

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

- W sprawie stopnia dokładności obliczeń statycznych konstrukcyj żelbetowych, nap. Prof. Dr. Inż. Witold Wierzbicki.
- Zasady pracy i budowy pieców ze szczególnym uwzględnieniem hutnictwa żelaza, nap. Inż. Z. Warczewski.
- Wieże radiostacji Warszawa—Raszyn, nap. Inż. J. Burchaciński i Inż. M. Pinawnin.
- Od falelektromagnetycznych do fal materji (wedł. odczytu Prof. Dra M. Wolfkego z dn. 9.II.1932).
- Przegląd pism technicznych.
- Bibliografia.
- Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

## SOMMAIRE:

- Sur le degré d'exactitude des calculs statiques des constructions en béton armé, par M. W. Wierzbicki, Dr. ès sc. techn., Professeur à l'École Nationale de l'Agriculture.
- Principes du travail et de la construction des fours industriels, en particulier des fours sidérurgiques (à suivre), par M. Z. Warczewski, Ingénieur dipl.
- Les pilons de la nouvelle station du T.S.F. à Raszyn, près de Varsovie, par MM. J. Burchaciński et M. Pinawnin, Ingénieurs dipl.
- Des ondes électromagnétiques aux ondes de la matière (d'après la conférence de M. le Prof. Dr. M. Wolfke).
- Revue documentaire.
- Bibliographie.
- Bulletin du Comité Polonais de l'Énergie.

## W sprawie stopnia dokładności obliczeń statycznych konstrukcyj żelbetowych.

*Napisał Dr. inż. Witold Wierzbicki, Profesor Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.*

Ogólnie ujawniające się w technice dążenie do racjonalnego użytkowania pracy i czasu skłania do zastanowienia się nad tem, czy nie udałoby się wprowadzić pewnych oszczędności w pracy zużywanej na obliczenia statyczne konstrukcyj żelbetowych.

Ponieważ rozwój konstrukcyj żelbetowych był na początku obecnego stulecia głównym bodźcem do udoskonalenia metod Statyki Budowlanej, utrwaliło się pojęcie, że konstrukcje te powinny być obliczane, z punktu widzenia mechaniki, z większą znacznie precyzją, niż dawniej rozpowszechnione konstrukcje kamienne i żelazne. Konstrukcje żelbetowe, jako bardzo często układy statycznie niewyznaczalne, wymagają obliczeń opartych na zasadach Teorii Sprężystości, z której w tych wypadkach należy nieraz wyciągać daleko bardzo idące konsekwencje, nie bacząc na to, że materiał, do którego są one stosowane, jest pod względem własności sprężystych nieraz mniej jednorodny, niż inne materiały budowlane, przedewszystkiem zaś żelazo.

W miarę jak udoskonalano sposoby obliczania układów statycznie niewyznaczalnych, stawiano coraz to surowsze wymagania inżynierom, obliczającym konstrukcje żelbetowe, aczkolwiek żelbet, pomimo technicznego ulepszenia materiałów w skład jego

wchodzących, nie stawał się bardziej jednorodnym i skłonniejszym do poddawania się prawom sprężystości, Zdawałoby się, iż nadszedł czas, aby zastanowić się, jak daleko należy posuwać się w stosowaniu praw stytyki układów sprężystych do konstrukcyj żelbetowych.

Zdobycze ostatnich lat, nieomal ostatnich miesięcy, zdają się wskazywać, że i na przyszłość budownictwo żelbetowe (zapewne łącznie z budownictwem żelaznym szkieletowym o szkielecie spawanym) będzie obliczane dostarczało Mechanice Budowli tematów naukowych, staje się więc koniecznością ustalić, które ze zdobyczy naukowych mają być włączone do indywidualnych obliczeń statycznych danej budowli, a które mają służyć tylko do ogólnego wyjaśnienia celowości danego typu budowli lub warunków jej pracy.

Stawianie obliczeniom statycznym takich wymagań, co do precyzji, które znajdują się w wyrażonej sprzeczności z własnościami sprężystymi, może zniechęcić do naukowych podstaw tych obliczeń i albo popchnąć projektujących do korzystania z tak zwanych reguł doświadczalnych (Faustregeln), albo też pogрузić ich całkowicie w manipulacyjną stronę obliczeń, wyjąłwiając te ostatnie zupełnie z podstaw ideowych w sposób szkodliwy dla postępu.

Q. 251/53.

Źródłem wątpliwości, co do słuszności przyjętych dotąd granic stosowania praw teorii sprężystości do żelbetu, jest często bardzo dostrzeżony fakt, że mosty żelbetowe dają odkształcenia znacznie mniejsze, niż te, które dla nich zostały wyznaczone, jako dla ciał sprężystych, odkształcających się według pewnego założonego schematu rozkładu sił wewnętrznych. Fakt ten również został podkreślony w pracach ostatniego międzynarodowego zjazdu, poświęconego sprawom budownictwa żelbetowego. Przyczyna niezgodności zmierzonych odkształceń z obliczeniami może tkwić bądź w niezgodności przyjętych współczynników sprężystości z rzeczywistością, bądź też w niezgodności przyjętego rozkładu naprężeń z rozkładem mającym rzeczywiście miejsce.

Pierwsza z wymienionych przyczyn nie wydaje się tu być bezpośrednio decydującą, gdyż niezgodności między obliczonymi a pomierzonymi odkształceniami belek zwykle o wiele przekraczają wahania w współczynnikach sprężystości betonu. Wahania te są jednak, jak będzie wskazane niżej, dostateczne na to, aby wzbudzić poważne wątpliwości co do celowości uwzględniania w obliczeniach statycznych konstrukcji żelbetowych dużej liczby wielkości nadliczbowych.

Drugą z wymienionych wyżej przyczyn należy rozumieć w sposób następujący.

Przypuśćmy, iż mamy mostową belkę żelbetową (dla mostu kolejowego) swobodnie podpartą, lub wchodzącą w skład ramownicy. Niech będzie np. jej wysokość 1,30 m, rozpiętość w świetle 6 m, szerokość 0,5 m, przyczem belka jest zbrojona podwójnie.

Przy wyznaczaniu wymiarów takiej belki, przyjmujemy, niezależnie od fazy, dla jakiej obliczenie wykonywamy, że belka zgina się pod działaniem sił pionowych, jako bardzo cienki pręt przyrównany, i że założenie płaskich przekrojów zachowuje swoją moc. Wobec tego, że współczynniki sprężystości przy ściskaniu i rozciąganiu nie są te same, założenie płaskich przekrojów doprowadza tu do rozkładu naprężeń według reguły linii łamanej.

Ponieważ belka posiada znaczną wysokość w porównaniu z prętem, który przyjęliśmy za model jej odkształceń, może się łatwo zdarzyć, wskutek niejednorodnych własności sprężystych betonu, że siły wewnętrzne nie będą rozkładały się w sposób przez nas przewidywany, lecz w sposób inny, powodujący mniejsze odkształcenie, niż sposób założony.

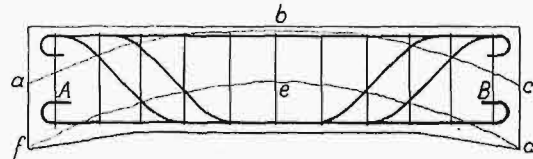
Można np. sobie wyobrazić, iż wewnątrz belki żelbetowej wyodrębni się, pod względem mechanicznym, ciało o kształcie *abcdef* (rys. 1), które zacznie pracować, jako łukowa konstrukcja rozporowa, przyczem dolne uzbrojenie belki *AB* będzie odgrywało rolę ścięgna takiego łuku. Przy rozpiętości 6 m, grubość łuku potrzebna, aby łuk mógł w sposób właściwy mu nieść przypadające nań obciążenie, wynosić powinna w zworniku najwyżej 50—60 cm, gdyż środkowa część łuku byłaby tu bądź co bądź uzbrojona w części ściskanej.

Odkształcenia pionowe łuków są, jak wiadomo, znacznie mniejsze, niż odkształcenia belek,

tem bardziej, iż należy przewidywać, że samoczynnie wytworzony łuk *abcdef* będzie miał kształt najbardziej odpowiadający krzywej ciśnienia, gdyż można powiedzieć, iż os swoją będzie mógł zmieniać w czasie ruchu pociągu po moście. W dodatku, właściwe pionowe przesunięcie pomyślanej konstrukcji sprowadziłoby się do pionowych przesunięć ścięgna, które samo nie powinno ich dawać, mogłoby więc tylko przekazywać odkształcenia samego łuku.

Łuki, podobne do opisanych, wytwarzają się również, jak wiadomo, w zagłębionych w ziemię murach filarów mostowych, dzięki czemu pokrycia kesonów mogą unieść mur filarów przy stosunkowo niewielkich wymiarach.

Niezgodność między obliczanymi odkształceniami układów żelbetowych a pomierzonymi nasuwa pośrednio i wątpliwości następujące.



Rys. 1.

Obliczenie wielkości nadliczbowych w układach statycznie niewyznaczalnych oparte jest w sposób wyraźny lub niewyraźny na obliczeniu odkształceń. Jeżeli więc dające się pomierzyć odkształcenia nie odpowiadają całkowicie obliczonym, to nasuwa się pytanie, czy i wielkości nadliczbowe, obliczone na podstawie zwykłych założeń, co do własności sprężystych żelbetu i rozkładu w nim naprężeń, odpowiadają rzeczywistości.

Nie da się łatwo uchwycić cyfrowo wpływu niezgodności z rzeczywistością przyjętego w obliczeniu wielkości nadliczbowych rozkładu naprężeń. Aby zobrazować możliwy sposób postępowania przy ustaleniu stopnia dokładności obliczeń statycznych konstrukcji żelbetowych, ujmijmy tu, choć przykładowo, w cyfry — wpływ wahań współczynnika sprężystości na wielkości statycznie nadliczbowe.

Otóż wiadomo, że współczynnik sprężystości betonu zależy z jednej strony od sposobu wykonania i wieku betonu, z drugiej zaś od naprężeń w betonie. W zależności od naprężeń (według Bach'a)<sup>1)</sup>, przy naprężeniach od 0 do 39,5 kg/cm<sup>2</sup>, waha się *E* w granicach od 306 000 kg/cm<sup>2</sup> do 194 000 kg/cm<sup>2</sup>.

Przy rozpatrywaniu obliczeń mostów żelbetowych, łatwo można dostrzec, że przy danym położeniu obciążenia naprężenia ściskające w różnych częściach zmieniają się w granicach od kilku kg/cm<sup>2</sup> do naprężeń dopuszczalnych (a więc np. w granicach 5—30 kg/cm<sup>2</sup>).

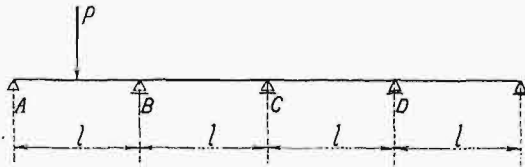
Jeżeli wyjść tu z postulatu średniej arytmetycznej, to i te wahania współczynnika *E* wynosić mogą 20%. Przyjmijmy narazie, że wahania te pokrywają wszystkie niejasności w sposobie pracy żelbetu, co wobec uwag powyższych jest, mo-

<sup>1)</sup> Beton-Kalender.

jem zdaniem, założeniem optymistycznym w sensie zapatrywania się na zgodność pracy zginanych konstrukcji żelazobetonowych z zasadami teorii sprężystości i teorią prętów w szczególności.

Zbadamy teraz dla dwóch prostych przykładów, wziętych z teorii układów statycznie niewyznaczalnych, jaki mają wpływ na wielkości nadliczbowe, z jednej strony, 20-procentowe wahania współczynnika  $E$ , z drugiej zaś, uproszczenia w obliczeniu konstrukcji, polegające na odrzuceniu niektórych wielkości nadliczbowych.

Bierzemy, jako pierwszy przykład, belkę wieloprzęślową (rys. 2), obciążoną siłą  $P$ , zaczepioną



Rys. 2.

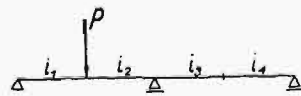
w środku przęsła  $AB$ . Moment podporowy  $M_B$ , obliczony kolejno dla belki dwuprzęsłowej, trójprzęsłowej i czteroprzęsłowej, odpowiednio wynosi:

$$M_B^{II} = 0,0890 Pl$$

$$M_B^{III} = 0,1000 Pl$$

$$M_B^{IV} = 0,1005 Pl$$

Bierzemy w dalszym ciągu belkę dwuprzęsłową  $ABC$  (rys. 3), rozdzieloną na cztery równe części o czterech różnych wartościach iloczynu  $EI = i$ . Moment podporowy  $M_B$  otrzyma w tym wypadku wyrażenie



Rys. 3.

$$M_B = Pl \frac{\frac{1}{12} + \frac{1}{6} \frac{i_1}{i_2}}{\frac{1}{6} + \frac{7}{6} \frac{i_1}{i_2} + \frac{7}{6} \frac{i_1}{i_3} + \frac{1}{6} \frac{i_1}{i_4}}$$

Wstawiając tu dla stosunków  $\frac{i_1}{i}$  wartości różniące się od siebie nie więcej niż o 20%, dojdziemy do wartości  $M_B$  znacznie różniących się od  $M_B^{II} = 0,089 Pl$ . Dla  $\frac{i_1}{i_2} = 0,8$  oraz  $\frac{i_1}{i_3} = \frac{i_1}{i_4} = 1$ ,

otrzymujemy  $M_B = 0,104 Pl$ , a więc wielkość bardziej różniącą się od  $M_B^I$ , niż wielkość  $M_B^{III}$ . Wynika stąd, że obliczenie ciągłej belki czteroprzęsłowej, jako dwuprzęsłowej, powoduje mniejsze błędy w momencie podporowym, niż mogą je wywołać wahania współczynnika  $E$ , spowodowane samą tylko różnicą wielkości naprężeń w różnych częściach belki ciągłej.

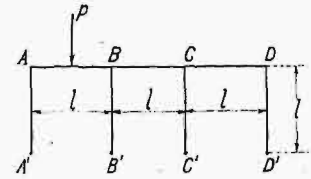
Bierzemy, jako drugi przykład, ramownicę wieloprzęślową, przedstawioną na rys. 4. Przyjmujemy, że iloczyny  $EI = i$  dla belek poziomych są 3-krotnie większe od tychże iloczynów, obliczo-

nych dla słupów. Pozioma składowa reakcji podpory  $A'$  wynosi dla ramy jednoprzęsłowej, dwuprzęsłowej i trójprzęsłowej odpowiednio (np. według tablic Kleinlogel'a)

$$H_A^I = 0,0415 Pl$$

$$H_A^{II} = 0,0284 Pl$$

$$H_A^{III} = 0,0311 Pl$$



Rys. 4.

Zastąpienie w belce poziomej ramy jednoprzęsłowej, wielkości  $i$  przez  $1,20 i$  powoduje, iż będziemy wówczas mieli

$$H_A = 0,0367 Pl,$$

która to wielkość więcej różni się od wielkości  $H_A^I$ , niż wielkość  $H_A^{III}$  od wielkości  $H_A^{II}$ . Wynika stąd, że wahania wielkości  $i$  o 20% mają w danym razie większy wpływ na wielkość  $H_A$ , niż obliczenie wielkości statycznie niewyznaczalnych, jako dla ramy dwuprzęsłowej, zamiast jako dla ramy trójprzęsłowej.

Przytoczone tu przykłady, nie pretendujące oczywiście bynajmniej do ogólności, mają na celu jedynie ustalić fakt, że błędy, z którymi obliczamy wielkości statycznie niewyznaczalne w konstrukcjach żelbetonowych, a pochodzące z wahań współczynników sprężystości i niemożności ścisłego uchwycenia właściwego rozkładu sił wewnętrznych w tych budowlach, są conajmniej tego samego rzędu, co błędy wywołane przez uproszczenie obliczeń wskutek pominięcia niektórych warunków brzegowych tych konstrukcji drogą ograniczenia np. liczby przęseł konstrukcji wieloprzęślowych.

Obliczenia porównawcze w rodzaju omówionych wyżej powinny być przeprowadzone dla różnych konstrukcji i na ich podstawie powinny być wejść do przepisów budowlanych różnych instytucji miarodajnych przepisy, ustalające zakres obliczeń statycznych poszczególnych budowli żelbetonowych, w celu zwolnienia projektujących inżynierów od wykonywania bezcelowej pracy rachunkowej, dając im tem samem możność należytego skupienia się nad opracowaniem konstrukcyjnym budowli, do czego nieraz zniechęca ich konieczność zbyt uciążliwych obliczeń przy zamianie jakiegoś nietrafnie przyjętego schematu statycznego przez inny, bardziej odpowiedni.

W związku z ustaleniem dokładności obliczeń statycznych w zakresie żelbetu wydawałoby się celowym ustalić również przepisową ilość cyfr znaczących, z jaką różne wielkości powinny być obliczane, gdyż w braku tego rodzaju ustalenia ilość cyfr w różnych obliczeniach statycznych przekracza nieraz kilkunastokrotnie liczbę cyfr potrzebnych do otrzymania obliczenia w danym stopniu dokładnego. Nadmiar obliczeń cyfrowych powoduje wyraźne marnowanie czasu i niepotrzebne absorbowanie droższych maszyn rachunkowych oraz daje okazję do błędów arytmetycznych, nie zawsze mało ważkich.



# Zasady pracy i budowy pieców<sup>woyt</sup> ze szczególnem uwzględnieniem hutnictwa żelaza<sup>\*)</sup>.

Napisał Inż. Z. Warczewski.

