

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Osad czynny, nap. A. Szniolis, Inżynier.  
Pieczę indukcyjne na prąd szybkozmienny (dok.), nap. Inż. A. Groza, Adjunkt Akademii Górniczej w Krakowie.  
Podstawy dobrobytu w Stanach Zjednoczonych, nap. St. Borkowski, Inż.-Mechanik.  
Przegląd pism technicznych.  
Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

## SOMMAIRE:

L'épuration des eaux d'égouts par boues activées (à suivre), par M. A. Szniolis, Ingénieur, Lecteur à l'École Nationale de l'Hygiène de Varsovie.  
Les fours électriques à induction à haute fréquence (suite et fin), par M. A. Groza, Ingénieur, adjoint à l'Académie des Mines de Cracovie.  
Les bases du bien-être aux Etats Unis de l'Amérique du Nord (à suivre), par M. St. Borkowski, Ingénieur.  
Revue documentaire.  
Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

## Osad czynny.<sup>1)</sup>

*Napisał Inż. Aleksander Szniolis, Oddział Inżynierji Sanitarnej Państwowej Szkoły Higjenu.*

Sprawa oczyszczania wód ściekowych, odprowadzanych przy pomocy kanalizacji z osiedli do naturalnych zbiorników wodnych, w krajach, posiadających gęste zaludnienie i rozwinięty wielki przemysł, dawno już przybrała formę bardzo poważnego zagadnienia, wymagającego nieodzownego rozwiązania w ten lub inny sposób.

W Polsce, a szczególnie w Kongresówce i na Kresach Wschodnich, sprawa ta była dotąd mało aktualną, na co złożyło się wiele przyczyn, a głównie ta, że miasta nasze przeważnie nie posiadały kanalizacji wcale, lub posiadały ją, ale z bardzo słabo rozwiniętą siecią. Z tej tylko przyczyny rzeki nasze nie doszły do stanu, w jakim znalazły się przed kilkudziesięciu laty rzeki Anglii i Stanów Zjednoczonych, kiedy to większość ich przekształciła się w olbrzymie cuchnące naturalne kanały ściekowe.

Do jakiego stopnia rzeki nasze są zanieczyszczone, trudno powiedzieć, ponieważ żadnych badań systematycznych w tym kierunku nikt w Polsce nie dokonywał. Sądzić o tem można jedynie na podstawie wyników tych sporadycznych i niepełnych badań, jakie były dokonywane przez rozmaite osoby w różnych czasach i na różnych rzekach.

Jednak nawet z tych zupełnie oderwanych badań można dojść do wniosku, że mimo sprzyjających warunków (t. zn. braku kanalizacji w miastach) stan rzek naszych jest naogół daleki od ideału, w poszczególnych zaś wypadkach — wyraźnie zły.

Jeżeli zaś weźmiemy pod uwagę obecne dążenie większości naszych miast do wprowadzenia kanalizacji i rozszerzenia sieci już istniejących, które to dążenie weszło w wielu wypadkach na tory realne i urzeczywistnia się w szybkim tempie, to oczywistym się stanie, że w niedalekiej przyszłości, pod wpływem tego zwrotu w sposobie usuwania nieczystości z miast, — stan naszych rzek pogorszy się gwałtownie i może stać się groźnym w wypadku, jeżeli nie powstaną jednocześnie z kanalizacją odpowiednie urządzenia do oczyszczania ścieków.

Wobec tego sprawa oczyszczania ścieków w Polsce nie może być nadal traktowana jako przedwczesna, natomiast winna już wejść na porządek dzienny i zainteresować tak osoby, których obowiązkiem jest piecza o zdrowie publiczne, jak również i techników polskich, na których spadnie obowiązek rozwiązania tego zagadnienia z punktu widzenia technicznego.

Niestety, duże postępy, jakie zostały dokonane gdzieindziej w ostatnich latach w tej dziedzinie, nie znalazły odzwierciedlenia w polskim piśmiennictwie technicznym i nie są znane szerszemu ogółowi.

Artykuł niniejszy ma za zadanie zapoznanie w ogólnych zarysach z procesem osadu czynnego (nazwę „muł aktywny” uważam za mniej trafną i mniej zbliżoną do nazwy angielskiej „Activated Sludge”), jako jedną z ostatnich zdobyczy inżynierji sanitarnej w dziedzinie oczyszczania wód ściekowych.

<sup>1)</sup> Referat wygłoszony dn. 29 lutego r. b. na posiedzeniu Wydziału Urządzeń Zdrowotnych Użyteczności Publicznej przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie.

Intensywna praca badawcza, jaka jest prowadzona od wielu lat na stacjach doświadczalnych w Anglii, w Stanach Zjednoczonych A. P. i po czę-

ści w Niemczech, w celu wyszukania coraz to nowych i lepszych sposobów oczyszczania ścieków, tłumaczy się tem, że żaden z istniejących, a nawet powszechnie stosowanych sposobów, nie odpowiada w całości wszystkim warunkom, jakichbyśmy od nich wymagać chcieli. Niektóre zaś sposoby oczyszczania ścieków posiadają tak poważne cechy ujemne, że częściowo „wymierają własną śmiercią”, a częściowo są tolerowane do chwili, kiedy możliwości finansowe pozwolą miastom zastosować urządzenia nowsze.

Postaramy się ustalić dokładniej te warunki, jakim, według dzisiejszych naszych pojęć i wymagań, winien odpowiadać ten „idealny” sposób oczyszczania ścieków, który mógłby nas zadowolnić w zupełności.

Otóż wymagałobyśmy od niego, aby posiadał jednocześnie wszystkie podane niżej cechy. Są niemi:

1. wysoki stopień oczyszczania ścieków, t. zn. całkowicie przezroczysty i bezbarwny wypływ, maksymalne zmineralizowanie ciał organicznych, minimalne zapotrzebowanie tlenu biochemicznego, conajmniej 4-ro dniowa stabilizacja ścieków, nieznaczna liczba bakteryj;
2. jednakowy stopień oczyszczania ścieków w ciągu całego roku, niezależnie od temperatury i pogody;
3. maksymalna wydajność urządzenia w czasie i przestrzeni, czyli wysoka intensywność procesu oczyszczania;
4. nieobecność zapachów, much i innych szkodliwych lub przykrych dla otoczenia wpływów;
5. minimalny spadek hydrauliczny, wymagany przez urządzenie;
6. możliwość wyzyskania substancyj, zawartych w ściekach, do celów nawozowych w rolnictwie;
7. minimalny koszt budowy, urządzenia i eksploatacji;
8. minimalny dozór;
9. łatwość usuwania osadów.

Rozpatrując z punktu widzenia tych warunków główne sposoby oczyszczania ścieków, które zdobyły powszechne prawo obywatelstwa, zobaczymy, że żaden z nich nietylko nie odpowiada wszystkim tym warunkom naraz, lecz w stosunku do poszczególnych punktów przedstawia takie przeciwieństwa, które wystarczyłyby w zupełności do odrzucenia go, gdyby naturalnie był wynaleziony jakiś lepszy sposób.

Weźmy kilka przykładów, naprz.: 1) pola irygacyjne dają bardzo wysoki stopień oczyszczania, ale oczyszczanie jest w wysokim stopniu zależne od temperatury i pogody; poza tem pola irygacyjne wymagają tak olbrzymich przestrzeni ziemi w pobliżu miast, że w warunkach nowoczesnego ich rozwoju są już nie do pomyślenia (berlińskie pola irygacyjne zajmują 16 000 ha, paryskie — 7000 ha i t. d.). Wzorowe prowadzenie kontroli i gospodarki na takich przestrzeniach jest niemożliwe. Koszt urządzenia pól jest b. wysoki (Ber-

lin — 17,5 milj. dolarów, Paryż — 7,2 milj. dolarów). Eksploatacja przeważnie również kosztowna;

2) pola filtracyjne, stosowane przeważnie w niedużych miastach St. Zj. A. P., dają również wysoki stopień oczyszczania, lecz również zależny od temperatury i pogody. Zajmują mniejsze przestrzenie, jednak dość znaczne (6 m<sup>2</sup> na osobę) i mogą powstać tylko tam, gdzie szczęśliwym zbiegiem okoliczności większe tereny naturalnego złoża piaskowego znajdują się w miejscu, do którego ścieki mają ujście naturalnym biegiem z miasta;

3) najbardziej rozpowszechnionem urządzeniem są biologiczne złoża zraszane. Dają one gorszy stopień oczyszczania, niż sposoby poprzednie, i również zmienny. Są kosztowne, wymagają dużego spadku hydraulicznego, co zmusza często do przepompowywania ścieków, są siedliskiem miliardów drobnych muszek (Psychody) oraz źródłem niemiłych zapachów, co zmusza często do umieszczania zakładów miejskich daleko od osiedli.

Jedynym sposobem, który będzie w stanie zadośćuczynić wszystkim naszym wymaganiom, będzie sposób, który wyłoni się w niedalekiej może przyszłości, a który będzie oparty na procesie osadu czynnego.

Proces ten znajduje się dzisiaj jeszcze w stadium badań i prób, przedsiębranych nieraz na bardzo wielką skalę. Sposoby oparte na nim odpowiadają już większości naszych wymagań, posiadają jednak jeszcze kilka słabych stron (naprz. koszt urządzenia i eksploatacji).

Proces ten wszakże, sądząc z tego, co już zrobiono, rokuje jak najlepsze nadzieje na przyszłość, a nawet w tem stadium, w jakim się znajduje dzisiaj, jest olbrzymim krokiem naprzód. Dowodem tego jest choćby to, że już teraz wiele miast, nie oczekując na dalszy rozwój tego procesu, nie zawahało się wybudować u siebie olbrzymich urządzeń do oczyszczania ścieków, według tego systemu, kosztem wielu milionów dolarów.

### Dane historyczne.

Jeszcze w połowie XIX wieku, kiedy ówczesni specjaliści przystąpili do systematycznych badań nad procesem samooczyszczania się rzek, stwierdzono, że głównym czynnikiem mineralizacji ciał organicznych jest tlen i jeszcze jakiś inny czynnik, którego natury nie znano, a który nazywano fermentem.

Wobec znacznego zużycia tlenu przy tym procesie, powstała zupełnie logicznie myśl sztucznego dostarczania tlenu w postaci powietrza, przedmuchiwanego przez ścieki.

Pierwsze doświadczenia w tym kierunku wykonali Schloesing i Muntz (opisane w „Recherches sur la nitrification par les ferments organisés” w r. 1877).

Wprowadzili oni do rury pionowej, wypełnionej piaskiem i kredą, od góry — ścieki, a od dołu powietrze. Zauważyli przytem, że następuje energiczny proces nitrifikacji, który jednak nie odbywał się bez przedmuchiwanie powietrza, lub w wypadku, kiedy do ścieków dodawano chloroformu, albo poprzednio nagrzewano je do 100° C.

W r. 1882 Dr. Angus Smith zbudował już specjalny aparat do oczyszczania ścieków, w którym przedmuchiwał ścieki sprężonym powietrzem, jednak mineralizacja odbywała się b. powoli, — dalszych więc prób zaniechano.

W następnym roku, 1883, Munro udowodnił, że mineralizacja ciał organicznych odbywa się tylko wówczas, jeżeli do ścieków dodana jest ziemia, a ścieki przedmuchiwa się energicznie.

W tym samym roku 1883 Sorby i w r. 1884 Dupré, na podstawie badań na rzece Tamizie, doszli do wniosku, że proces mineralizacji spowodowany jest przez drobnoustroje, zawarte w wodzie, i odbywa się kosztem tlenu rozpuszczonego w wodzie.

Na podstawie tych wszystkich badań i wyników, otrzymanych przez różnych badaczy, Dibdin, w r. 1887, w swoim referacie, złożonym do Inst. Inżynierów Cywilnych w Londynie, wytyka zupełnie ściśle i prawidłowo kierunek, w jakim należy szukać ostatecznego rozwiązania zagadnienia oczyszczania ścieków. Píše on: „Należy przypuszczać, że w razie nieobecności odpowiednich terenów na pola irygacyjne, jedynym rozwiązaniem byłoby klarowanie ścieków w osadnikach, a następnie, po dodaniu specjalnie kultywowanych drobnoustrojów, przedmuchiwanie ścieków aż do całkowitego ich oczyszczenia.”

Zdawałoby się, że po takim ścisłym sprecyzowaniu procesu, sprawa będzie wkrótce rozwiązana praktycznie. Ani jednak Dibdin, ani inni badacze nie potrafili doprowadzić tego procesu technicznie do końca. Próby więc z przedmuchiwaniami ścieków spełżyły znów na niczem. Wobec zaś zadawalniających wyników, jakie wkrótce potem osiągnięto na złożach kontaktowych i zraszanych, o próbach z przedmuchiwaniami prawie zupełnie zapomniano.

Dopiero po dwudziestu kilku latach Black i Prof. Phelps wrócili ponownie do tych badań na stacji doświadczalnej w Lawrence (Mass., U.S.A.).

Mianowicie w r. 1912 wykonano próby przedmuchiwania ścieków w specjalnym zbiorniku, posiadającym większą ilość pionowych ścian przegrodowych, wykonanych ze zwykłych dachówek, na którego dnie były ułożone rury do wdmuchiwania sprężonego powietrza. Przedmuchiwanie każdej nowej porcji ścieków trwało 6—24 godz., poczem ścieki odprowadzono na pole filtracyjne lub złożę zraszane, do ostatecznego oczyszczenia. Zauważono przytem, że pod wpływem przedmuchiwania następowało znaczne oczyszczenie się ścieków, które pozwalało na 6—8-krotne zwiększenie dozy na polu filtracyjnym lub złożu zraszaniem i otrzymanie lepszych wyników niż normalnie. Przypisano ten skutek wpływowi błony, która wytwarzała się na ściankach zbiornika i przegródek w postaci powłoki żelatynowej o barwie szaro-brązowej.

W tym samym roku 1912, G. J. Fowler, profesor uniwersytetu w Manchesterze w Anglii, zwiedził stację w Lawrence, zapoznał się z tem zjawiskiem i rozpoczął po powrocie do Anglii podobne doświadczenia ze swoim asystentem Mumfordem. W czasie tych badań udało się Mumfordowi wykryć specjalny rodzaj bakterij (M. 7), które w czasie przedmuchiwania ścieków strącają związki ze-

laza i wpływają w ten sposób na lepsze sklarowanie się ścieków, ale poza tem poważniejszych wyników nie otrzymano.

