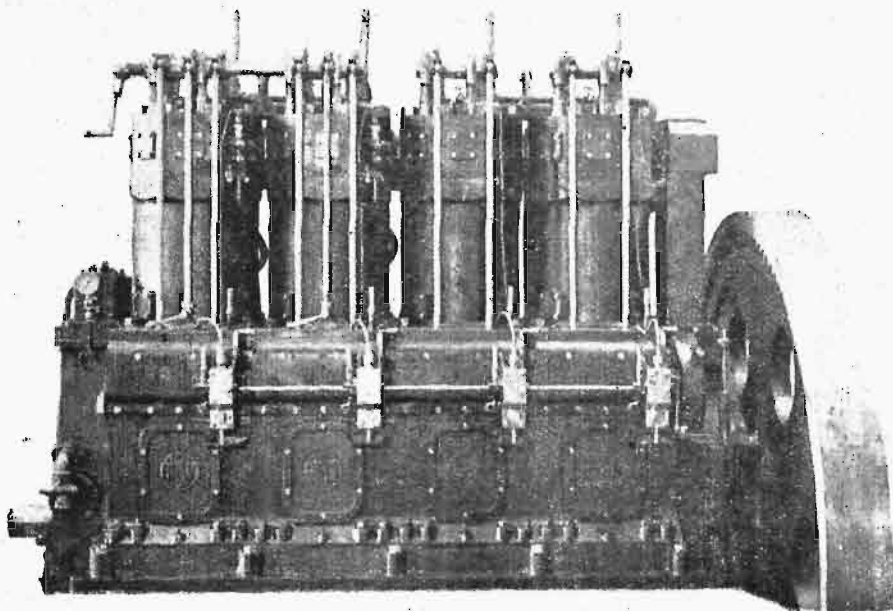
W ciągu tych 28 lat silnik Diesel'a dokonał stosunkowo ogromnej ewolucji konstrukcyjnej zarówno w kierunku poziomym — opiewając coraz to nowe dziedziny zastosowań, jak i w kierunku pionowym — podnosząc granice mocy poszczególnych jednostek.

Chcąc rzucić okiem na współczesne tendencje rozwojowe, musimy rozgraniczyć ważniejsze dziedziny zastosowań silników, gdyż pomimo pewnych cech wspólnych drogi ich rozwoju z natury rzeczy rozchodzą się. Będziemy mieć zatem do czynienia z nast. kategorjami silników:

- I. Silniki stałe (przemysłowe i zespoły elektryczne);
- II. Silniki komunikacyjne:
  - a) do żeglugi: nawodnej i podwodnej,
  - b) do komunikacji lądowej: lokomotywy, samochody,
  - c) do żeglugi napowietrznej.

Zgóry zaznaczyć należy, że nawet w dziedzinie silników przemysłowych ewolucja była tak znaczna, że obecne silniki samym wyglądem swym przeważnie zupełnie nie przypominają swych prototypów z początku stulecia; zmiany te w mniejszym stopniu były podyktowane dążeniem do ulepszeń technicznych — gdyż prototypy te pracują dotąd w wielu wypadkach zadawalniająco i ekonomicznie — natomiast główną rolę odegrały względy gospodarcze i komunikacyjne, t. j. dążność do coraz tańszej budowy w stosunku do mocy.

Jeżeli zatrzymamy się narazie na silnikach mniejszych i średnich, t. j. poniżej 1000 KM, to spotkamy b. znaczną różnorodność typów: poziome i pionowe, czterosuw i dwusuw, wolnobieżne i szybkobieżne, o ilościach cylindrów od 1 do 6.



Rys. 1. Nowoczesny silnik bezsprężarkowy 200 KM, 300 obr./min (Ursus).

Przewaga typu bezsprężarkowego nad dawniejszym sprężarkowym jest w tej kategorii silników coraz powszechniejsza.

Niektóre typy, powstałe z kombinacji cech powyższych, wykazują żywsze tendencje rozwojowe, inne — słabsze.

Zaczynając od silnika pionowego 4-suwowego, stwierdzimy systematyczne zanikanie typów wolnobieżnych na korzyść przyspieszonych, tak np.

Wynikiem dążenia do zmniejszenia ciężaru silnika na jednostkę mocy było zupełne prawie zarzucenie dawniejszego typu konstrukcyjnego (oddzielne cylindry przymocowane do podstawy); zastąpiła go konstrukcja skrzynkowa, zbliżona do silnika samochodowego, przyczem części lżejsze są prawie zawsze odciążone, siły wybuchu przenoszą specjalne ściągacze kute, sięgające częstokroć od głowicy aż do podstawy silnika.

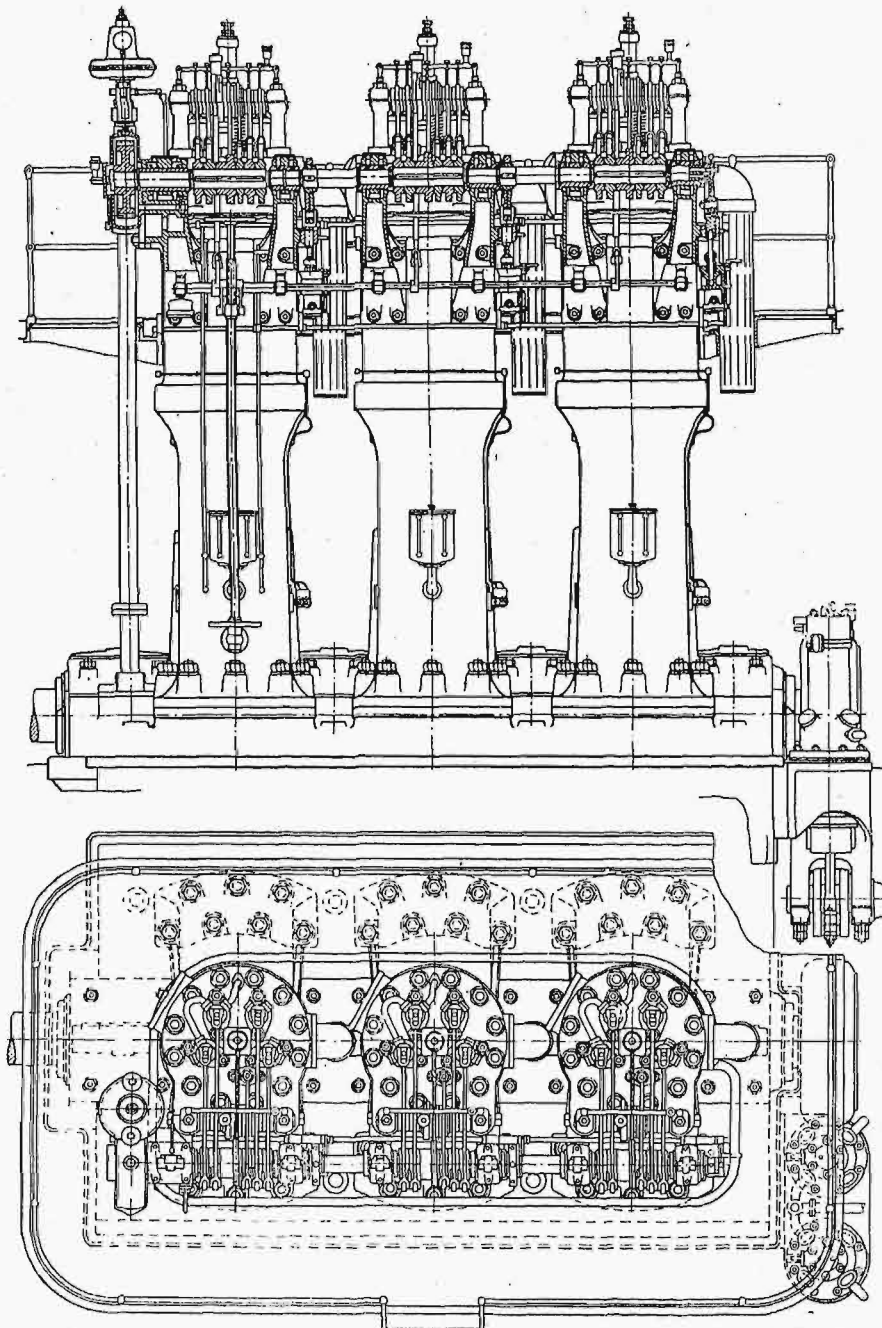
W związku ze wzrostem liczby obrotów i budową zamkniętą pozostaje powszechne przejście do systemu smarowania pod ciśnieniem, które do niedawna jeszcze było wyjątkiem w silnikach stałych. Powyżej ok. 125 KM w cylindrze dochodzi z reguły wodne chłodzenie tłoków.

Przechodząc z kolei do silników pionowych dwusuwowych, znajdujemy dość wyraźnie zaznaczone rozgraniczenie między silnikami małymi a większymi. Pierwsze muszą być najprostsze i jak najtańsze, a zatem bez osobnej pompy przedmuchowej, którą zastępuje skrzynia korbowa. Silniki tego typu buduje szereg wytwórni; górną granicę mocy stanowi ok. 50 KM w cylindrze (wyjątkowo więcej); liczby obrotów spotykamy w granicach od 300 do 500 na *min*. Można wyrazić przypuszczenie, że ten dość prymitywny typ nie uzyska szerszego rozpowszechnienia w jednostkach powyżej 25 KM w cylindrze. Poważne ulepszenie wprowadzone w tej kategorii silników polega na takim układzie kanałów przedmuchowych, który pozwala usunąć charakterystyczny grzbiet (przegrodę) na powierzchni tłoka, a tem samem nadaje przestrzeni dawkowej korzystniejsze z termicznego punktu widzenia ukształtowanie.

Niektóre wytwórnie ulepszą warunki zasilania cylindra powietrzem nawet w silnikach o mocy poniżej wspomnianej granicy 50 KM

w cylindrze, wprowadzając bądź osobną sprężarkę przedmuchową (tłokową lub — rzadziej — wirnikową), bądź stosując tłoki dwustopniowe, bądź wreszcie zapomocą budowy z krzyżulcami, oddzielając dolną część cylindra od skrzyni korbowej.

Ilość wytwórni budujących silniki dwusuwowe większe — z racjonalnym przedmuchi — jest b. nieznaczna w porównaniu ze zwolennikami 4-suwu; nie znaczy to jednak, aby sprawa niższ-



Rys. 2. Silnik wolnobieżny 450 KM, 155 obr./min (MAN, 1905 r.).

50-konny cylinder od 170 obrotów prototypu doszedł obecnie do 300 obr./min jako norma, a niejednokrotnie znacznie więcej; 100-konny cylinder — do 215 — 250 obr./min, zamiast poprzednich 160.

Silniki te budowane są w swej najprostszej postaci, t. j. o działaniu pojedynczym, bez krzyżulca, mniej więcej do 250 KM w cylindrze, przyczem liczba obrotów w pobliżu górnej granicy wynosi zwykle ok. 200 na *min*.

ści dwusuwu w omawianych granicach mocy (t. j. do 1 000 KM) była już rozstrzygnięta ostatecznie.

Wspomnieć tu jeszcze należy o silnikach z tłokami przeciwbieżnymi (syst. Jukersa), posiadających poważne zalety natury termicznej i dynamicznej (zrównoważenie); dziwnem się może wydawać, że w swej ojczyźnie — w Niemczech — typ ten znalazł mniejsze rozpowszechnienie, niż np. w Anglii, gdzie budowany jest w dużych jednostkach jako maszyna okrętowa.

Podobnie jak dwusuw ustępuje ilościowo 4-suwowi w omawianej dziedzinie zastosowań, tak i budowa pozioma ustępuje pionowej. Z punktu widzenia racjonalnego wytwarzania, silniki poziome ustępują pionowym; te ostatnie są zawsze znacznie lepsze, dopuszczają większe liczby obrotów oraz pozwalają na zastosowanie dowolnej ilości cylindrów, a zatem mniejszą ilością modeli ogarniają znacznie szerszy zakres mocy. Zazwyczaj większe wytwórnie budują obydwa typy, stosując poziomy układ do jednostek mniejszych, aby w ten sposób uczynić zadość nie tyle może potrzebom, co przyzwyczajeniom drobnego przemysłu, młynarstwa i t. p.; wyjątkowo tylko trafiają się jednostki dochodzące do 250 KM w 1 cylindrze, przy liczbie obrotów ok. 150 na *min*. Spotykamy tu jedynie silniki 4-suwowe, dwusuw poziomy nie przyjął się zupełnie; wtrysk przeważnie bezsprężarkowy z komorą wstępną.

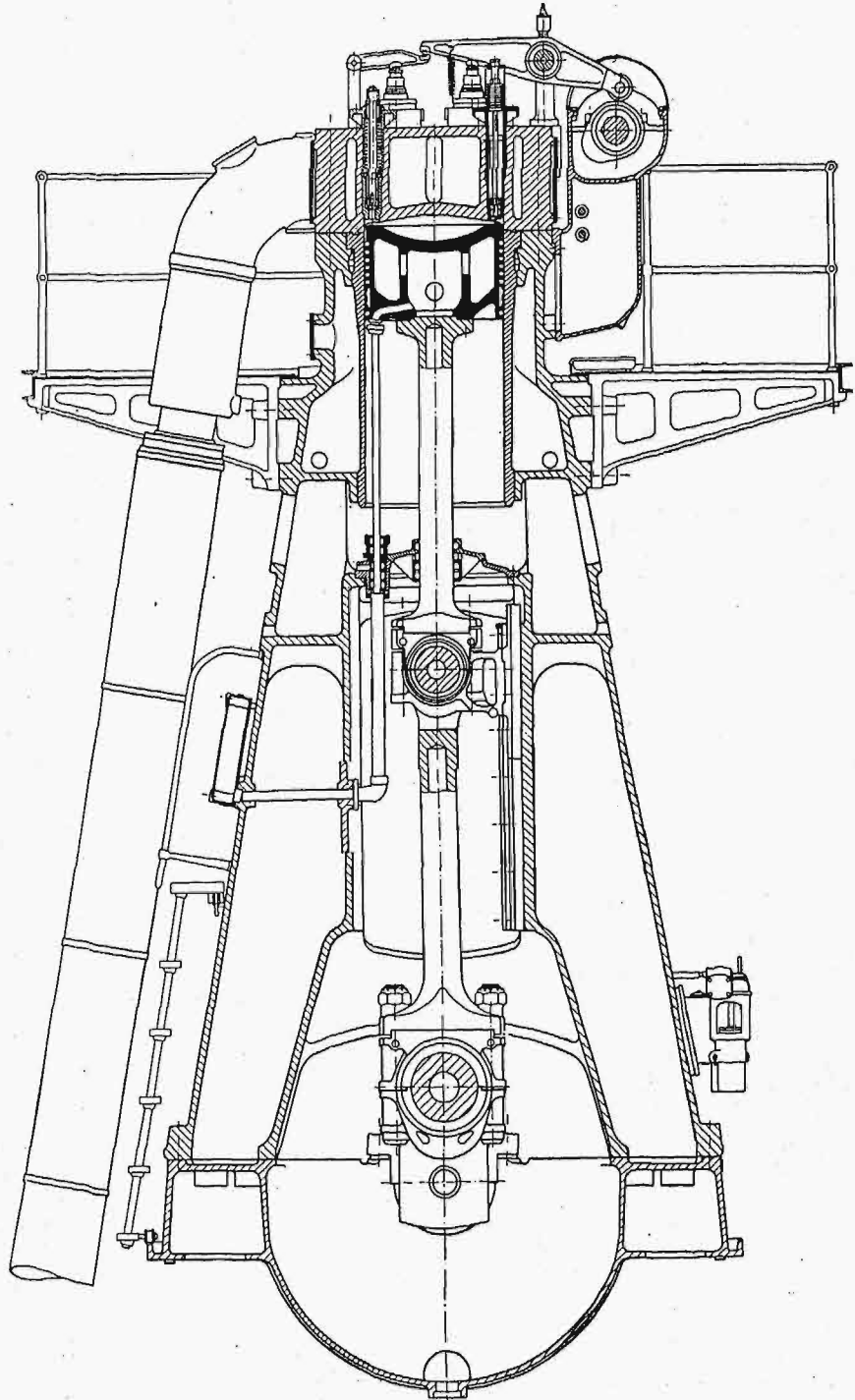
\* \* \*

Przechodząc teraz do silników o mocy powyżej 1 000 KM, stwierdzamy, że w miarę wzrostu mocy czterosuw o działaniu pojedynczym, który dotąd miał zdecydowaną przewagę, zaczyna ustępować miejsca dwusuwowi oraz silnikom o działaniu obustronnem cztero i dwusuwowym. Górna granica mocy silnika 4-suwowego o działaniu pojedynczym leży obecnie ok. 300 KM w 1 cylindrze i, jak się zdaje, nie będzie znacznie przekroczona; posiadamy dane o jednym tylko takim silniku o mocy 400 KM w cylindrze (średnica cyl. 800 mm, skok 1 000 mm, 150 obr./*min*). Są to silniki o oddzielnych stojakach, z krzyżulcami, z tłokami chłodzonymi.