Urządzenia techniczne, w których celowo stosujemy procesy spalania, aby uzyskać następnie pożądaną wymianę ciepłą, nazwiemy ogólnie piecami. W ten sposób ustalona definicja będzie obejmować nie tylko piece grzewcze, piece do wyżarzania, do suszenia, do przeprowadzania określonych procesów chemicznych i t. d., ale dotyczy również i kotłów parowych. Jest to zupełnie racjonalny punkt widzenia, mimo, iż dziedzina kotłów parowych jest zwykle, ze względu na swą wagę techniczną, traktowana oddzielnie; zasady pracy i budowy kotłów muszą bowiem całkowicie podporządkowywać się ogólnym zasadom dla wszelkich rodzajów pieców. Do grupy pieców zaliczymy również kotły, wyzyskujące ciepło odpadkowe, uważając je za część pieca, którego proces spalania jest przestrzennie oddzielony od procesu wymiany ciepła w samym kotle. Wreszcie, jeżeli i przemiany innych rodzajów energii (oprócz chemicznej) w energię ciepłą wciągniemy do naszych rozważań, wówczas np. i wszelkie typy t. zw. pieców elektrycznych będą miały wiele wspólnego z ogólną dziedziną pieców, w myśl wyżej podanej definicji; w każdym razie sam proces wymiany ciepłej musi i tu podlegać prawom ogólnym.

Ustaliwszy w ten sposób zakres pracy niniejszej, przejdziemy do ustalenia zasad ogólnych pracy i budowy pieców. Jeżeli będziemy przytem ilustrowali dane ogólne przykładami przedewszystkiem z dziedziny hutnictwa żelaza, to robimy to z rozmysłem, gdyż:

1) przykłady praktyczne uzupełniają wydatnie obraz teoretyczny;

2) hutnictwo żelaza jest jedną z najbogatszych i najbardziej rozwiniętych dziedzin techniki.

W każdym razie należy pamiętać, że rozważania ogólne są słuszne dla wszelkich rodzajów pieców: stosując je celowo, potrafimy prowadzić racjonalnie piece we wszystkich gałęziach techniki, o ile tylko uwzględnimy dodatkowo warunki lokalne tej gałęzi.

Różnorakie zadania pieców w technice dadzą się podciągnąć pod 2 główne grupy; chodzi nam zwykle albo o przeprowadzenie określonych fizycznych zmian (np. podgrzewanie, topienie, odparowanie i t. d.), albo chemicznych zmian (np. redukcja, świeżenie, destylacja i t. d.) w tworzywach. Jakkolwiek oba typy tych przemian zachodzą zwykle równocześnie, to jednak w każdym piecu da się się uwzględnić dominująca rola jednego z nich; tak np. piec martenowski służy wprawdzie m. in. do topienia wsadu, ale głównym

zadaniem jego jest usuwanie nadmiernej ilości szkodliwych domieszek żelaza, a to zapomocą: a) rozpuszczenia ich w żużlu, b) utlenienia zapomocą strumienia gazów i ewentualnie tlenu z rud; c) redukcji powstałych w nadmiarze tlenków żelaza zapomocą materiałów dezoksydacyjnych.

W każdym razie, stosując tu I zasadę termodynamiki, musimy uwzględniać już obok energii wewnętrznej fizycznej czynników, zależnej jednoznacznie tylko od ich parametrów fizycznych, również energję wewnętrzną chemiczną, która ulega silnym zmianom przy przemianach chemicznych. Stąd też we wszelkich bilansach ciepłych pieców należy starannie uwzględniać ilości ciepła wszelkich reakcyj egzotermicznych i endotermicznych; wprawdzie są one, ogólnie wzięwszy, zależne od warunków fizycznych samej przemiany (np. stałe ciśnienie, stała objętość), ale przy pewnych upraszczających założeniach dadzą się uważać za wielkości stałe. Zwrócimy przy sposobności uwagę na to, że i dobrze znana t. zw. wartość opałowa jest właśnie ciepłem, wytworzonym z jednostki wagowej paliwa przy egzotermicznej reakcji spalania, o ile przeprowadzimy produkty spalania do temperatury odniesienia; zależnie od warunków fizycznych spalania (np. bomba Berthelot'a, kalorymetr Junkers'a) oraz od temperatury odniesienia, mamy tu do czynienia z całym szeregiem wartości opałowych (zwłaszcza przy większej zawartości pary wodnej w produktach spalania). Ponieważ spaliny w piecach normalnie nie mają temperatury poniżej ich punktu rosy, będziemy zwykle posługiwali się dolną wartością opałową paliwa.

Cechą charakterystyczną dobrze pracującego pieca będzie uzyskanie maksymalnej sprawności cieplnej a) paleniska oraz b) powierzchni grzejnej. Z rozporządzałnej w paliwie ilości ciepła  $BW_o$ , gdzie  $B$  — oznacza ilość paliwa spalonego w ciągu określonego czasu, a  $W_o$  — jego jednostkową dolną wartość opałową, staramy się możliwie wielką jej część wykorzystać w obrębie systemu samego pieca, czyniąc stratę kominową  $Q_k$  możliwie małą. Poza korzystną wartością otrzymanej w ten sposób sprawności paleniska

$$\eta_p = \frac{BW_o - Q_k}{BW_o} = 1 - \frac{Q_k}{BW_o} \quad (1)$$

ważnym jest, aby z kolei możliwie znaczną część ciepła, wykorzystanego w obrębie systemu pieca, obrócić w ciepło użyteczne (podgrzewania, topienia, odparowania, redukcji i t. d.)  $Q_u$ , przyczem sprawność powierzchni grzejnej

$$\eta_g = \frac{Q_u}{BW_o - Q_k} \quad (2)$$

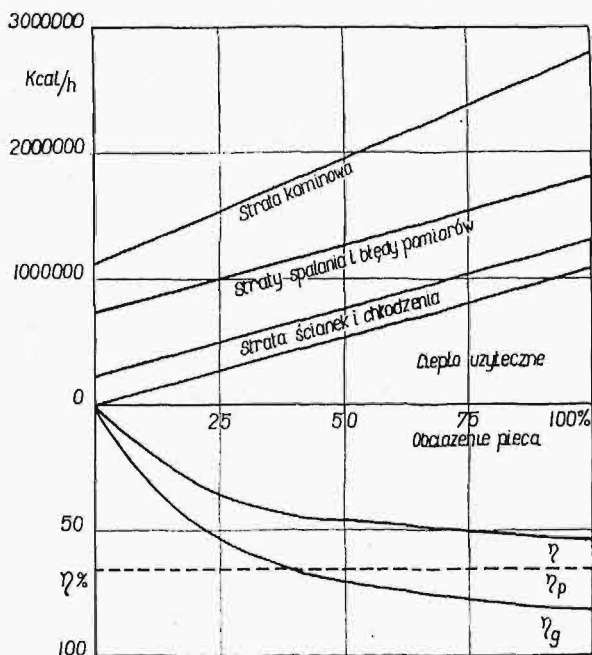
\*) Referat, wygłoszony na V-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w maju r. ub.

będzie uwzględniała w pierwszym rzędzie wszelkie straty ciepłne (stratę ścianek, promieniowania, chłodzenia, nieszczelności i t. d.) pieca, jako takiego.

Ogólna sprawność cieplna pieca  $\eta = \eta_p \eta_g = \frac{Q_u}{BW_o}$  (3)

ujmuje całość pracy pieca; im wyższą jest jej wartość, tem mniej paliwa potrzeba, aby doprowadzić określoną ilość ciepła użytecznego  $Q_u$  do tworzywa. Wypada tu zrobić dwie zasadnicze uwagi.

Po pierwsze nie można mówić o sprawności pieca lub jego części, jako o jakichś funkcjach tylko jego danych konstrukcyjnych, gdyż wywierają tu bardzo silny wpływ współczynniki wykorzystania pieca. Ponieważ znaczna część strat, np. straty promieniowania lub ścianek, jest od wydajności pieca prawie niezależna, zatem sprawność musi podlegać silnym wahaniom przy zmienieniu obciążeniu pieca. Jeżeli uwzględnić np. 20—30% strat ścianek, chłodzenia, promieniowania, nieszczelności w dużych piecach walcowniczych przy normalnem wykorzystaniu pieca, to łatwo wyliczyć, iż przy wykorzystaniu 50% normalna sprawność powierzchni grzejnej  $\eta_g = 80 - 70\%$  spadnie w przybliżeniu do wartości  $\eta_g = 66,7 \div 53,8\%$ , czyli przy tej samej sprawności paleniska trzeba w drugim wypadku zużyć paliwa o 20%—30% więcej na jednostkę wytwórczości, niż w wypadku normalnym. Dlatego też pożądane jest wykreślić ustalenie rozchodu paliwa do ogrzewania pieców w zależności od współczynników ich uzyskania (rys. 1); podawane zaś w literaturze



Rys. 1. Sprawność paleniska w zależności od obciążenia pieca.

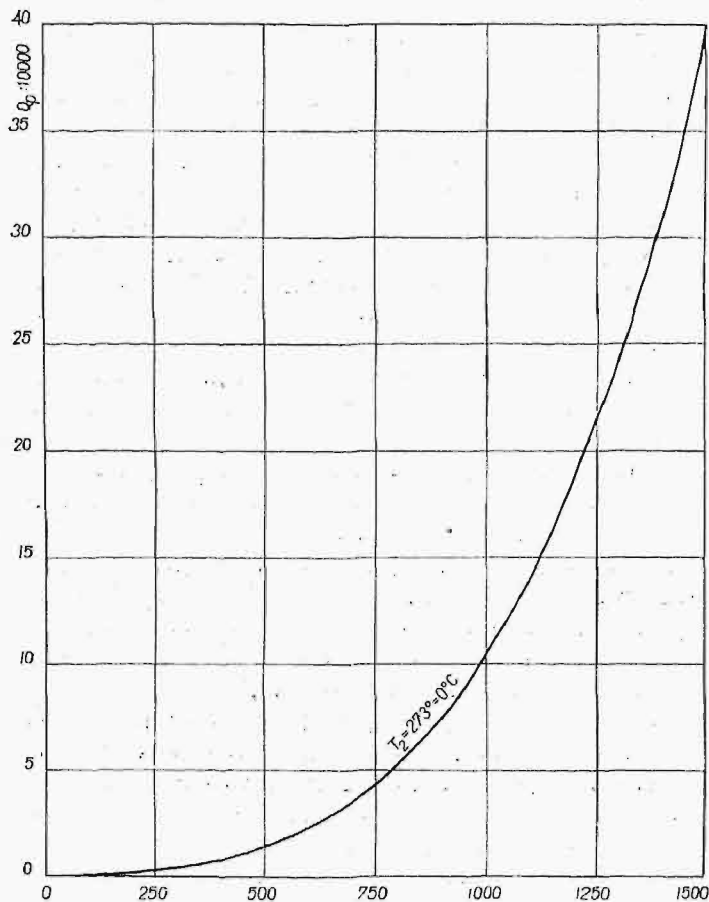
liczby należy traktować, jako mniej lub więcej dokładne dane, dotyczące normalnego obciążenia pieca.

Po drugie, nie wolno i tutaj podporządkować spraw ogólnych ekonomii wymaganiom technicznym wysokich współczynników sprawności. Każdy piec spełnia swą rolę w przemyśle wtedy tylko

racjonalnie, kiedy ogólny koszt własny wytworu jest możliwie niski. Dlatego też wszelkie dążenia do polepszania rozchodu paliwa kosztem spadku wytwórczości lub kosztem niepomiernych kapitałów zakładowych należy zwykle traktować, jako z gruntu fałszywy krok kierownictwa technicznego. Tak więc, przy niskich cenach węgla, jest np. na Górnym Śląsku rzeczą zgoła błędną budować kotły z wyzyskaniem ciepła spalin pieców martenowskich; cóż bowiem z tego, że zmniejszymy stratę kominową pieca martenowskiego, kiedy mimo lepszej sprawności paleniska będziemy nieekonomicznie wytwarzać parę w kotłach?

Mając na względzie te dwie uwagi ogólne, musimy jednak pamiętać, że należy zawsze dążyć, w ramach możliwości ekonomicznych, do korzystnych wartości współczynników pracy cieplnej pieca. Z podanej wyżej definicji sprawności paleniska wynika, iż zależy ona przede wszystkim od wartości straty kominowej. Chcąc, aby ta ostatnia wypadła niezbyt wielka, należy ułatwić wymianę cieplną pomiędzy źródłami ciepła a układem samego pieca; wówczas bowiem tem większa część energii cieplnej, zawartej w paliwie, będzie uwięziona w piecu. Z drugiej jednak strony, dążąc do tego, aby i sprawność powierzchni grzejnej wypadła jaknajwyższa, t. j. aby jaknajwiększa część ciepła, związanego z piecem, wykonywała pracę użyteczną, staramy się zmniejszyć straty ciepłne pieca do minimum. Rozpatrzmy po kolei, jak spełnić praktycznie oba te warunki.

Wszelka wymiana cieplna, czy to w formie przewodnictwa, unoszenia (konwekcji), czy też promieniowania ciepła, wymaga stworzenia odpowiedniej różnicy temperatur. Teoretycznie wzięwszy, dolną granicę koniecznych temperatur określa tworzywo ogrzewane w piecu, gdyż musi ono przybrać pewną minimalną temperaturę, poddyktowaną przez techniczne warunki procesu, np. temperaturę odparowania, topienia, reakcyj metalurgicznych. A więc np. odparowanie wody przy 20 at wymaga 211,4°, topienie stali 1400—1500°, redukcja Mn przez C około 950°. Zjawisko równowagi cieplnej pozwoliłoby na przyjęcie tej samej temperatury i dla źródła ciepła. W rzeczywistości tak niezmiernie ważny w technice czynnik czasu, t. j. wymaganej wytwórczości na jednostkę czasu, a często i względy na techniczne warunki procesu piecowego (np. daleki transport, silne chłodzenie) nakazują podnieść wydatnie temperaturę źródła ciepła, a zwykle również i temperaturę ogrzewanego tworzywa. A więc w kotłach na 20 at będą spaliny w palenisku miały o przeszło 1050—1250° wyższą temperaturę, niż teoretyczna temperatura wrzenia przy tem ciśnieniu; topienie stali wymaga, ze względu na straty ciepłne przy odlewie, przegrzania jej do 1550—1650°, redukcja Mn przez C zachodzi praktycznie przy 1100—1400°. Dopiero wówczas wszystkie te procesy zachodząć będą z taką szyb-



Rys. 2. Ciepło promieniowania  $Q_p = 4 \left[ \frac{(T_1)^4}{100} - \frac{(T_2)^4}{100} \right]$   
w  $\text{Kal/m}^2\text{h}$  dla  $t_2 = 0$ .

kością, która uczyni je ekonomicznymi, mimo, iż pozornie stosowanie wyższych temperatur wydaje się niekorzystnym z punktu widzenia rozchodu paliwa. Uwzględnić tu bowiem należy, iż procesy wymiany ciepłej wzrastają jeszcze szybciej, niż rozporządzalna różnica temperatur. Najsilniej występuje ta właściwość przy zjawisku promieniowania ciepłego (rys. 2), gdzie, jak wiadomo, w myśl prawa Stefana i Boltzmann (1879—1884 r.), ciepło wypromieniowane wzrasta w stosunku do czwartej potęgi temperatur bezwzględnych. Jednak również i przy zjawiskach unoszenia ciepła współczynniki przejmowania ciepła  $\alpha$  ( $\text{Kal/m}^2\text{h}^\circ$ ) są wykładniczymi funkcjami temperatury<sup>1)</sup> (rys. 3—4). Wreszcie i przy zjawiskach przewodnictwa ciepłego przewodność ciepła  $\lambda$  ( $\text{Kal/m}^2\text{h}^\circ$ ) wzrasta zwykle z temperaturą, czyniąc i tutaj wymianę ciepłą silniejszą przy wzroście temperatury. Ponieważ zwykle wszystkie te 3 rodzaje wymiany ciepłej występują wspólnie, jasnym jest, że wzrost różnicy temperatur, zwłaszcza przy wyższych jej wartościach, potęguje silnie wymianę ciepłą, a — co za tem idzie — zwiększa wydatnie wydajność pieca. Zauważmy przy sposobności, iż według nowszych badań<sup>2)</sup> poza

ciałami stałymi, promieniuja ciepło również i gazy, zwłaszcza  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{CO}$ , i to zależnie od grubości strugi gazu oraz od jego temperatury. W każdym razie promieniowanie to jest bez porównania słabsze od promieniowania w niektórych paliwach t. zw. świecących składników płomienia, będących drobnymi cząsteczkami węgla, powstałymi przy rozkładzie węglowodorów<sup>3)</sup>.

Chcąc, aby strata kominowa nie była zbyt wielka, przedłużamy zwykle piece poza obręb najwyższych temperatur. W ten sposób staramy się związać większą ilość ciepła, zawartego w paliwie, z systemem pieca, jakkolwiek z drugiej strony stwarzamy przy tem dodatkowe siedliska nowych strat ciepłych. Jeżeli, jak to ma np. miejsce w piecach walcowniczych, dalsze części pieca służą do stopniowego podgrzewania tworzywa, to wówczas i rozporządzalna różnica temperatur przybiera na całej długości pieca różne wartości. O ile w obrębie najwyższych temperatur wystarcza różnica  $20 \div 100^\circ$ , przy najwyższych temperaturach i przy niezbyt wielkich obciążeniach powierzchni (np. piece wgłębne, mieszalniki), zaś  $100\text{—}250^\circ$  przy większych obciążeniach powierzchni grzejnej (np. piece walcownicze), o tyle różnica ta wzrasta silnie w dalszych częściach pieców, dochodząc nawet do  $1000^\circ$  (np. piece wgłębne) przy wylocie spalin do kanału kominowego. Okoliczność ta jest o tyle korzystna, iż ilości ciepła wymieniane utrzymują się na odpowiedniej wysokości ( $100\text{—}400 \text{ Kal/m}^2\text{h}^\circ$ ) na całej długości pieca, mimo, iż współczynniki wszelkiego rodzaju wymiany ciepłej (zwłaszcza promieniowanie ciepłe) maleją, jakżeśmy o tem już mówili, znacznie w obrębie niższych temperatur. W każdym razie jest rzeczą jasną, że nadmierne przedłużenie pieca w celu zmniejszenia straty kominowej nie będzie celowe, gdyż powierzchnie grzejne pracują coraz słabiej, koszty zakładowe i obsługa pieca są coraz trudniejsze, koszt własny procesu ciepłego na jednostkę wytwórczości wzrasta. Dlatego też poprzestajemy zwykle na osiągnięciu temperatury  $700 \div 900^\circ$  u wylotu spalin z pieca i uważamy powstałą przy tem stratą kominową za ekonomicznie i technicznie uzasadnioną. Postępowanie to jest tem słuszniejsze, iż otrzymane w ten sposób ciepło odpadkowe możemy w wypadkach, zastępujących ekonomicznie na uwzględnienie, zastosować znacznie celowiej do podniesienia temperatury procesu spalania.