Szczęśliwsi w swoich doświadczeniach byli inni dwaj asystenci Fowler'a—Arden i Lockett, którzy prowadzili przedmuchiwanie ścieków aż do ich całkowitej nitrifikacji. Trwało to 5 tygodni. Po ukończonym procesie w ściekach, wytworzył się osad, zupełnie niepodobny do zwykłego osadu ścieków i posiadający odmienne własności. Przy dodaniu tego osadu do nowej porcji ścieków, nitrifikacja następowała bardzo szybko, bo zaledwie w kilka godzin. Osad ten został nazwany przez Arden'a i Lockett'a „activated sludge”, czyli „osadem czynnym”.

Wynalazek ten wzbudził ogromne zainteresowanie wśród wszystkich badaczy, tak że w krótkim czasie nie tylko zapoznano się z nim dokładnie, lecz stworzono kilka sposobów oczyszczania ścieków, opartych na działaniu osadu czynnego, a szereg miast zastosowało go do urządzeń miejskich na dużą skalę. W samej Anglii powstało 13 stacji doświadczalnych nad osadem czynnym, 40 miast wybudowało urządzenia do celów doświadczalnych, bądź eksploatacyjnych, wśród nich miasto Sheffield wybudowało urządzenie (w r. 1924) o wydajności 68 500 m<sup>3</sup> na dobę.

W Stanach Zjednoczonych powstało około 40 urządzeń doświadczalnych i około 20 urządzeń miejskich, niektóre z nich na dużą skalę, naprz. w Chicago (North Side) o wydajności 670 000 m<sup>3</sup> na dobę, w Milwaukee — 324 000 m<sup>3</sup>, w Indianapolis — 190 000 m<sup>3</sup>, w Chicago (Stockyards)—189 000 m<sup>3</sup> i w szeregu mniejszych.

Dzisiaj spotykamy już te urządzenia rozrzucone po całym świecie, nie wyłączając tak dalekich krajów, jak Południowa Afryka (Kimberley, Elsenburg), Australja (Sydney), Indje (Bangalore, Jamshedpur, Sidpur), Chiny (Shanghai) i t. d.

W Polsce prace doświadczalne w skali laboratoryjnej prowadził doc. Dr. A. Safarewicz w Wilnie, a w roku obecnym powstaną większe modele doświadczalne na stacji doświadczalnej oczyszczania ścieków na Kaskadzie w Warszawie.

### Sposoby wytwarzania osadu czynnego.

Osad czynny można wytworzyć sposobem Arden'a i Lockett'a ze zwykłych świeżych ścieków przez przedmuchiwanie ich w ciągu długiego okresu czasu, zanim nie nastąpi nitrifikacja całkowita. Po stwierdzeniu analitycznym, że nitrifikacja posunęła się daleko, przedmuchiwanie wstrzymuje się i pozostawia się ciecz w spokoju na przeciąg kilku godzin, dla sklarowania się. Po opadnięciu osadu na dno, sklarowaną ciecz dekantuje się, do pozostałego osadu dodaje się nową porcję świeżych ścieków i wznawia się przedmuchiwanie. Nitrifikacja w tym wypadku następuje znacznie szybciej. Po osiągnięciu jej, powtarza się tę samą czynność w ten sam sposób, aż do czasu, zanim nie zbierze się odpowiedniej ilości osadu czynnego, jaka jest niezbędna do przeróbki pożądanej ilości ścieków. Wobec tego, że po każdej operacji ilość osadu czynnego zwiększa się, nitrifikacja w każdej następnej porcji ścieków odbywa się szybciej. Ten

sposób otrzymania osadu czynnego wymaga b. długiego czasu — nieraz nawet kilku miesięcy.

Sposób stosowany w Manchesterze jest szybszy i mniej kłopotliwy. Ścieki świeże przedmuchiwa się 21 godz., pozostawia w spokoju w ciągu 3 godz., poczem ciecz dekantuje się, a do pozostałego osadu dodaje się nowej porcji ścieków i znów przedmuchiwa się przez 21 godz. Operację tę powtarza się w ciągu dni 12, poczem czas przedmuchiwania skraca się do 9 godzin, a po kilku dniach — do 5—6 godzin. W ten sposób można wytworzyć już po dwudziestu kilku dniach dostateczną ilość osadu czynnego (do 20% objętości zbiornika).

Jeszcze znacznie szybciej można wytworzyć osad czynny z osadu wtórnego osadnika po złożach zraszanych, lub z mułu z dna stawów rybnych. Najczęściej proces wytwarzania osadu czynnego z tych materiałów trwa 3—4 dni, nieraz jednak daje się wytworzyć w ciągu 1 doby.

### Budowa i własności osadu czynnego. Przebieg oczyszczania.

Osad czynny przedstawia mętną ciecz z dużą ilością zawieszonych drobnych kłaczków o barwie żółto-brązowej.

Przy badaniu mikroskopem uwidacznia się, że kłaczkki te, posiadające strukturę gąbki lub siatki, zbudowane są całkowicie z żyjących mikroorganizmów najrozmaitszego rodzaju, od zwykłych do olbrzymich bakteryj, wraz z wypadkowymi pleśniami i drożdżami oraz różnego rodzaju wolno pływającymi i doczepionymi pierwotniakami.

Wśród bakteryj spotyka się tu najrozmaitsze rodzaje bakteryj aerobowych i fakultatywnych. Wśród nich znajdują się Nitrobacter i Nitromonas, niczem nie różniące się od tych, jakie są w ziemi roślinnej, bakterje denitryfikujące, B. subtilis, zdolne do hydrolizy skrobi i węglowodanów, bakterje włókniste, jak Crenothrix i inne. Dokładnych badań, które mogłyby wykazać ilościowe ustosunkowanie się pewnych grup bakteryj w osadzie czynnym, niestety jeszcze niema.

Literatura podaje również bardzo mało danych co do wyższych drobnoustrojów, spotykanych w osadzie czynnym. Ciekawe pod tym względem są badania A. M. Buswell'a i H. L. Long'a, które wykazują, że większość wyższych drobnoustrojów, spotykanych w osadzie czynnym, składa się z kilku rodzajów pierwotniaków z grupy Ciliate (Peritrichia, Holotrichia i Hypotrichia) oraz pewnej ilości Beggiatoa, Nematoda i innych. Masy zooglea jednak stanowią największą część osadu czynnego.

Wszystkie te drobnoustroje, wyższe i niższe, skupione w postaci kłaczków o strukturze podobnej do gąbki, dają olbrzymią powierzchnię kontaktu ze ściekami. Tę, jak ją nazywają „powierzchnię bakteryjną” obliczają niektórzy na  $1750\text{ m}^2$  w  $1\text{ m}^3$  normalnej mieszaniny ścieków i osadu czynnego.

Oddziaływanie osadu czynnego na ścieki może być porównane z oddziaływaniem błony biologicznej na złożach zraszanych, z tą tylko różnicą, że błona biologiczna znajduje się w atmosferze powietrza, a ścieki wolno przepływają po niej, w tym zaś wypadku kłaczkki osadu czynnego pływają w ściekach, a tlen jest dostarczany przez włączane

powietrze. Tak w jednym, jak i w drugim wypadku te komuny drobnoustrojów wymagają oprócz powietrza, pokarmu, który dostarczany jest przez ścieki w postaci ciał organicznych i mineralnych.

Z tego, co wiemy o metabolizmie drobnoustrojów, przypuszczać należy, że rozpuszczalne ciała organiczne są absorbowane przez błonę jednokomórkowych form drobnoustrojów, ciała zaś koloidalne i większe nierozpuszczalne cząsteczki peptonizują się i hydrolizują pod wpływem wydzielanych przez drobnoustroje enzymów, przetwarzając się w ten sposób w rozpuszczalne związki, zdolne do absorpcji. Pierwotniaki zaś mogą pochłaniać cząsteczki nierozpuszczalne i przetrawiać je.

Z tego punktu widzenia, oczyszczanie ścieków zapomocą osadu czynnego porównać można ze sposobem usuwania śmieci drogą karmienia świń, ale w skali mikroskopijnej.

Proces osadu czynnego jest bardzo złożony i nie opiera się jedynie na zjawiskach czysto biologicznych, lecz w znacznej mierze i na zjawiskach fizyko-chemicznych, w szczególności jeżeli chodzi o ciała koloidalne.

W chwili zmieszania osadu czynnego ze ściekami występują w ściekach znaczne zmiany. Ścieki odrazu tracą wówczas swój zapach. Następnie zachodzi szybki proces koagulacji ciał koloidalnych, co wpływa na znaczne sklarowanie się ścieków w pierwszym okresie procesu. Proces ten zupełnie podobny jest do koagulacji chemicznej. Drobne kłaczkki osadu, o strukturze gąbki lub siatki, mają możliwość przylegania do cząsteczek koloidalnych i bakteryj, wchłaniania ich i w ten sposób usuwania ze ścieków.

Z punktu widzenia chemicznego, pierwsza faza procesu charakteryzuje się gwałtownym spadkiem utlenialności i spadkiem zawartości azotu organicznego i białkowego. Utlenialność w ciągu pierwszych 1—2 min spada o 25—28%, po 30 min — o 50%, a po 1 godz. zmienia się już bardzo mało. Azot białkowy redukuje się w ciągu pierwszych 5 min o 18—27%, po 30 min — do 47%.

Czas trwania pierwszej fazy zależy od ilości powietrza włączanego — może się ona skończyć w niecałą godzinę, przy dużej ilości powietrza, i trwać 6—8 godz., przy małej ilości powietrza.

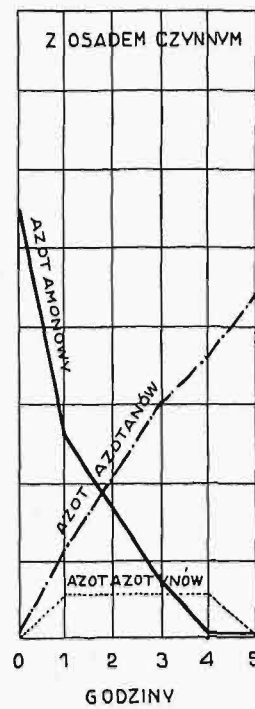
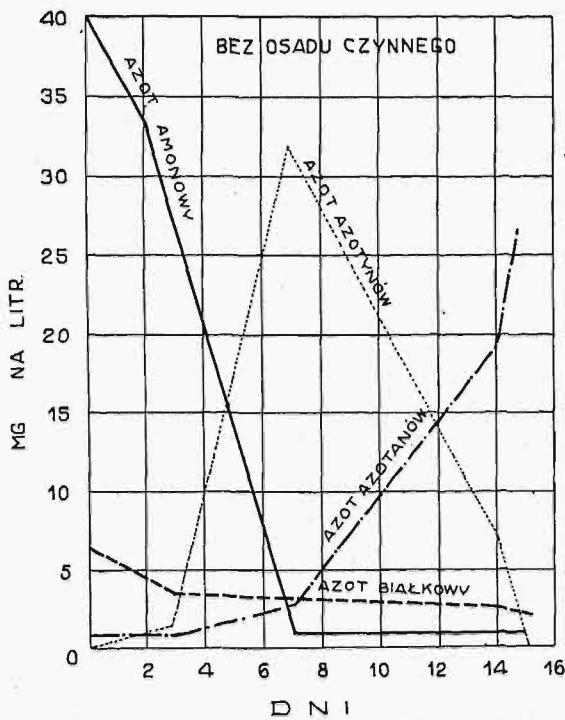
Po przerwie procesu na pierwszej fazie, można już otrzymać wpływ niezaginiwiający i znacznie sklarowany.

Druga faza procesu charakteryzuje się utlenianiem azotu amonowego w azotany. Po zakończeniu tej fazy otrzymujemy ścieki zmineralizowane, o wysokim stopniu przezroczystości i ze znacznie zredukowaną liczbą bakteryj.

Wykresy 1 i 2 wykazują różnice w nityfikacji ścieków przy przedmuchiwaniu bez osadu i z osadem czynnym. Proces odbywa się równie dobrze przy różnych temperaturach ścieków, od 30° do 9° C. Przy niższych temperaturach, daje się zauważyć pewne zwolnienie szybkości przebiegu, mianowicie od 9° do 5° C proces odbywa się normalnie, lecz nieco wolniej, od 5° do 2° C — następuje znaczne zwolnienie.

Na szybkość przebiegu wpływają ilość obecnego osadu czynnego i ilość wdmuchiwanego powietrza.

Osadu czynnego dodaje się do ścieków przeważnie od 15 do 25% objętościowo w stosunku do ścieków.



Wykres 1 i 2.

Ilość włączanego powietrza winna być dostosowana pozatem do składu ścieków i ich stężenia.

Przeważnie ścieki wymagają następującej ilości powietrza na przeprowadzenie całkowitego procesu oczyszczania:

	stosunek objętoś. pow. do objętoś. ścieków
ścieki domowe słabe	7,5
" miejskie stężone, z małą ilością ścieków przemysłowych	12
" miejskie słabe, z dużą ilością ścieków przemysłowych	15
" miejskie stężone, z dużą ilością ścieków przemysłowych	22
" stężone — z rzeźni i t. p.	30
" z garbarni	45 i więcej.

Tabela I ilustruje zmiany, jakie zachodzą w ściekach w różnych okresach przedmuchiwania z osadem czynnym.

TABELA I.

Stopień oczyszczania ścieków w zależności od czasu przedmuchiwania z osadem czynnym (Milwaukee).

Czas przedmuchiwania w godzinach	0	1	2	3	4	5
Użyto powietrza na godzinę m <sup>3</sup>	0	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57
Powietrza m <sup>3</sup> na 1 m <sup>3</sup> ścieków	0	5,00	10,0	15,0	20,0	25
Mętność ścieków	mętność	przezroczyste				
Stołość, godz.	0	2,0	33,0	120 ÷	120 ÷	120 ÷
% zreduk. bakterij	0	52,0	81 ÷	92 ÷	95 ÷	98 ÷
Azotu amonowego m <sup>2</sup> /l	22,00	17,00	15,00	11,00	7,00	5,00
Azotu azotanów	0,08	0,00	0,95	1,75	2,20	2,50
" azotanów	0,08	0,04	0,70	2,80	5,60	8,20
Tlenu rozpuszczonego	0,00	0,30	1,90	4,30	5,90	6,70

Przy niedostatecznym przedmuchiwaniu lub przy dłuższych przerwach, rozpoczyna się w osadzie czynnym proces denitryfikacji, z wydzieleniem czystego azotu i CO<sub>2</sub>. Przy temperaturach powyżej 10° C, proces ten rozpoczyna się już po 1—2 godz.