Czterosuw o działaniu obustronnem jest na-

ogół b. słabo reprezentowany, — w dziedzinie silników lądowych tylko 1 wytwórnia buduje takie silniki w układzie poziomym, posobne (tandem), o mocy 1 000 — 2 000 KM. Przyczyną tego są trudności konstrukcyjne w związku z rozmieszczeniem zaworów w głowicy, przez którą przechodzi trzon tłoka.

Przy mocy od 300 KM do 1 000 KM w jednym cylindrze, przeważa obecnie dwusuw o działaniu pojedynczym, powyżej tej granicy panuje niepo-

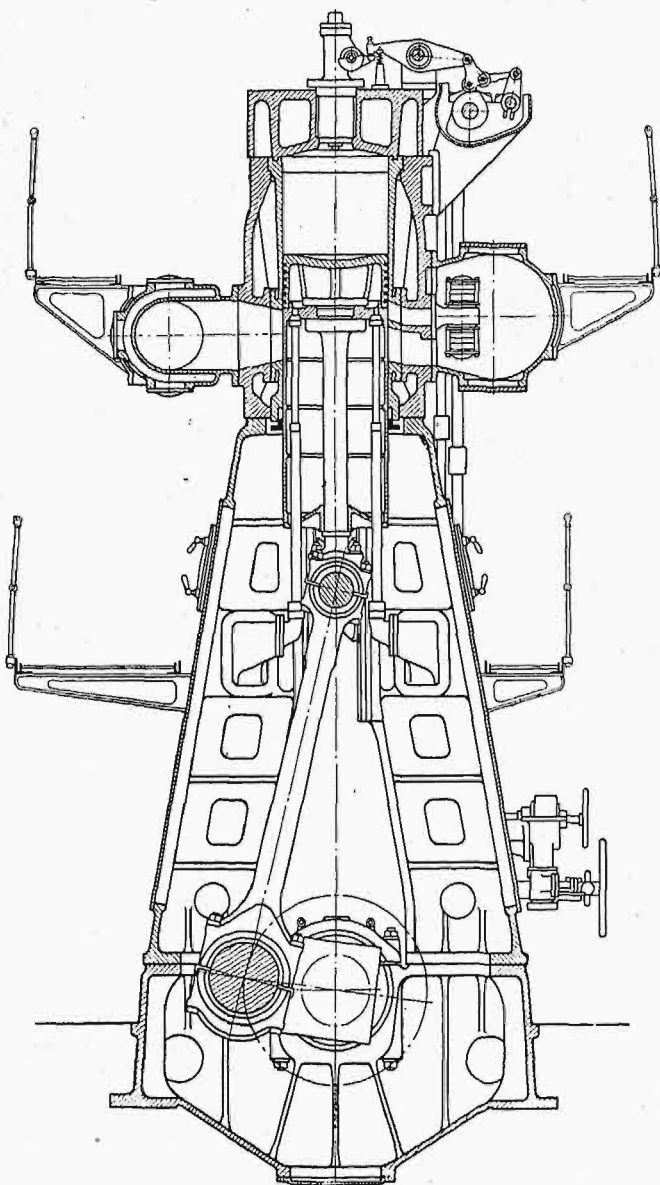


Rys. 3. Przekrój silnika z krzyżulcem, 250 KM w 1 cylindrze, 187 obr./*min* (Graz, współczesny).

dzielnie dwusuw o działaniu obustronnem. Są to wyłącznie silniki pionowe; wtrysk jest zwykle powietrzny (sprężarkowe), z b. nielicznymi wyjątkami. Te wielkie jednostki znajdują rzadziej zastó-

sowanie na lądzie — głównie do pokrywania obciążeń szczytowych w b. wielkich elektrowniach okrętowych wodnych lub parowych; jako główna maszyna napędowa, spotyka tu silnik Diesel'a poważnego rywala w postaci turbiny parowej. Istnieje jednak pewna ilość elektrowni zaopatrzonych w silniki Diesel'a 1 500 — 3 000 KM; wspomnieć też należy o największym z istniejących silników; w elektrowni m. Hamburga pracuje od paru lat 9-cylindrowy silnik dwusuwowy o działaniu podwójnym, mocy 15 000 KM przy 94 obr./min., o średnicy cylindra 860 mm, skoku 1 500 mm; ogólna długość tego kolosa wynosi 23,4 m, wysokość 11 m, waga 1 070 t.

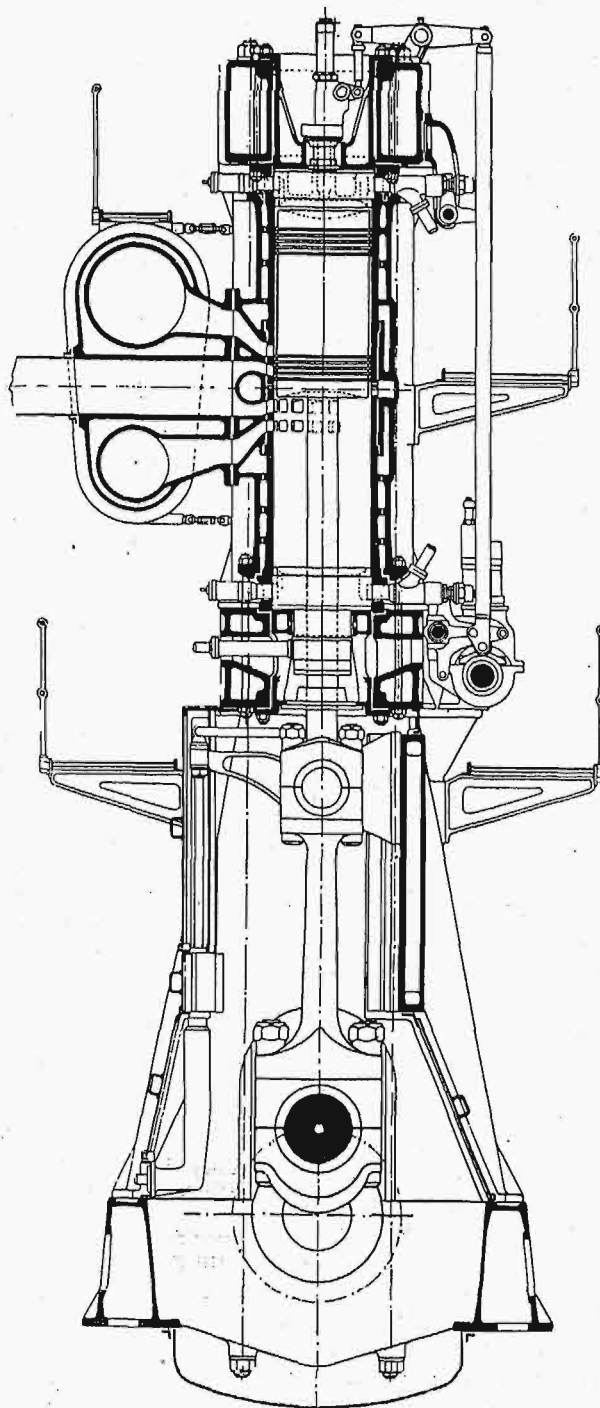
Główną dziedziną zastosowań dużych silników jest jednak żegluga morska, i można powiedzieć, że właśnie wymagania żeglugi dały impuls do stworzenia i opracowania silników wielkiej mocy. Na



Rys. 6. Przekrój okrętowego silnika 2-suwowego jednostronnego działania o mocy ok. 700 KM w 1 cylindrze (Sulzer).

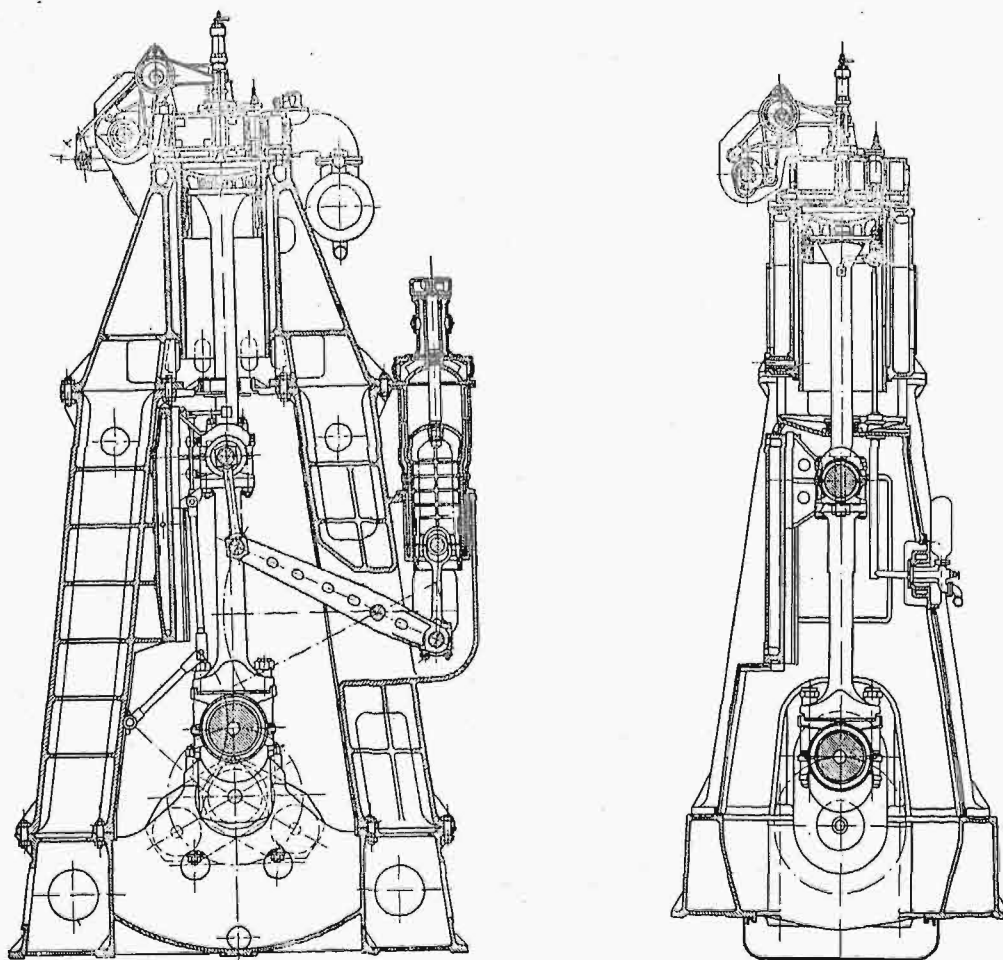
ogólne ukształtowanie silnika morskiego wywarły wpływ decydujący bądź szczególne wymagania natury technicznej, bądź też względy bezpieczeństwa i pewności ruchu, przepisywane przez towarzystwa asekuracyjne morskie (Lloyd i in.). Tak więc liczba obrotów silnika uzależniona jest od śruby okrę-

towej, która osiąga dobrą sprawność tylko przy niezbyt wielkiej prędkości kątowej. Spotykamy zatem w większych jednostkach nader niskie liczby obrotów — w granicach 76 — 125 na min. Dla zmniejszenia wagi i wymiarów silników, zaczęto w ostatnich czasach stosować przekładnie zębate między silnikiem a wałem napędowym (podobnie jak demultiplikatory w silnikach lotniczych); nowoczesne metody wytwarzania kół zębatach pozwalają na osiągnięcie zupełnej pewności ruchu i sprawności 98 — 99% nawet przy przenoszeniu wielkiej mocy. Stosunek przekładni wynosi zazwyczaj ok. 1:3.

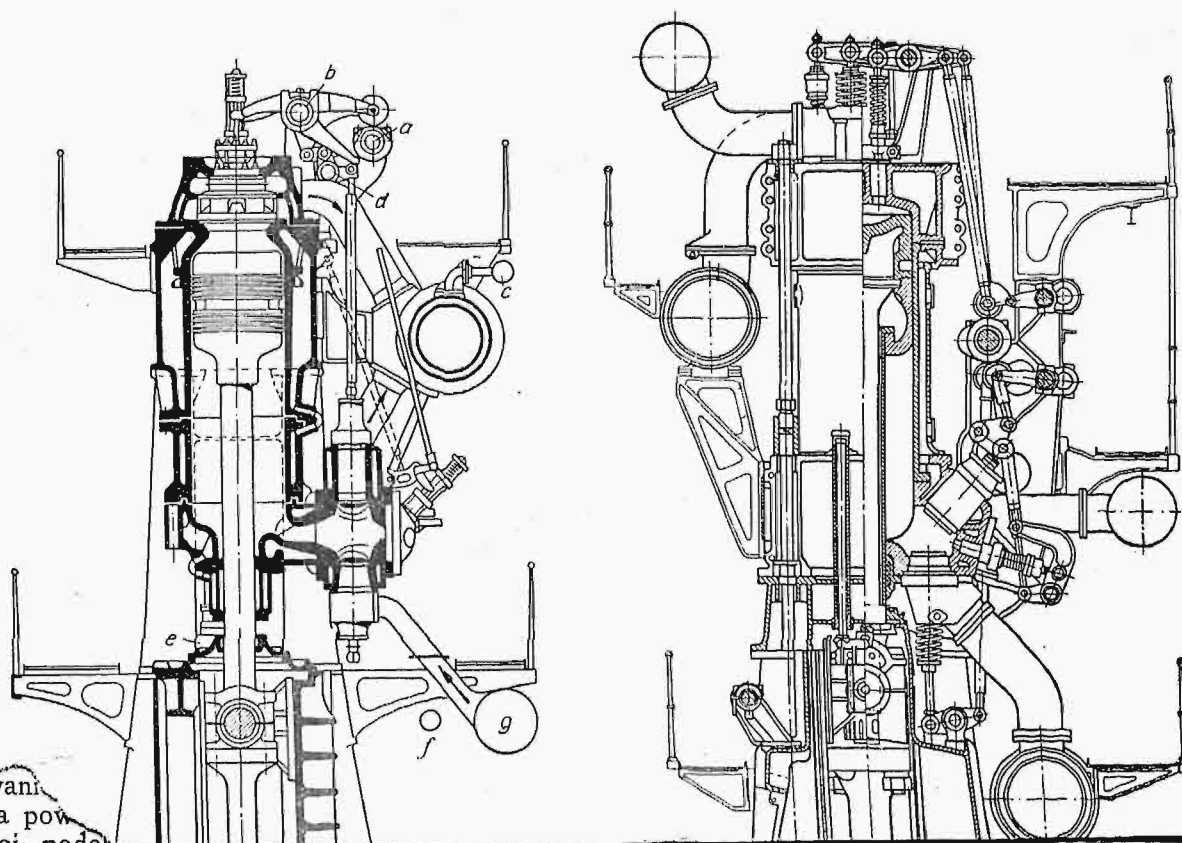


Rys. 7. Przekrój okrętowego silnika 2-suwowego, obustronnego działania, o mocy ok. 730 KM w 1 cylindrze 84 obr./min. (MAN).