Jak to już właściwie wynika samo przez się z poprzednich rozważań, nie można traktować ilości ciepła w piecach tylko liczbowo, posługując się jedynie pojęciem kalorii. Podobnie jak i przy wykonywaniu pracy przez silniki ciepłe, obok ilości rozporządzalnych ciepła wybija się tu na pierwszy plan temperatura, przy jakiej to ciepło stoi do dyspozycji. Analogicznie do rozważań o

<sup>1)</sup> Mitteilung der Wärmestelle Düsseldorf Nr. 51 (1923), Stahleisen.

<sup>2)</sup> Mitteilung der Wärmestelle Düsseldorf Nr. 55 (1923), Stahleisen.

<sup>3)</sup> Promieniowanie to jest szczególnie ważne w piecach martenowskich.



sprawności procesu Carnot'a, potrafimy również i w piecach tem większą część rozporządzalnego ciepła wyzyskać użytecznie, im wyższe spadki temperatur wchodzą w rachubę. Odwracając to twierdzenie, możemy powiedzieć, iż tem wyższa będzie ogólna sprawność pieca, lub, co za tem idzie, tem mniejszy będzie rozchód jednostkowy paliwa, im wyższe różnice temperatur potrafimy wytworzyć w piecu. Mówiąc więc o ciepłe, należy stale pamiętać o temperaturze źródła; im jest ona wyższa, tem szlachetniejszą i bardziej wartościową jest rozporządzalna ilość ciepła. Jeżeli zaś uda się nam w jakikolwiek sposób podnieść tę temperaturę, wówczas podnosimy wartość ciepła i zwiększamy sprawność procesu, lub też zgoła umożliwiajmy jego wykorzystanie do różnych celów (np. regeneratory w piecach martenowskich<sup>4)</sup>).

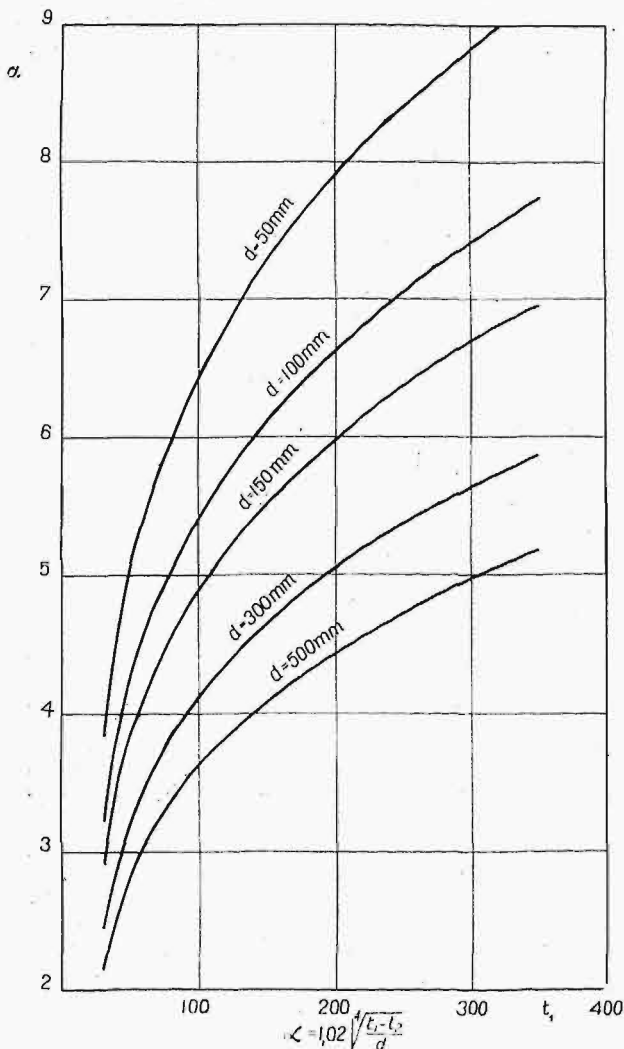
Rozpatrzmy bliżej tę kwestję osiągalnych temperatur w piecach. Znana z termodynamiki teoretyczna temperatura spalania jest właściwie fikcyjnym liczbowym wyrazem początkowej energii, tkwiącej w paliwie. Jakkolwiek praktycznie jest

ona nieosiągalna, i to zarówno ze względu na straty cieplne (użyteczne, czy też szkodliwe), jak i ze względu na dysocjację spalin, to jednak stanowi ważny czynnik, charakteryzujący wartość cieplną poszczególnych paliw. Jeżeli bowiem z wartości opałowej trudno wysnuć bliższe wnioski o termodynamicznem zachowaniu się paliwa, to teoretyczna temperatura spalania da tu już lepszy miernik wartości paliwa. Niech  $W_o$  — oznacza wartość opałową jednostki paliwa,  $Q$  — ciepło podgrzania tej jednostki paliwa wraz z przypadającą na nią ilością powietrza spalania,  $V_i$  — objętość normalną poszczególnych składników w powstałej przy tem ogólnej ilości spalin, zaś  $C_{pm}$  — odpowiednie wartości średniego ciepła właściwego przy stałem ciśnieniu w rozpatrywanych granicach temperatur (rys. 5), wówczas teoretyczna temperatura spalania

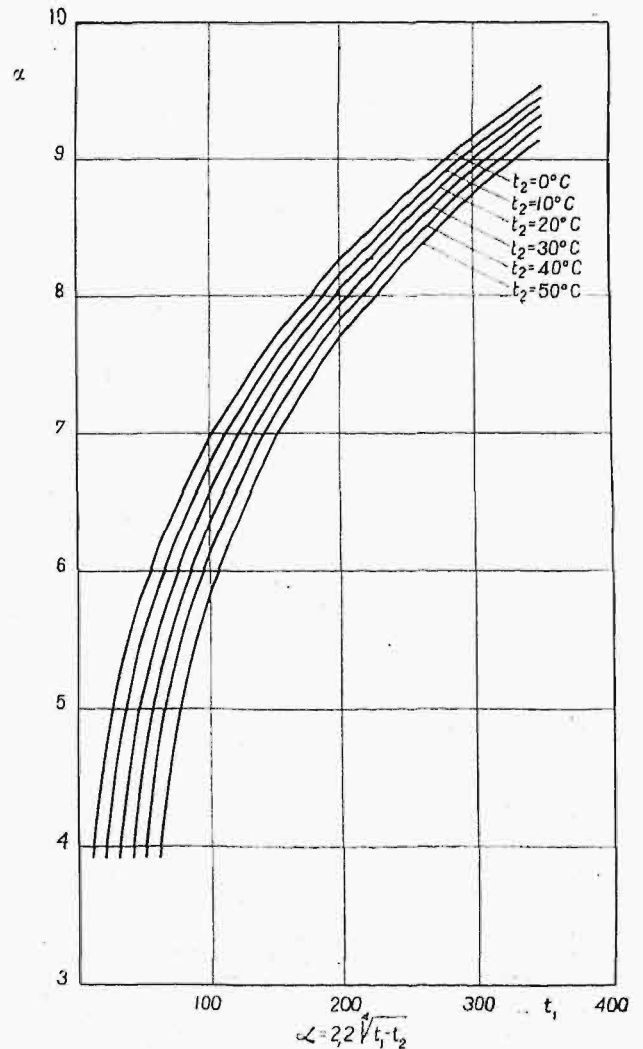
$$t_{tr} = \frac{W_o + Q_o}{\sum V_i \cdot C_{pm}} \dots \dots \dots (4)$$

Wartość  $t_{tr}$  zależy od nadmiaru powietrza spalania i spada znacznie wraz ze wzrostem bezużytecznego balastu w spalinach (rys. 6). Stąd wynika konieczność stosowania jaknajmniejszych dopuszczalnych ilości powietrza. Zwykle uważamy za miarodajną tę teoretyczną temperaturę spalania,

<sup>4)</sup> H. Bansen: Wärmewertigkeit, Wärme und Gasfluss, die physikalischen Grundlagen metallurgischer Verfahren, Stahleisen, Düsseldorf 1930.



Rys. 3. Spółczynnik przejmowania ciepła  $\alpha$  dla rur poziomych (temperatura zewnętrzna  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ ).



Rys. 4. Spółczynnik przejmowania ciepła  $\alpha$  dla ścian i rur pionowych.

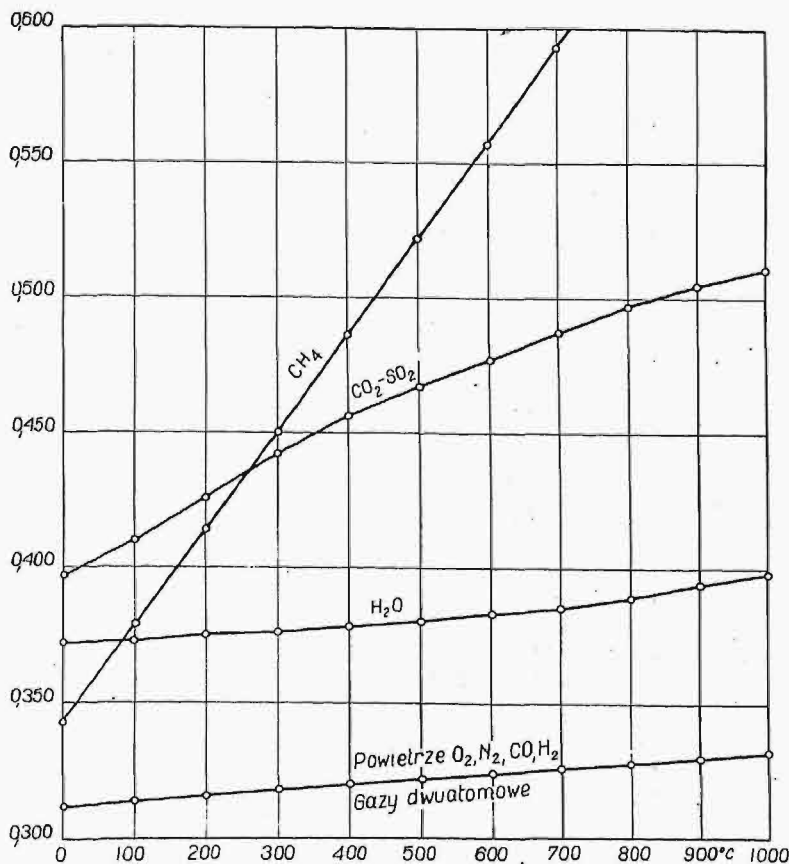
która odpowiada teoretycznie potrzebnej ilości powietrza. W każdym razie i tu mamy w czynniku  $Q^0$ , odpowiadającym podgrzaniu paliwa i powietrza, prosty sposób wpływania na wartość temperatury teoretycznej spalania (np. rekuperatory, regeneratory). Krótkie zestawienie poniższe dla paliw gazowych ilustruje liczbowo zachodzące wówczas zmiany:

Teoretyczne temperatury spalania  
(w nawiasach teor. ilości Kal w  $\text{nm}^3$  spalin)

Rodzaj gazu	Bez podgrzania	Powietrze podgrzane do 1000°	Gaz i powietrze podgrzane do 1000°
<b>Koksowniany:</b> 2,7% $\text{CO}_2$ ; 5,6% $\text{CO}$ ; 23,1% $\text{CH}_4$ ; 1,9% $\text{C}_m \text{H}_n$ ; 55,9% $\text{H}_2$ ; 10,3% $\text{N}_2$ ; 0,5% $\text{O}_2$ .	2140° (850)	2680° (1130)	2860° (1238)
<b>Czadnicowy:</b> 3,8% $\text{CO}_2$ ; 26,1% $\text{CO}$ ; 1,3% $\text{CH}_4$ ; 0,3% $\text{C}_m \text{H}_n$ ; 13,6% $\text{H}_2$ ; 54,9% $\text{N}_2$ .	1765° (690)	2240° (881)	2670° (1061)
<b>Wielkopiecowy:</b> 7,0% $\text{CO}_2$ ; 32,0% $\text{CO}$ ; 2,5% $\text{H}_2$ ; 58,5% $\text{N}_2$ .	1610° (632)	1995° (797)	2430° (1005)

Ze względu na mało różniące się od siebie wartości  $C_{pm}$  dla spalin różnych paliw przy teoretycznym spalaniu, podaliśmy tu jednocześnie, za Bansenem<sup>5)</sup> i Rosinem<sup>6)</sup>, ilości teoretyczne ciepła  $q$ ,

<sup>5)</sup> St. u. E. 45 (1925) s. 702 — 715, 748 — 756, 789 — 799.



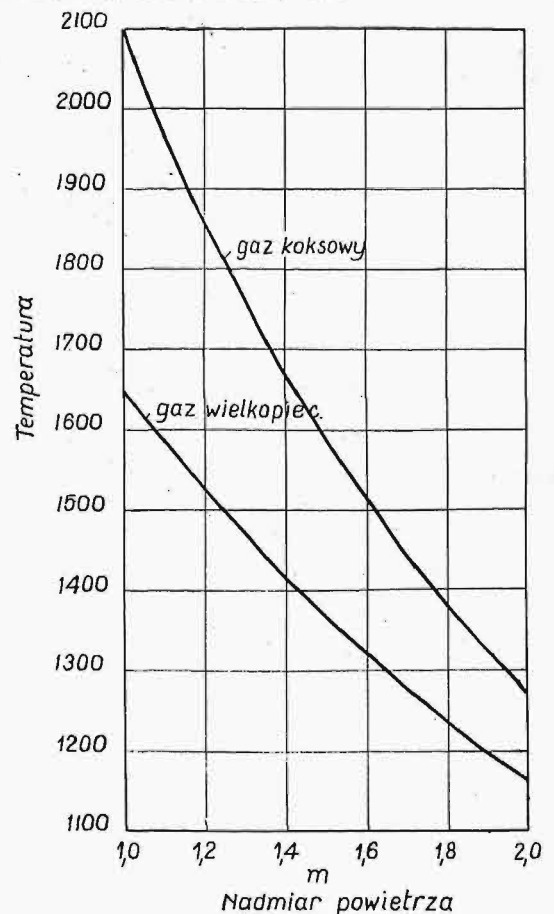
Rys. 5. Średnie ciepło właściwe  $C_{p,m}$  dla różnych gazów w zależności od temperatury.

przypadające na 1  $\text{nm}^3$  spalin, a to w myśl wzoru  $q = \frac{W_0 + Q_0}{\Sigma V_i}$  (5). Wartości  $q$  są innym pro-

stym miernikiem cieplnej wartości paliwa w rozpatrywanym procesie: im większe  $q$ , tem wartościowsze jest paliwo. Zaznaczyć tu wypada przy sposobności, że zarówno wzór (4), jak i (5), dają się uprościć, jeżeli wprowadzić za Rosinem<sup>6)</sup> dla poszczególnych rodzajów paliw liniową zależność między ilością spalin a wartością opałową oraz między ilością teoretyczną powietrza a wartością opałową.

O ile poprzednie rozważania mogłyby na chwilę wywołać przypuszczenie, że przy dostatecznym podgrzaniu paliwa i powietrza wszelkie teoretyczne temperatury są osiągalne, to jednak wiemy dobrze, że występująca powyżej 1700° wydatniej dysocjacja  $\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{CO}_2$ , dzięki niezupełnemu spalaniu  $\text{H}_2$  i  $\text{C}$  oraz zwiększaniu bezużytecznego balastu spalin, zmniejsza znacznie w zależności od ciśnienia cząstkowego tych gazów  $t_{tr}$ , gdyż we wzorze (4)  $W_0$  w liczniku maleje, zaś  $\Sigma V_i$  w mianowniku wzrasta. Poza to dochodzą tu dalsze ważne momenty, wpływające na zmniejszenie teoretycznej temperatury spalania  $t_{tr}$  do istotnej temperatury płomienia  $t_p$ . Techniczne spalanie, jako proces egzotermiczny łączenia się części palnych paliwa z tlenem, sprowadza się do szeregu reakcyj chemicznych, które rozpo-

<sup>6)</sup> Z. V. d. I. 71 (1927), s. 383 — 392.