W ten sposób osad czynny, raz otrzymany, nie może pozostawać bezzwyczajnie — winien on być stale przedmuchiwany i zasilany pokarmem w postaci ścieków. Pozostawiony w nieodpowiednich warunkach na dłuższy okres, zaczyna on ulegać zasadniczym zmianom i zatracać cechy swoiste, które trudno jest nadać mu z powrotem. Po 1—2 godz. zaczyna się proces denitryfikacji, po 6 godz. — procesy redukcyjne i gnilne. Ta własność osadu czynnego zmusza do specjalnej uwagi przy projektowaniu wszystkich części urządzenia oraz do zachowania bardzo ścisłej kontroli i umiejętnej obsługi przy eksploatacji.

Jeszcze jedną ważną cechą osadu czynnego jest łatwość jego opadania z cieczy, dzięki której klarowanie się ścieków po skończonej operacji przedmuchiwania następuje niezwykle szybko i całkowicie. Tej własności nie posiadają żadne inne osady i zawiesiny.

Jeżeli ścieki po operacji wlać do szklanego leja, to widzi się, jak w ciągu kilku minut gęsta masa opada na dno, pozostawiając u góry zupełnie przezroczystą wodę. Robi to wrażenie, jakby filtr posuwał się przez ciecz i zabierał wszystkie drobne zawiesiny. Ta własność osadu czynnego dała sposobność niektórym badaczom do stworzenia teorii, według której ścieki oczyszczają się nie dzięki czynnikom biologicznym, lecz jedynie drogą koagulacji i mechanicznego „zmiatania” zawieszin przy osiadaniu osadu.

(d. n.)

## Nowe wydawnictwa

Geodezja niższa. Inż. St. Kluźniak. Str. 1142 z 907 rys. Nakł. autora i W. Krzyszkowskiego. Warszawa, 1928.

Lotnicze aparaty fotograficzne francuskie. Wyd. Ins. Badań techn. lotnictwa M. S. Wojsk. Str. 36 z 10 rys. Warszawa, 1928.

Schlosserei- und Montage Arbeitszeitermittlung und Zeitbedarf verwandter Handarbeiten. Tom V wydawnictwa Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure. Wydał Prof. K. Gottwein. Str. 309 ze 139 rys. J. Springer. Berlin, 1928.

Die strenge Berechnung von Kreisplatten unter Einzellasten. Dr. Ing. W. Flügge. Str. 55 z 25 rys. J. Springer. Berlin 1928.

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

# Piece indukcyjne na prąd szybkozmienny.<sup>\*)</sup>

Napisał Inż. A. Groza, Adjunkt Akademii Górniczej w Krakowie.

## Wykonane urządzenia.

a) Urządzenie laboratoryjne o mocy 3 kW — firmy Lorenz.

Urządzenie tworzy jedną całość przewodną, zawiera motor-generator o mocy 3 kW, przy 8000 okresach i napięciu 150 V na zaciskach. Łącznia podług rys. 8. Cewa z cienkiej rurki miedzianej 5 mm  $\phi$  chłodzonej wodą.

W piecu można stopić 200 g miedzi w ciągu 4 do 5 min, względnie 500 g żelaza w ciągu 15—20 min.

b) Urządzenie o mocy 30 kW.

Wykonane przez firmę Lorenz, specjalnie dla K. W. I. f. E., z generatorem wysokiej częstotliwości systemu Lorenz - Schmidt: 2590 obrotów na min, 6900 okresów, 350 V  $\times$  110 A = 38,5 kVA max.

Silnik napędny — upustowy, prądu stałego. Całokształt strat przy biegu luźnym, przy pełnym wzbudzeniu generatora, wynosi 12,33 kW. Sprawność zespołu przy maximum pobieranej mocy z sieci stanowi ok. 70%. Odpowiedni współczynnik mocy generatora: ok. 0,85. Schemat układu podług rys. 8.  $L_p$  jest to wariometr kulowy, którego zakres może być rozszerzony zapomocą stałego dławika, składającego się z 19 zwojów rurki miedzianej o średnicy 82 cm i mającego wysokość 115 cm.

Rolę pojemności gra bateria z 60 kondensatorów mikowych, systemu Lorenza, po 900 000 cm każdy, na napięciu 600 V. Do dostrojenia układu służy jeszcze warjometr w obwodzie samego pieca.

Używany przeważnie piec ma cewę o średnicy 360 mm i wysokości 250 mm, składającą się z 23 zwojów rurki miedzianej 20 mm, spłaszczonej do 10 mm, chłodzonej wodą i izolowanej od zaprawy zapomocą 8 mm kartonu azbestowego.

Przy próbie biegu luźnego, wynosiła moc pobrana przez cały układ, z wyjątkiem motor-generatora, 7,15 kW. Moc, obliczona z ilości i temperatury wody chłodzącej cewę, wynosiła 3,94 kW, przy natężeniu prądu 240 A.

Obliczony stąd opór omowy cewy równał się 0,07  $\Omega$ , zaś opór przewodów doprowadzających — 0,056  $\Omega$ . Napięcie pieca (mierzone woltomierzem elektrostatycznym) wynosiło 1500 V; stąd przy  $\omega = 2\pi \cdot 6900$ , oporność pozorną  $\omega L$  wynosiła 6,2  $\Omega$ , a samoindukcja  $L = 140\,000$  cm.

Próbie topienia na zaprawie kwaśnej przeprowadzono w taki sposób, że najpierw załadowano 45 kg żeliwa w postaci odłamków okrągłych prętów  $\phi 28 \div 33$  mm, 200  $\div$  240 mm długości, a potem, w trakcie topienia, dopełniono wsad do 55 kg (rys. 11 wskazuje przebieg temperatury, prądu, oporności pozornej i równoważnej pieca). Oporność równoważna, obliczona z mocy użytecznej i natężenia prądu pieca, wynosiła z początku 1,56  $\Omega$  i spadła ku końcowi do 0,16  $\Omega$ . Jeżeli stąd

odejmiemy oporność cewy, t. zn. 0,07  $\Omega$ , to otrzymamy oporność wsadu, odniesioną do obwodu pierwotnego pieca; mian. na początku: 1,56 — 0,07 = 1,49  $\Omega$ , a w końcu: 0,16 — 0,07 = 0,09  $\Omega$ .

Gwałtowny ten spadek następuje w związku z zanikiem własności ferromagnetycznych pod wpływem temperatury.

Inna próba dotyczy pieca przechylnego, o trzonie tych samych wymiarów, co poprzednio. Przy tej próbie do chłodnego pieca o kwaśnej zaprawie załadowano 50 kg odłamków prętów żelaznych.

Sprawność pieca w okresie ferromagnetycznym wynosiła prawie 100%, skąd nasuwa się możliwość zastosowania pieca wysokiej częstotliwości do wyżarzania.

Potem sprawność stopniowo spadła aż do 30%, a po zupełnym stopieniu wsadu, przy temperaturze powyżej 1300° C, znowu wzrosła. Osiągnięty bilans energetyczny przedstawiał się naogół niekorzystnie, wskutek:

- 1) niedostrojonego układu rezonansowego,
- 2) użycia cewy z niedość czystej miedzi,
- 3) korzystania z nieogrzanego uprzednio pieca.

Polepszenie powyższych trzech punktów pozwoliłoby osiągnąć liczby, umieszczone w tabeli, podanej poniżej, w nawiasach.

	Osiągnięte	Osiągalne
Energja pobrana z sieci elektrycznej . . .	58,6 kWh = 100 %	(38 kWh = 100 %)
Strata na przetwarzanie prądu . . . . .	20,0 „ = 34,2%	(14,4 „ = 30 %)
Energja użyteczna prądnic . . . . .	36,6 „ = 65,8%	(26,6 „ = 70 %)
Straty w przewodach wys. częst. . . . .	4,6 „ = 7,7%	(3,0 „ = 7,9%)
Energja pobrana przez piec . . . . .	34,0 „ = 58,1%	(23,6 „ = 62,1%)
Straty w cewie piecowej . . . . .	5,4 „ = 9,2%	(4,4 „ = 11,6%)
Straty przez ścianki pieca . . . . .	1,4 „ = 2,4%	(1,4 „ = 3,7%)
Straty w spodzie i pokrywie . . . . .	14,4 „ = 24,6%	(5,0 „ = 13,1%)
Straty na ogrzanie wyprawy . . . . .		
Energja użyteczna pieca . . . . .	12,8 „ = 21,9%	(12,8 „ = 33,7%)

Widoki rozwoju pieców indukcyjnych na prąd szybkozmienny większej pojemności przedstawiają się teoretycznie następująco:

Zakładając piec o profilu kwadratowym, można przyjąć trzon o głębokości 80 cm i  $\phi 80$  cm; wsad: 3 t stali.

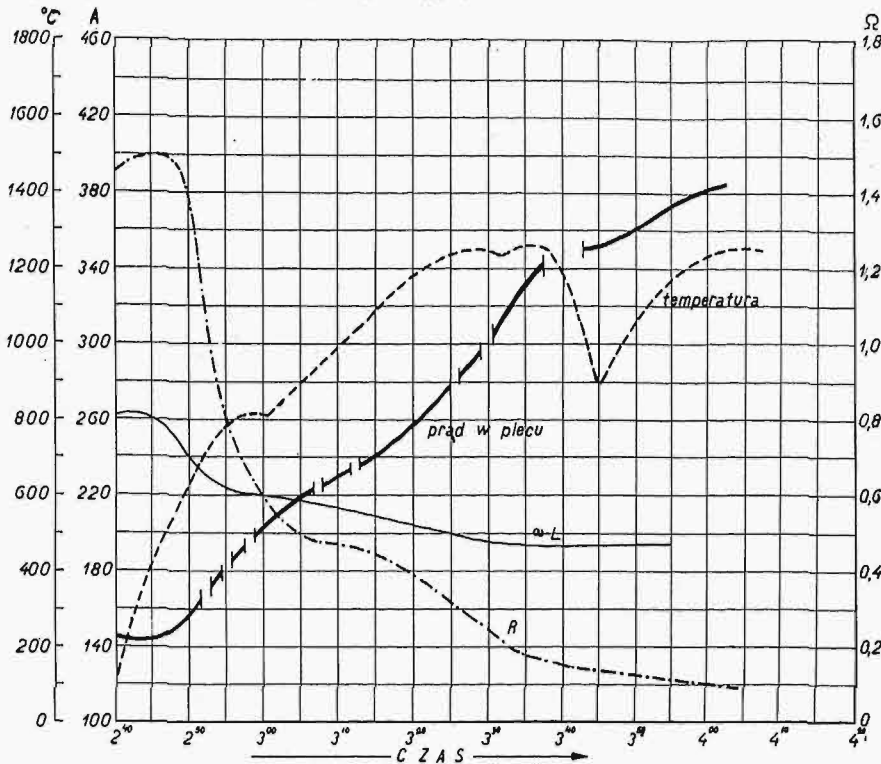
Większa od tej głębokość pieca wymagałaby ewentualnie bardzo grubej wyprawy, ze względu na ciśnienie hydrostatyczne. Przy grubości ścianek 30 cm, cewa może mieć wysokość 80 cm i średnicę 140 cm.

W przypuszczeniu, że piec taki byłby użyty do celów rafinowania, Wever i Fischer oceniają jego moc na 300 kW.

<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 364 w № 17 r. b.

W wyborze najkorzystniejszej ilości okresów, grają rolę wpływy rozbieżne. Moc ślepa wzrasta proporcjonalnie do  $\sqrt{f}$ , skąd wypływa koniecz-

indukcyjnym wys. częst., mając szczególnie na względzie zbadanie wpływu silnego wirowania płynnego wsadu na proces metalurgiczny.



Rys. 11. Próba topienia w 50 kW-owym piecu nieruchomym; wsad 55 kg.

ność wzmoczenia urządzeń układu pojemnościowego; z drugiej strony, wraz ze spadkiem częstości wzrasta niezbędna liczba amperozwojów cewy. Do pieców większej mocy stosuje się prąd o częstości spadającej do 500 okresów na sek.

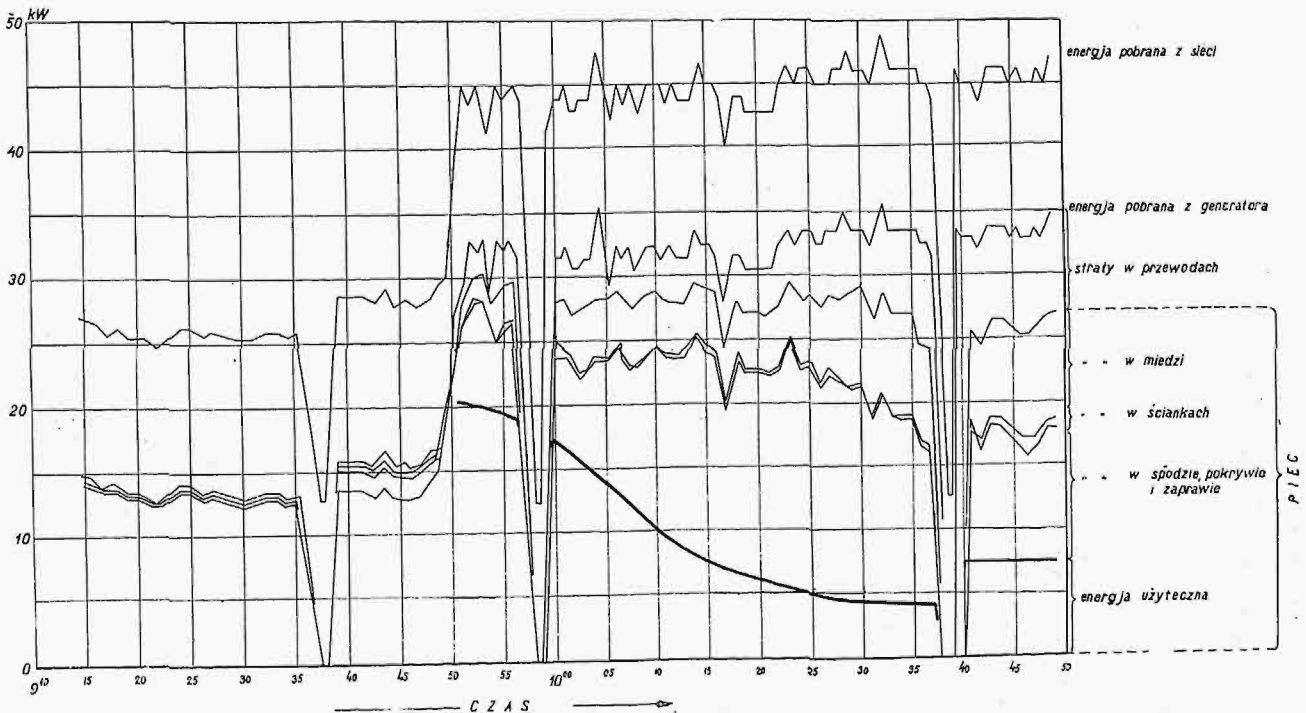
zbadano osobno zachowanie się manganu, krzemu i glinu w prześwieżonym wsadzie; w pierwszej, zasadowej serii prób, wyprawa była magnezytowa, w drugiej (kwaśnej) serii — piaskowa.