W okrętach jednośrubowych zastosowanie dwu silników, pędzących zapomocą przekładni wspól-



Rys. 4a i b. Przekroje silnika okrętowego, 4-suwowego, jednostronnego działania:  
 a) stojaki przed cylindrami; b) stojaki między cylindrami.



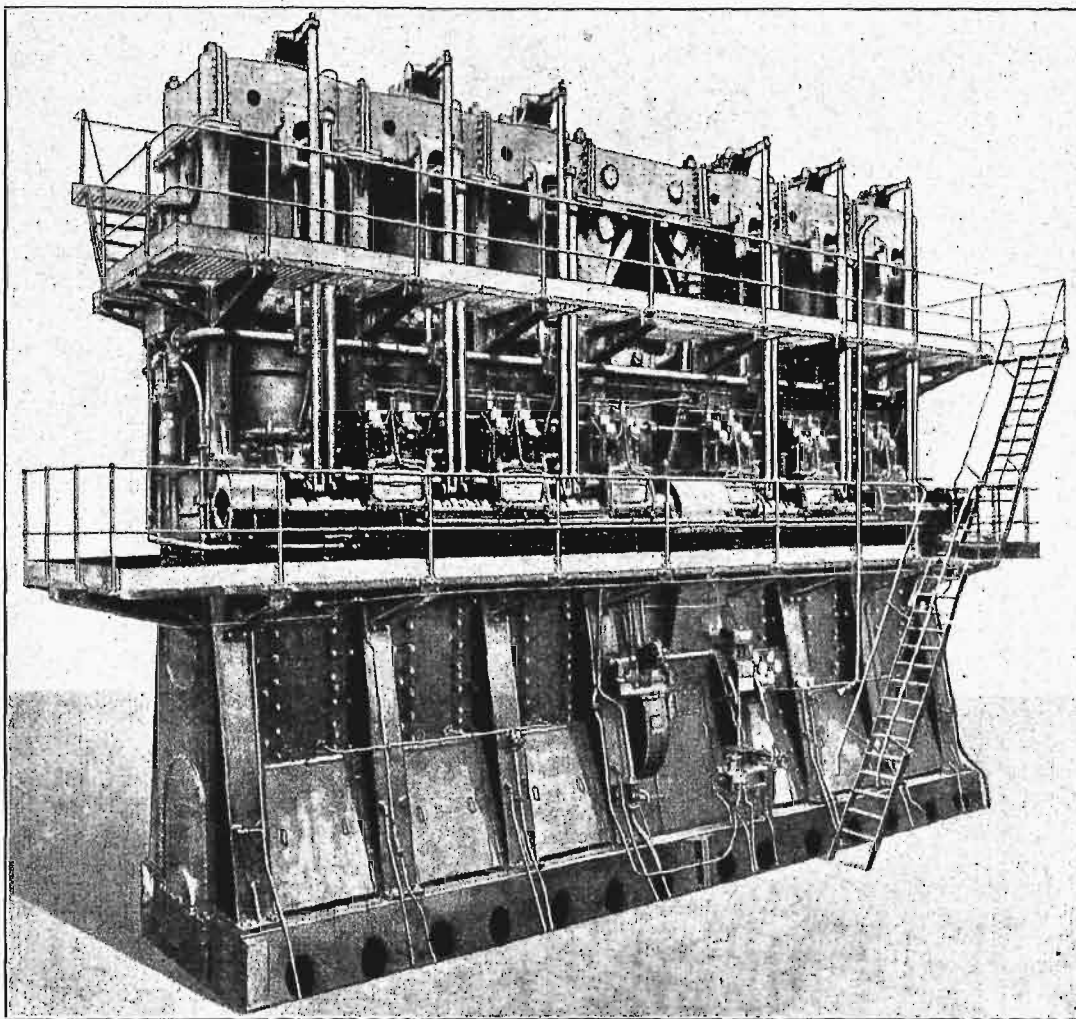
zastosowani  
 wadzania pow  
 sferycznej. podob

ny wał napędowy, pozwala, w razie uszkodzenia jednego silnika, jechać dalej połową mocy.

W silnikach okrętowych wymagane jest w większości wypadków stosowanie krzyżulców, aby uniknąć niebezpieczeństwa zatarcia tłoka i aby mieć łatwy dostęp do wszystkich czopów i wogóle części ruchomych; z tego też względu widzimy tam budowę otwartą, czyli zupełne przeciwieństwo do silników lądowych; stojaki podtrzymujące cylindry umieszcza się obecnie przeważnie nie przy każdym cylindrze, lecz między nimi, przez co uzyskuje się mniejszą szerokość silnika oraz lepszy dostęp do krzyżulca i korbowodu. Spotykamy konstrukcje, pozwalające na wyjmowanie tłoków dołem, bez zdejmowania głowic — oczywiście tylko przy działaniu pojedynczym.

rych silnikach samochodowych i lotniczych. Takie „doładowywanie” (niem. Aufladung, franc. suralimentation) skutecznia się zapomocą specjalnej dmuchawy, napędzanej zwykle przez silnik elektryczny i wprawianej w ruch w tych okresach czasu, gdy z jakichkolwiek powodów zapotrzebowanie mocy wzrasta; można w ten sposób osiągnąć zwiększenie mocy silnika do 30%. W porównaniu ze zwykłym „przeciążeniem” sposób ten ma tę wyższość, że wzrasta tylko skala prężności, temperatura spalania zaś zostaje normalna, gdyż stosunek ilości powietrza do paliwa nie ulega pogorszeniu.

Jest to okoliczność b. ważna, gdyż właśnie nadmierne obciążenia cieplne stanowią główną trudność w budowie większych silników: na jednostkę powierzchni cylindra czy głowicy przypadają tak



Rys. 8. Silnik okrętowy 2-suwowy o działaniu obustronnem 4400 KM, 84 obr./min (Blohm & Voss - MAN, okręt „Ramzes”).

Podobnie jak w silnikach lądowych, do 3000 KM przeważają tu silniki o działaniu pojedynczym, czterosuwowe i dwusuwowe; ilość cylindrów 4—6, rzadziej — 8.

Czterosuw o działaniu obustronnem stosują tylko 2 wytwórnie europejskie; silniki takie osiągnęły dotąd górną granicę mocy ok. 1100 KM w 1 cylindrze, np. okręt „Gripsholm”, zbudowany w 1926 r., posiada 2 sześciocylindrowe silniki po 6750 KM. W silnikach tego rodzaju znalazło zastosowanie podnoszenie mocy zapomocą wprowadzania powietrza o prężności wyższej od atmosferycznej, podobnie jak to ma miejsce w niektó-

znaczne ilości ciepła, że nie mogą być odprowadzone w sposób normalny i powodują nadmierne przegrzanie, odkształcenia i wreszcie pęknięcie ścianek. Doprowadziło to do konieczności stosowania specjalnych urządzeń do wznoszenia szybkości krążenia wody w pobliżu gorących ścianek, zapomocą różnych przegród, wkładek i t. p. Bardzo pouczająca jest pod tym względem historia próbnych silników o mocy 2000 KM w 1 cylindrze (160 obr./min, dwusuw, działanie obustronne), budowanych przez szereg lat przed wojną jednocześnie przez 2 najbardziej doświadczonych wytwórnie niemieckie na zlecenie marynarki wojennej. Silniki

po nieudanych próbach, były kilkakrotnie gruntownie przekonstruowywane i wreszcie w r. 1917 stworzono maszynę o 12 000 KM w 6 cylindrach, odpowiadającą wymaganiom; maszyna ta, jako przeznaczona dla okrętów wojennych, uległa zniszczeniu na mocy Traktatu Wersalskiego.

Najtrudniejszym miejscem okazały się gniazda zaworów przedmuchowych, wskutek znacznych różnic temperatury, jakie zachodzą w tych miejscach. To też nowoczesne wielkie silniki dwusuwowe nie stosują zaworów przedmuchowych, lecz wróciły do kanałów, w których układzie poczyniono szereg doniosłych ulepszeń.

Jak już wspomniano, w tej dziedzinie zasto-

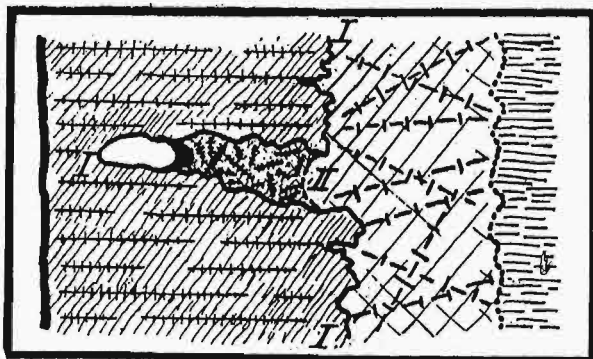
sowań odgrywają pewną rolę silniki o tłokach przeciwbieżnych: w Anglii budowano jednostki po 2 700 KM w 4 cylindrach przy 77 obr./min. Dla obejścia najważniejszej ujemnej strony silników Junkersa, t. j. 3 wykorbień wału na 1 cylinder, powstała — również w Anglii — dość śmiała i oryginalna myśl (silnik Fullagar), polegająca na wiązaniu sąsiednich tłoków na krzyż, t. j. górnego tłoka jednego cylindra z dolnym sąsiedniego. W ten sposób dla 2 cylindrów wystarczałby wał o 2 wykorbieniach zamiast 6; koncepcja ta nasuwa jednak b. poważne zastrzeżenia z punktu widzenia mechanicznego.

(dok. nast.)

## O jasnych plamach na przełomie próbek stalowych<sup>1)</sup>.

Napisał Inż. T. Malkiewicz, Zakład Badawczo-Doświadczalny Friedenshütte, Sp. Akc.

Procesy zachodzące przy krzepnięciu bloków stalowych są bardzo skomplikowane i nie dają się ująć wszechstronnie. Jednak rozważania znanych nam faktów ułatwiają w znacznym stopniu zrozumienie zjawisk, których przyczynę możnaby określić, jako anomalje strukturalne. Do takich zjawisk należy pojawienie się na przełomie stali półtwardej, w próbkach do rozrywania, jasnych plam. Ponieważ zjawisko to jest ściśle związane ze zjawiskami likwacji, opiszę je tu w krótkości.



Rys. 1. Powstawanie likwacji w bańce gazowej.

Jak wiadomo, prócz czynników czysto fizycznych, wpływa na krzepnięcie stali stężenie domieszek i zanieczyszczeń. W pobliżu temperatury krzepnięcia można uważać stal za złożony roztwór stały. Wszystkie prawie domieszki stali, w ilościach normalnie spotykanych, tworzą z żelazem roztwory stałe. Jedynym wyjątkiem jest tu siarka, która prawie nie rozpuszcza się w żelazie i tworzy drobne inkluzje złożonych siarczków żelaza i manganu.

Roztwór stały może być jednorodny, pod warunkiem doskonałej dyfuzji składników oraz odpowiedniego wyżarzenia. Te warunki nie są spełniane przy wyrobie handlowych gatunków stali. Skutkiem tego spotykamy t. zw. zjawiska likwacji, których przyczyną jest krzepnięcie selekcyjne. Przy krzepnięciu roztworu stałego wydzielają się najpierw, jak wiadomo, kryształki zawierające wię-

cej składnika o wyższej temperaturze topliwości, niż ciecz, z której powstają. Skutkiem tego ciecz wzbogaca się w pozostały lub pozostałe składniki, a dalsze warstwy metalu, osadzające się na już wydzielonych kryształkach, różnią się od nich składem. To zjawisko określamy według Oberhoffera nazwą „likwacji kryształów”. Podobne zjawiska, lecz na wielką skalę, obserwujemy przy krzepnięciu bloków stalowych.

Krzepnięcie bloku stalowego można podzielić na 3 okresy, którym odpowiadają pewne typowe kształty powstających kryształów. Pierwszym okresem jest prawie natychmiastowe krzepnięcie skutkiem zetknięcia się płynnego metalu z zimną ścianką formy, które daje warstwę drobniotkich kryształów, t. zw. kryształów zamrożonych. Dalej mamy szybkie krzepnięcie, podczas którego powstają kryształy iglaste, rosące od ścian formy ku środkowi bloku, a wreszcie okres trzeci: stosunkowo powolne krzepnięcie, podczas którego krzepnie samo wnętrze bloku, które dotychczas było jeszcze płynne, przyczem powstają mmiej więcej równoosiowe kryształy. Zależnie od warunków krzepnięcia zmienia się ilościowy stosunek kryształów wymienionych wyżej typów.

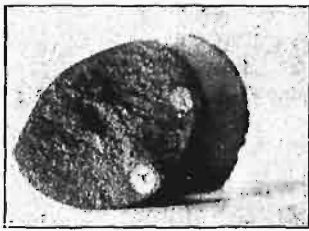
Zewnętrzna warstwa kryształów wykazuje najmniejsze wahania składu. Natomiast im wolniej przebiega krzepnięcie, tem wyraźniej występuje wpływ krzepnięcia selekcyjnego, czyli wydzielające się kryształy coraz więcej różnią się od cieczy stężeniem zanieczyszczeń. Te zaś ostatecznie gromadzą się w tych częściach bloku, które najdłużej pozostają w stanie płynnym. Wskutek tego każdy blok wykazuje po skrzepnięciu wahania składu. Porównując je widzimy, że największą skłonnością do likwacji odznacza się siarka, potem fosfor i węgiel.