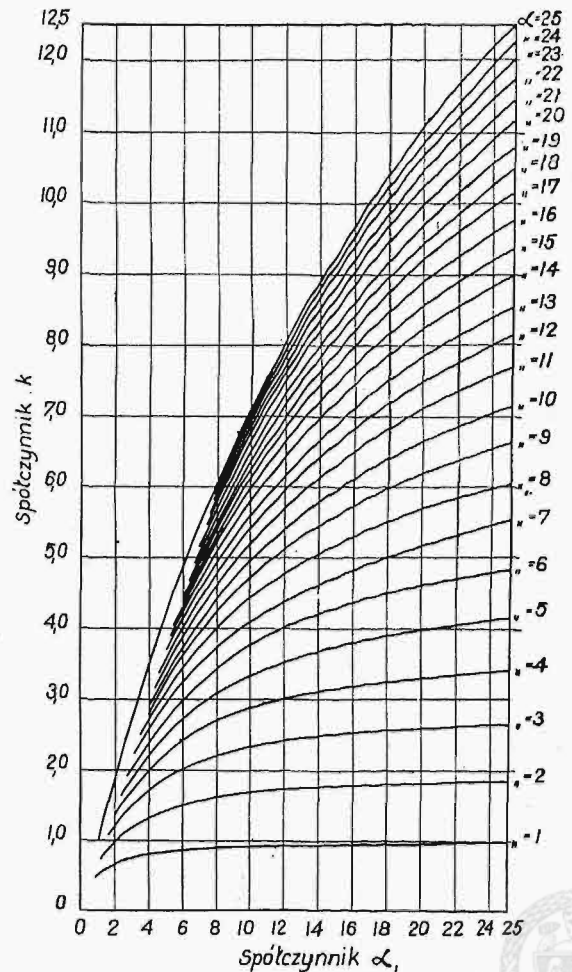


Rys. 6. Teoretyczna temperatura spalania w zależności od nadmiaru powietrza.



czynają się dopiero po przekroczeniu t. zw. temperatury zapłonu. Ze względu na zmienne szybkości reakcji, zależne od czynnika, od jego koncentracji i temperatury, osiągnięcie przybliżonego stanu równowagi chemicznej wymaga określonego czasu reakcji. Chcąc, aby czas i droga tych reakcji nie były zbyt wielkie, staramy się zwiększyć szybkość zapłonu, zwiększając temperaturę ponad punkt zapłonu i przyspieszając przenoszenie się temperatury od cząstki do cząstki (np. zwiększając powierzchnię reakcji w pyłe węglowym, lub zapomocą dobrego przemieszania paliwa gazowego z powietrzem w palnikach o ruchu wirowym czynników). W ten sposób szybkość zapłonu wraz z rozpoczynającymi się w chwili osiągnięcia temperatury zapłonu reakcjami spalania daje wypadkową szybkość spalania oraz odpowiadający jej czas spalania i drogę spalania<sup>7)</sup>. Te ostatnie wielkości wpływają wydatnie na wymiary palenisk, które winny być tak duże, aby wypuszczać spaliny o minimalnych ilościach części niespalonych. Jest rzeczą łatwą do przewidzenia, iż budowa palenisk musi w przyszłości wykazywać tendencję do zmniejszenia kosztownej przestrzeni paleniskowej drogą zwiększenia szybkości spalania. W ten sposób niema tu praktycznie nigdy mowy o adyabatycznym punktowem spalaniu paliwa, przy którym wytworzyłaby się teoretyczna temperatura spalania. Na całej drodze spalania powstają natomiast znaczne straty ciepłne drogą wymiany ciepłnej płomienia z otoczeniem, przyczem część tych strat jest dla procesu stracona (np. straty ścianek), część zaś przechodzi w ciepło użyteczne (np. promieniowanie palenisk kotłowych na powierzchnię ogrzewaną kotła). Stąd już zrozumiemy, dlaczego pod wpływem istotnych procesów spalania — przy uwzględnieniu dysocjacji spalin — maksymalna temperatura płomienia w piecach nie osiąga nigdy nawet 1800°, jakkolwiek, jeżeli pominiemy chwilowo sprawę materiałów ogniotrwałych, dalszy wzrost temperatury byłby zarówno ze względu na lepszą sprawność pieca, jak i na jego mniejsze wymiary, bardzo pożądany. Wypada tu jeszcze zwrócić specjalną uwagę na paleniska półgazowe na paliwa stałe, które ze względu na stopniowe odgazowanie paliwa i na spalenie powstałych przytem produktów stałych i lotnych stosują dwukrotne doprowadzenie powietrza spalania, jako powietrza pierwotnego pod ruszt i jako powietrza wtórnego nad paliwem. Palenisko to jest korzystne ze względu na stopniowe podgrzanie paliwa i związane z niem dobre wykorzystanie węglowodorów; natomiast proces spalania jest tu jeszcze bardziej rozczłonkowany, niż przy innych typach palenisk.

W każdym razie konieczność wyzyskania jak największych różnic temperatur wymaga, aby sam proces spalania odbywał się przy wszelkich paliwach z najniższym dopuszczalnym współczynnikiem nadmiaru powietrza<sup>8)</sup>. Znając chemiczny skład paliwa i jego straty w palenisku, łatwo wyliczyć po-



Rys. 7. Spółczynnik przenikania ciepła  $k = 1 : \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$  dla rekuperatorów żelaznych.

trzebne ilości powietrza, ilości spalin oraz ich skład. Odwrotnie, znając spaliny rzeczywiste, można łatwo ustalić współczynnik nadmiaru powietrza. Pamiętać jednak należy, że analiza spalin zmienia się w czasie ich przepływu na skutek różnych działań chemicznych (np. dodatek pary wodnej, fałszywe powietrze, wpływ temperatury na rozkład niektórych czynników, dysocjacja). W każdym razie, jeżeli rozporządza się paliwo nie jest w stanie wytworzyć odpowiedniej różnicy temperatur, musimy się z konieczności uciec do podgrzania powietrza lub paliwa, lub obu razem.

Mamy tu przeważnie 2 typy odzyskania ciepła, korzystających zwykle z ciepła wylotowego pieców; rekuperatory lub regeneratory. Pierwsze z nich składają się z układu kanałów, przez które, zwykle przeciwnie, przepływają jednocześnie czynnik podgrzewający i podgrzewany. Kanały są podzielone cienkimi ściankami szczelnymi, przez które przechodzi ciepło. Im węższe kanały (np. 70—100 mm w rekuperatorach ogniotrwałych) i im cieńsze ścianki rozgraniczające (30—50 mm w rekuperatorach ogniotrwałych), tem lepiej wykorzystujemy objętość pieca i tem korzystniejszy jest współczynnik przenikania ciepła  $k$  (rys. 7). Z drugiej jednak strony, tem większe są wówczas straty ciśnienia i praca wentylatora oraz związany z nimi wpływ szczelności, tak iż trzeba każdo-

<sup>7)</sup> Mitteilung der Wärmestelle Düsseldorf Nr. 75 (1925). Stahleisen.

<sup>8)</sup> Niekiedy jednak celowo stosujemy niezupełne spalanie, chcąc wykorzystać promieniowanie świecącego płomienia.

razowo ustalić warunki optymalne<sup>9)</sup>. Ostatnio ukazują się coraz bardziej na rynku rekuperatory żelazne i stalowe, które są wprawdzie droższe, ale zato przy cienkich ściankach pozostają szczelne i dają wyższe temperatury podgrzania powietrza (500° i wyżej). W każdym razie należy dbać o to, aby powierzchnie grzejne rekuperatorów były stale czyste, gdyż w przeciwnym razie, na skutek silnego spadku współczynnika przejmowania ciepła  $\alpha_1$  lub  $\alpha_2$  (rys. 7), również i ogólny współczynnik przenikania ciepła  $k$  zmniejsza się silnie, a tem samem spada i podgrzanie powietrza.

Regeneratory są odzysknicami ciepła pracującymi okresowo, przyczem występują tu one co najmniej parami; po okresie nagrzania przez czynnik grzejący następuje, dzięki odpowiednio dostosowanym organom rozrządczym, okres chłodzenia regeneratora przez czynnik ogrzewany, przyczem ogniowatwa kratownica regeneratora gra rolę zasobnika ciepła. Okresowo zmienne pole temperatur kratownicy regeneratora i czynników pociąga tu za sobą okresowe akumulowanie i wyładowanie ciepła. Wymiary kratownicy trzeba przytem tak dobrać, aby z jednej strony nie brać zbyt wielkiej ilości i zbyt wielkich kamieni ogniowatwych, które podrażają piec, nie pracując całą masą, z drugiej strony zaś, aby uniknąć zbyt wielkich wahań temperatury, gdy masa kratownicy jest zbyt mała. Grubość kamieni wynosi zwykle  $s = 60 \div 160$  mm, szerokość kanałów kwadratowych  $a = 80 \div 120$  mm, jakkolwiek stosuje się obecnie często i kanały o przekroju wieloboku lub koła.

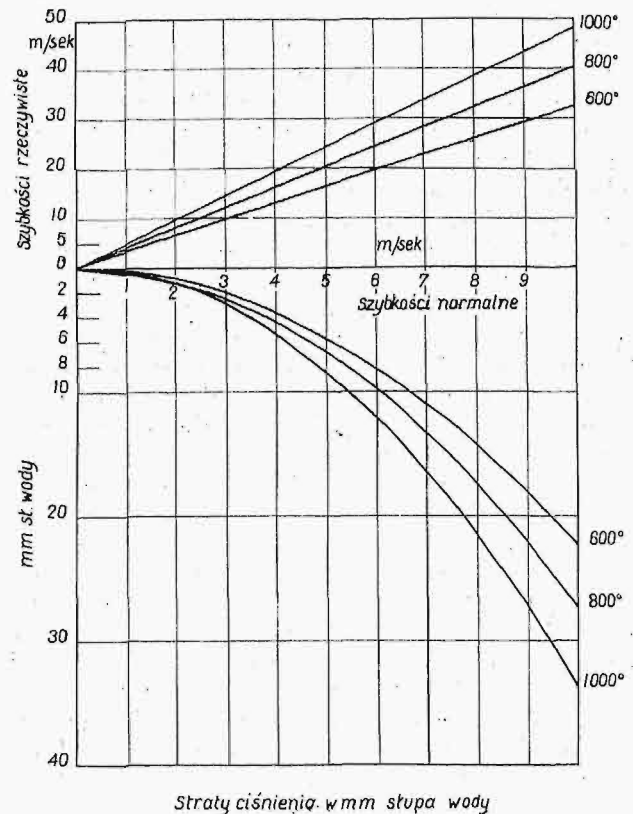
Kratownice należy dobrze usztywnić konstrukcją żelazną; specjalnie ważną jest ich szczelność. W ostatnich czasach i tu ukazały się regeneratory żelazne (Blaw-Knox, Ljungström) o krótkich okresach pracy, tańsze wprawdzie, lecz stosowane zwykle w niższych (< 800°) temperaturach.

Stosując w piecach odzysknicę ciepła, trzeba sobie zgóry zdać również sprawę i z dodatkowych oporów przy przepływie strumienia gazów, które przy tem powstają. W każdym piecu na drodze strumienia gazów powstają różne opory. Część tych oporów ma charakter ciągły oporu rurociągowego i daje się obliczyć zapomocą tych samych wzorów<sup>10)</sup>, o ile tylko odpowiednio zwiększymy współczynniki ze względu na znacznie większą chropowatość kanałów murowanych w porównaniu z rurami gładkimi. Oczywiście, wszelkie zanieczyszczenia kanałów zwiększają te opory bardzo znacznie, należy więc ich i z tych względów unikać. Druga grupa oporów o wartości  $\xi \frac{w^2}{2g}$ , gdzie

$\xi$  oznacza zmienny współczynnik,  $w$  — szybkość przepływu,  $\gamma$  — ciężar właściwy gazów, ma charakter przeszkód jednostkowych, występujących przy wszelkich ostrych zmianach kierunku i przekroju; są one znacznie niebezpieczniejsze i grają zwykle główną rolę przy przepływie.

<sup>9)</sup> A. Schack: Der industrielle Wärmeübergang, Stahleisen, Düsseldorf (1930).

<sup>10)</sup> Mitteilung der Wärmestelle Düsseldorf Nr. 95 (1925).



Rys. 8. Straty ciśnienia przy przepływie gazów.

Na rys. 8 uwidatniono dla spalin górnośląskiego groszku II przy 40% nadmiarze powietrza wartości strat ciśnienia dla  $\xi = 1$ , w zależności od temperatury spalin i od ich szybkości, zredukowanych do stanu normalnego. Uwzględnić tu należy jeszcze wartość wyporu w pionowych kanałach z gorącymi gazami, która często pomaga przepływowi gazów, dając wypadkowy opór ujemny (np. w nagrzewnicach Cowpera). W każdym razie komin ze swym ciągiem (rys. 9) winien odpowiadać sumie algebraicznej wszelkich oporów na drodze gazów; uwzględnić przytem należy nie tylko zmienną temperaturę spalin, ale i wahania temperatury zewnętrznej, wpływające znacznie — zwłaszcza przy wyższych kominach — na ciąg komin. W wypadkach zwiększania obciążenia pieców, a także dla przewyciężenia dodatkowych oporów i trudności przy zanieczyszczaniu kanałów i zmianach temperatur, stosuje się często sztuczny ciąg zapomocą wentylatorów (np. przy piecach martenowskich).

Wypada tu zrobić jeszcze szereg uwag ogólnych o budowie pieców. Przy paleniskach na paliwa stałe trzeba stale pamiętać o usuwaniu popiołu. O ile występuje on w postaci silnie spiekającego się żuźla, należy stosować stale skądinąd szkodliwy dodatek pary pod ruszt. Stosowanie dmuchaw parowych (np. firmy Körting), dających od razu mieszaninę powietrza z parą, nie jest racjonalne, gdyż pożądana jest zupełna niezależność w regulacji powietrza i pary; poza tem rozchód pary przez dmuchawy zwykle szybko wzrasta wraz z ich zużyciem. Przy paleniskach dwudzielnych, dążąc należy do zupełnej symetrii w doprowadzaniu powietrza i pary do obu połów, gdyż tylko wówczas

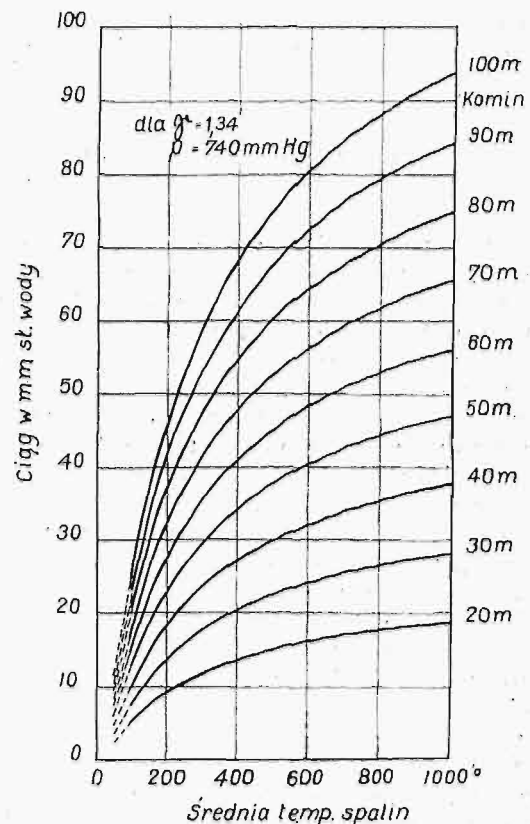


można osiągnąć prostą i łatwą regulację. Paliwo należy doprowadzić do paleniska możliwie podgrzane. Przy stosowanych coraz powszechniej tarcz i niezawodnych w ruchu paleniskach półgazowych dbać trzeba o dostatecznie wysoką warstwę węgla, przyczem przy stosowanym dziś powszechnie podmuchu dolnym i górnym można dojść do obciążenia rusztu  $\leq 300 \text{ kg/m}^2\text{h}$  przy większych sortymentach węgla i do  $\leq 200 \text{ kg/m}^2\text{h}$  dla miazgi węglowej. Przy coraz powszechniejszych paleniskach gazowych, należy dążyć do tego, aby, jak już o tem była wyżej mowa, uzyskać możliwie dużą szybkość zapłonu mieszanki, stosując palniki niezbyt duże, ale zato o dobrym zmieszaniu gazu palnego z powietrzem; przy odpowiednim zagęszczeniu palników tych na powierzchni pieca, uzyskujemy idealne nagrzanie tworzywa aż do głębi, nawet przy największych wydajnościach, osiągając w przestrzeni paleniskowej przy dobrych palnikach  $\leq 2\,000\,000 \text{ Kal/m}^2\text{h}$ , wobec  $300\,000$ — $1\,000\,000 \text{ Kal/m}^2\text{h}$  dla rusztów węglowych. Wymaganie racjonalnego spalania gazu doprowadziły w dziedzinie palników do stosowania pod ciśnieniem zarówno gazu, jak i powietrza spalania; zamiast stosowanej przedtem podwójnej sieci rurociągów gazowych i powietrznych rozpowszechnia się obecnie coraz bardziej typ palnika o silniej sprężonym ( $\geq 3000 \text{ mm st. w.}$ ) gazie, który przy jednej tylko sieci rur sam sobie zasysa powietrze.

Same piece należy według możliwości chronić od strat ciepłych; izolacja ścian (zwykle masą okrzemkową) wchodzi tylko tam w rachubę, gdzie nie zachodzi obawa zmiękczenia materiałów ogniotrwałych, a więc poniżej  $1200^\circ$ . Specjalną uwagę trzeba zwrócić na straty ciepła przy najwyższych temperaturach, gdyż mamy tam najszlachetniejszą postać energii cieplnej, której straty są najdotkliwsze i wymagają najwięcej paliwa (np. uważać na straty promieniowania w piecach martenowskich).

Jest rzeczą oczywistą, że i materiały, pracujące przy wyższych temperaturach, muszą odpowiadać warunkom pracy pieców. Materiały te, zwane ogniotrwałymi, o ile ich punkt zmiękczenia przekracza temperaturę stożka Segera 26, t. j.  $1580^\circ$ , muszą zwykle, poza odpornością na wysokie temperatury, posiadać przy tych temperaturach również dostateczną odporność na działania mechaniczne, możliwie nie zmieniać objętości, być odpornymi na wpływy chemiczne (żużel, pył i t. d.) i na zmiany temperatur. Pośród różnych gatunków materiałów ogniotrwałych, które w czasie fabrykacji po zmieleniu materiałów surowych i po zaformowaniu podlegają wysuszeniu i następnie staranemu wypaleniu, na specjalną uwagę zasługują:

1) kwaśne dynasy ( $93$ — $97\% \text{ SiO}_2$ ), które wprawdzie są mało odporne na wielkie zmiany temperatur, ale mają najwyższe punkty zmiękczenia ( $\leq 1650^\circ$ ) i stosują się przy najwyższych tem-



Rys. 9. Ciąg kominowy.

peraturach (np. piece martenowskie, koksowniane, wgłębne piece do bloków);

2) zasadowe szamoty ( $20$ — $45\% \text{ Al}_2\text{O}_3$ ), wytworzone przy częściowym stosowaniu zmielonej palonej gliny, odporne na zmiany temperatur, ale mające znacznie niższe punkty zmiękczenia ( $\leq 1450^\circ$ ) (np. wielkie piece, nagrzewnice Cowpera);

3) kamienie magnezytowe, odporne na wpływy chemiczne, lecz czułe na zmiany temperatur (np. piece martenowskie, elektryczne, mieszalniki).

Po tych uwagach ogólnych postaramy się w dalszym ciągu na kilku przykładach typowych pieców hutniczych podkreślić te szczegóły ich budowy i pracy, które specjalnie jasno odzwierciedlają wyprowadzone wyżej zasady ogólne<sup>11)</sup>.