Waga próbnego wsadu wynosiła 40 kg. Mn, Si

Krażenie wsadu przyczynia się wybitnie do skrócenia przebiegu odtleniania, ale uniemożliwia użycie obcinków, i to dla następującej przyczyny. Bardzo prędko po załadowaniu pieca tworzy się na dnie „bagienko” (Sumpf), energicznie absorbujące, przez swą ciągle zmienną powierzchnię, tlen z atmosfery pieca; wskutek tego dodatkowe składniki ulegają szybkiemu utlenieniu.

Tworzące się jako produkty utleniania MnO i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> przylegają do ścianek wyprawy zasadowej i pozostają tam, pomimo podniesienia poziomu bagienka. Przy następującym bezpośrednio po tem nawęglaniu, Mn i P powracają wskutek tego, w znacznej części, do wsadu. Z powyższych prób wynika, że dla produkcji stali w piecu indukcyjnym wys. częstości trzeba używać wsadu płynnego.

Dla szczegółowego wyjaśnienia procesu odtleniającego,



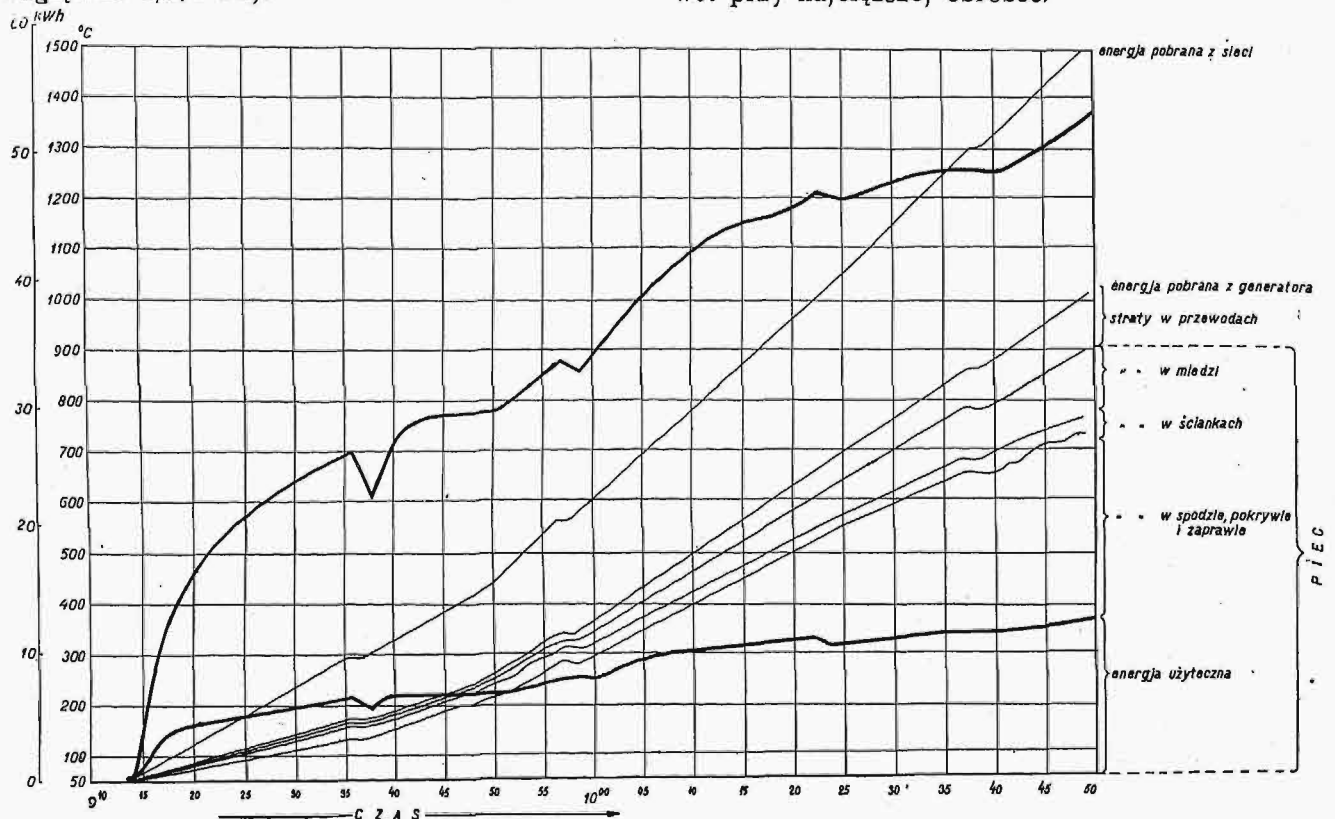
Rys. 12. Rozdział mocy podczas topienia.

Latem r. 1926, również z ramienia K. W. I. f. E., zostały przeprowadzone opisane niżej próby wytapania szlachetnych gatunków stali w piecu

i Al dodawano po wyświeżeniu wsadu aż do 0,01—0,03% C, pod żużlem wapienno - fluorytowym, względnie krzemionkowym. Okazało się, że za-

wartość procentowa dodatków szybko spadła poniżej 0,01% (z 0,6% Mn, względnie 0,7% Si, względnie 0,8% Al).

formie stopów, a nie tlenków. Materiał taki powinien z reguły dawać najniższy odsetek braku, nawet przy najcięższej obróbce.



Rys. 13. Rozdział energii podczas topienia.

Szybkość tych reakcyj umożliwia przeprowadzenie odtlenienia w ten sposób, że, po dodaniu środka odtleniającego, zaczyna się spust w chwili, kiedy prawie cały tlen jest już związany z żużłem.

Następujące próby zostały wykonane w 40 kg wym. piecu zasadowym o wyprawie z magnezytu, wielkości ziaren 1 — 3 mm. Otrzymano dwukrotnie żużel fosforowy i w ślad za tem żużel siarczany.

Spustu dokonywano do rozlewnicy podogrzejnej i, po wzięciu próby, przelewano stal do 90-cio mm-owej zlewnicy czworokątnej z nadstawą.

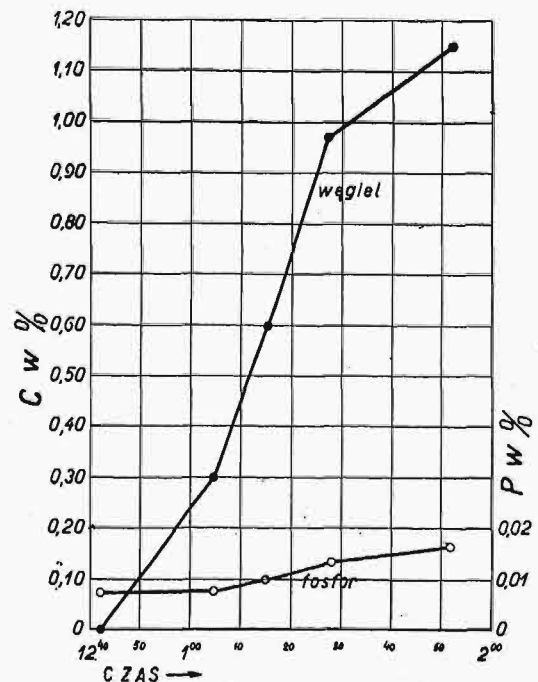
Otrzymano zarówno stal niewęglistą, jak też wysokowęglistą.

Z pośród analiz stali niewęglistych, notujemy następujące:

Nr. spustu	C	Mn	Si	P	S	Cu	Al	Cr
69	0,01	0,17	0,15	0,015	0,033	0,10	0,01	—
71	0,01	0,13	0,15	0,014	0,017	0,09	0,02	—
103	0,01	0,14	0,22	0,010	0,010	0,05	—	—
95	0,01	0,46	0,22	0,005	0,017	—	—	—
99	0,02	0,49	0,22	0,006	0,013	—	—	12,67
105	0,01	0,52	0,23	0,010	0,012	nie określono		12,22
102	0,16	0,43	0,09	0,008	0,049	—		13,42
106	0,15	0,44	0,17	0,010	0,020	—		13,20

Próby dowiodły, między innymi, że stal ze spustów Nr. 69, 71 i 103 była doskonale odtleniona. Spustu dokonywano umyślnie bez powtórzonego dodawania środków odtleniających, aby dowieść, że ponowne utlenianie przez warstwę żużła nie zachodzi. A więc, posługując się normalnymi ilościami manganu i krzemu, można przewidywać, że się one znajdują w „szybkoszmiennych” elektro-stali w

Zlewki Nr. 95 naprzykład, po przekuciu z 90 × 90 mm na  $\varnothing$  88 mm i obtoczeniu na  $\varnothing$  85 mm, poddał się bez zarzutu przebiegu i, bez ponownego



Rys. 14. Ponowne pochłanianie fosforu przy nawęglaniu.

nagrzewania, rozwałcowaniu na doskonałą rurę 89 × 3,25 mm  $\varnothing$ . Z rury tej wzięto po pięć próbek z karbami (wzdłuż i w poprzek kierunku walcowania).



Próbki poprzeczne zginano o 180° na zimno i potem wyżarzano, wspólnie z próbkami podłużnymi, przy temperaturze 950° C, w ciągu 20 minut; próby udarowe wykazały w pierwszym wypadku 10,0 kgm/mm<sup>2</sup>, w drugim — 12,7 kgm/mm<sup>2</sup>.

Spust Nr. 99 dał stal chromową, nierdzewiającą, z której, po przekuciu z 90 × 90 mm na 58 mm  $\phi$  i obtoczeniu na 55 mm  $\phi$ , wywalcowano rurę 65 × 3,5 mm, nie przedstawiającą najmniejszego braku ani wewnątrz, ani zewnątrz.

Produkcja stali węglistej, przy wspomnianem energicznym mieszaniu się, jest jeszcze korzystniejsza, niż produkcja stali małowęglistej, ponieważ odtlenianie odbywa się w pierwszym wypadku zapomocą węgla i CO wydziela się swobodnie. Proces prowadzi się tak, że, po spuszczeniu żuźła fosforowego, kładzie się kawałki węgla, podczas gdy powierzchnia jest jednocześnie pokryta żużlem wapienno-fluorytowo-węglowym.

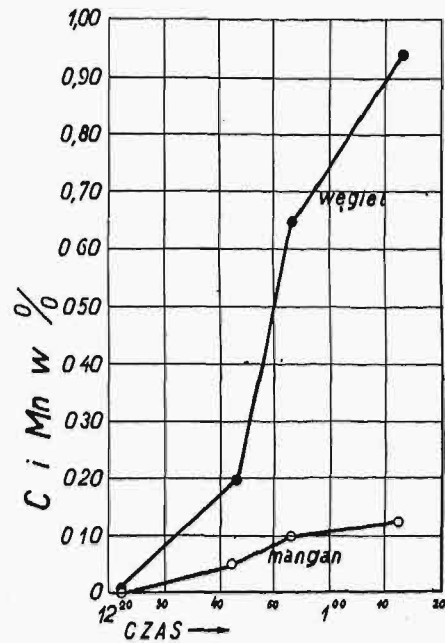
Żywy ruch płynnego metalu wywołuje zetknięcie z węglem coraz nowych części, tak że zawarte tam tlenki szybko i całkowicie się odtleniają. Na początku zachodzi silne gotowanie, które słabnie w miarę odtleniania i w końcu zupełnie ustaje. Pełne wyzyskanie reakcji odtleniania zapomocą węgla możliwe jest tylko w obecności stosunkowo grubej warstwy rozpalonego do białości, mocno węglatego żuźła, gdyż przy niedostatecznym przykryciu powierzchnia metalu wciąż utleniałaby się na nowo, tembardziej, że ruch metalu tworzy wyrzucenie na środku i spycha wciąż żużel ku brzegom pieca. Nawiasem mówiąc, w rozpatrywanym, niezbyt wielkim piecu (nabój 40 kg) trudno było utrzymać żużel w temperaturze białego żaru. Dla przykładu przytaczamy 2 analizy uzyskanych stali węglistych:

Nr. spustu	C	Mn	Si	P	S	Cu	Al	As
70	1,14	0,06	0,23	0,011	0,005	0,05	0,01	0,02
72	0,84	0,05	0,19	0,006	0,007	0,04	0,01	0,02

Próba kucia na gorąco obu gatunków stali, pomimo małej zawartości manganu, nie wykazała charakterystycznych naderwań („Rotbrüchigkeit”);

oba gatunki dały się doskonale przekuć na 40-to mm-we kęsy i przewalcować na pręty 18 × 4,5 mm.

Porównanie z gatunkami stali tyglowej, otrzymanymi w tyglach grafitowych i szamotowych, okazało się, w granicach eksperymentu, naogół korzystnym; posługiwano się w tym celu metodą Maurera wielokrotnego hartowania aż do wystąpienia pierwszych rys.



Rys. 15. Redukcja manganu przy nawęglaniu.

Dla wyjaśnienia wrażliwości na przegrzanie, badano złom po hartowaniu pomiędzy 760° a 960°. Wrażliwość okazała się bardzo małą.

Oprócz prób ze stałą, przeprowadzono próby wytapiania niklu, które dały materiał bardzo małowęglisty, czysty, doskonale kujny i walcujący się.