Obok krzepnięcia selekcyjnego wpływają na siłę likwacji także i gazy rozpuszczalne w płynnym metalu, a wydzielające się z niego przy krzepnięciu. Takie wydzielanie się gazów może powodować miejscowe zgęszczanie się zanieczyszczeń, które nazwiemy za przykładem Oberhoffera „likwacją w bańkach gazowych”. Można odróżnić 2 rodzaje bańek gazowych<sup>1)</sup>: prostopadłe do ściany

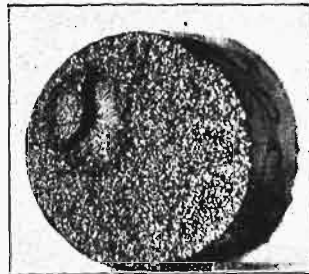
<sup>1)</sup> Referat, wygłoszony na III-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w Warszawie w marcu r. b.

<sup>1)</sup> P. Oberhoffer, St. u. E. 1920; 872—878.

kokili, znajdujące się w strefie kryształów iglastych (czystszych), oraz bańki spotykane wewnątrz bloku w strefie środkowej, zanieczyszczonej, których rozmieszczenie nie okazuje żadnej regularności. Bańki powstają skutkiem nieciągłej zmiany rozpuszczalności gazu w metalu w czasie krzepnięcia. Gaz wydzielany ma tendencję do podnoszenia się ku górze. Gdy jednak krzepnięcie (kryształizacja) postępuje bardzo szybko, w chwili wydzielenia gazu jest on już prawie otoczony skrzepłym metalem i ma odciętą drogę nazewnątrz. Również prawdopodobnym jest zaplątywanie się podnoszących się baniek gazu pomiędzy rozgałęzieniami rosnących dendrytów. Nie należy zapominać także o prawdopodobnie znacznym napięciu powierzchniowym metalu, które jest okolicznością sprzyjającą takiemu „zaplątywaniu się” baniek. Im miększa jest stal i wyższa temperatura odlewania, tem więcej gazów rozpuszczonych w metalu wydziela się przy jego krzepnięciu.

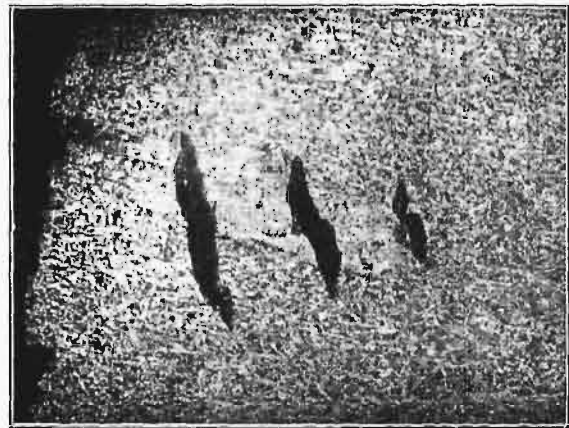


Rys. 2. Wielk. nat.



Rys. 3. Pow. 1,8 X.

przestrzeń aż do II. Jednak, skutkiem ciśnienia ferostatycznego, płynny metal, z którym gaz jest w bezpośrednim zetknięciu, zaczyna powoli wchodzić do „pustej” przestrzeni, a równocześnie wykrystalizowują z niego dendryty czystszej metalu, pomiędzy zaś ich rozgałęzieniami pozostaje jeszcze płynny ług pokrystaliczny. W ten sposób gaz zostaje zamknięty. Ponieważ w miarę postępu krzepnięcia obniża się temperatura metalu i gazu, więc prężność tego ostatniego spada, a to powoduje wessanie do bańki ługu pokrystalicznego, o znacznej zawartości zanieczyszczeń, z pomiędzy dendrytów. Ług ten musi oczywiście komunikować się jeszcze z płynnym wnętrzem, a przez to znajdować się pod ciśnieniem ferostatycznym. H. Brearley<sup>3)</sup> przypuszcza, że zgrupowania zanieczyszczeń dostają się do baniek gazowych na skutek ciśnienia, spowodowanego



Rys. 4. Pow. 15 X.

Zewnętrzna skorupa bloku krzepnie szybko, jednak gaz z niej się wydziela i uchodzi do części środkowej. Gdy mamy bardzo szybkie krzepnięcie, gaz ten może pozostać uwięziony pomiędzy rosnącymi kryształami iglastymi, a wówczas mamy do czynienia z bańkami przybrzeżnymi (Randblasen), co się często spotyka w miękkich blokach. W miarę krzepnięcia, wydzielają się nowe ilości gazów. Równocześnie rośnie ilość zanieczyszczeń w płynnym jeszcze metalu, który jest mieszany przez wydzielające się bańki gazu.

Dlatego w składzie jego nie mogą wystąpić znaczniejsze różnice, a w pewnej chwili, kiedy temperatura dostatecznie się obniży, całe płynne jeszcze wnętrze bloku skrzepnie prawie równocześnie i skutkiem tego uwięzi znaczną ilość „nieregularnych” baniek gazowych.

To przedstawienie przebiegu krzepnięcia odnosi się oczywiście tylko do miększych gatunków stali. Stal twardsza zawiera znacznie mniej rozpuszczonego gazu, a nadto posiada szerszy zakres krzepnięcia, skutkiem czego gaz może się swobodnie wydzielić i w twardszych blokach mamy znacznie mniej baniek.

Dla powstania likwacji w bańce gazowej konieczny jest jakikolwiek kontakt bańki z wnętrzem bloku, wypełnionem zanieczyszczonym metalem. Rys. 1 przedstawia schematycznie powstanie likwacji w bańce gazowej według Wimmera<sup>2)</sup>. Linja I przedstawia granicę fazy stałej i płynnej w chwili wydzielenia się gazu. Gaz zajmuje w tym czasie

wanego kurczeniem się zewnętrznej skrzepłej skorupy bloku w miarę stygnięcia. Ze zanieczyszczenia dostają się do baniek z wnętrza bloku, dowodzi fakt, że likwacje w bańkach gazowych spotykamy w końcu zwróconym ku środkowi bloku. Likwacja bowiem w materiale niekutym i niewalcowanym wypełnia zazwyczaj tylko część bańki. Różne porowatości, jakie można obserwować, tłumaczą się tem, że wessany przy samym końcu ług pokrystaliczny jest zimniejszy, a przez to źle płynny, skutkiem czego nie zapełnia dokładnie wolnej przestrzeni.

Podczas przeróbki mechanicznej na gorąco znikają wszelkie puste przestrzenie i porowatości, sama zaś strefa zanieczyszczona przybiera kształty odpowiadające kierunkom największego wydłużenia materiału.

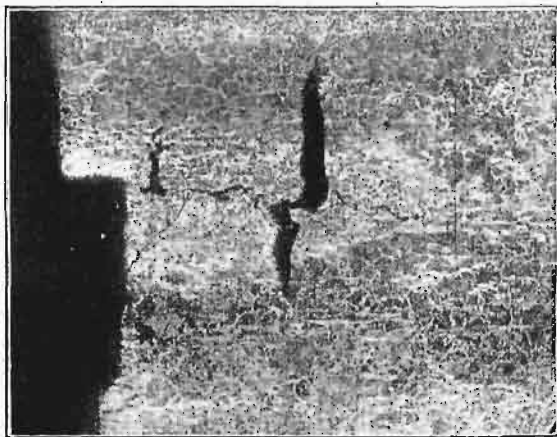
Zatem np. w blasze powstają warstwy o bardzo małej grubości, natomiast o znacznych wymiarach równoległych do płaszczyzny walcowania. W przedmiotach kutech likwacje takie przybierają kształt mniej lub więcej nieregularnych włókien, których długość jest znaczna w porównaniu z wymiarami poprzecznymi. Rozumie się, że kierunek takiego włókna jest zgodny z kierunkiem najsilniejszego odkształcenia, a więc np. w odkutym walcu będzie równoległy do jego osi. Jeżeli chodzi o skład chemiczny koncentratów, gromadzących się w bańkach gazowych, to mamy tu przedewszystkiem silną likwację fosforu, dopiero potem siarki i tlenu. Niższą koncentrację S niż P można tłumaczyć tem,

<sup>2)</sup> A. Wimmer, St. u. E. 1927, 781—786.

<sup>3)</sup> H. Brearley, Metallurgist, 1926, 118.

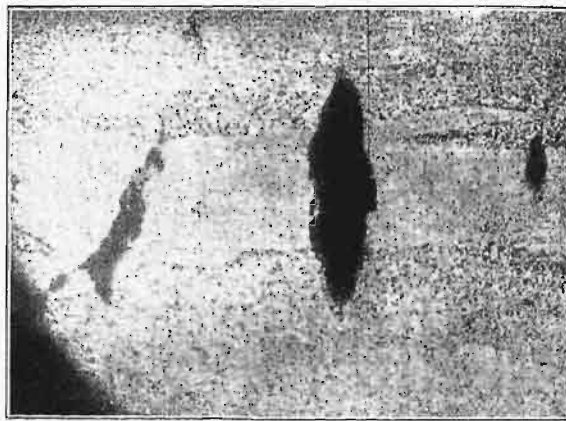


że powstanie likwacji w bańkach gazowych odbywa się już przy stosunkowo niskiej temperaturze, gdzie główną rolę odgrywa ług pokrystaliczny  $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{P} - \text{Fe}_3\text{C}$ . I tak stwierdził Wimmer<sup>2)</sup>, że podczas kiedy zwiększenie stężenia w strefie likwacji P w bańkach gazowych dochodziło przeciętnie do



Rys. 5. Pow. 15 X.

na tle szarego przełomu próbki. Dla zbadania, co było przyczyną tego zjawiska, wykonano z próbek przedstawionych na fotografiach 2 i 3 szlify podłużne, w ten sposób, aby płaszczyzna szlifu przeszła przez środek plamy. Okazało się, że jasne plamy były miejscami, w których płaszczyzna przełomu przechodziła przez włókno szczególnie zanieczy-



Rys. 6. Pow. 15 X.

200%, to S do 150%,  $\text{O}_2$  do 50%. (Zawartość  $\text{O}_2$  do 0,143%). Na podstawie innych badań<sup>1)</sup> składu chemicznego koncentratów, stwierdzono, że stopień likwacji P i S w bańkach gazowych wzrasta tem gwałtowniej, im większa jest likwacja w bloku. I tak mamy:

Zwiększenie koncentracji w strefie środkowej w stosunku do strefy zewnętrznej bloku w %

P	S	P	S
33	100	200	150
75	114	272	200
66	147	780	422

Zwiększenie koncentracji w bańce gazowej w stosunku do strefy środkowej bloku w %

Zależność pomiędzy stopniem likwacji bloku a likwacją w bańkach jest więc szczególnie wyraźna dla siarki. Co do obecności węgla w strefie likwacji w materiale, który został przerobiony na gorąco, skutkiem czego strefa likwacji ma przynajmniej w jednym kierunku małe wymiary, można stwierdzić, że ten ostatni zwykle przechodzi do materiału czystszej, t. j. uboższego w zanieczyszczenia. Przyczyną tego zjawiska jest, jak przypuszczają, zmiana rozpuszczalności węgla w żelazie pod wpływem P i  $\text{O}_2$ , lub — co jest także prawdopodobne — podwyższenie temperatury przemiany  $\gamma \rightarrow \alpha$  spowodowane obecnością P i  $\text{O}_2$ .

Autor miał możliwość obserwować ciekawy przykład wpływu likwacji w bańkach gazowych na charakter przełomu próbki na rozciąganie. Mianowicie na przełomie próbek wytrzymałościowych w stali o składzie

C — 0,30 — 0,34 %  
Mn — 0,60 — 0,70 %  
Si — 0,20 — 0,25 %  
P i S < 0,05

występowały jasne plamy (rys. 2 i 3). W tem miejscu, gdzie pojawiła się plama, przełom tworzywa był ziarnisty — „kruchy”. Dokoła zaś przełom był albo drobnoziarnisty, albo też jedwabisty lub „ciągliwy”. O ile plama miała przełom błyszczący, to przełom materiału otaczającego był szary, matowy. To powodowało, że miejsce o nieco odmiennym charakterze złomu występowało jako biała plama

szczonego materiału (rys. 4, 5 i 6 X 15). Przy szczegółowym zbadaniu tych stref okazało się, że materiał ten zawiera więcej fosforu, siarki i tlenu, niż otaczający go materiał normalny. Obecność fosforu stwierdzono na podstawie charakterystycznego za-



Rys. 7. Pow. 75 X.

barwienia po wytrawieniu. Co do siarki — to cenne wskazówki daje obserwacja szlifu niewytrawionego (rys. 7 i 8), gdzie widzimy liczne inkluzje siarczków. Nadto odbitka na siarkę wykonana sposobem Baumann'a wykazała w tej strefie bardzo sil-

<sup>1)</sup> O. v. Keil i A. Wimmer, St. u. E. 1925, 835—837.

ną koncentrację siarki. Co zaś do tlenu, to również obecność jego można było stwierdzić na drodze obserwacji mikroskopowej. Rys. 9 i 10 (pow. 750  $\times$ ), przedstawiają materiał wewnątrz strefy zanieczyszczonej, i to 1 mm poza nią. Widoczne na rys. 9 liczne wtrącenia tlenków znikają od razu z chwilą przekroczenia granicy pasa zanieczyszczeń (rys. 10). Niestety, wobec stosunkowo małych rozmiarów poprzecznych stref zanieczyszczonych (do 1 mm) skutkiem znacznego wydłużenia materiału w czasie kucia, nie można było stwierdzić stopnia likwacji analitycznie. Jasnym jest jednak, że mamy tu do czynienia z likwacją w bańkach gazowych. Materiał w zanieczyszczonej strefie, która skutkiem kucia przybrała kształt włókna, zawiera

skutkiem obecności znacznej ilości zanieczyszczeń tak dalece stracił na ciągliwości, że gdy materiał otaczający go zaczął się silnie wydłużać po przekroczeniu granicy plastyczności, popękał. Pęknięcia takie, dzięki działaniu karbu, rozszerzyły się, wychodząc w niektórych wypadkach poza strefę zanieczyszczoną. Ze pęknięcia te musiały niekiedy powstać jeszcze przed początkiem tworzenia się sztyki, świadczy o tym próbka przedstawiona na rys. 3 i 5. Materiał, z którego próbka ta była wycięta, posiadał wydłużenie 18,5%, przewężenie — 42,2%, podczas kiedy wymieniona wyżej próbka dała wydłużenie 12,5% i przewężenie 14,0%, wytrzymałość zaś zupełnie prawie zmianie nie uległa (59,2 i 60,2  $\text{kg/mm}^2$ ).

Rys. 8. Pow. 75  $\times$ .Rys. 9. Pow. 750  $\times$ .

oprócz wtrąceń siarczków także zwiększone ilości tlenu i fosforu. Te zaś dwa pierwiastki w szczególności powodują zmianę własności mechanicznych. Zawartość węgla w materiale zanieczyszczonym jest nawet niższa, niż w otaczającym (rys. 4, 5 i 6, pow. 15  $\times$ ), skutkiem dyfuzji węgla do materiału czystszej. Szczególnie wyraźnie wystąpiło to zjawisko na rys. 5, gdzie strefę likwacji otacza warstwa miejscami prawie czystego perlitu, pomimo że zawartość węgla w tym tworzywie wynosi 0,34%. Zmiana własności mechanicznych, spowodowana obecnością P i O<sub>2</sub>, wyraża się przede wszystkim kruchością, czyli brakiem ciągliwości.