(d. n.).

<sup>11)</sup> Podane tam liczby należy uważać za osiągalne w praktyce wartości normalne. Wartości te wahają się silnie w zależności od różnych czynników pracy i dlatego należy je stosować tylko bardzo ostrożnie. Przy ustalaniu liczb poniższych korzystałem z:

- „Hütte für Eisenhüttenleute“, wydanie 4, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1930.
- Anhaltzahlen für den Energieverbrauch in den Eisenhüttenwerken, 3. wydanie, Stahleisen. Düsseldorf (1931) oraz z
- własnych pomiarów, biorąc przytem przede wszystkim warunki śląskie pod uwagę.



# Wieże radjostacji Warszawa — Raszyn<sup>\*)</sup>.

Napisali Inż. J. Burchaciński  
i Inż. M. Pinawnin.

Istotną częścią składową każdej radjostacji są anteny, które nadają, albo też przyjmują fale elektromagnetyczne. W zależności od przeznaczenia i ważności stacji, zmienia się długość anteny. Długość oraz wysokość zawieszenia anteny nad ziemią musi być dostosowana do pożądanego zasięgu stacji radjowej. Wobec stałego dążenia do zwiększenia mocy stacji nadawczych, wysokość wież antenowych ciągle wzrasta i doszła w ostatnich czasach do wysokości 260 m; dwanaście takich wież zbudowano w Brazylii. Wieże antenowe są budowane jako swobodnie stojące, lub też jako maszty z odciągaczami.

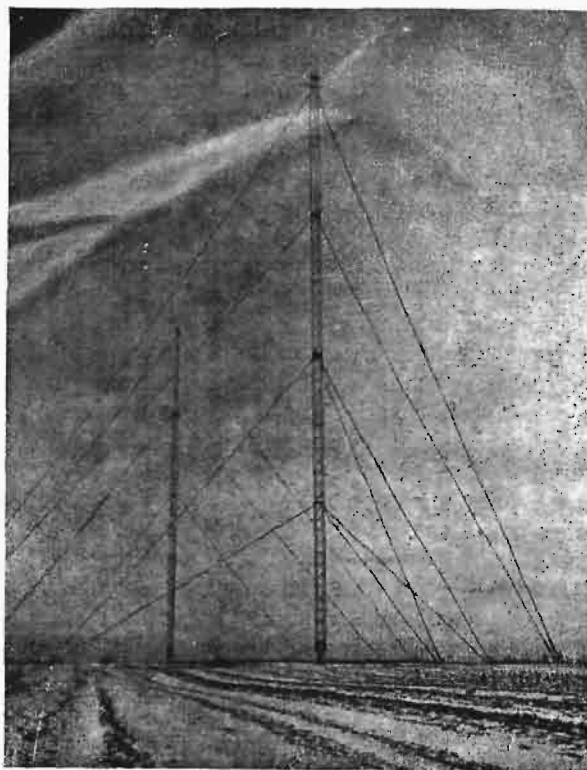
Przy budowie wież ponad 100 m wysokości, system wież (masztów), zaopatrzonych w odciągacze linowe, jest bardziej odpowiedni, gdyż przy zupełnym bezpieczeństwie jest znacznie lżejszy, a zatem tańszy.

Wieża tego systemu składa się z masztu pionowego, który, zależnie od wysokości, zaopatrzony jest w jednym lub w kilku punktach w 3 lub 4 odciągacze skośne, tworzące między sobą kąty  $120^\circ$ , względnie  $90^\circ$ . W powyższy sposób zbudowane są wieże dla radjostacji we Francji, Anglii, Niemczech, Japonii, Argentynie i t. d.

Wieże z odciągaczami wykazały w praktyce nieprzeciętne zalety pod względem wytrzymałości. Tak np., podczas strasznego trzęsienia ziemi, które zniszczyło w roku 1923 Tokio i Jochamę, jedna wieża 200 m oraz 18 wież 60 m stacji Funabaski obok Tokio pozostały nienaruszone, chociaż stacja ta leżała w centrum trzęsienia ziemi, a wszystkie jej budynki uległy całkowitej zagładzie.

Wybudowana niedawno przez Zakłady Marcconiego radjostacja w Raszynie, znamienna z

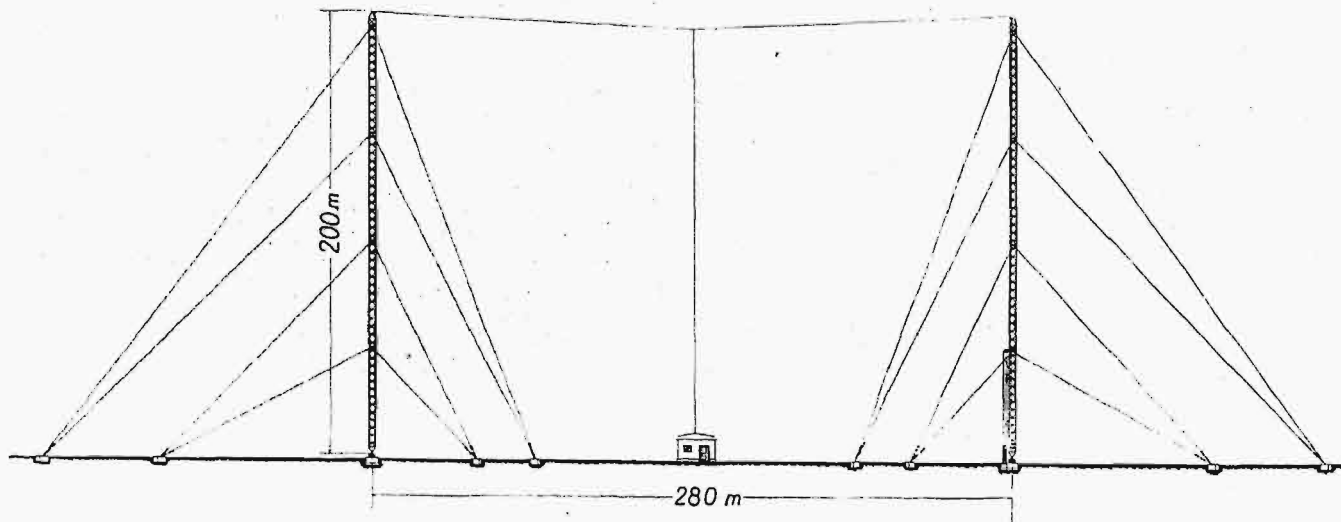
<sup>\*)</sup> Wedł. referatu, wygłoszonego na V Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w r. 1931.



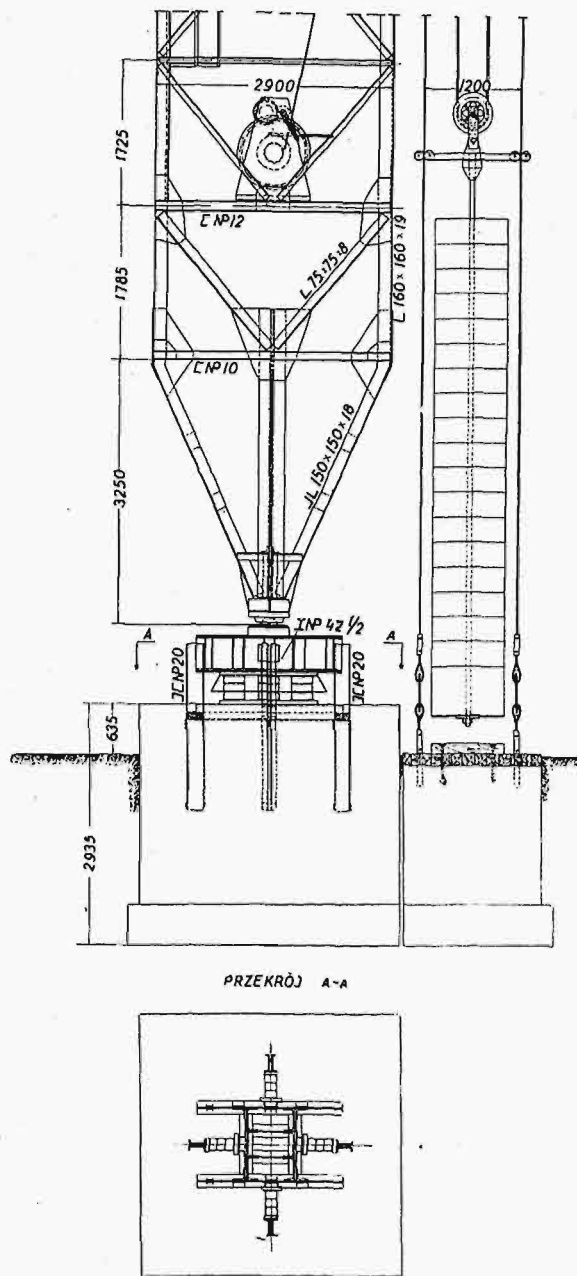
Rys. 1. Widok wież radjostacji w Raszynie.

tego względu, że zajmuje pierwsze miejsce w Europie pod względem mocy, posiada dwie wieże o wysokości 200 m, wykonane jako wieże z odciągaczami. Wieże te zbudowała całkowicie fabryka H. Cegielski, Sp. Akc. w Poznaniu.

Kształt wieży przedstawia graniastosłup wykonany z kratownic, którego przekrój tworzy kwadrat o boku 2,90 m. Przy zastosowanym sposobie okratowania, pręty ulegające ścisaniu osiowemu są krótkie, a całość tworzy otwarte okratowanie, które nie stanowi dużej powierzchni oporowej dla działania wiatru. Celem umieszczenia przegubu kulistego na podporze, ukształtowano maszt u dołu w ostrosłup. Zastosowanie przegubu wyłącza wpływ jednostronnego obniżenia fundamentów na naprężenia w prętach wieży. Gdyby podstawa wieży nie miała możliwości swobodnego wychylania się



Rys. 2. Wieże radjostacji Raszynskiej pod Warszawą.



Rys. 3. Ustrój dolnej części wież radiostacji Raszyńskiej.

o pewien kąt od osi pionowej, to wówczas przy najmniejszym jednostronnym obniżeniu się fundamentów, jak również przy zmianie długości odciągaczy pod wpływem wiatru, powstałyby niebezpieczne naprężenia zginające, które łatwo doprowadziłyby do nadmiernych przeciążeń poszczególnych części konstrukcji. Dalszą dodatnią stroną takiego ukształtowania podstawy jest możliwość wygodnego umieszczania izolacji, o której będzie mowa niżej.

Wieże w Raszynie są odciągane w trzech kierunkach, w czterech poziomach, każdy w odstępach co 50 m. Odciąganie w trzech kierunkach wybrano z powodu najmniejszej ilości materiału, zużywanego przy tym systemie na odciągacze i fundamenty; z drugiej zaś strony jest ten układ niezmienny pod względem statycznym. Dolne końce odciągaczy każdego kierunku zakotwiono parami w dwóch fundamentach. Połączenie w jednym fun-

damencie zakotwień dwóch odciągaczy można było zastosować, wobec dostatecznie wytrzymałego gruntu. Przy gruncie słabym, np. bagnistym, należy stosować oddzielne fundamenty dla każdego odciągacza. Odległość punktów końcowych odciągaczy zależy po części od rozległości zajmowanego terenu, po części zaś od tego, by nie otrzymać zbyt wielkiego naprężenia w samych odciągaczach. Im bardziej strome są odciągacze, tem większe w nich powstają naciągi. Z drugiej znów strony, przez zbyt wielkie rozstawienie odciągaczy zwiększa się obciążenie tychże przez ciężar własny. Do tego dochodzi jeszcze warunek, aby wieża — zwłaszcza u dołu — była jaknajmniej podatna na wychylenie. Uwzględniając powyższe, wybrano dla wież w Raszynie sposób zakotwienia po dwa odciągacze w jednym fundamencie, którego odległość od podstawy masztu wynosi 90 m dla pierwszej i 140 m dla drugiej pary odciągaczy.

Jako materiał do konstrukcji wieży, użyta została zlewna (III<sub>2</sub>), natomiast na wykonanie odciągaczy wybrano materiał specjalny, mianowicie: drut ze stali lanej tyglowej, o wytrzymałości na zerwanie od 120—130 kg/mm<sup>2</sup>, przy granicy płynności 100 kg/mm<sup>2</sup>. Wpływ ciężaru własnego na odciągacz odgrywa tak wielką rolę, że potrzebny przekrój nie wzrasta proporcjonalnie do występującego obciążenia użytkowego, lecz ograniczony jest przez wzór:

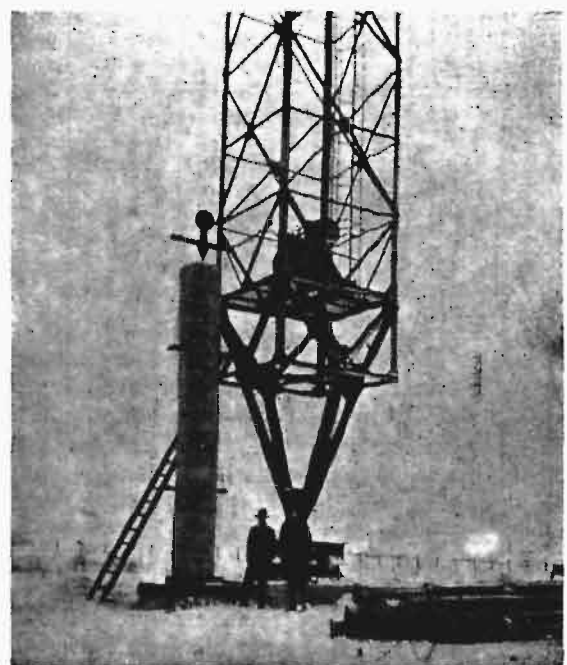
$$\text{potrzebny przekrój} = \frac{\alpha \cdot N}{\sigma_z - \sigma_q}$$

gdzie  $\alpha$  — współczynnik, uwzględniający warunki statyczne,

$N$  — obciążenie użytkowe, wywołane parciem wiatru i napięciem anteny,

$\sigma_z$  — dopuszczalne naprężenie materiału odciągacza,

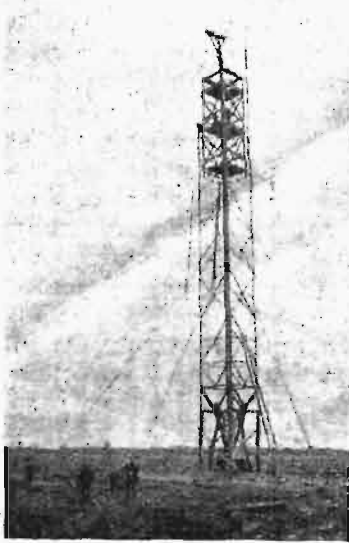
$\sigma_q$  — naprężenie powstające pod działaniem ciężaru własnego.



Rys. 4. Podstawa wieży; obok ciężar naciągający antenę.

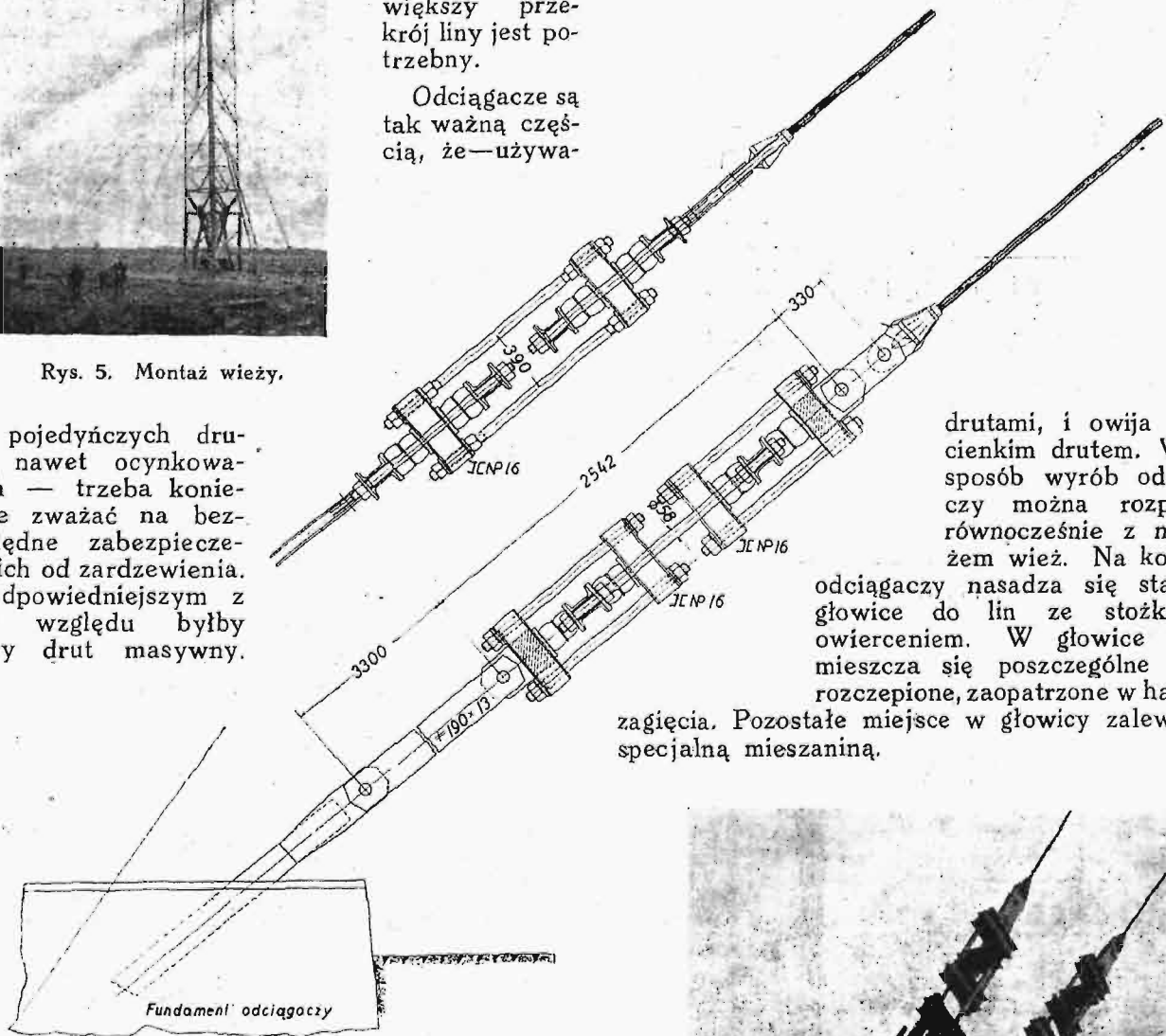
Ta ostatnia wartość jest stałą przy stałych odległościach punktów końcowych odciągaczy w płaszczyźnie rzutu i przy jednorazowym ustalonym stosunku zwisu. Im większa będzie ta wartość, a jest ona poważną przy wieżach o takiej wysokości, tem mniej zapasu pozostaje na przyjęcie obciążeń użytkowych i tem większy przekrój liny jest potrzebny.