W wyniku dokonanych prób, można powiedzieć, że zasadnicze własności pieca na prąd szybkozmienny — intensywny ruch płynnego metalu, wygodna forma topnika i konserwowanie się ścianek pieca — dają widoki szerokiego rozwoju, przekraczającego ramy eksperymentu, szczególnie w zakresie produkcji różnorodnych szlachetnych gatunków stali.

## Podstawy dobrobytu w Stanach Zjednoczonych.

Napisał Stanisław Borkowski, inżynier mechanik.

Kilkanaście lat temu, gdy słuchałem wykładów ekonomii politycznej prof. Herknera, na politechnice charlottenburskiej, znakomity ten badacz postawił przed słuchaczami nierozstrzygnięte wówczas zagadnienie, które w przybliżeniu w następujący sposób pozwolę sobie przytoczyć:

Postępy nauki zastosowane przez technikę w ciągu ostatnich lat kilkudziesięciu zwiększają w szybkim tempie dobrobyt ludów, przez zaprzęgnięcie do tego celu coraz więcej sił przyrody. Gdy jednak w ustroju pierwotnym prawie wszyscy produkowali dobrą bezpośrednio do zaspokojenia po-

trzeb niezbędne, to obecnie, wraz z postęпами techniki, coraz więcej rąk roboczych zatrudnionych jest produkcją urządzeń pomocniczych, które same przez się nie są dobrami zwiększającymi dobrobyt. Istnieje przeto możliwość, że wraz z dalszym rozwojem techniki coraz więcej sił absorbowanych będzie przez produkcję pomocniczą, a coraz mniej będzie rąk do pracy nad wytwarzaniem dóbr przeznaczonych na spożycie. Stan taki wywoła, być może, pewien układ równowagi w opisanym podziale rąk roboczych, który położy kres dalszemu postępowi.

Prof. Herkner, jako sumienny badacz, nie stawił tego zagadnienia w sposób twierdzący, lecz jako otwarty problemat do dyskusji. Przy ówczesnym jednak stanie nauk ekonomicznych i poglądach przez nie wyrobionych, wydawało się rzeczą bardzo prawdopodobną, że równowaga, o której mówi prof. Herkner, z pewnością nastąpi, a nieunikniony kryzys przez nią wywołany jest tylko kwestją czasu.

Nawiązując do wspomnianego powyżej zagadnienia, pragnąłbym dać na nie odpowiedź, opartą w szczególności na zaznajomieniu się z życiem ekonomicznym Stanów Zjednoczonych.

Mając przez szereg lat w Polsce, jako inżynier warsztatowiec, do czynienia z zagadnieniami produkcji i jej kosztów własnych oraz obserwując te same zagadnienia na terenie zakładów Forda, Edisona i innych w Stanach Zjednoczonych, doszedłem do przekonania, iż w naszych poczynaniach popełniamy błąd podstawowy i zasadniczy, który pociąga za sobą szereg bardzo groźnych następstw.

Uważamy mianowicie, że w zagadnieniach, związanych z produkcją i kosztami własnymi, zależności układają się w stosunku prostej proporcjonalności. Wszystkie zatem kwestje rozstrzygamy w ten sposób: jeżeli jeden ołówek kosztuje dwa grosze, to dwa ołówki kosztują cztery grosze. Bynajmniej nie chcę dowodzić, że dwa razy dwa nie jest cztery. Twierdzę jednak, że podobne rozumowanie z punktu widzenia nowoczesnej ekonomii jest teoretycznie błędne, a błędu tego nie dostrzegamy tylko dlatego, że podówczas, gdy operujemy małymi ilościami, jest on znikomo mały.

Na tych błędnych założeniach czasem jeszcze oparta jest zarówno kalkulacja kosztów własnych w zakładach przemysłowych, jak również polityka rozdziału zamówień przez urzędy państwowe i system myślenia gospodarczego.

Z pewnością nie wszyscy u nas są wyznawcami tych poglądów, jednak przyznać trzeba, że dominują one we wszelkich przejawach życia ekonomicznego. Również i ci, którzy zdają sobie sprawę, że zjawiska ekonomiczne nie odbywają się w myśl zasad prostej proporcjonalności, mimo to, przynajmniej liczbowo, nie zdają sobie sprawy z istotnego tych zjawisk przebiegu. Ma to ten skutek, że środki zaradcze są bagatelizowane, a metody wskazujące racjonalne sposoby postępowania nie trafiają do przekonania, gdyż doniosłość ich nie jest należycie oceniona.

Dla lepszego zobrazowania poglądów, o które nam chodzi, przytoczymy przykład oparty na faktach, jakich dostarcza nam historia zakładów Forda.

Przykład ten wybieramy dlatego, że właśnie Ford, dzięki swej genialnej intuicji, stworzył tak wielkie dzieło, iż wszelkie błędy rozumowania najłatwiej się uwypuklą, gdy cyframi stworzonymi przez tę kompanię operować będziemy.

W 1903 roku została założona wytwórnia Forda, a po 24 latach — 26 maja 1927 r. wytwórnia ta wypuszcza wóz z kolejnym numerem 15 000 000. Wymowa tej cyfry nie jest dostatecznie jasna, a uzmysłowić ją sobie możemy w ten sposób, że 15 milionów samochodów moglibyśmy ustawić je-

den za drugim od Krakowa do Gdańska w nieprzerwanym ciągu w sto rzędów. Gdybyśmy na każdy z tych samochodów posadzili tylko po dwu ludzi, to mogłaby się w nich pomieścić cała ludność Polski. W ostatnich latach produkcja roczna samochodów w zakładach Forda przekroczyła liczbę dwu milionów rocznie, a dzienna produkcja dochodziła do 10 000 sztuk.

Tymczasem kapitał zakładowy przedsiębiorstwa Forda wynosi tylko 28 tysięcy dolarów i kapitał ten nigdy nie był powiększany ani przez emisję nowych akcji, ani przez pożyczki z zewnątrz. Obecny stan posiadania przedsiębiorstwa urosł z przelewania zysków na inwestycje. Rozstrzygnąć, co są obecnie warte zakłady Forda, jest bardzo trudno, o czym świadczą choćby procesy z rządem o wysokość podatku majątkowego. Z procesu, jaki na tem tle rozegrał się w początku 1927 r., wnioskować możemy, że wartość zakładów przewyższa 1 000 000 000 dolarów. Kwotę tę z dość dużym przybliżeniem możemy uważać za zysk przedsiębiorstwa na zbudowaniu 15 milionów samochodów.

Ford zatrudniał ostatnio około 200 000 pracowników, a przeciętna produkcja dzienna w ostatnich kilku latach wynosiła około 7000 wozów dziennie, czyli średnio wypada tylko 30 dni roboczych na jeden samochód.

Zgodnie z danymi przytoczonymi w artykule p. Fay Leone Faurote w czasopiśmie „Industrial Management” z listopada 1927 r., ogólny koszt surowca, jaki posłużył do wybudowania 15 milionów samochodów, wyniósł 4 868 427 012 dolarów, a jako uposażenie pracowników wypłacono sumę 1 970 414 972,29 dolarów.

Cyfry przytoczone tutaj nabiorą właściwego zabarwienia, gdy zważymy, że Ford posiada własne kopalnie węgla i rudy, własne wielkie piece, huty szklane i t. d., że przeto pod mianem surowca należy przedewszystkiem rozumieć surowiec w tej postaci, jak go przyroda dostarcza. Podane więc 30 dni roboczych na jeden samochód obejmują wydobywanie naturalnych surowców z głębi ziemi oraz wszystkie etapy ich przetwarzania w części składowe, aż do gotowego samochodu.

Sam Ford w swoich kapitalnych pamiętnikach: „Moje życie i dzieło” przypisuje swe powodzenie śmiałemu i konsekwentnemu zastosowaniu przy prowadzeniu swego przedsiębiorstwa pewnych zasad, które lubo teoretycznie znane od czasu Smitha, nie znalazły przed Fordem równie odważnego praktycznego zastosowania. Przejęcie się pewnymi naczelnymi ideami, tak różnymi od szablonów, wówczas w wytwórczości stosowanych, zerwanie ze skostniałą tradycją i świadome szukanie nowych dróg było tą podstawą, na której oparł się rozwój tego największego dziś na kuli ziemskiej przedsiębiorstwa.

W ciągu lat kilkunastu idea Forda wywarła głębokie piętno, z początku na terenach przyległych do Detroit, gdzie założył on swą fabrykę, później rozeszła się po całych Stanach Zjednoczonych, przyczyniając się do ich dzisiejszego dobrobytu. Zyski wojenne Ameryki, tak często wystuwane na czoło zagadnienia dobrobytu, były niewątpliwie

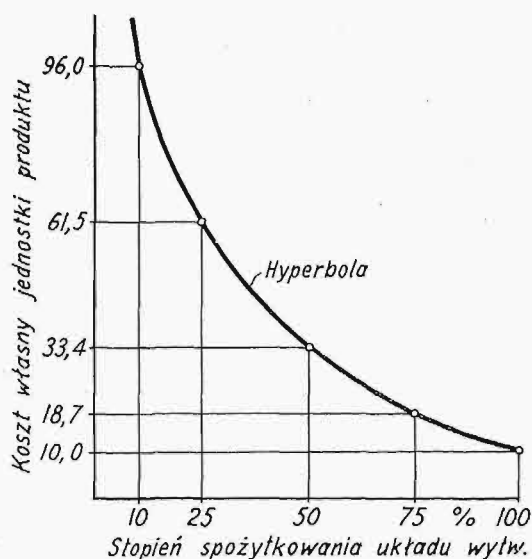
bardzo korzystną okolicznością, która rozwój przyspieszyła, przeceniać jej jednak nie należy, gdyż działając w sposób rewolucyjny miała ona również swe słabe strony, a bezpośrednio przyczyniła się do kryzysu w roku 1920. Kryzys ten nawet zmoczył cały szereg zdobyczy wojennych.

Zawdzięczając rozwojowi zakładów Forda, miasto Detroit stało się w ciągu niespełna dwu dekad miastem o liczbie z górą 2 milionów mieszkańców, a duża część zysków Forda wypływa ze wzrostu cen placów i nieruchomości.

Dzięki temu, że prawa ekonomiczne nie podlegają regułom prostej proporcjonalności, ale funkcjonalna zależność czynników w grę wchodzących układa się w stosunki zbliżone do hyperbolicznych, prawa te działają na korzyść tych, którzy „chcą chcieć”, którzy ożywieni są duchem dobrej nadziei, którzy chcą tworzyć i tworzą, a do pracy swej przykładają się z całą energią.

Że słowa te nie są bynajmniej pustym frazezem, nie będę się starał dowodzić na podstawie licznych przykładów z otaczającego życia. Analiza matematyczna daje nam w tym kierunku zupełnie ścisłą odpowiedź i wyjaśnienie, taż sama metoda analizy wytłomaczy nam źródła powodzenia Forda, a nawzajem powodzenie Forda będzie dla tej analizy eksperymentalnym potwierdzeniem. Mamy również na poparcie naszej analizy eksperyment a contrario, przeprowadzony na szeroką skalę przez układ stosunków w Rosji bolszewickiej.

Prawo, o którym mowa, da się wyrazić w sposób następujący: „Jeżeli stopień spożytkowania (skutek użyteczny) układu wytwórczego wzrasta



Rys. 1.

Zależność kosztu własnego od stopnia wyzyskania układu wytwórczego.

w stosunku prostym, to koszt własny jednostki produktu spada w stosunku hyperbolicznym." Zależność ta uwidoczniła się na rys. 1.

Jako prosty wniosek z tego prawa, wypływa fakt, że koszt wytworzenia pewnego produktu nie

jest czemś stałym, lecz jest funkcją wielu zmiennych i że koniunktury rynkowe na surowce, jak i cena robocizny, które z reguły wpływają w stosunku prostym na koszt produkcji, nie posiadają tyle wagi dla obliczenia kosztu własnego, jak warunki, w których produkcja się odbywa. Gdy natomiast wejrzymy w dzisiejsze metody obliczania kosztów własnych, przekonamy się, że w najlepszym wypadku jedna trzecia tych kosztów obliczana jest w sposób aż nazbyt ścisły, pozostałe zaś dwie trzecie kosztów są oceniane na oko w formie doliczenia paruset procent na koszty ogólne.

Skoro więc skutek użyteczny jednostki wytwórczej ma decydować w głównej mierze o własnych kosztach produkcji, poznanie tego skutku i jego stałe polepszanie według wskazań powyższego prawa będzie zasadniczym zadaniem kierowników.

Zagadnienie powyższe ma jednak i odwrotną stronę. Gdy mianowicie produkować będziemy więcej i coraz więcej, wywoła to zwiększoną podaż, zniżkę ceny, a może i nasylenie rynku, a wówczas staniemy przed niemożnością zbicia nagromadzonych produktów.

W istocie, nasylenie takie nastąpi, jeżeli zniżka kosztów własnych, osiągniętych z produkcji przy wyższym skutku użytecznym, będzie kapitalizowana jako zysk przedsiębiorstwa, a nie będzie przeznaczona naniżenie ceny sprzedażnej i podwyższenie płac. Zniżenie bowiem ceny sprzedażnej i podwyższenie płac działają na zwiększenie pojemności rynku, przyczem oddziaływanie to zachodzi znów w stosunku korzystnym, gdyż zauważono, że nawet małe w tym kierunku zmiany odnoszą bardzo wybitne skutki.

Ford wykonał podobny eksperyment. Skoro udało mu się podnieść produkcję na głowę robotnika do niepojętych przedtem rozmiarów, jednocześnie podniósł on zarobki swych robotników z dnia na dzień z 2 dolarów na 5 dolarów dziennie. Skutkiem tej polityki był fakt, iż z produkcji 537 000 tysięcy wozów rocznie skoczył najpierw do produkcji 1 000 000 wozów rocznie, później doszedł do produkcji 2 000 000 wozów rocznie. Ford zatem nie tylko produkował samochody, lecz również wytwarzał klasę ludzi, którzy dzięki swym wysokim zarobkom mogli być jego odbiorcami. Ponadto wywołał na rynku pracy zapotrzebowanie na dobrze płatne siły robocze, a przez to zmusił innych przedsiębiorców do podniesienia płac, a w obronie własnej egzystencji — do ulepszenia metod produkcji, oraz nauczył praktycznie, że zniżanie cen leży zarówno w interesie producenta, jak i konsumenta.