Niestety, bezpośrednio zmierzyć jej nie było można. Lecz patrząc na fotografie rys. 4, 5 i 6, widzimy, że w pobliżu przełomu strefy likwatorów popękały w kierunku poprzecznym do kierunku wydłużenia, a w wypadku przedstawionym na rys. 3 i 5 także i w podłużnym. Należy stąd wnioskować, że materiał, chociaż zawierał mniej węgla, to jednak

Inne próbki z plamami dawały:

Wytrzymałość $\text{kg/mm}^2$	Wydłużenie %	Przewężenie %
54,1	18,0	31,9
52,2	20,0	36,0

Natomiast próbki bez plam posiadały wytrzymałość 55 — 60  $\text{kg/mm}^2$ , wydłużenie 20 — 25%, przewężenie 40 — 52%. Wpływ pojawienia się plam na przełomie na własności mechaniczne zależy od tego, jakie są własności materiału otaczającego zanieczyszczoną strefę. Dla jaśniejszego przedstawienia istoty tego zjawiska zajmiemy się działaniem karbu. Przyjmujemy zwykle, że w próbce na rozerwanie mamy w części cylindrycznej, przy założeniu odpowiedniej długości, jednostajny rozkład naprężeń. Natomiast obecność jakiegokolwiek nacięcia, pęknięcia, rysy, otworu czy szczeliny powoduje intensywne skupienie się naprężeń w miejscu, gdzie równoległa do kierunku naprężeń jest styczna do konturu wymienionego nacięcia, otworu i t. p. Zjawisko to nazywamy działaniem karbu.

Działanie karbu jest tem silniejsze, im mniejszy jest promień krzywizny karbu i im większa jest głębokość karbu, zaś przy stałym stosunku wymiarów karbu — im mniejsze są jego wymiary<sup>5)</sup>. W próbce z karbem rozkład naprężeń jest tem mniej równomierny i maksymalne naprężenie osiąga się przy tem mniejszem naprężeniu średnim, im działanie karbu jest ostrzejsze. Działanie to jest szczególnie niebezpieczne w materiałach kruchych, bo może spowodować pęknięcie przy stosunkowo niskim naprężeniu średnim. Jak bowiem wiadomo, pęknięcie materiału kruchego następuje wówczas, gdy naprężenie rozciągające przekracza przynajmniej w jednym miejscu pewne maximum. Na-



Rys. 10. Pow. 750 X.

tomiał inaczej dzieje się z materiałem ciągliwym. Działanie karbu nie powoduje tu pęknięcia, a przekroczenie przez naprężenie rozciągające określonego maximum powoduje płynięcie. To płynięcie w miejscach najsilniej obciążonych prowadzi do wyrównania rozkładu naprężeń i niejako neutralizuje działanie karbu. Wpływ płynięcia zależy od zdolności do umacniania się materiału. Im ta zdolność jest większa — tem wyrównanie naprężeń mniej doskonałe.

Wytrzymałość pręta z karbem, w porównaniu z prętem o przekroju jednostajnym tej wielkości, co przekrój pręta z karbem w miejscu najcieńszym, jest większa. Objaśniamy to w ten sposób, że w ostatnim wypadku mamy jedynie jednowymiarowy stan napięcia, podczas gdy w przypadku próbki z karbem, wyższą wytrzymałość ( $\text{kg/mm}^2$ ). Pęknięcie następuje tu przeważnie dopiero po przekroczeniu przez naprężenia rozciągające granicy spójności kryształów, gdyż dzięki trójwymiarowe-

mu stanowi napięcia nie występują natężenia ścinające, które są miarodajne dla wytrzymałości ciał plastycznych. Przy jednowymiarowym stanie napięcia powodują one odkształcenie i pęknięcie o wiele wcześniej, zanim granica spójności może być osiągnięta. Oczywiście, od kształtu i wielkości karbu zależy, czy zjawisko to wystąpi w całej pełni, czy tylko częściowo.

Jak wyżej zaznaczono, wpływ plam na własności mechaniczne zależy od materiału, który otacza strefę likwacji. Gdyby pęknięcie zanieczyszczonego włókna następowało w czasie tworzenia się szyjki, nie mogłoby mieć tak silnego wpływu na wydłużenie i przewężenie, jak w wypadku próbki przedstawionej na rys. 3 i 5, nadto przemawiają za tem i inne fakty, przytoczone niżej. Pęknięcie musi zatem następować podczas energiczniejszego wydłużenia się po przekroczeniu granicy plastyczności. Jeżeli pęknięte włókno zanieczyszczonego materiału otoczone jest likwacją węgla, wówczas, skutkiem małej plastyczności perlitu, działanie karbu występuje w całej pełni, powodując rozszerzanie się pęknięcia daleko poza strefę zanieczyszczoną, jak to widzimy na rys. 5. Pęknięć takich istnieje kilka, lecz jedno z nich, prawdopodobnie największe, obejmuje główną rolę osłabienia materiału, a dzięki znacznym wymiarom działa jako „karb wewnętrzny”, obniżając wydłużenie i przewężenie, a podnosząc wytrzymałość, powodując „kruchy” wygląd złomu. Dlatego nie obserwujemy wyraźnego spadku wytrzymałości, liczonej w tym wypadku na przekrój początkowy. Ponieważ w danym wypadku, po powstaniu szczelin wewnętrznych, próbka znacznie się nie wydłużyła, szczeliny te nie zostały rozciągnięte (rys. 5). Powstała nadto szczelina podłużna. Inaczej natomiast przebiega zjawisko, gdy zanieczyszczone włókno jest otoczone bezpośrednio materiałem ciągliwym, który neutralizuje działanie karbu w sposób mniej lub więcej doskonały zależnie od swej zdolności do umacniania. Wprawdzie i tu obserwujemy rozszerzanie się pęknięć poza strefę zanieczyszczoną, lecz charakter przełomu próbki (rys. 2) wskazuje, że powstało ono skutkiem działania naprężeń ścinających. Działanie neutralizujące wpływ „wewnętrznego karbu”, jaki stanowiły pęknięcia, zapoczątkowane w zanieczyszczonym włóknie, wyraziło się płynięciem materiału sąsiedniego i wzrostem ogólnego naprężenia w tym przekroju. Miało to zapewne ten skutek, że doprowadziło do powstania szyjki. Można by przypuszczać, że szczeliny widoczne na rys. 4, 5 i 6 powstały podczas tworzenia się szyjki. Lecz przy porównaniu szerokości szczelin na rys. 4 i 6 z ich odstępami, założywszy że materiał zanieczyszczonego włókna pomiędzy szczelinami — po utworzeniu się tych ostatnich — nie doznał już trwałego wydłużenia, można stwierdzić, że materiał otaczający to włókno wydłużył się od chwili powstania szczelin do chwili pęknięcia próbki o 36 do 43%. Ponieważ równocześnie całkowite wydłużenie tych próbek wynosiło 18 — 20%, należy przypuścić, że pęknięcia te, jeżeli nie wszystkie, to choć niektóre, musiały istnieć już podczas najwcześniejszego stadium powstawania szyjki. Oczywiście obecność ich nie pozostała i w tym wypadku bez wpływu ujemnego na wydłużenie i przewężenie. Skutkiem pewnego neutralizowania działania karbu, obserwujemy tu nadto nieznaczny spadek wytrzymałości.

<sup>5)</sup> G. Sachs i G. Fick. Der Zugversuch, Leipzig 1926.

Z powyższych obserwacji i wywodów można wyciągnąć następujące wnioski:

1) Obecność likwacji w bańkach gazowych, które pod wpływem kucia zamieniają się na włókna materiału silnie zanieczyszczonego fosforem, siarczkami i tlenem, wywiera niekorzystny wpływ na własności materiału. Takie zanieczyszczone pasma, pękające podczas okresu odkształceń plastycznych, powodują w dalszym ciągu przedwczesne pęknięcie materiału, skracają w ten sposób zakres odkształceń plastycznych i powodują, że przy próbie na rozciąganie otrzymujemy niższe wydłużenie i przewężenie. Czasami także może ucierpieć i wytrzymałość.

2) Obecność likwacji w bańkach gazowych powoduje często nieoczekiwane pęknięcie. Jest ona szczególnie niebezpieczna w przedmiotach pod-

danych obciążeniami zmiennymi. W razie gdy taki materiał uległ odkształceniu plastycznemu, mogą zanieczyszczone włókna popękać, pomimo że na zewnątrz materiał żadnych braków nie wykazuje. Istnienie jednak choćby najmniejszych „kambów wewnętrznych” jest szczególnie niebezpieczne wobec działania naprężeń zmiennych. Każda taka szczelina może się bowiem łatwo w tych warunkach rozszerzyć, powodując niespodziewaną katastrofę.

Badania powyższe wykonałem w Zakładzie Badawczo-Doświadczalnym Huty Pokoju, Sp. Akc. w Nowym Bytomiu. Przy tej sposobności chcę podziękować Dyrekcji Huty za pozwolenie wykorzystania materiału doświadczalnego do niniejszego referatu, a p. Prof. Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiowskiemu za pomoc i cenne wskazówki w czasie wykonywania badań.

## O przyczynach urywania się haków<sup>\*)</sup>.

Napisał Inż. Z. Jasiewicz, Kraków, Akademia Górnicza.

**T**rzeciego wreszcie okazji pęknięcia haka dostarczyła walcownia cienkiej blachy. Już zewnętrzny widok wskazywał na silny jego zgniot podczas pracy. Analiza chemiczna jest bardzo podobna do poprzednich, mianowicie: C—0,85%, P—0,10%, Mn—0,45%, Si—0%, S—0,985%, Cu—0,11%. Makrografia 15 przedstawia przekrój owego haka i wskazuje, że został on wycięty z wywalcowanej płyty. Mikrofotografie 16 i 17 (pow. 100×) przedstawiają przekroje podłużny i poprzeczny (do

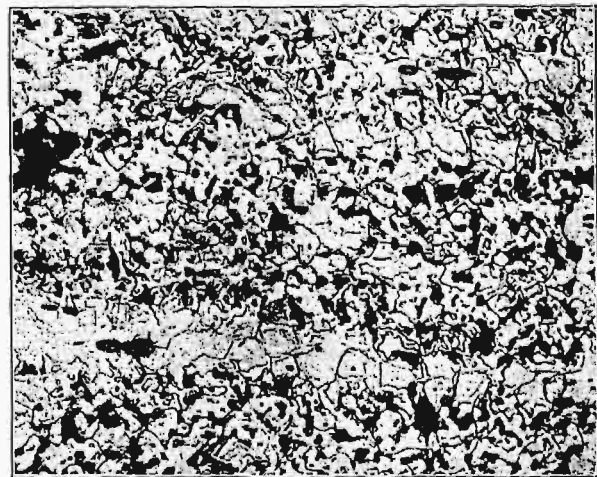
następująco: Przy przekroczeniu  $A_{c1}$  w stalach podutektoidalnych, przechodzi najpierw perlit w roztwór stały żelaza  $\gamma$  i w danym wypadku można przyjąć, że częścią materiału najpierw przechodzącą w żelazo  $\gamma$  były granice ziarn. W miarę dalszego podnoszenia temperatury, rozpuszczają się w tym roztworze kryształy pierwotnego żelaza



Rys. 15.

kierunku pierwotnego walcowania). Na przekroju podłużnym widać skupienia żużli w warstwach ferrytu, przekrój poprzeczny odznacza się dość nierównomierną budową ziarn, choć w tym wypadku ziarna są naogół mniejsze niż w poprzednim. Silnie natomiast ślady pozostawiło za sobą wyżarzenie (mikrofot. 18 pow. 750×), gdyż widać wyraźną falistość kryształów, spowodowaną niedostatecznie wysokim podgrzaniem. Zdjęcie to zrobiono przy oświetleniu skośnym właśnie w celu wydobycia owych sfałdowań.

Pochodzenie tej falistości można wytłumaczyć



Rys. 16.

$\alpha$  (ferrytu). Dopiero przy  $A_{c3}$  będziemy mieli zakończony proces tego rozpuszczania. Jeśli podgrzewanie zatrzymamy poniżej  $A_{c3}$ , pozostanie część ziarn ferrytu nierozpuszczonych w żelazie  $\gamma$ . Przy studzeniu materiału od takiej temperatury, zaczyna się z żelaza  $\gamma$  wydzielać części ferrytu, narastające do pierwotnych ziarn (przy dostatecznie powolnym studzeniu) i przyjmujące ich orientację. Skład chemiczny tych narosłych części ferrytowych będzie jednakże odmienny od pierwotnych ziarn, zwłaszcza w materiałach zanieczyszczonych i poprzednio szybko studzonych (niejednorodnych). Skutkiem tego narosłe części kryształów trawić się będą inaczej, dając na szlifie charakterystyczną falistość powierzchni.

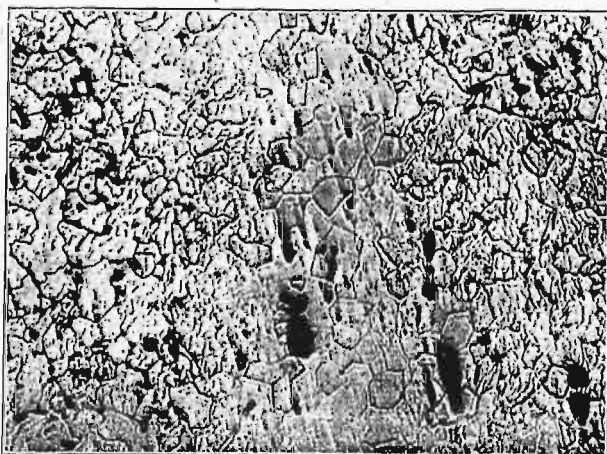
<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 589 w zesz. 24 z r. b.

Z badań mechanicznych przeprowadzono jedynie pomiary twardości i udarności. Przekrój podłużny posiadał twardość  $B=117 \text{ kg/mm}^2$ , przekrój poprzeczny zaś  $B=112 \text{ kg/mm}^2$ . Zależność udarności od temperatury kształtowała się następująco:

t-ra badania	Udarność poprzeczna $U_1$	Udarność podłużna $U_2$	$U_1 : U_2$
- 15°	1.535	1.277	1.2
0°	1.573	1.649	0,95
20°	2.450	1.949	1.25
50°	10,000	10,700	0,94

Podobnie jak i w poprzednim wypadku, mamy i tu przesunięcie zakresu kruchego w stronę wyższych temperatur (normalnie już przy 20° występuje znacznie większy wzrost udarności), pomiędzy 20 a 50° następuje bardzo gwałtowny wzrost udarności, materiał staje się ciągliwym. Niema tu już owego minimum udarności przy około 0°, charakterystycznego dla niektórych materiałów walcowanych, a występującego bardzo wybitnie w poprzednim wypadku. Stosunek  $U_1 : U_2$  nie wzrasta i w tym wypadku w miarę wzrostu temperatury i nie wskazuje na zbyt wielki stopień przewalcowania, co do pewnego stopnia potwierdzają mikrografje 16 i 17. I tu przyczyną zerwania była likwacja, nieodpowiednie wyżarzenie ponadto odgrywało większą, niż w poprzednich wypadkach, rolę. Nie zmniejsza to jednak zgubnego wpływu zanieczyszczeń i wywołanej niemi likwacji.