Odciągacze są tak ważną częścią, że—używa-



Rys. 5. Montaż wieży.

jąc pojedynczych drutów nawet ocynkowanych — trzeba koniecznie zważyć na bezwzględne zabezpieczenie ich od zardzewienia. Najodpowiedniejszym z tego względu byłby gruby drut masywny.



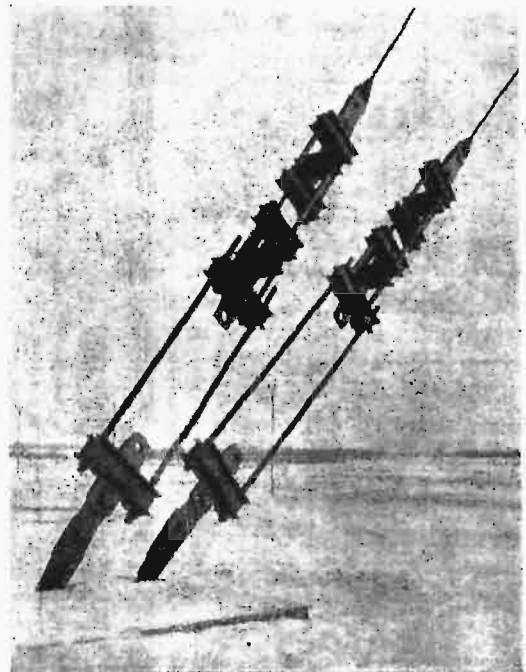
Rys. 6. Ustrój uchwytów odciągaczy.

Jednakże dla wybranej wysokiej wytrzymałości można pewnie wytwarzać drut przy średnicach tylko 3—5 mm. W naszym wypadku budowy zastosowaliśmy drut o średnicy 4 mm. Odciągacze, które w naszym wypadku wymagają ilości do 60 drutów  $\varnothing$  4 mm, posiadają konstrukcję liny bez skrętów, t. zn. że poszczególne druty biegną od jednego do drugiego końca bez skrzyżowania się, tak jak to ma miejsce w linach mostów wiszących. Przy budowie takich lin, rozciąga się jeden drut przy drugim już w ostatecznym położeniu i druty te owijają się, tworząc z nich jedną linę. Oczywiście, takiego sposobu przy budowie wież zastosować nie

można, tak ze względu na wysokie koszty, jak i na czas montażu.

Udało się zastosować sposób (opatentowany przez firmę Hein, Lehmann w Berlinie, od której firma H. Cegielski nabyła licencję), który pozwala na wykonanie takich kabli wprost na powierzchni ziemi. W tym celu wyciąga się druty i przeprowadza się je przez tarcze i kłamry, tak by, jednako naprężone, leżały prawidłowo. Równocześnie otacza się druty odpowiednią masą, wypełniającą dokładnie wszystkie wgłębienia między

drutami, i owijają się je cienkim drutem. W ten sposób wyrób odciągaczy można rozpocząć równocześnie z montażem wież. Na końcach odciągaczy nasadza się stalowe głowice do lin ze stożkowym owierceniem. W głowice te umieszcza się poszczególne druty rozczepione, zaopatrzone w hakowe zagięcia. Pozostałe miejsce w głowicy zalewa się specjalną mieszaniną.



Rys. 7. Widok dolnych uchwytów odciągaczy.



Zwis odciągacza, względnie stosunek zwisu do długości odciągacza, odgrywa ważną rolę. W celu zabezpieczenia wieży od niebezpiecznych wahań, należy uczynić zwis jaknajmniejszy, bacząc jednakże, aby rosnących w nim naprężeń nie przekroczyć. Konstrukcja górnego zaczepienia odciągaczy jest tak dobrana, że naciągi ich obciążają wieżę ściśle osowio. Jest to bardzo ważne, gdyż w przeciwnym razie w słupkach narożnikowych powstałyby różne co do wielkości naprężenia. Celem zabezpieczenia wieży od ruchu dookoła osi pionowej, który działałby szkodliwie na antenę, zaopatrzone jeden z trzech odciągaczy każdego zespołu w rozwidlenie na górnym końcu.

Odciągacze, wykonane opisanym powyżej sposobem, posiadają wydłużenia równe we wszystkich drutach, w przeciwieństwie do lin splecionych. Jednorazowa regulacja odciągaczy, przeprowadzona umiejętnie w czasie montażu, wystarczy w zupełności, tak że dalsze przestawienia stają się zbędne.

Szczególnie ważnym warunkiem właściwej pracy wież antenowych jest dobra izolacja, którą umieszcza się pod podstawą wieży oraz przy górnych i dolnych końcach odciągaczy. Jako materiał, najlepiej do tego celu nadaje się porcelana, zwłaszcza odkąd nauczono się wytwarzać z niej wielkie bryły o dużej wytrzymałości. Bryły umieszczone pod podstawą wieży wytrzymują ciężar kilkuset tonn. Struktura drobnoziarnista porcelany, uzyskana dopiero po długich próbach, wykazała nawet i tę właściwość, że materiał jest odporny na obciążenia nawet wówczas, gdy istnieją już małe rysy, i kruszy się dopiero wtedy, gdy się przekracza granicę wytrzymałości na skruszenie, równą  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Wytrzymałość elektryczna takiej porcelany wynosi  $40\,000 \text{ V}$  na przebicie płytki o grubości  $2,5 \text{ mm}$ .

Izolację wieży układa się pomiędzy powierzchnią oparcia wieży a fundamentem. Natomiast izolację w odciągaczach umieszcza się w specjalnych uchwytych, podobnych do ogni w łańcuchowych, tak konstruowanych, aby dzwona porcelanowe pracowały na ciśnienie.

Wieże są budowlami wystawionymi na parcie wiatru. Parcie wiatru przyjęto  $250 \text{ kg/m}^2$ , co dla naszych warunków jest liczbą dość pokaźną. Przy obliczaniu wytrzymałości poszczególnych części, liczone konstrukcję, jako belkę na podporach sprężystych. System jest wobec tego trzykrotnie niewyznaczalny. Po obliczeniu osobno wpływu parcia wiatru i osobno naciągu anteny, oraz po uwzględnieniu sprężystego podparcia belki, wykonano obliczenie momentów, sił tnących i sił osiowych w poszczególnych prętach.

Szczególną zaletą wieży o kształcie graniastosłupa jest łatwość montażu. Z chwilą ustawienia podstawy wieży, w budowę się w nią konstrukcję podobną do kilkupiętrowej windy, która na górze posiada maszt obracalny z wysięgiem. Zapomocą wind z napędem motorowym i lin, prowadzących do masztu montażowego, wciąga się całe ściany do góry, które natychmiast łączy się w całość. W ten sposób maszt montażowy zostaje dosłownie obudowany. Względy montażowe nakazują skręcanie

całej wieży śrubami, ale oczywiście śrubami toczonymi. Dokładność pasowania takich śrub toczonych, jak praktyka wykazała, jest dostateczna przy zachowaniu  $0,1 \text{ mm}$  tolerancji. Po ukończeniu montażu jednej części konstrukcji, podciąga się maszt z całą przynależną konstrukcją montażową do góry przy pomocy specjalnego urządzenia — tak, aby wystawał ponad zmontowaną dopiero co



Rys. 8. Widok okolicy z wierzchołka wieży.

częścią wieży, i buduje się dalej w sposób poprzednio opisany. Montaż takich wież trwa przeciętnie 2—3 tygodnie na każde  $100 \text{ m}$  wysokości.

Jak wynika z powyższego, kładziono specjalny nacisk na celowe zaprojektowanie każdej części wieży, które, wykonane i dopasowane w warsztatach fabrycznych w Poznaniu, zostały następnie wysłane na miejsce budowy.

W powyższy sposób powstały dwie olbrzymie wieże pod Raszynem, które, czyniąc zadość wszystkim zadaniem warunkom, robią wrażenie konstrukcji lekkiej i estetycznej.

## Nowe wydawnictwa<sup>\*)</sup>

- Kinetyka chemiczna.** Prof. Dr. Jan Zawidzki. Wyd. poświęcone pod red. Prof. D-ra W. Świętosławskiego przy udziale Inż. J. G. Zawidzkiego. Wydane przez Komitet uczczenia pamięci Prof. Jana Zawidzkiego. Str. 249. rys. 35. Warszawa 1931. Cena zł. 10.
- Mechanika cięgien rozpiętych i jej zastosowanie w elektro-technice i mierzniactwie.** Inż. Dr. A. Chmielowiec. Str. 63 i 6 rys. Odb. z „Czas. Techn.”. Lwów 1931.
- Wassersprung, Deckwalze und Ausfluss unter einer Schütze.** Versuche ausgeführt in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich. Dr. sc. techn. Kazimierz Wóycicki. Str. 58. Nakł. Akademii Nauk Technicznych. Warszawa 1931. Cena zł. 4.50.
- Szkice techniczne z Rosji, Ukrainy i Białorusi sowieckiej.** Inż. J. Pruchnik. Str. 79, rys. 25. Odbitka z „Czasopisma Technicznego”. Lwów, 1931.
- Manuel de Chimie Analytique.** Profesorowie F. P. i W. D. Treadwell (Zurich). Wyd. 5-te francuskie wedk. 14-go wyd. niemieckiego w oprac. Prof. M. Boll'a (Paryż). Str. 611. Wyd. Dunod., Paryż 1932. Cena zł. 26.50.
- Schäden an Bauwerken.** Christoforo Russo, przekład z 3-go wydania przez Inż. dypl. F. Häuslera przerobił i uzupełnił Dr. inż. K. Schäfer. Str. 232, rys. 124. Nakł. R. Oldenbourg. Monachjum—Berlin 1932. Cena zł. 27.50.
- Rechnung mit Operatoren nach Oliver Heaviside. ihre Anwendung in Technik und Physik.** E. J. Berg, przełożyli Dr. inż. O. Gramisch i inż. H. Fropper. Str. 188. R. Oldenbourg. Berlin—Monachjum 1932. Cena zł. 26.30.

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

# Od fal elektromagnetycznych do fal materji.

Na zorganizowanych w r. b. przez Stow. Inżynierów Mechaników Polskich Kursach uzupełniających dla Inżynierów, w liczbie wielu interesujących wykładów, był m. in. wykład, wygłoszony przez p. prof. d-ra M. Wolfkego, na temat nowszych zagadnień fizyki. Prelegent ujął w swym odczycie 2 zagadnienia nowoczesnej fizyki: fale materji oraz drgania ultraakustyczne.

Ze względu na duże zainteresowanie powyższym wykładem, zamieszczamy jego streszczenie, opracowane przez p. I. Wasutyńską w dwóch częściach. Część pierwszą znajdującą czytelniczy poniżej.

Redakcja.

Kryzys, pod którego znakiem żyjemy, dotknął nie tylko życie gospodarcze, lecz wtargnął również i do fizyki już przed dwudziestu parą laty. Początek kryzysu w świecie fizycznym datuje się od prac Lummera i Pringsheima nad promieniowaniem ciała czarnego. Żadne prawo, oparte na teoriach klasycznych, nie mogło uzasadnić rozkładu natężeń w widmie promieniowania w zależności od temperatury.

Wówczas Planck, wychodząc z założeń, uważanych podówczas za zupełnie fantastyczne, otrzymał na funkcję szukaną wyrażenie potwierdzone w całej rozciągłości przez wyniki prac doświadczalnych. Zasadniczym założeniem Plancka było skwantowanie energii: wymiana energii pomiędzy promieniowaniem i materją może się odbywać tylko określonymi porcjami — kwantami: elementarny kwant energii  $\epsilon = h\nu$ , gdzie  $h$  oznacza uniwersalną stałą Plancka  $h = 6,55 \cdot 10^{-27}$  erg. sek, czyli tak zwane elementarne kwantum działania,  $\nu$  — częstotliwość. Dowód Plancka nie stanowił jednak zwartej całości — część pierwsza dowodu opierała się na elektrodynamice klasycznej, część druga wprowadzała założenia z nią sprzeczne.

Dopiero Einstein zerwał radykalnie z prawami klasycznymi i dał jednolity dowód, zakładając istnienie kwantów energii nie tylko przy ich wymianie z materją, ale również i w przestrzeni. Kwanty te nazywamy *fotonami*. Punktem wyjścia równań Einsteina było zjawisko fotoelektryczne.

Istota tego zjawiska polega na wysyłaniu elektronów przez powierzchnie metaliczne pod działaniem padającego na nie światła. Jeżeli na uzemnioną płytkę metalową pada światło, płytka wysyła elektrony. O ile między płytką a źródłem światła znajduje się metalowa siatka o potencjale  $-V$ , dobiegną do siatki tylko elektrony o dostatecznie wielkiej prędkości początkowej, czyli o dostatecznie wielkiej energii kinetycznej:

$$eV = \frac{1}{2} m v^2.$$

We wzorze tym  $e$  oznacza ładunek,  $m$  — masę elektronu ( $e = 4,77 \cdot 10^{-10}$ ;  $m = 0,9 \cdot 10^{-27}$  g).

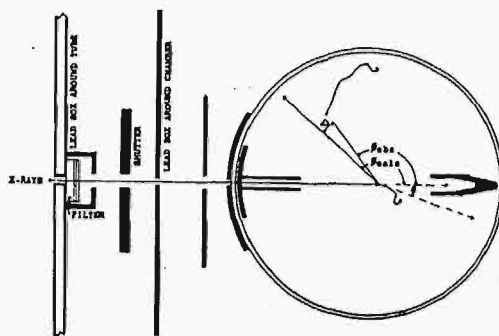
Elektron ten zdołał zerwać więzy atomowe (praca  $P$ ) i nabyć energję kinetyczną ( $\frac{1}{2} m v^2$ ) kosztem pochłoniętego kwantu świetlnego  $h\nu$ , zatem

$$h\nu = P + \frac{1}{2} m v^2.$$

Hipoteza Einsteina, postawiona w 1905 r., znalazła w ostatnich czasach dokładne ilościowe potwierdzenie. Michelson stwierdził ilościową zależność energii kinetycznej wyrzucanych elektronów, a więc ich prędkości, od długości fali światła padającego.

Pełne rozwinięcie teorii kwantów dał Einstein dopiero w 1914—15 r., operując fotonami, które traktuje jako kierunkowo wyrzucane pociski. Kon-

cepcję Einsteina potwierdziły doświadczenia Kovarika. Kovarik badał jednoczesność impulsów, wzbudzanych przez promieniowanie  $\gamma$  w 2-ch komorach, przesuwalnych po obwodzie koła, które mogły więc tworzyć ze sobą różne kąty. W wyniku tych doświadczeń okazało się, że, przy najmniejszych nawet kątach, nie otrzymywano impulsów jednoczesnych w obu umieszczonych pod kątem do siebie komorach, co przemawiałoby za pociskowym charakterem (linjowym) promieniowania  $\gamma$ .



Rys. 1. Aparatura Comptona.

U góry widać ślad toru fotonu-pocisku po zderzeniu z elektronem, którego tor widzimy poniżej osi promieni X. W zjawisku tem otrzymujemy, zamiast promieni padających o danej długości fali, promienie rozproszone o większej długości fali, a mniejszej częstotliwości (energji), czego nie może wytłomaczyć teoria falowa światła.

Dalsze potwierdzenie znalazła teoria Einsteina w tak zwanym *efekcie Comptona*. Compton, badając rozproszone promieniowanie rentgenowskie, znalazł w niem długości fal większe od fal światła padającego. Zmniejszenie kwantu świetlnego (zwiększona długość fali odpowiada zmniejszonej częstotliwości, a więc i zmniejszonemu  $\epsilon = h\nu$ ) wytłomaczyć można, wychodząc z założenia, że mamy tu do czynienia ze zderzeniem fotonu z elektronem swobodnym, lub bardzo słabo związanym z materją. Fotonowi, jako kwantowi energii, przypisujemy bezwładność, czyli masę, a związek między temi wielkościami jest następujący:  $\epsilon = m c^2$ , gdzie  $c$  oznacza prędkość światła.

Zasada zachowania energii daje nam:

$$h\nu_2 = h\nu_1 - \frac{1}{2} m v^2,$$

jeżeli przez  $\nu_1$  i  $\nu_2$  oznaczymy częstotliwości światła padającego i rozproszonego, a przez  $m$  i  $v$  masę i prędkość elektronu.

Z prawa ilości ruchu (pędu) można obliczyć kąt odbicia elektronów i fotonów. Wilsonowska komora jonizacyjna pozwala nam prześledzić tory zarówno jednych, jak i drugich, gdyż przy rozprężeniu adyabatycznym, odbywającym się wewnątrz komory, zawierającej ślady pary wodnej, para ta kondensuje się na elektronach, można więc będzie znaleźć załamany tor elektronu odbi-

tego; tory fotonów znaczą się również obecnością elektronów przez nie wyzwolonych (rys. 2). Jak ze schematu (rys. 1) aparatury widać, obecność elektronów poza drogą fotonu, wyznaczoną przez szcze-



Rys. 2. Wyznaczanie kątów odbicia fotonu i elektronu w komorze jonizacyjnej Wilsona.

liny wejściowe, tłumaczyć się może tylko zmianą toru fotonu przez odbicie. Mamy więc również w tem zjawisku doświadczalne potwierdzenie wynikającego z teorii kwantów „pociskowego” charakteru fotonów, a nie falowej natury światła.