Ford dowiódł mianowicie czynem, że istnieją prawa produkcji, które zastosowane w życiu pozwalają powiększać produkcję na głowę robotnika nieomal w nieskończoność, co łącznie z wyzyskaniem urządzeń fabrycznych przy ich wysokim skutku użytecznym pozwala na niżanie kosztów własnych, a również i ceny sprzedażnej, do granic nietykalnych.

Aby nabrać pojęcia o wynikach polityki ekonomicznej Forda, dość zestawzić fakt, że obecnie niewykwalifikowany robotnik zarabia w jego za-

kładach 6 dol. dziennie, a za cenę 360 dolarów może nabyć dwuosobowy otwarty samochód, ze starterem, na balonach, kompletnie wyekwipowany. W cenie tej mieści się już prowizja sprzedawcy. Zatem robotnik Forda poświęca zarobek 60 dni pracy na kupno samochodu i z jego punktu widzenia te 60 dni pracy są równoważnością samochodu.

Ten sam samochód w Polsce kosztuje około 800 dolarów, a samochody naszej produkcji mają być znacznie droższe. Zastanówmy się, jaki jest punkt widzenia naszego robotnika niewykwalifikowanego na cenę samochodu. Zarabia on 5 zł. dziennie, a cena samochodu wynosi około 7000 zł. Na kupno samochodu musiałby on zatem poświęcić 1400 dni pracy, czyli 4 lata i 8 miesięcy. Oczywiście, w tych warunkach trudno jest uważać szerokie masy za kandydatów na odbiorców samochodów, a tem samem niemożliwym jest mówić o masowej produkcji nie tylko samochodów, ale nawet szeregu najniezbędniejszych artykułów codziennej potrzeby.

Przypuśćmy, że cena samochodu wyprodukowanego w Polsce wyniesie tyleż, co cena importowanego samochodu Forda po opłaceniu ceł i podatków. Wówczas, czy robotnik amerykański ma prawo powiedzieć robotnikowi polskiemu, że jego 60 dni pracy są tyleż warte, co 1400 dni pracy robotnika polskiego?

Oczywiście, że nie, i nie na wyczerpanej pracy robotnika opiera się sprawność produkcji amerykańskiej.

Wprost przeciwnie. Sam przez rok cały pracowałem narówni z robotnikami w zakładach Forda, wykonywując różne operacje przy konweyorkach i poza nimi. Wśród moich kolegów robotników było ok. 40% naszych chłopów bezrolnych. Zarówno z własnych obserwacji, jak ze szczerych zwierzeń mych towarzyszy pracy, odniosłem wrażenie, że praca u Forda nie jest naogół ciężka, wymaga jedynie szybkich ruchów. Rzadko która operacja wymaga większej siły fizycznej, a tylko wyjątkowe operacje wymagają uzdolnień fachowych.

Przyczyn zatem sprawności produkcji należy szukać na innej drodze. Na czoło zagadnienia wysuwa się tu zjawisko, które u nas utarło sobie nazwę prawa podziału pracy. W tym kierunku istnieją jednak poważne nieporozumienia.

Od niepamiętnych czasów zaobserwowano zjawisko, że jeśli jakąś czynność podzielić na jej składowe czynności, to tylko od stopnia, w jakim podział skutecznym, zależy będzie coraz większa prostota czynności składowych, coraz łatwiejsze ich wykonywanie, coraz możliwe zastosowanie urządzeń automatycznych, zastępujących pracę ludzką, a wreszcie zaobserwowano również, że wynik pracy w ten sposób przeprowadzonej przekroczy w wysokim stopniu przewidywania, oparte na obliczeniach według zasad prostej proporcjonalności.

Gdy zjawisko to do dziś dnia nie znalazło swego sformułowania w sposób naukowy, możnaby uzasadniać je na drodze opisowej, mnożąc liczne przykłady. Rzecz ta staje się jednak zbyt ciężką od chwili, gdy doświadczenie w tym kierunku zostało przeprowadzone w zakładach Forda na tak wiel-

ką skalę, iż sama istota rzeczy nie może ulegać najmniejszej wątpliwości.

Dopóki jednak zjawisko to nie zostało ujęte w formę cyfr, stosowanie go nadal opierać się musi, jak i dotychczas, na intuicji tych, którzy nim posługiwali się będą. Pomyślnie rozwiązanie zagadnienia polega bowiem na tem, aby zrównoważyć stopień podziału danej produkcji na czynności składowe w zależności od wielkości produkcji i całego szeregu okoliczności, wpływających na koszt produkcji. Całość zagadnienia przedstawi się jako znalezienie minimum pewnej funkcji, gdzie decydującą zmienną będzie koszt własny produktu. Jako przyczynek do tego, że podobne metody rozwiązania są w codziennej praktyce warsztatowej najzupełniej możliwe, powołać się mogą na rozważony przezemnie temat: „Oznaczanie najekonomiczniejszej ilości produkcji (Przegląd Organizacji, Nr. 9, z r. 1927).

Dużo światła na sprawy tutaj opisywane rzucił Frank B. Gilbreth, który, zajmując się badaniem ruchów, wykrył, iż każdy wyczyn składa się tylko z 17 elementów podstawowych. Poszczególne wyczyny różnią się od siebie uszeregowaniem, czasem trwania i intensywnością poszczególnych elementów. Wykonanie jakiegoś przedmiotu składa się z całej grupy wyczynów, te zaś kolejno składają się z wielkiej liczby elementów podstawowych. Uszeregowanie i powierzenie do wykonania poszczególnym miejscom pracy pewnej grupy elementów podstawowych wyczynów zależy w wielkim stopniu od naszej decyzji. Gdy przy najprostszym nawet czynności mamy do czynienia z tysiącami elementów podstawowych, łatwo przyjdzie do wniosku, iż przy obliczaniu ilości sposobów, jakimi dany wynik może być osiągnięty, wkraczamy w zagadnienia kombinatoryki, skomplikowanych wzorów, które mogą prowadzić do nieskończonej niemal ilości rozwiązań.

Rozwiązanie zatem tego rodzaju zagadnień drogą intuicji może niejednokrotnie doprowadzić do błędnych wyników. W istocie, podziwiać musimy geniusz Forda, który nie tylko zrozumiał, że podział pracy da mu najlepsze wyniki, ale ponadto umiał znaleźć najlepsze tego podziału rozwiązanie. Nikt dotychczas, nawet w przemyśle samochodowym, nie umiał tak jak Ford obniżyć kosztów produkcji. Przemysł samochodowy jednak, który nieraz naśladuje ślepo Forda w metodach produkcji, wzniósł się dziś na wyżyny, na jakich żaden inny przemysł nie stoi. Fakt ten niewątpliwie przypisać należy wpływowi geniuszu Forda. Zarówno cyfry produkcji na głowę robotnika, jak również i zyski od kapitałów włożonych w przemysł samochodowy są w Stanach Zjednoczonych większe, niż innych gałęzi przemysłu.

Zwiedzwszy z pół setki fabryk amerykańskich, przekonałem się, że podział pracy jest ich cechą dominującą. Rzeźnie w Chicago, fabryki samochodów w Detroit i Flint, wielkie stalownie, fabryki telefonów, a również i pomniejsze fabryki sieci, przyborów elektrotechnicznych i t. d. stosują te same metody. Nietylko jednak przemysł wzięły na swe usługi to prawo przyrody. Manipulacje bankowe, handel hurtowy i detaliczny i — śmiało po-

wiedzieć możemy — całokształt życia amerykańskiego cechuje rozczłonkowanie na drobne cząstki poszczególnych funkcji i podzielenie się temi funkcjami, z których dopiero całość się składa.

Pomyślne rozwiązanie nastęrczających się z rozwojem tej naczelnej zasady zagadnień nie jest i nie może być dziełem przypadku. Przeciwnie, potrzebne są tu z jednej strony wiadomości fachowe, znajomość metod opracowywania tematów, jak również doświadczenie i pewna intuicja. W grę wchodzi tu zatem te same kwalifikacje, jakich wymagamy od dobrego konstruktora, suma jednak wiadomości potrzebnych jest innego rodzaju. Jak dalece życie amerykańskie uitorowało sobie w tym kierunku drogę, świadczy fakt, że w ciągu ostatniego lat dziesiątka na 32 uniwersytetach amerykańskich powstały osobne wydziały, które kształcą t. zw. inżynierów przemysłowych, a liczba studentów zapisanych na te studia przekracza liczbę studentów na wydziałach elektrotechnicznym i mechanicznym razem wziętych.

Fakt ten dobitnie podkreślił prof. Dr. W. F. Rittman z Instytutu Carnegie'go, przemawiając jako prezes Stowarzyszenia Inżynierów Przemysłowych na kongresie tegoż Stowarzyszenia w Chicago w 1927 roku. Zatem już w niedługim czasie przemysł amerykański zasilony zostanie całym zastępem sił fachowych, które w sposób racjonalny

będą pracowały nad jego rozwojem. Dzisiejsze zastępy inżynierów przemysłowych w Stanach Zjednoczonych rekrutują się przeważnie z inżynierów mechaników, którzy swą wiedzę w tym kierunku rozszerzyli studiami specjalnymi i praktyką życiową, do czego przy nowych prądach, panujących niemal wszechwładnie w przemyśle amerykańskim, jest szerokie pole.

Sądzymy, iż bynajmniej nie jest dziełem przypadku, że zagadnienia inżynierji przemysłowej zainteresowały przede wszystkim inżynierów mechaników. Zastosowanie bowiem podziału pracy daje pole do mechanizacji poszczególnych czynności, a również wysuwa nieraz na czoło zagadnienia spraw urządzeń transportowych. Praktyczne zatem przeprowadzenie opracowanego planu produkcji wymaga z reguły zastosowania i obmyślenia szeregu urządzeń warsztatowych, któreby wykonanie planu udogodniły lub umożliwiły. Gdy więc opracowywanie polityki produkcji oparte jest na wiadomościach i rutynie inżyniera przemysłowego, to praktyczne tego planu przeprowadzenie opierać się musi zwykle o wiedzę inżyniera mechanika. Program nauk na wydziałach inżynierji przemysłowej uniwersytetów amerykańskich kładzie, w myśl powyższego, duży nacisk na wykształcenie studentów w kierunku mechanicznym.

(d. n.)

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

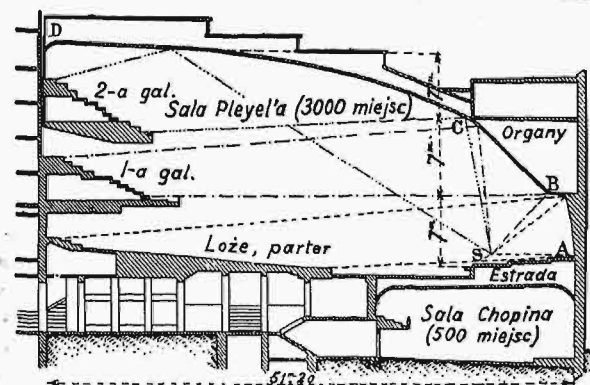
### BUDOWNICTWO.

#### Akustyka sal koncertowych.

Akustyka wielkich sal jest zagadnieniem trudnym do rozwiązania i nieraz pozostawianem na los przypadku. Inż. G. Lyon, znany ze swych prac o akustyce, przeprowadził szereg ciekawych doświadczeń, mających na celu poprawienie akustyki w salach już zbudowanych i należyte jej uwzględnienie przy projektowaniu sal nowych.

Jak wiadomo, dźwięk powstały wskutek drgania ciała przenosi się przez drgania ośrodka do ucha słuchacza. Drgania ośrodka są drganiami szybko zanikającymi, o ile nie napotykają na swej drodze powierzchni, służącej za reflektor. W braku tegoż, a więc np. w polu, na świeżym, pulchym śniegu, doniosłość głosu ludzkiego nie przekracza 11 m; na śniegu zlodowaciałym doniosłość głosu jest b. wielka, co stwierdzili niejednokrotnie badacze okolic podbiegunowych. Również i nad wodą głos ludzki słyszalny jest na znacznych odległościach — do 2400 m. W pomieszczeniach zamkniętych, ściany odbijają fale dźwiękowe, tworząc akustykę sali. W teatrach starożytnych, zbudowanych pod gołym niebem, fale głosowe były odbijane przez mur, ustawiony poza słuchaczami, co znakomicie poprawiało audycję. Fale głosowe odbite, a więc wtórne, dochodzą oczywiście do ucha nieco później, niż fale pierwotne; jeżeli różnica jest niewielka, to powodują one jedynie wzmocnienie i przedłużenie dźwięku, czyniąc go bardzo miękki, przy większej natomiast różnicy, dają dźwięk silnie opóźniony — echo. Powyższe szkodliwe zjawisko zachodzi w wielu istniejących salach koncertowych, między innymi w sali Trocadero w Paryżu, gdzie do ucha słuchacza dochodzi dźwięk pierwotny, następnie zaś jeden lub kilka dźwięków odbitych, znie-

kształcających w znacznym stopniu audycję. Jedynym środkiem zaradczym, jakim rozporządzano, okazało się zawieszenie draperyj na tych częściach sklepienia, w których stwierdzono szkodliwe odbicia, miękka bowiem tkanina odbija fale dźwiękowe w znacznie mniejszym stopniu, niż twarda i sprężysta powłoka. W kościele Notre-Dame des Champs w Paryżu, zastosowano z niezłym wynikiem zawieszenie w



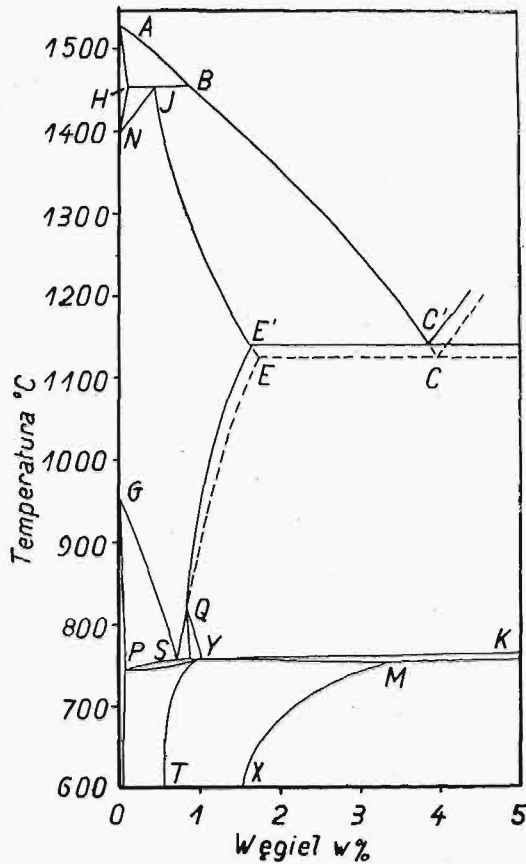
Rys. 1. Przekrój podłużny nowego gmachu, mieszczącego sale koncertowe w Paryżu.

plaszczyźnie poziomej, na pewnej oznaczonej wysokości, sieci sporządzonej z cienkich nici, a więc prawie niedostrzegalnej, która powoduje rozproszenie dźwięków, przed odbiciem ich o sklepienie. Jak widzimy z opisanych przykładów, dobra akustyka sali jest możliwa tylko wtedy, gdy różnica maksymalna czasu odbioru dźwięków pierwotnych i wtórnych jest taka, że dźwięk wtórny jest jeszcze nierozróżnialny.



wodowane jest zwykle istniejącymi domieszkami w handlowych stopach żelaza, jak fosfor, siarka, mangan i krzem, o ile nie tworzą one osobnych składników strukturalnych, a pozostają w roztworze stałym w żelazie. W ten sposób, podczas stygnięcia dostatecznie powolnego stopów nadentekto-

pełnia dotychczasową lukę pomiędzy stalami a żeliwem. Do opracowania ilościowego, wymaga ona naturalnie całego szeregu badań. W praktyce należy się również liczyć z szybkością chłodzenia, która właśnie w surowcach ma znaczny wpływ na kształtowanie się budowy, jak to wielokrotnie wykazała praktyka. (Prof. D. Hanson. Iron and Steel Inst. 1927. II. 129). Z. J.