Trzy powyższe wypadki, wybrane z codziennej praktyki, posiadają jedną cechę wspólną: silną likwację. Likwacja ta występuje szczególnie wybitnie w materiałach małowęglistych. Dotychczasowy sposób operowania tym materiałem przy konstruowaniu, polegający jedynie na opieraniu się na jego wytrzymałości, doprowadza częstokroć do katastrofalnych skutków. Konstruktor z zasady nie ocenia takiego materiału tak troskliwie, jakby to czynił z materiałem „odpowiedzialnym”, o większej zawartości węgla. Liczenie na ciągliwość żelaza miękkiego, oparte jedynie na przyrodzonej jego wydłużalności, jest stanowczo błędne. Lecz nietylko konstruktor obchodzi się z nim po macoszemu,



Rys. 17.

stalownik traktuje go również lekceważąco, jako mniej wartościowy. A przecież bodaj że najtrudniej przygotować właśnie tego rodzaju żelazo małowęgliste. Wrodzona skłonność do tworzenia jamy usa-

dowej i likwacji powinna ostrzegać tak wytwórcę, jak i odbiorcę, przed zbyt lekceważącym stosowaniem tego materiału. Niedomaganie małowęglistych materiałów żelaznych, polegające na likwa-



Rys. 18.

cji, jest bardziej powszechne, niżby się to zdawać mogło z powyższych 3 przykładów. Zgodność przytoczonych tutaj wyników badań mechanicznych i poczynionych obserwacji mikroskopowych z ogólnie przyjętymi wywodami teoretycznymi podkreśla z jednej strony w sposób dość jaskrawy własności takiego zepsutego materiału, z drugiej zaś strony wskazuje na doniosłość badań tego rodzaju dla uzyskania charakterystyki materiału. Należałoby, zdaniem moim, położyć większy nacisk na ten gatunek żelaza przy ustalaniu norm odbiorczych. Bardzo wskazane byłyby próby na uderzenie, cenne i niejednokrotnie decydujące wskazówki dałaby analiza makrograficzna, mniej pewnem, lecz najprostszem, byłoby wreszcie stosowanie większego spólczynnika bezpieczeństwa przy konstruowaniu.

## Nowe wydawnictwa\*).

Pasowania w przemyśle na tle układu polskiego. Inż. W. Mosszyski. Str. 90 z 6 tab. na wkładkach i 36 rys. w tekście. Nakł. Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”. Warszawa, 1929.

Le travail des métaux aux machines-outils. M. J. Androuin. Z serii wydawnictw p. t. „Encyclopédie minière et métallurgique”, wydawanych pod kierownictwem prof. L. Guillet'a. Str. 470 z 642 rys. Wydanie J. B. Baillièrre et Fils. Paryż, 1929.

\*.) Podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w księgarni „Przeglądu Technicznego”, ul. Czackiego 3 w Warszawie.

# Naukowa organizacja i normalizacja, jako czynnik obniżenia kosztów produkcji\*).

Napisał Inż. P. Drzewiecki.

**P**ostęp wiedzy i techniki, będący wynikiem coraz głębiej sięgających badań naukowych, czynia się do coraz szerszych możliwości wykorzystania sił przyrody i właściwości materiałów na pożytek człowieka i do coraz dogodniejszych środków komunikacji i wymiany towarowej.

W dalszym skutku oddziaływa to w znacznej mierze na charakter, przebieg i rozwój produkcji.

Szanse rozwoju danej produkcji, do niedawna znajdującej podstawę jedynie w warunkach lokalnych wskutek posiadania na miejscu bądź należytych surowców, bądź źródeł energii, bądź w końcu zręcznej do danej pracy ludności, — zostały obecnie niezmiernie podważone przez dominujący, ponad wszystko, czynnik pracy lepiej zorganizowanej, czynnik torujący towarowi umiejętniej produkowanemu, — choć nawet z obcych surowców, — drogę zbytu na wielkie nawet odległości i nieraz pomimo ochrony celnej, utrudniającej penetrację gospodarczą.

Poucającym tutaj przykładem dla naszego kraju, uposażonego ponad inne narody w bogactwa naturalne, — jest Szwajcaria.

Produkty Szwajcarii, wytworzone z obcych surowców, gdyż kraj ten własnych surowców nie posiada, znajdują zbytnie na szerokim świecie, i to nietylko pod postacią towaru drobnego i łatwego do przewozu, jakim jest zegarek, ale i jako objekty potężne, jak ostatnio wykonany przez Szwajcarię dla Stanów Zjednoczonych turbogenerator o mocy 160 000 kilowatów, wymagający dla przewozu 87 wagonów kolejowych.

Szwajcaria, pozbawiona surowców niezbędnych dla przemysłu i nie posiadająca dogodnych terytoriów dla rolnictwa, wzniosła się na wyżyny niezwykłego dobrobytu, będącego wynikiem wytwórczości, opartej na wysokiej wydajności pracy i sprawności społeczeństwa.

Wydajność pracy ludzkiej, stanowiąca najpotężniejszy czynnik twórczy postępu, wzmożona została w czasach ostatnich w sposób niezwykły, gdy metody badania, dotychczas stosowane do zjawisk przyrodniczych, zastosowano do procesów wytwórczych. Z chwilą gdy do zjawisk tych zastosowano metodę ścisłej analizy, gdy plan działania oparto na tej analizie i gdy wykonany plan poddawano stałej kontroli i ulepszaniu, okazało się, iż wytwórczość wzrasta w nieoczekiwany zgoła sposób i to tak dalece, iż dla wykonania tejże pracy umożliwia zmniejszenie wysiłku i czasu pracy, a co najważniejsze, zmniejsza koszty produkcji.

Zmniejszenie zaś kosztów produkcji stanowi czynnik potężny, przyczynia się bowiem do przebiegu zjawisk wytwórczych według cyklu, automatycznie zmniejszającego w dalszym ciągu te koszty\*\*)

Cykl ten opiera się na umożliwieniu, wskutek zmniejszenia kosztów produkcji, obniżenia cen, podwyższenia płac i użycia zwiększonych zysków na melioracie i rozszerzenie produkcji, co w swym skutku przyczynia się do zwiększenia konsumpcji i zwiększenia produkcji.

Zwiększenie produkcji obniża koszty ogólne, zwiększa zyskowność procesu wytwórczego i umożliwia w dalszym ciągu obniżenie ceny, podwyższenie płac i dokonywanie ulepszeń w przedsiębiorstwie i t. d., prowadząc wytwórczość do prosperacji.

Oprócz tego, cykl ten, oparty na metodach należytego wykorzystania czasu, skraca w znacznym stopniu terminy niezbędne na wszelkie czynności w dziedzinie produkcji, transportu i wymiany, skracając jednocześnie terminy niezbędnych kredytów na finansowanie produkcji. Wskutek tego zapotrzebowanie kapitału maleje, kredyt tanieje, co obniża także koszty produkcji i przedsiębiorstwo uniezależnia się od obcych kapitałów.

Najsukuteczniejszą dziś metodą obniżania kosztów produkcji jest naukowa organizacja, poddająca procesy wytwórcze ścisłemu badaniu i usuwająca wszelkie marnotrawstwo, a także normalizacja wyrobów, stanowiąca podstawę programu produkcji.

Metody te umożliwiają ujęcie procesu wytwórczego w ścisłe ramy, zapewniające osiągnięcie maximum skutku przy minimum wydatku energii, materiałów, wysiłku, czasu i kapitału.

Metody te zapoczątkowane i rozwinięte zostały najpierw w przemyśle mechanicznym, skąd promieniują na inne działy życia gospodarczego.

Inżynierom mechanikom należy się palma pierwszeństwa i zasługa doniosła w tym postępie, przyczyniającym się do zwiększenia dobrobytu i do zmniejszenia wysiłku w pracy człowieka.

W uznaniu doniosłych korzyści, wynikających z zastosowania tych metod w produkcji, stawiam następujące wnioski, zmierzające do szerokiego i skutecznego wprowadzenia w życie środków obniżenia kosztów produkcji, a mianowicie:

1. Wszelka produkcja zorganizowana obecnie być winna według zasad naukowej organizacji, dążącej do osiągnięcia maximum skutku przy zużyciu minimum materiału, energii, czasu, wysiłku ludzkiego i kapitału.

2. Stosowane w tym celu metody podlegać winny stałej kontroli, badaniu i ulepszaniu.

3. Dokonane to być może skutecznie jedynie wtedy, gdy zadania te powierzone będą osobie fachowej, nieobciążonej żadną pracą bieżącą w procesie produkcji, a więc mogącej obiektywnie śledzić proces wytwórczości, badać go i stale ulepszać.

4. Znajomość zasad naukowej organizacji, dążącej do usuwania marnotrawstwa w produkcji, wymagana być winna obecnie od kierownictwa

\* ) Referat wygłoszony na III Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich.

\*\* ) *Prze gl. Techn.*, 1929, zes. 6 — 7, str. 227.

i inżynierów zakładów przemysłowych narówni z wiadomościami i uzdolnieniami fachowcami. W tym celu wyższe uczelnie techniczne, nauczając tych zasad, winny dążyć do utworzenia specjalnych wydziałów organizacji produkcji.

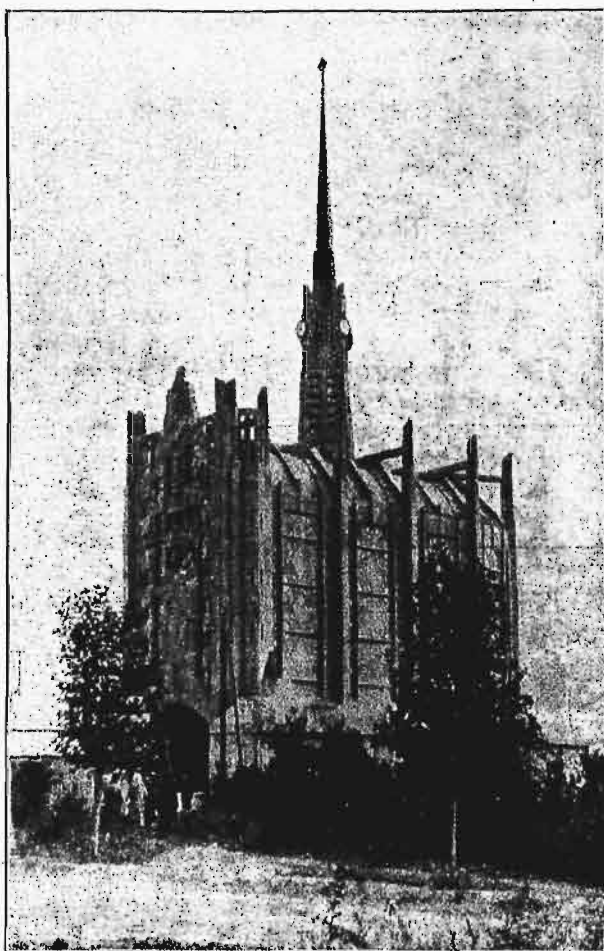
5. Normalizacja wyrobów przemysłowych, jako podstawa produkcji prawidłowo zorganizowanej, znaleźć winna szerokie poparcie w sferach technicznych i przemysłowych i pomoc finansową zrzeszeń zawodowych.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

### BUDOWNICTWO.

#### Kościół żelazobetonowy.

Żelazobeton obejmuje coraz nowe dziedziny techniki budowlanej. Prócz szerokiego zastosowania, jakie znajduje w budowach inżynieryjnych, fabrycznych, mieszkalnych, zastosowano go również do budowli monumentalnych, jak np. świątynie. Pierwszym kościołem całkowicie z żelbetu był kościół w Raincy, we Francji, zbudowany w r. 1923<sup>1)</sup>.



Rys. 1. Widok kościoła żelbetowego w Elisabethville.

Obecnie wykonano nowy tego rodzaju budynek, którego opis znajdujemy w *Génie Civil* (t. 94, 1929, zesz. 1, str. 14).

Kościół ten mieści się w słynnym ze swych nowoczesnych urzędów mieście - ogrodzie Elisabethville (140 km od Paryża) i zbudowany jest według projektu p. Tournon,

<sup>1)</sup> Przegł. Techn., t. 61 (1923), str. 357.

profesora paryskiej Szkoły Sztuk Pięknych. Figury fasady wykonał art. rzeźbiarz Sarrabezolles, specjalista w modelowaniu figur wprost w świeżym cemencie. Nawa jest szerokości 8,15 m, wysokości 18,75 m. Sklepienie, również żelbetowe, o kształcie owalnym, wzmocniono w wierzchołku belką podłużną, podwieszoną na pięciu poprzecznych belkach poziomych, opartych na pionowych zewnętrznych słupach ścian bocznych. Całkowita szerokość kościoła wynosi 15,7 m, długość 29,5 m. Przewidziano w bocznych ścianach 8 olbrzymich witraży (wys. 9,6 m). Wieża o przekroju krzyżowym, zaopatrzona w 4 zegary, wznosi się na 44 m ponad poziom podłogi. Kościół jest 3-nawowy.

### GOSPODARKA ELEKTRYCZNA.

#### Postępy gospodarki elektrycznej w Polsce.

Zagadnienie powyższe omawia p. W. Rosental, radca M. Rob. Publ., w artykule, zamieszczonym w ETZ (8 listopada r. ub.), przytaczając szereg interesujących cyfr. Ważniejsze z nich podamy poniżej, gdyż warto je przypomnieć czytelnikowi polskiemu.

Statystyka urzędowa podaje, iż w końcu r. 1925 istniało w Polsce 635 elektrowni, o łącznej mocy zainstalowanej 824 213 kW. Wytwórczość roczna tych zakładów wynosiła 1668 milj. kWh, skąd średnia na 1 mieszk. wypada 61,3 kWh. Wytwórczość wzrosła w r. 1926 (w przybliżeniu) do 2 miliardów, a w r. 1927 — do 2,4 miljarda kWh, t. zn. o 12% w r. 1926 i o 19% — w r. 1927 w stcs. do 1926, stanowiąc w r. 1927 ok. 85 kWh na 1 mieszkańca.

Zapotrzebowanie Polski ocenia jednak autor na 5,2 miljarda kWh, czyli 190 kWh na 1 mieszkańca.

Zakłady wódne pokrywają zaledwie 1,2% obecnego zużycia, możliwą zaś do uzyskania moc z sił wodnych ocenia się na 2,7 milionów kWh. Instalacje ciepłe składają się w 83% wytwarzanej mocy z turbin parowych, w 12% — z łokowych silników parowych, w 4% — z silników spalinowych.

Ok. 55% zakładów elektrycznych wytwarza prąd stały, są to jednak przeważnie zakłady małe, tak że ich produkcja łączna stanowi zaledwie 9% ogólnej mocy zainstalowanej.