Teoria kwantów nie może nam jednak wytłumaczyć szeregu zjawisk takich, jak np. ugięcie (dyfrakcja) światła lub interferencja, które znakomicie ujmuje teoria elektromagnetyczna.

Fizyka stanęła zatem wobec zagadnienia dwoistego charakteru zjawisk. Zależnie od sposobu podejścia do danego zjawiska, mamy ujęcie przestrzenno-czasowe, które daje teoria elektromagnetyczna, lub też ujęcie energetyczne, jakie stanowi teoria kwantów.

W tym właśnie stanie rzeczy wystąpił ze swoją teorią de Broglie. Punktem wyjścia dla jego intuicyjnej, można powiedzieć, koncepcji jest rozpatrywanie tak prostego zjawiska, jakim jest załamanie światła zarówno z jednego, jak i drugiego punktu widzenia. Prawo Sneliusa teorii falowej daje nam dla próżni i jakiegoś materialnego ośrodka prawo załamania:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{c}{u},$$

gdzie  $c$  oznacza prędkość światła w próżni, a  $u$  — w ośrodku materialnym. Traktując fotony jak cząsteczki obdarzone bezwładnością, a więc materialne, które przebiegają w próżni z prędkością  $c$ , w materialnym natomiast ośrodku z prędkością  $u$ , i do nich zastosować musimy takie samo prawo:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v}{c}.$$

Porównanie obu współczynników załamania daje:

$$\frac{c}{u} = \frac{v}{c}; c^2 = uv; u = \frac{c^2}{v}.$$

Otóż de Broglie zakłada, że  $u$  jest prędkością rozchodzenia się pewnej fali („fazowej”), która towarzyszy ruchowi fotonu, ale nie jest ani drganiem samej cząsteczki, ani nośnikiem energii.

Ponieważ  $v$  jest w każdym razie mniejsze od prędkości światła w próżni, przeto prędkość fali de Broglie'a  $u = \frac{c^2}{v}$  jest większa od prędkości światła: fotony są jakgdyby wciągane w materję. Je-

żeli jednak fotonowi przypisujemy pewną falę, czemuż nie przypisać jej również innym cząsteczkom materialnym? Może nie tylko foton świetlny ma charakter materialny, może materja ma również charakter falowy?

Wyobraźmy sobie 2 układy odniesienia, przesuwające się względem siebie z prędkością  $v$  wzdłuż osi  $x$ . Cząsteczce nieruchomej w stosunku do układu zerowego przynależy pewna fala o częstotliwości  $\nu_0$ , którą charakteryzować będzie wyrażenie  $\cos 2\pi\nu_0 t_0$ . Jakże się wyrazi ten ruch fali w układzie drugim? Stojąc na gruncie teorii względności, zastosować należy transformację Lorentza. Daje nam ona na  $x_0$  i  $t_0$  w drugim ukla-

$$x_0 = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; t_0 = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

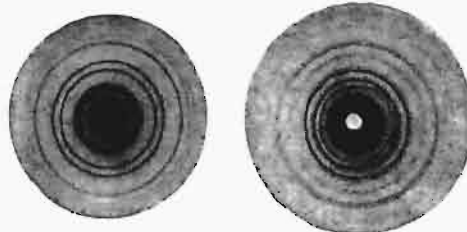
Po podstawieniu tych wartości do wyrażenia  $\cos 2\pi\nu_0 t_0$ , otrzymujemy:

$$\cos 2\pi\nu_0 \frac{\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \cos 2\pi \frac{\nu_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{x}{c^2/v}\right),$$

skąd otrzymujemy wartość szybkości rozchodzenia się fali:

$$u = \frac{c^2}{v},$$

czyli to samo wyrażenie, które de Broglie otrzymał na prędkość fali fazowej, właściwej cząsteczce materialnej, biegnącej z prędkością  $v$ .



Rys. 3. Obraz dyfrakcyjny elektronów. Rys. 4. Obraz dyfrakcyjny promieni Röntgena.

Obrazy powyższe świadczą o falowym charakterze zarówno promieni Roentgena, jak i elektronów.

Jakże obliczyć z otrzymanego wyrażenia długość fali  $\lambda$ ? Między energią a masą zachodzi przytoczony wyżej związek:  $\epsilon = mc^2$ . Wielkość energii, wielkość kwantu musi być równa  $h\nu$ . Według więc hipotezy de Broglie'a:  $mc^2 = h\nu$ , między zaś częstotliwością  $\nu$ , długością fali  $\lambda$  i szybkością  $u$  rozchodzenia się ruchu falowego musi zachodzić związek:

$$\lambda\nu = u.$$

Ze względu na to, że mamy:

$$c^2 = uv,$$

więc

$$mvu = h\nu,$$

albo

$$u = \frac{h\nu}{mv}; \frac{h\nu}{mv} = \lambda\nu,$$

mamy ostatecznie słynne równanie:

$$\lambda = \frac{h}{mv}.$$



Wynika zeń, że długość „fali materji” jest wyznaczona przez iloczyn masy cząsteczki przez jej prędkość  $v$ , czyli przez jej pęd. Jak zobaczymy niżej, udało się to równanie potwierdzić doświadczalnie. Jest rzeczą ciekawą, że de Broglie wypowiedział swoją teorię czysto intuicyjnie, nie przewidując nawet, że znajdzie ona aż tak szerokie potwierdzenie.



Rys. 5 i 6.

Ugięcie protonów.

Obrazy dyfrakcji (ugięcia) protonów wykazują analogiczny charakter, jak obrazy ugięcia promieni świetlnych. Mamy w tem potwierdzenie istnienia fal materji.

O materialnym charakterze elektronów przekonać nas może szereg zupełnie prostych doświadczeń, naprz. poddawanie ich działaniu pola magnetycznego i elektrycznego pozwala z kształtu torów, jakie zakreślają elektrony w tych polach, obliczyć ich masę i szybkość. A jednak te materialne elektrony podlegają takiemu samemu ugięciu (dyfrakcji), jak i promienie świetlne.

Pierwsze doświadczenia nad ugięciem elektronów wykonali Davisson i Germer. Następnie G. P. Thompson (syn znakomitego J. J. Thomsona) badał ugięcie w foliach złotych i srebrnych i otrzymał obrazy ugięcia zupełnie podobne do fotografij rentgenowskich siatek krystalicznych (rys. 3 i 4).

Znacznie mniej wyraźne obrazy ugięcia otrzymano również i dla protonów (rys. 5 i 6).

Dalsze rozwinięcie teorii de Broglie'a dał Schrödinger, zestawiając *równanie fal materji*.

Z teorjami temi związana jest *zasada nieoznaczoności Heisenberga*, która ma bardzo daleko idące znaczenie teorjopoznawcze. Heisenberg mówi, że jeżeli można byłoby, dajmy na to, wyznaczyć zapomocą mikroskopu położenie  $x$  elektronu w przestrzeni, wówczas jednak sam pomiar wpłynie na pęd tegoż elektronu, na skutek odbicia od niego światła, użytego do pomiaru. Z tego jednak wynika, że nie można wówczas wyznaczyć z dużą dokładnością pędu  $p_x$  elektronu. Im dokładniej wyznaczymy  $x$ , czyli im krótszej fali użyjemy do tego pomiaru, tem silniej wpłyniemy na pęd elektronu, przyczem granica błędu w pomiarze położenia elektronu  $\Delta x$  i granica błędu w pomiarze jego impulsu  $\Delta p_x$  związane są ze sobą zadowalającą zależnością:

$$\Delta x \cdot \Delta p_x = h.$$

Wynikiem tego jest nie tylko granica dokładności wszelkich pomiarów. Konsekwencje są o wiele dalej idące: jeżeli bowiem pomiar doskonały położenia  $x$  i impulsu  $\Delta p_x$  jest zasadniczo niemożliwy, to tem samem nie ma się możliwości dokładnego wyznaczenia stanu chwilowego układu, — stan ten jest nieokreślony, nie można więc również przewidywać przyszłości, która staje się tylko kwestją prawdopodobieństwa.

Zachwiana jest tem samem cała zasada przyczynowości, pozostaje tylko możność statystycznego ujęcia zjawisk przyrody.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

### BUDOWNICTWO. — DROGI KOŁOWE.

#### Czarny beton do nawierzchni ulic.

Miasto Englewood (N. J.) w Stanach Zjedn. wprowadziło sposób budowy nawierzchni betonowych, dający możność uzyskania ich wyglądu podobnego do nawierzchni asfaltowych. W tym celu górna warstwa betonu w nawierzchni 2-warstwowej otrzymuje domieszkę tlenku żelaza.

Grubość dolnej warstwy betonowej wynosi 150 mm, stosunek składników betonu 1:2:3,5, przy użyciu kruszywa o wymiarze 18 mm. Górna warstwa, grubości 25 mm, zawiera kruszywo o grub. 12,5 mm przy stosunku składników 1:1,5:2. Domieszkę tlenku żelaza (o stopniu czystości 95—97%) dodaje się w ilości 3,68 kg na każdy worek cementu; domieszka ta ma postać drobnego proszku, przesianego przez sito o 325 oczkach na cal kw. Czas mieszania betonu przy budowie warstwy dolnej wynosi 90 sek, przy górnej zaś — 120 sek. Przy wykonywaniu nawierzchni układa się najpierw warstwę dolną o grubości 50 mm, na nią — ruszt stalowy o ciężarze 3 kg/m<sup>2</sup>, a następnie kładzie się pozostałe 100 mm betonu, poczem bezpośrednio — warstwę górną z domieszką tlenku żelaza. W ten sposób osiąga się mocne związanie obu warstw betonu w jednolitą płytę. Badania porównawcze wykazały, że wskazana domieszka tlenku żelaza nie zmniejszyła wytrzymałości betonu. (Engg. News Rec., 1931/II, str. 98/99).

### GOSPODARKA ENERGETYCZNA.

#### Elektrownia Saint-Denis pod Paryżem.

Znajdująca się w rozbudowie wielka elektrownia w Saint Denis, należąca do Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité, będzie prawdopodobnie jedną z najnowocześniejszych urządzonych instalacyj tego rodzaju. Zaprojektowana na moc 400 000 kW, otrzymała ona z początku 3 turbozespoły po 50 000 kW, które już same stanowią bardzo ciekawą konstrukcję turbin posobnych o 3000 obr./min. Każdy turbozespół zasilany jest przez 2 kotły Babcock & Wilcox o ciśnieniu roboczym pary 65 at i temperaturze 495°, o powierzchni ogrzewanej po 910 m<sup>2</sup>, przegrzewaczach po 370 m<sup>2</sup>, podgrzewaczach wody 935 m<sup>2</sup> i podgrzewaczach powietrza 5200 m<sup>2</sup>. Każdy kocioł jest zasilany paliwem pyłowym przez młyny typu „Atritor”.

Trzy te zespoły zamówiono w 3-ch różnych firmach, które rozwiązały zadanie w sposób rozmaity. Fabryka maszyn Oerlikon buduje turbinę jednowałową o 4-ch kadłubach, z których dwa ostatnie stanowią kadłuby niskoprężne o przepływie dwukierunkowym i łączą się z 4-ma skraplaczami. Firma Brown, Boveri instaluje także turbinę 4-kadłubową, ale z jednym kadłubem niskoprężnym o przepływie dwukierunkowym, a drugim — o przepływie jednokierunkowym i o 3-ch skraplaczach. Najprostszy ustrój dostarcza firma Alsthom, choć także o 3-ch skraplaczach; turbina tej

fabryki ma 3 kadłuby, z których środkowy pracuje w części średnioprężnej pełną ilością pary, a w części niskoprężnej rozpręża tylko  $\frac{1}{3}$  pary;  $\frac{2}{3}$  przepływu pary pobiera się poza częścią średnioprężną i prowadzi się do kadłuba niskoprężnego o przepływie dwukierunkowym. (P o w e r, 29 grudnia 1931 r., str. 921/4).

## KOLEJNICTWO.

### Najszybszy pociąg.

Nazwę tę nosić może ekspres kolei Great Western w Anglii, który kursuje na szlaku Londyn—Swindon (Paddington) o długości 124 km, przebiegając tę odległość w 67 min. 14 września r. ub. zużył on na tę jazdę, tylko 59½ min, następnego dnia — tylko 58 min. Średnia szybkość jazdy wyniosła więc 125,5 i 128,7 km/h, największa zaś osiągnięta szybkość — 143,4 km/h. Pociąg składa się z 6—7 wagonów tylko, o ciężarze 200—225 t, a prowadzi go parowóz 4-cylindrowy 2—3—0 typu Castle o cylindrach średnicy 406 mm, o suwie tłoka 610 mm, o średnicy kół napędnych 2045 mm. (R a i l w a y G a z., 1931, str. 377).

## METALOZNAWSTWO.

### Zjawiska podczas powstawania martensytu

Podany przez K. Gebharda, H. Hanemanna i A. Schrader metastalały układ martensytyczny (Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 2 (1928/29), str. 763/71 — por. Przegląd Techniczny, 1929) wskazuje, że martensyt składa się

- poniżej 0,37% z fazy  $\epsilon$  i  $\delta$ ,
- od 0,37 do 0,9% C fazy  $\delta$  i  $\eta$  (+ $\gamma$ ),
- od 0,9 do 1,1% C z fazy  $\eta$  i  $\gamma$  (+ $\delta$ ),
- powyżej 1,1% C z fazy  $\eta$  i  $\gamma$ .

Autorzy uważają, że stwierdzone przez E. Maurera i G. Riedricha (Arch. für d. Eisenhüttenwesen 4 (1930/31) Nr 2 str. 95/98 — por. Przegl. Techn. 1931) występowanie różnie trwających się składników jest potwierdzeniem istnienia fazy  $\delta$ . (Cytowani badacze są odmiennego zdania — przyp. spraw.). Chcąc ostatecznie udowodnić i roentgenograficznie stwierdzić układ martensytyczny, przeprowadzili autorzy nowe badania, do których użyli następujących tworzyw.

Oznaczenie	Zawartość %					Temperatura hartowania °C	Czas nagrzewania przed hartow. min.	Ośrodek hartowniczy
	C	Si	Mn	P	S			
1	0,19	0,21	0,58	0,025	0,025	900 <sup>0</sup>	30'	woda
2	0,35	0,25	0,53	0,025	—	"	"	"
3	0,40	0,24	0,54	0,012	0,024	"	"	"
4	0,51	0,24	0,60	0,013	0,021	"	"	"
5	0,91	0,25	0,67	0,034	0,026	"	"	"
6						900 <sup>0</sup>	45'	olej
7						1100 <sup>0</sup>	20'	woda
8	1,64	0,51	0,25	0,027	0,037	"	30'	"

Próbki o  $\phi$  0,48 ÷ 0,49 mm zawieszano w piecu próżniowym (0,08 — 0,1 mm Hg) dla uniknięcia odwęglenia. Po nagrzaniu próbki otwierano rurę pieca i próbka spadała do cylindra wys. 1 m z wodą z lodem i sodą. Cała operacja hartowania trwała 1½ do 2 sekund. Część próbek użyto do badań roentgenograficznych; część do mikrografii. Próbki

umocowywano do szlifowania w rureczce o wewn.  $\phi$  0,5 mm, którą zagniatano lekko na drucie i szlifowano, unikając starannie zażrzenia. Badanie mikroskopowe stwierdziło, że próbki się nie odwęgliły i że podczas hartowania nie otrzymano troostytu, ani też ferrytu i cementytu. Zdjęcia roentgenograficzne wykonano metodą Debye'a-Scherrer'a promieniami  $K\alpha$  żelaza o  $\lambda = 1,932 \text{ \AA}$  (lampa Hadding'a, napięcie 30 000 V; 15 amp.). Autorzy stwierdzili na roentgenogramach:

- 1) Zatarte linie interferencyjne siatki przestrzenno-centrycznej.
- 2) Linie interferencyjne siatki tetragonalnej.
- 3) Linie interferencyjne siatki płasko-centrycznej (austenit, próbka 8).

Z badań swych wyciągnęli autorzy następujące wnioski: W hartowanej stali powyżej 0,37% C występuje według układu martensytycznego faza  $\eta$ , której ilość wzrasta z zawartością węgla do 0,9% C, kiedy to cały martensyt składa się z tej fazy. Siatka tetragonalna przestrzenno-centryczna tej fazy świadczy, zdaniem autorów, o jej indywidualności krystalograficznej. Faza  $\eta$  powstaje, zdaniem autorów, przez przesunięcie się atomów węgla rozłożonych równomiernie w austenicie na podstawowe powierzchnie tetragonalnego przestrzenno-centrycznego elementu. Fazy  $\eta$  nie mogą autorzy uznać za  $\alpha$ -Fe rozszerzone atomami węgla, gdyż nie mogą przypuścić, by dwie ze ścian zasadniczej kostki były bardziej uprzywilejowane rozdziałem atomów węgla niż pozostałe. Podczas odpuszczania, jak stwierdziło już wielu badaczy, w temp. ok. 100<sup>0</sup> następują zmiany objętościowe hartowanej stali, których powodem jest zanikanie siatki tetragonalnej i pojawianie się zniekształconej siatki  $\alpha$ -Fe. Linie cementytu zjawiają się dopiero przy odpuszczaniu przy 300<sup>0</sup>.

Powstórzenie tych badań doprowadziło autorów do wniosku, że podczas odpuszczania do 100<sup>0</sup> rozmieszczają się atomy węgla na wszystkich ścianach zasadniczej kostki  $\alpha$ -Fe, dzięki czemu pikrynian sodowy czerni szlif, a roentgenogram wykazuje zaburzenia siatki  $\alpha$ -Fe. Odpuszczanie przy 300<sup>0</sup> i druga zmiana objętościowa stali wiąże się z wydzieleniem cementytu, jako fazy indywidualnej.