Rys. 1.

idalnych, występują dwa okresy wydzielania się grafitu. Pierwszy na linii  $E'Q$ , drugi na linii  $MX$ , w praktyce jednak drugie wydzielanie się grafitu jest znikomo małe, gdyż czas potrzebny na nie jest zbyt krótki w normalnych warunkach pracy fabrycznej. Za podstawę teoretyczną takiej hipotezy przyjęto prawo działania mas na stan równowagi układu, skąd wypływa, że, o ile karbid żelaza jest nietrwały w danych temperaturach, to zwiększenie masy żelaza, co oznacza zmniejszenie ilości węgla, wpływa na przesunięcie tego zakresu. Stąd wynika pogląd, że układy żelazo-grafit i żelazo-karbid muszą się wzajemnie krzyżować w pewnych temperaturach. Punktem takiego skrzyżowania jest właśnie oznaczony jakościowo na wykresie punkt  $Q$ . Na położenie tego punktu wpływa niewątpliwie obecność większej lub mniejszej ilości takich składników, jak z jednej strony chrom, mangan, siarka i fosfor, które przenoszą punkt  $Q$  po linii  $SE'$  do wyższych temperatur, lub z drugiej strony takich, jak krzem, glin, nikiel i miedź, które obniżają położenie punktu  $Q$ . Badania autora nasuwają wątpliwości, zwłaszcza gdy się uwzględni powolność wydzielania się grafitu przy niższych temperaturach. Jednakże, zdaniem autora, nie ma to wpływu zasadniczego na jakościowy stan układu, gdyż zmiany, mogące w danym wypadku nastąpić, posiadają raczej charakter ilościowy, sam natomiast układ wyrowadzony drogą rozumową nadaje się do wytlumaczenia zjawisk, zachodzących w żelazie, jak i w stalach. Pomimo stawianych licznych zarzutów, tak ze strony teoretyków, jak i praktyków, wyprowadzona przez autora teoria da się z korzyścią zastosować do handlowych gatunków żelaza i wy-

### Budowa stopów glinu z krzemem i żelazem.

W pierwszej części pracy zajmują się autorzy podwójnymi układami glin-krzem, i glin-żelazo.

W stosunku do układu glin-krzem, praca niniejsza potwierdza wyniki poprzednich badaczy: punkt eutektyczny leży przy 11,7% (ciężar.) krzemu, a temperatura eutektyczna wynosi 577° do 578° C.

Rozpuszczalność krzemu w glinie w stanie stałym wynosi około 1,25% przy temperaturze eutektycznej, a potem znacznie spada, w miarę obniżania się temperatury.

Rozpuszczalność glinu w krzemie nie była zbadana, ale autorzy przypuszczają, że krzem może utrzymać w roztworze do 2% glinu.

Układ glin-żelazo, początkowo podany przez Gwyer'a, a potem zmieniony przez Kurnakowa, został obecnie dalej zmieniony w swej części środkowej.

Po stronie glinu tworzy się eutektyka pomiędzy związkiem chemicznym  $FeAl_3$  i glinem przy temperaturze 653°C i zawartości żelaza równej 1,89% (wag.).

Pomiędzy związkami chemicznymi  $FeAl_3$  i  $Fe_2Al_6$  mamy eutektykę dwóch roztworów granicznych tych związków. Temperatura topienia tej eutektyki (1159° C) leży tylko o parę stopni niżej od temperatury topienia związków  $FeAl_3$  (1161° C) i  $Fe_2Al_6$  (1166° C).

Ostatni ten związek daje eutektykę z roztworem stałym  $A$  (nietrwałym) przy 41,5% Fe i temperaturze topienia 1165°. Eutektykę tę tworzą roztwór stały graniczny żelaza w  $Fe_2Al_6$ , zawierający ogółem 47,3% Fe i roztwór stały  $A$ , o zawartości granicznej 53% Fe.

Przy temperaturze 1158° C, roztwór  $A$  przechodzi w stanie stałym w roztwór  $B$ .

Roztwór  $A$  wydziela się z cieczy aż do temperatury 1232° i 58% Fe. Przy zawartościach mniejszych niż 53% Fe (dokładnie 52,8%) w stopie, roztwór  $A$ , jak już zaznaczono, przechodzi w roztwór  $B$ . Przy większych zawartościach (do 57% Fe), wydziela początkowo roztwór  $B$ , a potem przy temperaturze 1103° — rozpada się na eutektoid ( $B+C$ ). Przy jeszcze większej zawartości żelaza (do 65,5% Fe), roztwór  $A$  wydziela początkowo roztwór  $C$ , a pozostała ilość roztworu  $A$  rozpada się przy 1103° na powyższy eutektoid ( $B+C$ ).

Roztwór  $C$  wydziela się z płynu, zawierającego więcej niż 53% Fe, lecz z powodu reakcji perytektycznej przy 1232° występuje w stanie stałym dopiero po przekroczeniu zawartości punktu perytektycznego przy 59% Fe, względnie jak podano powyżej (eutektoid).

Przy zawartościach większych niż 65,5% Fe, przy temperaturze perytektycznej mamy roztwór stały glinu w żelazie  $\gamma$ , względnie przy niższych temperaturach — w  $\alpha$ . Obecność glinu obniża przemianę magnetyczną żelaza.

Układ potrójny glin-krzem został zbadany dokładniej w pobliżu czystego glinu, t. j. do 20% żelaza i do 30% krzemu, zaś pozostała część szkieletowo.

W stopach tych znaleziono, poza dawniej znanymi składnikami, mianowicie glinem, krzemem,  $FeAl_3$  i  $X$ , jeszcze składniki oznaczone  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\zeta$ . Składniki  $\beta$  i  $X$  są to roztwory stałe glinu, krzemu i żelaza o różnym składzie.

W glinie handlowym, który jest takim stopem potrójnym, przebieg krzepnięcia różni się znacznie od przebiegu krzepnięcia bogatszych w te składniki stopów, ponieważ stopy te łatwo podlegają przechłodzeniu, i reakcje, odbywające się w stanie stałym lub półstałym, przebiegają wolniej lub prędzej, w zależności od ilości tych składników.

Ze względu na bardzo skomplikowane zależności, nie jesteśmy w stanie, z powodu ograniczonego miejsca, podać tutaj dokładnego streszczenia. (Gwyer i Phillips, J. Inst. of Met., 1927, II, str. 29—83).

W. Ł.

### Wyznaczenie doświadczalne krzywej krytycznej dyspersji stopu „Lautal“.

Pod „krytyczną dyspersją” rozumie autor stopień skoagulowania wydzielającego się związku międzymetalicznego  $\text{CuAl}_2$ , który nadaje lautalowi po ulepszeniu termicznym najwyższą wytrzymałość i twardość i jednocześnie najmniejszą zdolność do odkształceń.

Dla ustalenia krzywej tej krytycznej dyspersji, przeprowadzono szereg odpuszczania zahartowanego lautalu przy temperaturach od 125° do 220° C, przy czym ustalono czas potrzebny przy każdej temperaturze odpuszczania do osiągnięcia maksymalnych wyników. Uzyskane wyniki podane są w poniższym zestawieniu.

Temp. odpuszcz.	czas odpuszcz.	maksym. twardość
°C	godz.	kg/mm <sup>2</sup>
125	384	131,5
140	240	133,5
150	72	131,0
160	29	128,5
175	12	127
200	5	110
220	3	103

Nagrzewanie dłuższe, niż podane powyżej, przy temperaturach do 150° C, nie powoduje prawie zmniejszenia twardości, przy 160° C następuje nieznaczny spadek twardości, a od 175° C wzwyż — szybki spadek twardości po przekroczeniu podanego powyżej czasu. Krzywa, zbudowana na podstawie powyższych danych, bardzo mało się różni od krzywej przewidzianej przez autora poprzednio\*).

Maksymalna (absolutnie) twardość uzyskuje się przez odpuszczanie przy 140° C, niższe i wyższe temperatury odpuszczania dają niższe wyniki.

Określenie maksymalnej twardości przy odpuszczaniu przy wyższych temperaturach (175° — 220°) nie nasuwało trudności, jednakże przy niższych temperaturach ustalenie najodpowiedniejszego czasu wyżarzania było trudne z tego względu, że uzyskiwane wyniki wykazywały dość znaczne odchylenia i krzywe zależności twardości od czasu odpuszczania w tych temperaturach mają przebieg niezbyt regularny. (Meissner, Z. f. M k u n d e, 1928, Nr. 1, str. 16—18).

W. Ł.

## TECHNIKA SANITARNA.

### 50-ciolecie istnienia bawarskiego urzędu krajowego do zaopatrywania w wodę.

Wymieniony urząd utworzono 1 lutego 1878 r. jako biuro techniczne, które podejmowało się całkowitych robót, poczynając od studjów, a kończąc na oddawaniu gminom

\*] Meissner, Z. f. M k u n d e, 1925, str. 77—84; V. D. I., 1926, 391—401.

gotowych urządzeń, wykonanych na koszt gmin, i dozoro- wało istniejące zakłady. Oprócz przeprowadzania robót i udzielania porad, biuro subsydjowało gminy, wydając pożyczki do wysokości 25% kosztów budowy z t. zw. funduszu wodociągowego.

Działalność biura rozwijała się pomyślnie i po wejściu w życie prawa wodnego z 1907 r. rozszerzyła się na wypowiedanie opinii o wpływie odprowadzania i doprowadzania wody gruntowej i źródlanej na dobro gmin i prawa osób trzecich, a również na urzędowe orzeczenia przy tworzeniu związków budowy, eksploatacji i utrzymania przewodów wody do picia i użytkowej. Podług planów i pod kierownictwem urzędu uskuteczono dotychczas 1600 urządzeń dla 2700 miejscowości z 1,5 milj. ludności, a przy częściowym współdziałaniu — 800 przedsięwzięć dla 1040 miejscowości z 0,9 milj. mieszkańców. W pośród tych urządzeń znajdują się 34 większe grupowe wodociągi. Łącznie z zakładami, wybudowanymi przez miasta i przedsiębiorców, obecnie w Bawarii korzysta z urządzeń centralnych wodociągowych 4,3 milj. mieszkańców (58,9% ludności), okr. 2 milj. mieszkańców (27,4%) wypada jeszcze zaopatrzyć w wodę i około 1 milj. (13,7%) nie będzie korzystało z zakładów centralnych.

Z powiększeniem zużycia wody i związaniem z tem trudniejszym wydobywaniem wody, przewiduje się większe, niż dotychczas, zaopatrywanie w wodę grupowo i z dalszych okolic. Również wzrosły i wymagania przeciwpożarowe. Wymagania higieniczne co do własności wody pozostały wogóle te same, tylko metody badania są surowsze. Odnosnie do materiału przewodów, to obecnie, jak i poprzednio, zaleca urząd wogóle rury żeliwne. (G e s. I n g. Nr. 13 z 1928 r.).

lg.

## Sprostowania.

W zakończeniu referatu mojego, zamieszczonego w Przegl. Techn. Nr. 17 z r. b. str. 366, powiedziałem, że przy przetłaczaniu ze stacji pomp rzecznych na stację filtrów 220 000 m<sup>3</sup> wody na dobę przez istniejące przewody, zwiększone koszty eksploatacyjne będą równe sumie amortyzacji i opłaty procentów od kapitału wydatkowanego na ułożenie 4-go przewodu. Szczegółowa kalkulacja wykazuje, że za okres czasu 15 lat, od 1930 do 1945 r., w którym to ostatnim roku przewiduje się zużywanie w mieście dziennie średnio 175 000 m<sup>3</sup> wody (z możliwością dostarczenia 210 000 m<sup>3</sup>), zamiast obecnych 102 000 m<sup>3</sup>, oszczędność, osiągnięta wskutek nieukładania 4-go przewodu, wyniesie nie mniej 1.200.000 zł.

L. Gembarzewski.

W artykule p. t. „Organizacja ruchu pasażerów w tramwajach amerykańskich” w Nr. 13, na str. 271, w lewej szpalcie, w 13 wierszu od dołu powinno być: „zawsz widoczne zegary”.

W artykule p. t. „Maszyny i środki transportu w wytwarzaniu ciągłym”, umieszczonym w zeszytach 8 i 9 „Przegl. Techn.” należy sprostować nast. omyłki druku: podpisy pod rys. 16 i 17 na str. 153 — 4 należy wzajemnie zamienić; na str. 177 (prawa szpalta) w wierszu 19 od dołu — skreślić wyrazy (rys. 26); na str. 178 (prawa szpalta) w 5-m wierszu od góry zam. „rys. 27” ma być rys. 26; w 6-m i 7-m wierszu zam. „frezarkę” ma być wiertarkę; w 35-m wierszu po słowie „poziomej” dodać (rys. 27).