Jednym z najważniejszych zagadnień w chwili obecnej jest elektryfikacja zagłębia węglowego, o obszarze 3800 km<sup>2</sup>. Zagłębie posiada 39 elektrowni o mocy zainstalowanej 500 000 kW, z czego przypada 200 000 kW na rezerwy. Połączenie tych elektrowni mogłoby powiększyć wytwórczość energii o 600 milionów kWh. Do największych elektrowni ma należeć przede wszystkim budowana w Łaziskach Górnych, której moc przewiduje się na 120 000 kW i która zasilać ma Państw. Fabr. Związków Azotowych w Chorzowie.

Nadto zwraca autor uwagę na możliwość wyzyskania gazów ziemnych w Małopolsce, gdzie wydobycie ich sięga 500 milionów m<sup>3</sup> rocznie.

## KOMUNIKACJA.

### Zagadnienie ruchu wielkomięjskiego.

Trudne zagadnienie ruchu wielkomięjskiego różnemi środkami komunikacji, z podziałem na ruch masowy i indywidualny, stara się rozwiązać p. Wuger w *Schweizerische Bauzeitung*. Stawia przytem następujące pytania:

- 1-o. Czy stosowanie tramwajów jest jeszcze usprawiedliwione, zarówno z punktu widzenia technicznego, jak i ekonomicznego, czy też powinny być one zastąpione przez inne środki komunikacji, bez szyn?
- 2-o. Czy lepiej utrzymywać w śródmieściu system transportu masowego, czy też pozwolić na rozwój maksymalny ruchu samochodów indywidualnych?

Porównywując tramwaj z autobusem, dowodzi autor przewagi pierwszego nad drugim, z punktu widzenia ekonomicznego, wszędzie, gdzie chodzi o zapewnienie ruchu intensywnego.

Co zaś do drugiego pytania, to autor wskazuje na przykład Londynu, gdzie miasto czuje się zmuszonym do ograniczenia ruchu autobusowego w śródmieściu na korzyść innych pojazdów. Opierając się na własnych obserwacjach, poczynionych w najbardziej ruchliwych punktach Zurychu, twierdzi autor, iż doniosłość samochodu indywidualnego, jako środka komunikacji, jest raczej pozorna niż istotna, a to wskutek długich okresów oczekiwania na przejazd, jak i konieczność przejazdów luzem. Stąd wyciąga wniosek, że poświęcenie tramwajów lub autobusów na korzyść samochodu jest błędem, gdyż te pierwsze środki przewozu dają możliwość transportu masowego, co należy stawiać ponad możliwość przejazdu samochodów indywidualnych, jako przewożących o wiele mniej pasażerów.

Na tle powtarzających się obecnie często rozważań na temat powyższy można by jeno zaznaczyć, iż rozpatrywanego zagadnienia nie można rozwiązać w całości w oderwaniu od miasta, o które chodzi. Rozmieszczenie dzielnic miasta, ilość i szerokość arterij komunikacyjnych i t. p. względy mogą zmienić gruntownie wyniki wywodów abstrakcyjnych. W dodatku nie należy zapominać o jeszcze jednym, najskuteczniejszym środku transportu masowego, jakim jest miejska szybka kolej podziemna, która naprz. dla miasta tak ciasnego i o tak małej liczbie arterij, jak Warszawa, będzie wkrótce jedyną deską ratunku.

## LOTNICTWO.

### Loty transatlantyczne z punktu widzenia ekonomicznego.

Czy w obecnym stanie techniki możliwe jest zbudowanie samolotu, który mógłby przelatywać z jednego brzegu Atlantyku na drugi z szybkością 300 — 400 km/h, z całą pewnością, niezależnie od warunków atmosferycznych, przewożąc przytem ładunek użyteczny o ciężarze 2 do 3 tonn?

Pytanie to stanowi temat artykułu p. Kussner'a, umieszczonego w czasop. *Zft. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt*. Autor rozpatruje zastosowanie w rozważanym celu samolotu bez kabiny, o płatach grubych, zawierających cały ładunek, łącznie z silnikami. Junkers, Rumpler i in. projektowali już takie płatowce, o powierzchni nośnej 600 do 1000 m<sup>2</sup> i rozpiętości płatów 70 — 90 m.

Tak wielkie rozmiary płatowców pociągają jednak za sobą wiele niedogodności. Autor rozważa tedy, czy nie byłoby możliwe konstruowanie płatowców tegoż typu, lecz o wymiarach mniejszych, i bada, jakie kształty zapewniałyby

maximum ekonomiczności lotu transatlantycznego. Rozważa więc aerodynamikę płatu zakończonego ostrzem, wybór śmigła, budowę płatów, rozkład obciążeń wewnątrz płatu, ciężar martwy aparatu, budowę silnika lotniczego typu Diesela, jego bilans cieplny, rozchód paliwa oraz najkorzystniejszą liczbę obrotów, najdogodniejsze wymiary samolotu, wreszcie koszt własny 1 tkm przy przelocie transatlantycznym.

## METALoznawstwo.

### Wpływ temperatury walcowania i wyżarzania na własności mechaniczne i na strukturę stali niskowęglistej.

A. Pomp i S. Weichert przeprowadzili ostatnio badania nad wpływem temperatury walcowania i wyżarzania na budowę i własności mechaniczne cienkich blach. Pierwsza część ich pracy, odnosząca się do wpływu walcowania na zimno i następnego wyżarzania, miała na celu sprawdzenie i uzupełnienie wyników dawniej ogłoszonych badań. Natomiast badania, dotyczące wpływu średnio wysokich, jak i poniżej temperatury otoczenia leżących temperatur walcowania, nie były dotąd znane w literaturze.

Blachę badaną, grubości 2 mm, o zawartości 0,08% C, walcowano w temperaturach od 70 do 500° aż do grubości 0,4 mm, (całkowite odkształcenie 74%). Próbki walcowane w temperaturze otoczenia wyżarzano następnie przez 3 godziny w temperaturach od 100 do 900°. Badanie własności mechanicznych przeprowadzono dopiero po upływie paru miesięcy, t. zn. wtedy, gdy już w znacznym stopniu odbył się proces starzenia się. Stwierdzono, że ze wzrostem stopnia odkształcenia przy temperaturze walcowania 20° wrażliwość i wytrzymałość, a obniża się wydłużenie i zdolność do głębokiego wyłaczania.

Mikrostruktura wykazuje wydłużenie ziarn w kierunku walcowania, wzrastające ze zwiększeniem stopnia zgniotu.

Podniesienie temperatury walcowania (50—500°) powoduje wzrost wytrzymałości i twardości, a spadek wydłużenia i zdolności do głębokiego wyłaczania. Ogrzewanie walców nie wywiera żadnego wpływu na własności mechaniczne blachy. Walcowanie w temperaturach poniżej temperatury otoczenia obniża wytrzymałość i twardość, podnosząc wydłużenie i zdolność do głębokiego wyłaczania. Temperatura walcowania, oczywiście w tym zakresie temperatur, nie wywiera wpływu na strukturę.

Wyraźnej rekryształizacji ulegają dopiero blachy wyżarzane przy 600°, podczas gdy własności mechaniczne doznają zmiany już przy znacznie niższych temperaturach. (A. Pomp. i S. Weichert *Mitt. a. d. K. W. Inst. rom X, L. 15*).  
S. O.

## PALIWO.

### Wyrób i zastosowanie benzolu.

W r. 1927 produkcja benzolu we Francji wyniosła 61 200 t, z czego 48 500 przypada na koksownie, a reszta — na gazownie. Można przypuszczać, że wyrób benzolu osiągnie tam wkrótce 100 000 tonn. Tymczasem przemysł chemiczny i inny zużywa we Francji ok. 15 000 t benzolu rocznie. Należy tedy resztę wyzyskać do napędu samochodów, ażeby zapewnić regularną pracę odbenzolowni, do czego wielką wagę przypisuje się ze względu na obronę kraju.

Przypominając pokrótce własności dodatnie benzolu, jako paliwa silnikowego, mianowicie: oszczędność 10% na wadze, a 20% na objętości paliwa w porównaniu z benzyną, większą odporność na detonację (skąd możność wyższego stopnia sprężania i znacznego podwyższenia mocy silnika na wzniesieniach) i t. p., podkreśla też autor ważną cechę



benzolu, jako rozpuszczalnika w mieszaninie potrójnej z benzyną i alkoholem etylowym.

Mieszanki benzolowe są już w stałej sprzedaży w paru krajach, a więc w Niemczech — pod nazwą „aral'u” lub „monopolin'u”, w Anglii — pod nazwą „national benzole mixture” i ostatnio we Francji. (Chaleur & Industrie, październik 1928, Génie Civ, 1929, resz. 10, str. 250).

## SILNIKI I KOTŁY PAROWE.

### Nowa elektrownia w Long Beach.

W Kalifornii budowana jest nowa elektrownia Tow. Southern Californian Edison Co w miejscowości Long Beach, obok dwu już tam istniejących. Pierwszy zespół maszyn, o mocy 90 000 kW, jest już obecnie uruchomiony. Jak się dowiadujemy z czasop. Electrical World (6 paźd. 1928 r.), nowa elektrownia podnosi moc całej instalacji powyższego T-wa do 800 000 kW. Trzy połączone elektrownie zasilają energią obszerny okrąg, równoległe ze znaną elektrownią wodną Big Creek. Napięcie przesyłowe jest 200 kV.

Turbina nowej instalacji (General Electric Co) posiada 8 stopni wysokiej prędkości i 3 stopnie niskiej. Para dołotowa ma 28 atm ciśnienia, liczba obrotów turbiny jest 1500 na min, skraplanie pary odbywa się w 4-ch skraplaczach pionowych. Turbina napędza prądnicę o mocy 90 000 kW, oraz drugą — pomocniczą o 4 000 kW i jej wzbudnicę, obie sprzęgnięte, bezpośrednio z wałem silnika.

Parę do turbiny wytwarzają tylko 3 kotły o ogromnych rozmiarach: 3 000 m<sup>2</sup> pow. ogrzew., 20 m wysokości. Łącznie dają one do 225 000 kg pary na godzinę. Paleniska wyposażone są w palniki Peabody na gaz ziemny lub ropę (po 20 palników na 1 kocioł). Przewidziano nadto możliwość opalania pyłem węglowym.

Urządzenia pomocnicze siłowni napędzane są przy pomocy prądnicy o mocy 4 000 kW (2 300 V), bądź bezpośrednio prądem 2 300 V-ym, bądź też przetworzonym na 440, 220 lub 110 V, zależnie od silnika. Główne mechanizmy, jak np. pompy, są w ilości podwójnej, dla większej pewności.

Prądnica główna wytwarza prąd o napięciu 16 500 V, 50 okr./sek., przy  $\cos \varphi = 0,9$ . Ze względu na b. wielką moc, prądnica jest wyposażona w 4 wentylatory, zapewniające obieg powietrza chłodzącego. Ustawiono też specjalne urządzenie wpuszczające samoczynnie CO<sub>2</sub> do rurociągu wentylacyjnego prądnicy w razie krótkiego zwarcia wewnątrz tejże. Działanie urządzenia powoduje szereg przekładników różniczkowych, a w razie ich uszkodzenia — termopary. Punkt zerowy prądnicy jest uziemiony, jak również i punkt zerowy transformatorów głównych, których uzwojenie wtórne wytwarza 220 kV.

## Bibliografia.

Maschinenelemente, Prof. Dr. F. Rötscher, Tom, II, XX+754 str. i 1254 rycin. Wyd. Springer, Berlin 1929.

O I-ym tomie tego cennego dzieła o konstrukcji części maszyn pisałem już w „Przełądzie Technicznym”, 1928, str. 184. Tom. 2-gi przedstawia się również bardzo dobrze, tak pod względem treści jak i pięknego wykonania, a rozpoczyna się wykazem znaków, użytych w poszczególnych rozdziałach. Treść tomu obejmuje kolejno: układ korbowy, wodziki czyli krzyżulce, łączniki (korbowody), czopy, osie

i wały, mimośrod, sprzęgła, łoża, prowadzenia, ramy maszynowe, cylindry różnych maszyn roboczych i silników, konstrukcję den i głowic, koła tarciove, zębate, napędy taśmowe, jako to pasowe, linowe i łańcuchowe. W dalszych rozdziałach koła pasowe, linowe i zamachowe oraz części wirujące turbin wodnych, parowych i pomp odśrodkowych, a więc łopatki, bębny i tarcze z uwzględnieniem materiałów, form i naprężeń.

Rozdział o czopach uwzględnia nowsze badania nad rozkładem ciśnień przy dokładnym smarowaniu zapomocą nieprzerwanej plewki oliwnej (filmu) (str. 655 i dalsze). Teoria łożysk typu Michella, Browna, AEG i innych jest krótko, ale dobrze przedstawiona (str. 682 do 685). Dobre wskazówki konstrukcyjne znajdujemy w rozdziałach o umocowaniu czopów korbowych i projektowaniu wodzików (691). Następnie podaje autor kilka urządzeń do smarowania części układu korbowego (716 do 719).

Obliczenia wałów wygiętych (wyborbionych) i statycznie niewyznaczalnych podane są na str. 772 do 800.

Sprzęgła są stosunkowo krótko opisane, przy użyciu dobrych szkiców. Bardzo dobry jest rozdział o konstrukcji łożysk (842 do 918). Trudny w praktycznej robocie dział ram maszynowych jest tu krótko, ale pouczająco opracowany.

Cylindry różnych maszyn i przynależne zamknięcia są przedstawione jasno i krytycznie (939 do 1017).

W rozdziale o kołach, przenoszących moc zapomocą tarcia, opisał autor kilka nowych układów. Układ podany na rys. 1823 jest właściwie pomysłu Garrarda w wykonaniu Kruppa. W dziale kół zębatach omawia autor nowsze studja nad prawidłową formą zarysów, korekturą i obróbką zębów. Między znanymi sposobami obliczania wymiarów znajduje się także przeliczenie zębów na rozgrzanie. (1070).

Pędnie taśmowe opisane są najpierw ze stanowiska praktyki ruchowej i warsztatowej, potem zaś przedstawione na podstawie szeregu nowszych badań i pomiarów, które wyjaśniły zagadkę doskonałego działania szybkobieżnych pasów, pracujących na kołach o wielkich średnicach (ponad 1000 mm). Na str. 1202 do 1218 znajdujemy dobre obliczenie wieńców kół pasowych na działanie sił stycznych i odśrodkowych, zwłaszcza w kołach dzielonych na części.

Na kilku stronach przedstawiono następnie nowsze układy pasów z kołami napinającymi.

W ustępie o kołach zamachowych podaje autor obliczenie potrzebnej masy, dobór kształtu przekroju wieńca, krytykę różnych połączeń wieńca i ramion, uwzględniając nierównomierny rozkład naprężeń w grubych wieńcach (rozkład hyperboliczny), dający większe naprężenia po stronie wewnętrznej wieńca. Rozważania autora można porównać z kilkoma rozprawami polskimi, ogłoszonymi w roku 1928 w Przełądzie Technicznym, Czasopiśmie Technicznym i w Technice Ciepłej.

Ostatni rozdział ujmuje szerzej niż zwykle budowę i obliczanie łopatek, bębnow, tarcz i kół dla szybko wirujących części turbin wodnych i parowych, pomp i przewietrzników wirnikowych. Przykłady konstrukcyjne wzięte są z dobrej praktyki przemysłowej, sposoby obliczania oparte na nowszych metodach.