Nadto napisy pod rys. 27 i 27 mają być następujące:

Rys. 26. Wiertarka czterowrzecionowa, złożona z części znormalizowanych.

Rys. 27. Frezarka ze stołem obrotowym o osi poziomej.



## POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE STANDARDISATION

## T R E Ś Ć:

Polskie normy kluczy do nakrętek.

## WARSZAWA

9 MAJA  
1928 r.

## S O M M A I R E:

Les normes polonaises des clefs à écrous.

## Tablice normalizacyjne, wydane przez P. K. N.:

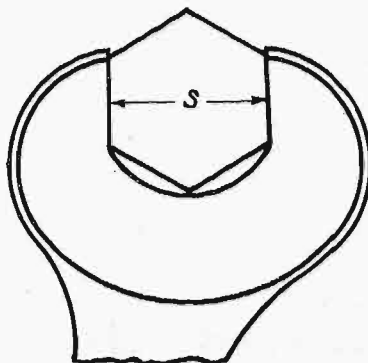
	CENA zł.		CENA zł.
f — 401. Temperatura odniesienia dla narzędzi mierzalnych i przedmiotów warsztatowych . . . . .	—,25		
o — 101. Wzór tablicy normalizacyjnej . . . . .	—,25		
o — 102. Formaty papieru . . . . .	—,25		
o — 103. Zastosowania formatów papieru . . . . .	—,25		
o — 301. Zamiana długości wzorców calowych na milimetrowe . . . . .	—,25		
o — 302. Stalowe wzorce calowe w milimetrach: do $\frac{1}{64}$ " do 12" od 12" do 36" od 36" . . . . .	—,25		
o — 303. do 60" od 60" do 72" od 0,001" do 9,999" . . . . .	—,25		
o — 307. Stalowe wzorce milimetrowe w calach od 1 mm do 9,999 m. . . . .	—,25		
o — 501. Kreślenie techniczne: Formaty papieru, do skale i typy liczb wymiarowych, litery . . . . .	—,25		
o — 519. i cyfry, typy pisma do rysunków technicznych, rodzaje i grubości linii, linie przerywania, płaszczyzny przekrojów, rzuty, rzuty przekrojów, wymiarowanie (3 tab.), tabliczki i wyszczególnienia (3 tab.), oznaczenia (symbole): śrub, kół zębatach, różne, sprężyn 18 tablic à . . . . .	—,25		
w — 1. Znakowanie wytrzymałościowe . . . . .	—,25		
w — 3. Próba na rozciąganie. Pomiar próbek . . . . .	—,25		
w — 4. " doraźna żeliwa i stopów nieciągliwych na rozciąganie . . . . .	—,25		
B — 201. Normalny cement portlandzki . . . . .	—,25		
B — 202. " " " Próby fizyczne . . . . .	—,25		
B — 203. Analiza chemiczna cementu portlandzkiego . . . . .	—,50		
B — 204. Normalny cement portlandzki. Próby wytrzymałościowe . . . . .	—,25		
B — 801. Warunki techniczne wyrobu i odbioru żeliwnych rur wodociągowych . . . . .	—,25		
B — 802. ark. 1. Znakowanie rur i kształtek . . . . .	—,25		
B — 802. " 2. " " " " . . . . .	—,25		
B — 803. Żeliwne rury wodociągowe: Prostka kielichowa. Prostka kołnierзова. Kieliszek . . . . .	—,25		
B — 813. Króciec. Nasuwka. Łuk kielichowy, Krzywka kielichowa. Kolano kielichowe i kolano kielichowe ze stopką. Kolano 2-u kołnierzowe i kolano 2-u kołnierzowe ze stopką. Zwężka kielichowa. Zwężka bosa, 12 tab. à . . . . .	—,25	B — 814. ark. 1. Żeliwne rury wodociągowe. Trójkąt i krzyżak kielichowy . . . . .	—,25
		ark. 2. Trójkąt i krzyżak kielichowy . . . . .	—,25
		B — 815. ark. 1. Żeliwne rury wodociągowe. Trójkąt 3-kołnierzowy i krzyżak kołn. . . . .	—,25
		B — 815. ark. 2. Trójkąt 3-kołn. i krzyżak kołn. . . . .	—,25
		B — 816. Odwodniak kielichowy . . . . .	—,25
		B — 817. Żeliwne rury wodociągowe. Korek . . . . .	—,25
		C — 201. Środki skażające dla spirytusu . . . . .	—,25
		C — 205. Badanie środków skaż. dla spirytusu . . . . .	1,—
		C — 206. Normalne aparaty do badania środków skażających . . . . .	—,25
		C — 901. Skóra: Skóra podeszw. używana w wojsku, do brandzłowa, blankowa, juchtowa, surowcowa, na futrówki, pergaminowa, chromowa, 8 tab. à . . . . .	—,25
		C — 909. Skóra. Kozuchy, używane w wojsku . . . . .	—,25
		C — 921. Metody badania skóry . . . . .	—,25
		G — 101. Średnice normalne wałków i otworów . . . . .	—,25
		S — 201. Silnik samochodowy. Materjały na części stalowe: Wał wykorbiony, korbówód, wał rozrządowy, popychacz, zawór. 5 tablic à . . . . .	—,25
		o — 104. Koperty . . . . .	—,25
		C — 301. Pokost lniany (własności i sposoby badania) . . . . .	—,25
		G — 201. Gwinty. Określenia. G — 202. Skróty oznaczeń . . . . .	—,25
		G — 205. Gwint metryczny dla średnic 1 — 33 mm. . . . .	—,25
		G — 206 dla średnic 33 — 149 mm. G — 216 Gwint metryczny drobny A dla średnic 1 — 33 mm. G — 217 dla średnic 33 — 149 mm. G — 227 Gwint metryczny drobny B dla średnic 24 — 149 mm. G — 240 Gwint Whitworth'a pełny i G — 241 przytępiony (dla części maszyn), 6 tablic à . . . . .	—,25

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 sierpnia 1928 r.  
Polskie Normy

## Rozwartość kluczy do śrub i nakrętek.

PN  
G — 901  
Projekt

Tolerancje dla szerokości  
nakrętek i rozwartości kluczy  
według PNG — 902



G w i n t		Metrycz- ny	Rozwartość klucza. Wymiar nominalny.
Whitworth'a cale ang.	mm		
		M 1	2
		M 1,2	
		M 1,4	3
		M 1,7	4
		M 2	4,5
		M 2,3	5
		M 2,6	5,5
1/8"	3,17	M 3	6
		M 3,5	7
		M 4	8
3/16"	4,76	M 4,5; 5	9
		M 5,5	10
1/4"	6,35	M 6	
		M 7	11
			12*)
5/16"	7,94	M 8	14
		M 9	
3/8"	9,52	M 10	17
7/16"	11,1	M 11	19
1/2"	12,7	M 12	
		M 14	22
			24*)
5/8"	15,87	M 16	27
			30*)
		M 18	
3/4"	19,05	M 20	32
7/8"	22,22	M 22	
		M 24	36
1"	25,4	M 27	41
1 1/8"	28,57	M 30	46
1 1/4"	31,75	M 33	50

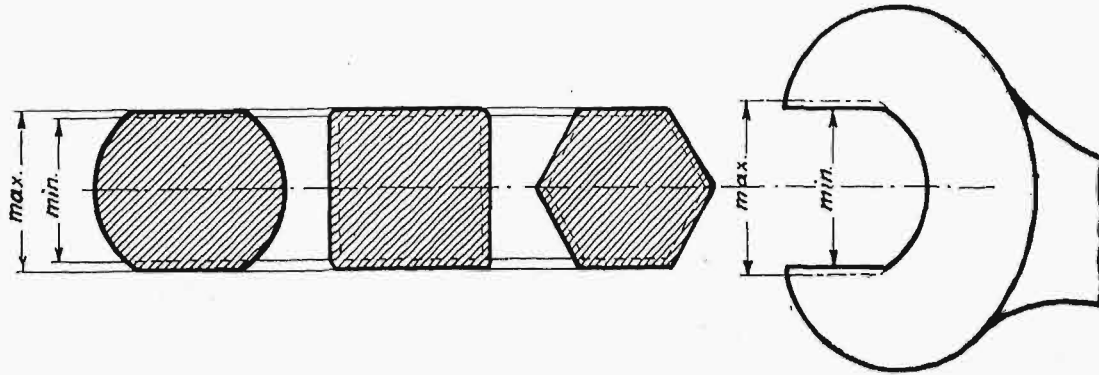
G w i n t		Metrycz- ny	Rozwartość klucza. Wymiar nominalny.
Whitworth'a cale ang.	mm		
1 3/8"	34,92	M 36	55
1 1/2"	38,1	M 39	60
1 5/8"	41,27	M 42	65
1 3/4"	44,45	M 45	70
1 7/8"	47,62	M 48	75
2"	50,8	M 52	80
2 1/4"	57,15	M 56	85
		M 60	90
2 1/2"	63,5	M 64	95
		M 68	100
2 3/4"	69,85	M 72	105
3"	76,2	M 76	110
		M 80	115
3 1/4"	82,55	M 84	120
3 1/2"	88,9	M 89	130
3 3/4"	95,25	M 94	135
4"	101,6	M 99	145
		M 104	150
4 1/4"	107,95	M 109	155
4 1/2"	114,3	M 114	165
4 3/4"	120,65	M 119	175
5"	127	M 124	180
		M 129	185
5 1/4"	133,35	M 134	190
5 1/2"	139,7	M 139	200
5 3/4"	146,05	M 144	210
6"	152,4	M 149	220

\*) Tylko do armatur.

Uwaga: W budownictwie maszynowym przewiduje się możliwość stosowania łbów o jeden numer mniejszych.

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 sierpnia 1928 r.

Polskie Normy

Tolerancje rozwartości kluczy  
i szerokości nakrętek lub łbów.PN  
G—902  
ark. 1  
Projekt

Wymiar nominalny	Rozwartość klucza		Szerokość nakrętki lub łba		
	max.	min.	max.	min. dla	
				obrobionej	nieobrobion.
5	5,2	5,1	5	4,8	—
5,5	5,7	5,6	5,5	5,3	—
6	6,2	6,1	6	5,8	—
7	7,2	7,1	7	6,8	—
8	8,2	8,1	8	7,8	7,6
9	9,2	9,1	9	8,8	8,6
10	10,2	10,1	10	9,8	9,6
11	11,3	11,1	11	10,8	10,6
12*)	12,3	12,1	12	11,8	11,6
14	14,3	14,1	14	13,8	13,5
17	17,3	17,1	17	16,8	16,5
19	19,3	19,1	19	18,75	18,5
22	22,4	22,2	22	21,75	21,4
24*)	24,4	24,2	24	23,75	23,4
27	27,4	27,2	27	26,75	26,4
30*)	30,4	30,2	30	29,75	29,4
32	32,4	32,2	32	31,7	31,4
36	36,5	36,2	36	35,7	35,2
41	41,5	41,2	41	40,7	40,2
46	46,5	46,2	46	45,7	45,2
50	50,5	50,2	50	49,7	49,2
55	55,6	55,3	55	54,6	54
60	60,6	60,3	60	59,6	59
65	60,6	65,3	65	64,6	64
70	70,6	70,3	70	69,6	69
75	75,6	75,3	75	74,6	74
80	80,6	80,3	80	79,6	79

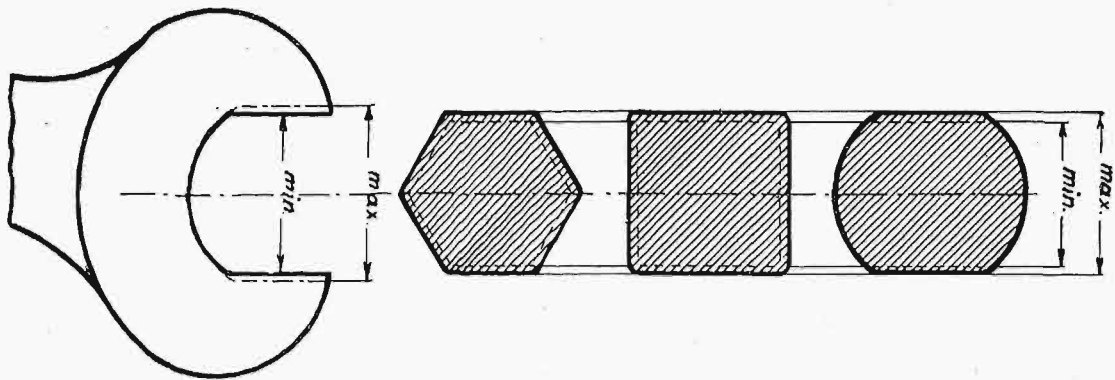
\*) Tylko do armatur.

Do nakrętek hartowanych stosuje się tolerancje nakrętek nieobrabianych.

Termin zgłaszania sprzeciwów: 1 sierpnia 1928 r.  
Polskie Normy

## Tolerancje rozwartości kluczy i szerokości nakrętek lub łąbów.

PN  
G — 902  
ark. 2  
Projekt



Wymiar nominalny	Rozwartość klucza		Szerokość nakrętki lub łąba		
	max.	min.	max.	min. dla	
				obrobionej	nieobrobion.
80	80,6	80,3	80	79,6	79
85	85,8	85,4	85	84,5	83,5
90	90,8	90,4	90	89,5	88,5
95	95,8	95,4	95	94,5	93,5
100	100,8	100,4	100	99,5	98,5
105	105,8	105,4	105	104,5	103,5
110	110,8	110,4	110	109,5	108,5
115	115,8	115,4	115	114,5	113,5
120	120,8	120,4	120	119,5	118,5
130	130,8	130,4	130	129,5	128,5
135	135,8	135,4	135	134,5	133,5
145	145,8	145,4	145	144,5	143,5
150	150,8	150,4	150	149,5	148,5
155	155,8	155,4	155	154,5	153,5
165	165,8	165,4	165	164,5	163,5
175	175,8	175,4	175	174,5	173,5
180	180,8	180,4	180	179,5	178,5
185	186	185,6	185	184,2	183
190	191	190,6	190	189,2	188
200	201	200,6	200	199,2	—
210	211	210,6	210	209,2	—
220	221	220,6	220	219,2	—

Do nakrętek hartowanych stosuje się tolerancje nakrętek nieobrabianych.