O całości pracy prof. Rötschera powiedzieć należy, że mamy przed sobą dzieło dojrzałe i oryginalne, oparte na pełnej znajomości praktyki wykonawczej i ruchowej, uwzględniające wyniki nowych badań i korzystające z nowszych metod teorii. Rysunki są bardzo liczne, poprawne i pokazujące zawsze istotne cechy w możliwie prostym ujęciu. Opisy są technicznie i stylistycznie bardzo dobre i zwięzłe, uzupełnione krytycznymi porównaniami i uwagami o doświadczeniach, zebranych w zastosowaniach technicznych. Wskazówki co do odpowiednich form konstrukcyjnych i sposobów obróbki są również trafne i użyteczne.

Zdaniem sprawozdawcy, należy się autorowi tego poważnego dzieła wdzięczność za tak gruntowne i sumienne opracowanie ważnego a trudnego działu sztuki i umiejętności konstruktorskiej. Dzieło to przyczyni się niewątpliwie do dalszego podniesienia i rozwoju konstrukcji maszyn, która jest jedną z najważniejszych podstaw świetnego rozwoju nowoczesnej techniki maszynowej.

Prof. Edwin Hauswald, Lwów.

# WIADOMOŚCI POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO

## BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE STANDARDISATION

## T R E Ś Ć :

Normalizacja stali na terenie międzynarodowym (dok.).

WARSZAWA  
19 CZERWCA  
1929 R.

## S O M M A I R E :

Standardisation internationale de l'acier (suite).

Stal zlewna walcowana Stal śrubowa i nitowa									I Fe N 13	
Ciężar właściwy do obliczania wagi 7,85 kg/dm <sup>3</sup> Własności tworzywa										
Znak	Gatunek	Wytrzymałość na rozciąganie $\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	Próba na rozciąganie w/g I Fe N 05						Próba na zagięcie w/g I Fe N 05	U w a g i
			Przydłużenie min. %							
			Próbka krótka $\delta_k$			Próbka długa $\delta_l$				
			Grubość próbek w mm							
			8 i więcej	nieżej 8 do 7	nieżej 7 do 5	8 i wyżej	nieżej 8 do 7	nieżej 7 do 5	Prześwit pętli przy kącie zagięcia 180° odniesiony do grubości próbki $a$	
St. 38.13	Stal śrubowa	38 — 45	25	22	18	20	18	15	$\frac{1}{2} a$	
St. 34.13	Stal nitowa oraz stal śrubowa miękka specjalnej dobroci	34 — 42	30	26	22	25	22	18	Próbka powinna dać się zagiąć na zimno, bez wszelkich naderwań zewnętrznych aż do zetknięcia się ramionami	Próba na spłaszczanie. Próbka stali nitowej o długości równej podwójnej średnicy, przy temperaturze odpowiadającej przeznaczeniu, powinna dać się spłaszczyć do $\frac{1}{3}$ swej długości bez wystąpienia rys.

Dopuszczalne zanieczyszczenie: Zawartość siarki i fosforu nie jest gwarantowana.

Dla pobierania próbek badanego i odbieranego tworzywa są ważne oznaczenia ogólne w/g. I Fe N 02 — 07.

Stal zlewna kuta lub walcowana niestopowa  
Stal cementacyjna i ulepszona

I Fe N 61

Oznaczenie stali wyżarzanej i ulepszonej ze średnią zawartością węgla 0,33%.

Stal ulepszona St. C 33.61.

I Fe N 61 wyżarzona.

Ciężar właściwy do obliczenia wagi 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

**Stal cementacyjna.**

Dopuszczalne zanieczyszczenie: zawartość siarki i fosforu nie więcej niż po 0,04%, razem jednak nie więcej 0,07%.

Własności mechaniczne odnoszą się do stanu wyżarzonego (znormalizowanego).

Z n a k	Próba na rozciąganie w/g I Fe N 05				Zawartość węgla C %	Zawartość manganu Mn max. %	Zawartość krzemu Si max. %
	Wytrzymałość na rozciąganie $\sigma_B$ średnio kg/mm <sup>2</sup>	Przydłużenie minimalne w %		Granica płynności $\sigma_S$ min. kg/mm <sup>2</sup>			
		Próbka normalna krótka lub proporcjonalna krótka $\delta_5$	Próbka normalna długa lub proporcjonalna długa $\delta_{10}$				
St. C 10.61	38	30	25	21	0,06 do 0,13	0,5	0,35
St. C 16.61	42	28	23	23	0,13 do 0,20	0,4	0,35

Po cementowaniu i zahartowaniu tworzywo posiada większą wytrzymałość rdzenia.

**Stal ulepszona.**

Dopuszczalne zanieczyszczenie: siarki i fosforu nie więcej niż po 0,04%, razem nie więcej 0,07%.

Z n a k	S t a n	Próba na rozciąganie w/g I Fe N 05				Zawartość węgla C %	Zawartość manganu Mn max. %	Zawartość krzemu Si max. %
		Wytrzymałość na rozciąganie $\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	Przydłużenie minimalne w %		Granica płynności $\sigma_S$ min. kg/mm <sup>2</sup>			
			Próbka normalna krótka lub proporcjonalna krótka $\delta_5$	Próbka normalna długa lub proporcjonalna długa $\delta_{10}$				
St. C 25.61	wyżarzona ulepszona	42 do 50	27	22	24	0,25	0,8	0,35
		47 do 55	24	20	28			
St. C 35.61	wyżarzona ulepszona	50 do 60	23	19	28			
		55 do 65	22	18	33			
St. C 45.61	wyżarzona ulepszona	60 do 70	19	16	34			
		65 do 75	18	15	39			
St. C 60.61	wyżarzona ulepszona	70 do 85	15	13	40	0,60		
		75 do 90	14	12	45			

Wartości podane w rubryce „ulepszona” określają zdolność stali do ulepszenia, co osiąga się przez szybkie ostudzenie stali nagrzanej do temperatury 30° do 50° C ponad górny punkt przemiany oraz przez następne odpuszczenie do 600° C. Zwykle jednak odpuszczanie nie sięga tak wysokiej temperatury i otrzymane wartości liczbowe będą inne. Dotyczy to w pierwszym rzędzie granicy płynności i wytrzymałości na rozciąganie, które będą różne, ponieważ tylko części o małej grubości dają się zahartować i ulepszyć aż do rdzenia. Podane wartości przydłużenia mogą być odniesione tylko do części o grubości do 30 mm, i przy rozciąganiu wzdłuż włókien. Przy częściach o grubości wyższej niż 30 mm miejsce wzięcia próbki musi być omówione.

Powyzsza tablica nie obejmuje stali pudlingowej i zgrzewanej, jak również materiałów otrzymanych drogą zimnej obróbki (przeciąganie, prasowanie, wytlaczanie i t. p.).

Pod „wyżarzeniem” (normalizowaniem) rozumie się równomierne nagrzanie stali do temperatury nieco wyższej ponad górny punkt przemiany z następującym ostudzeniem w spokojnym powietrzu.

Dane mechaniczne odnoszą się do prób w kierunku włókien.

Próby mechaniczne p/g I Fe N 02 — 07.

Badanie wartości mechanicznych stali ulepszonej odbywa się przy pomocy próbki wyciętej na zimno z ulepszonej części. Wskazówki dotyczące pobierania próbek patrz również I Fe N 11.

W specjalnych wypadkach winien być podany cel przeznaczenia danej stali.

Odbiór stali cementacyjnej opiera się na badaniu zawartości węgla oraz stopnia zanieczyszczenia, przyczem w wypadkach wątpliwych obok analizy chemicznej mogą być badane własności mechaniczne tworzywa.

Odbiór stali ulepszonej opiera się na badaniu zanieczyszczenia i chemicznego składu tworzywa, albo na badaniach własności mechanicznych. W wypadkach wątpliwych badania mechaniczne uzupełnia się analizą chemiczną i odwrotnie.

W ogólności przy badaniach tworzywa obowiązuje I Fe N 02 — 07.

Stal zlewna kuta lub walcowana, stopowa  
Stal ulepszona

I Fe N 69

Oznaczenie ulepszonej stali niklowej z zawartością niklu ok. 2,75%:

Stal ulepszona St. Ni 30.69 I Fe N 69.

Ciężar właściwy do obliczenia wagi: 7,85 kg/dm<sup>3</sup>

Dopuszczalne zanieczyszczenie: siarki i fosforu nie więcej niż po 0,035%, a razem nie więcej niż 0,06%.

(Przy stali kwaśnej siarki i fosforu nie więcej niż po 0,045%, a razem nie więcej niż 0,075%).

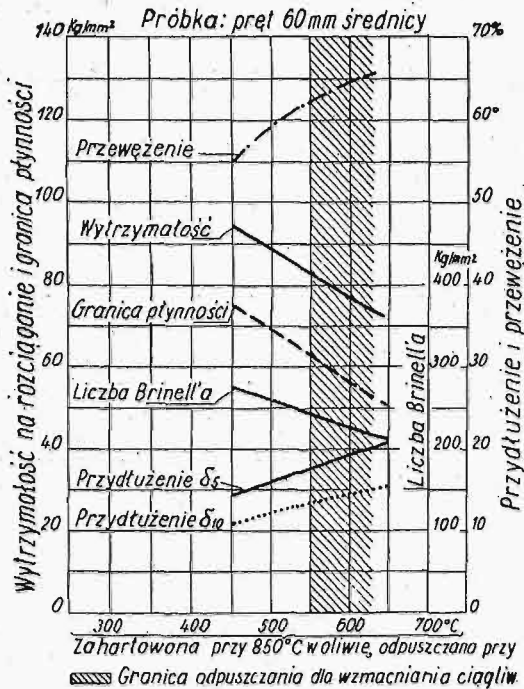
Dane mechaniczne dotyczą stali okrągłej średniej grubości (60 mm średnicy) przy rozciąganiu w kierunku włókien. Sposób badania p/g I Fe N 02 do I Fe N 07. Pobieranie próbek odbywa się na podstawie porozumienia (możliwie z warstwy zewnętrznej).

Nieznaczne odchylenia od danego składu chemicznego nie mogą być powodem do odrzucenia materiału, jeżeli własności mechaniczne są wystarczające.

Oznaczenie stali	Stan	Wytrzymałość na rozciąganie $\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	Najmniejsze przydłużenie przy próbkach normalnej lub proporc. %		Najmniejsze przewężenie $\Psi$ %	Granica płynności $\sigma_s$ w % wytrzymałości min. kg/mm <sup>2</sup>	Skład chemiczny w %				
			Próbka $\delta_5$ krótka	Próbka $\delta_{10}$ długa			C Węgiel	N Nikiel	Cr Chrom	Mn Mangan	Si Krzem
St. Ni 30.69	wyżarzona	70	—	—	—	—	0,25	± 0,25	0,30	0,4	naj- wyżej 0,35
	ulepszona	70—80	21—19	14—12	60	60					
	ulepszona	80—90	19—17	12—10	55	65					
St. Cr Ni 15.69	wyżarzona	70	—	—	—	—	do	± 0,25	± 0,25	0,5	do
	ulepszona	65—75	23—19	16—12	55	65					
	ulepszona	75—85	21—19	15—12	45	70					
St. Cr Ni 35.69	wyżarzona	80	—	—	—	—	0,4	± 0,25	± 0,25	0,75	0,8
	ulepszona	75—90	21—17	14—10	55	75					
	ulepszona	90—105	19—15	12—18	45	75					

**Przykład dla stali chromo-niklowej St. Ni 35.69  
o składzie chemicznym:**

C	N	Cr	Mn	Si
0,32	1,53	0,40	0,65	0,28



**Obróbka termiczna:**

**Kucie.**

1050° do 850° (żar jasno-żółty do czerwonego).

Celem łatwiejszego nadawania kształtów dopuszczalne jest ostrożne nagrzewanie odkuwanego przedmiotu do 1100° (żar jasno-żółty). Części odkuwanych nie należy trzymać zbyt długo w wysokiej temperaturze, a częściom odkutym winno się dać możliwość powolnego ostygnięcia.

**Wyżarzanie.**

W celu otrzymania stali łatwiejszej do obróbki należy ją wyżarzyć 2 i więcej godzin, w zależności od kształtu i przekroju, przy temperaturze 630°, poczem możliwie powoli ją ostudzić.

**Ulepszanie.**

Nagrzewać równomiernie i starannie w zależności od kształtu i przekroju do temperatury 800 — 850°, następnie szybko ostudzić w oliwie. W celu osiągnięcia stanu ciągliwego, należy odpuścić w oliwie lub w wodzie, przy temperaturze 550 do 600°. Czas trwania odpuszczania zależy od wielkości części.

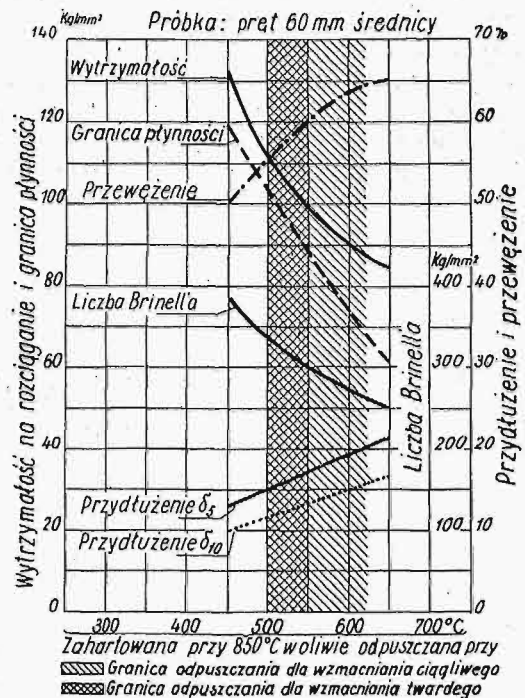
**Przykład dla ulepszonej stali chromoniklowej  
St. Cr Ni 35.69 o składzie chemicznym:**

C	Ni	Cr	Mn	Si
0,34	3,5	0,88	0,62	0,28

**Obróbka termiczna.**

**Kucie.**

1050 do 850° (żar jasno-żółty do czerwonego). Celem łatwiejszego nadawania kształtów, dopuszczalnym jest ostrożne nagrzewanie odkuwanego przedmiotu do 1100° (żar jasno-żółty). Części odkuwanych nie należy trzymać długo w wysokiej temperaturze, a częściom odkutym winno się dać możliwość powolnego ostygnięcia.



**Wyżarzanie.**

W celu otrzymania stali łatwiejszej do obróbki należy ją wyżarzać 2 i więcej godzin w zależności od kształtu i przekroju, przy temperaturze 630°, poczem możliwie powoli ją ostudzić.

**Ulepszanie.**

Nagrzewać równomiernie i starannie w zależności od kształtu i przekroju do temperatury 800 — 850°, następnie szybko ostudzić w oliwie.

W celu osiągnięcia stanu ciągliwego odpuścić w oliwie lub wodzie, przy temperaturze 550 do 620°. Czas trwania odpuszczania zależy od wielkości części.