Po odpuszczeniu stali przy 110<sup>0</sup> wykrywa się jeszcze mikroskopowo fazę  $\eta$ , mimo że według roentgenografii siatka przestrzenno-centryczna tej fazy zanikła już. Autorzy uważają to zjawisko za częstą w świecie pseudomorfozę i tłumaczą tem rozbieżność zdań o przebiegu hartowania.

W sprawie fazy  $\delta$  przychylają się autorzy do Maurera i Riedricha, że podczas hartowania w fazie  $\delta$  zachodzi pewien proces odpuszczania, uważają jednak, że faza  $\delta$  nie jest identyczną z fazą  $\eta$  i że podczas hartowania cementyt się nie wydziela. Gdyby  $\delta$  i  $\eta$  były identyczne, nie można by wyłomaczyć sposobu zmieniania się ilości składnika w zależności od ilości węgla, pozatem obecności cementytu przeoczy brak jego linii w roentgenogramie próbek o dużej zawartości fazy  $\delta$ . Autorzy uważają za możliwe, iż podczas hartowania stali powstaje nieznaną fazę która już podczas hartowania rozpada się. Diagram Debye'a wykazuje zaburzenia w siatce  $\alpha$ -Fe, zaś obraz strukturalny uważają autorzy za pseudomorfozę analogicznie jak w odpuszczonych wyżej stalach węglistych. Faza  $\epsilon$  pokrywa się z niezaburzoną siatką  $\alpha$ -Fe, linie interferencyjne zacierają się w miarę wzrostu zawart. węgla do 0,4%, poczem skokiem zanikają.

W porównaniu z cytowaną pracą K. Gebharda, H. Hanemanna i A. Schrader, wprowadza publikacja uproszczenia w postaci identyfikacji faz  $\epsilon$  i  $\delta$  z  $\alpha$ -Fe, broniąc narazie jeszcze fazy  $\eta$ . Pozatem uzasadnia przemiany dilatometryczne stali o zawartości powyżej 0,4% C krystalograficznie. H. Hanemann, K. Hermann, H. Hoffmann i A. Schrader Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 4 (1930/31) Nr 10 str. 479-84).

## WARSZTATOWA GOSPODARKA.

### Prąd zmienny do napędu obrabiarek.

Wytwórnia Forda w River Rouge przeprowadza obecnie zamianę w swych warsztatach 27 000 silników elektrycznych prądu stałego na silniki prądu zmiennego. Praca ta, po roku jej prowadzenia, wykonana jest dopiero w połowie i, według przypuszczeń kierownictwa wytwórni, będzie ukończona za rok. Na podstawie dokładnych badań liczy się tam na wielkie oszczędności, jakie ta zamiana przyniesie, przede wszystkim na kosztach utrzymania silników i łączników, następnie na zmniejszeniu strat prądu w sieci rozdzielczej oraz na zamianie silników na mniejszą moc tam, gdzie dotąd były użyte silniki o nieco za dużej mocy.

Dotychczasowa zamiana przyniosła już zmniejszenie kosztów utrzymania silników aż o 78%, tak że załoga warsztatu naprawczego zmniejszona być mogła z 530 osób na 120. Ten szczególnie korzystny wynik tłumaczy się zresztą tem, że jednocześnie zreorganizowano warsztaty do naprawy, pracujące dotąd w warunkach nadzwyczaj niekorzystnych. Przez zmniejszenie mocy szeregu silników obniżono przyłączoną moc ogólną o 30%.

Rozdział prądu dokonywa się obecnie przez 15 podstacy transformatorowych o 440 V po stronie niskiego napięcia, gdy dotąd dostarczało prąd 7 podstacy prądu stałego. Podstacje nowe rozmieszczono tak, że każdy silnik oddalony jest nie więcej niż o 250 m od miejsca rozdziału prądu. Wszystkie silniki o mocy poniżej 100 kW i niektóre o nieco wyższej mocy mają wirniki o uzwojeniu zwartem. Obok wielu silników pierścieniowych, zastosowano też ok. 100 synchronicznych do pomp, sprężarek powietrza i t. p. Część silników prądu stałego, o mocy łącznej 12 000 kW, pozostanie nadal w tych wypadkach, gdzie prąd stały jest dogodniejszy niż zmienny, ze względu na regulację lub warunki pracy, np. przy napędzie walcarek. (Electr. World 1931, str. 452, Z. V. D. I. 1931, str. 1290).

## Bibliografia.

**Żegluga Śródziemna i Budowa Dróg Wodnych.** D-r Inż. Maksymilian Matakiewicz. Profesor Politechniki Lwowskiej. Str. XVI i 539, z licznymi rysunkami i 8 tablicami. Warszawa. 1931. Cena zł. 60.

Dzięki prof. Matakiewiczowi, kompletuje się wydawnictwo podręczników budownictwa wodnego. Wyszło ich sześć tomów. Dwa pierwsze (I. Pomiarzy wodne, rowy i kanały i II. Fundamenty) opracował ś. p. prof. Rychter (1894 i 1910), tom III, zawierający zasady budowy wodociągów, opracowali prof. Ciechanowski, Matakiewicz i Pomianowski (1914), a 3 ostatnio wydane, t. j. IV. Budowa jazów (1920), V. Regulacja rzek (1922), i VI. Żegluga śródziemna i budowa dróg wodnych (1931) — prof. Matakiewicz.

Ostatnie dzieło zasłużonego autora dzieli się na 3 części.

W części 1-ej omówiono szczegółowo żeglugę śródziemną. Autor przedstawia więc rozwój żeglugi śródziemnej w różnych państwach (Francja, Niemcy, Belgja, Holandia, Anglja, Czechosłowacja, Stany Zjednoczone A. P., Kanada, Polska, Rosja), statki używane na drogach śródlądowych, opory ruchu statków, kosztą przewozu na drogach wodnych i porównanie ruchu na drogach wodnych z ruchem na kolejach żelaznych, przekrój poprzeczny kanału żeglugi, sposoby trakcji na rzekach i kanałach. Autor pominął spław drzewa, który, zdaniem jego, powinien być osobno traktowany. Ze zdaniem tem można się zgodzić, z uwagi na wielki rozmiar zagadnienia samej żeglugi i dróg wodnych, jakkolwiek oba rodzaje przewozu wodnego mają dość wiele styczności, a raczej drugi przeszkadza pierwszemu. Opuścił autor także t. zw. przewozy i trajekty, t. j. komunikację wodną między obu brzegami rzeki, która również jest przeszkodą dla żeglugi i mogłaby być omówioną chyba w rozdziale o komunikacji międzybrzeżnej.

W części 2-ej, poświęconej budowie dróg wodnych, omawia autor na wstępie układ pionowy i poziomy kanałów żeglugi, trasę kanału, przekrój poprzeczny kanału, kanały żeglugi o stałym przepływie wody, roboty ziemne, uszczelnienia. Dalej autor omawia szczegółowo zasilanie kanału w wodę, wraz z urządzeniami tego rodzaju, jak regulatory, ulgi i spusty, lewary do opróżniania kanału. W osobnym rozdziale opisuje autor bramy ochronne. Szczegółowo jest potraktowana sprawa dostarczania wody kanałom, więc ujęcia wody z rzek i potoków, rowy zasilające, sztuczne podnoszenie wody, zaopatrzenie kanałów w wodę ze zbiorników.

Dalej opisuje autor mosty na kanałach, wpusty dla ścieków i lewary dla potoków, mosty, któremi kanał przekracza górą rzeki, koleje, drogi.

Śluza komorowa, ten najważniejszy i najciekawszy obiekt dróg wodnych, zajmuje w dziele prof. Matakiewicza bardzo wiele miejsca, bo 167 stron. Zaczawszy od rozmiarów śluz i szczegółów konstrukcyjnych śluz muryowanych, żelazo-betonowych, drewnianych i żelaznych, autor przedstawia urządzenia potrzebne do napełniania i wypróżniania komór oraz omawia czas śluzowania, wejścia i wyjście statku ze śluzy, kierownice. Omawia dalej różne typy śluz, jak śluzy oszczędnościowe, szybkie, schody śluz. Podaje bardzo dokładnie obliczenia statyczne ścian i dna śluz. Opisuje różne zamknięcia otworów we wrotach i kanałach obiegowych oraz zamknięcie lewarowe i uruchomienie bram pomysłu Hotopna. Wreszcie przedstawia bardzo szczegółowo bramy (wrota) śluz, więc wrota wsporne drewniane i żelazne oraz urządzenia do ich otwierania i zamykania, śluzę Nykolma, bramy klapowe, odcinkowe, walcowe, obrotowe, przesuwane, zasuwane, bramy wycinkowe.

Następuje szczegółowy wykład o podnośniach mechanicznych statków. Autor opisał tu podnośnie łukowe, pływakowe, z przeciwwagami, wahadłowe, podnośnie o komorze zanurzalnej, śluzy pneumatyczne (pomysłu Polaka inż. Tillingera i inż. Schanzera), śluzy bez zużycia wody, również pochyłe.

W następnym rozdziale wyłożono kanalizację rzek, z podaniem przykładów kanalizacji Sekwany, Odry, Menu, Neckaru, Renu, Wełtawy i Łaby, Noteci.

W ostatnim rozdziale tej części opisano porty rzeczne i kanałowe, porty drzewne, urządzenia przeładunkowe i organizację portów, podając liczne przykłady zagraniczne i wszystkie polskie, jak porty na Wiśle w Nadbrzeziu, w Warszawie na Saskiej Kępie, przy ujściu Brdy (drzewny) i pod Toruniem (drzewny).

Autor pominął kanały morskie, odbiegające więcej od spraw żeglugi śródziemnej, i zapewne wyda je w osobnej monografii.

W części 3-ej podał autor bardzo starannie zestawione wyjątki z umów międzynarodowych, ustaw polskich i rozporządzeń rządowych, odnoszące się do spraw wodnych i szczególnie do spraw żeglugi.

Już powyższe pobieżne wyliczenie materji, zawartej w dziele prof. Matakiewicza, daje pojęcie o znacznych jego rozmiarach. Wykład przedmiotu jest bardzo jasny, jest bardzo wiele obliczeń konstrukcyjnych i szczegółów, zebranych z licznych publikacji, przyczem autor nie pominął niczego, co polskie. Umożliwia to nietylko nabycie dokładnej wiadomości w tej dziedzinie budownictwa wodnego, ale także projektowanie dróg wodnych zgodnie z zasadami wiedzy i doświadczeniem. Starannie wykonane rysunki i tablice uzupełniają należycie wydawnictwo.

Dotąd w języku polskim były tylko podręczniki szkolne, wydane przez podpisanego (Rożański: Żegluga śródziemna i drogi wodne, Lwów, 1920, i Budowa dróg wodnych, Warszawa, 1925) oraz rozdział o drogach wodnych, opracowany przezemnie w podręczniku inżynierskim prof. Bryły (Lwów i Warszawa 1927). Praca zaś prof. Matakiewicza przekracza znacznie ramy podręcznika. To też, pomimo obecnego zastoju gospodarczego, — który przecież minąć musi prędzej czy później — należy powitać ją z wielkim uznaniem w Polsce, która ma przyrodzone warunki rozwoju dróg wodnych.

Dodać wreszcie należy, że dzieło prof. Matakiewicza spotkało się z bardzo przychylną recenzją zagranicą, jak np. prof. Politechniki czeskiej w Berrze Smrčka.

Dr. inż. Adam Rożański,

Prof. Uniw. Jagiellońskiego.



## T R E Ś Ć:

Statystyka światowa sił wodnych.

Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

23 MARCA

1932 R.

## S O M M A I R E:

La statistique mondiale des sources d'énergie hydraulique.

Comptes-rendus des séances de diverses Commissions.

## Statystyka światowa sił wodnych.

W myśl wniosku zjazdu bazylejskiego WKEn w r. 1926, uchwalonego przez Radę Wykonawczą Konferencji w r. 1927, organizacja ta podjęła się opracowania statystyki źródeł energii i ich wyzyskania w skali ogólno-swiatowej. W tym celu przydzielono poszczególnym Komitetom Narodowym WKEn do opracowania kwestjonariusze, odnoszące się do poszczególnych źródeł energii, a m. in. kwestjonariusz torfowy — Polsce, węglowy — Anglii, sił wodnych — Szwajcarji i t. d.

Opracowany przez Szwajcarski Komitet Narodowy układ kwestjonariusza sił wodnych był już raz dyskutowany przez poszczególne komitety energetyczne w r. 1929, lecz — na wniosek Stanów Zjednoczonych — zatwierdzenie jego zostało odłożone do czasu ustalenia przez Międz. Konferencję Elektrotechniczną sposobów oceny sił wodnych. Prace te Konferencja Elektrotechniczna ukończyła na zjeździe w Skandynawji w r. 1930, ustalając, że siły wodne mają być oznaczane w sposób następujący:

1. moc wyrażana w kW;
2. spad wyrażany w m lub stopach ang.;
3. moc ma być podawana jako moc brutto, oparta na spadzie brutto;
4. oznaczać się będzie 3 przepływy:

- a) minimalny zwykły, określanymi jako przepływ rozporządzalny średnio w ciągu 95% roku, jak również w miesiącu o przepływie minimum;
- b) przepływ półroczny, rozporządzalny średnio w ciągu 50% czasu w roku;
- c) przepływ średni arytmetyczny w roku.

Jeśli by było pożądanie podanie nadto i innych oznaczeń, Konferencja zaleca przede wszystkim wskazywanie przepływu rozporządzalnego w ciągu 75% czasu rocznego (274 dni) oraz 25% (91 dni).

5. Pojemność zbiorników oznacza się w kWh brutto.
6. Dla sił wodnych wyzyskanych podaje się, jako moc, zainstalowaną moc turbin w kW.

Opierając się na tych wskazówkach, opracował Szwajcarski Komitet Narodowy nowy projekt kwestjonariusza sił wodnych, który rozesłał komitetom narodowym do wyrażenia ich opinii.

Projektowany kwestjonariusz dzieli się na 2 działy: A — sił wodnych rozporządzalnych oraz B — zakładów istniejących i znajdujących się w

budowie. Różnica mocy obu grup da wartość sił wodnych jeszcze niewyzyskanych. Z natury rzeczy, pierwsza część (A) kwestjonariusza operować musi danymi mniej ściślemi. Część druga (B) ma być, według projektu, opracowana z uwzględnieniem zakładów o mocy zainstalowanej, wzgl. możliwej do uzyskania minimum 1000 KM (na wale turbiny), a więc eliminuje mniejsze zakłady, stanowiące w sumie niewielką zwykle odsetkę mocy wyzyskanej w zakładach wodnych kraju.

Kwestjonariusz A dzieli się na 2 części: A I i A II. Pierwsza obejmuje szczegółowy wykaz sił wodnych rozporządzalnych, druga — ich zestawienie sumaryczne dla całego kraju. Podobnie kwestjonariusz B I zawiera wykaz szczegółowy zakładów znajdujących się w eksploatacji i w budowie, zaś B II — zestawienie sumaryczne.

Arkusze A I zawiera zatem rubryki następujące: 1) odcinek rzeki, 2) kotły, 3) okres obserwacji, 4) spad brutto dla średniego rocznego przepływu, 5—8) przepływ w m<sup>3</sup>/sek, rozporządzalny w ciągu odp. 95%, 75%, 50% i 25% dni w roku, 9) przepływ średni arytmetyczny, 10) przepływ odpowiadający pracy ekonomicznej, 11—14) moc brutto w 1000 kW, możliwa do uzyskania w ciągu 95%, 75%, 50% i 25% czasu rocznego<sup>1)</sup>, 15) moc odpowiadająca pracy ekonomicznej, 16) pojemność zbiornika w 10<sup>6</sup> kWh brutto, 17) możliwa produkcja w 10<sup>6</sup> kWh brutto i 18) wskazówki, na czym oparte są dane powyższe (a więc: a) na eksploatacji gotowego już zakładu, wzgl. na obliczeniach dla zakładu w budowie, b) na projekcie wykonawczym, c) na projekcie generalnym, czy wreszcie d) na ocenie ogólnej, bez projektu).

Arkusze A II składa się z zestawienia: 1) mocy brutto (10<sup>3</sup> kW) możliwej do uzyskania w ciągu 95%, 75%, 50%, 25% czasu rocznego oraz mocy ekonomicznej; 2) pojemności zbiorników, wyrażonej w jednostkach pracy brutto (10<sup>6</sup> kWh), 3) pracy możliwej do wytworzenia średnio w roku w warunkach ekonomicznych; nadto podaje: 4) miesiąc o najniższym przepływie oraz 5) podział wskazanej wyżej mocy na grupy zakładów: a) wykonanych i znajdujących się w budowie, b) w projektach wykonawczych, c) w projektach generalnych i na d) moc przybliżoną pozostałych sił wod-

<sup>1)</sup> Moc brutto  $P$  kW, wynikająca z przepływu średniego  $q$  w m<sup>3</sup>/sek i spadzie brutto  $h$  w m wedł. wzoru

$$P = 9,8, q h.$$

nych; wreszcie zawiera e) podział danych o produkcji (w 10<sup>6</sup> kWh) według czasu obserwacji, a więc na dane oparte na obserwacjach w ciągu: a) 0—2 lat, b) 3—10 lat i c) więcej niż 10 lat.

Kwestjonariusz B I wymienia dla każdego zakładu wodnego, znajdującego się w ruchu lub w budowie: 1) nazwę i miejsce zakładu, 2) właściciela tegoż, 3) lata obserwacji przepływu, 4) spad brutto (m), 5 i 6) przepływy (m<sup>3</sup>/sek) i moce (10<sup>3</sup> kW) w ciągu 95%, 75%, 50%, 25% czasu rocznego, średnie arytmetyczne z roku, dalej odpowiadające warunkom obecnym rozbudowy, wreszcie moc zainstalowaną, mierzoną na wale turbin, 7) pojemność brutto zbiorników, wyrażoną w jedn. pracy brutto (10<sup>6</sup> kWh<sup>2</sup>), 8) pracę brutto, wykonywaną średnio w roku przy obecnym stanie rozbudowy zakładu (10<sup>6</sup> kWh), w końcu 9) miesiąc o najmniejszym przepływie.

Zestawienie sumaryczne w kwestjonariuszu B II zawiera te same dane, co i w kwestjonariuszu A II, odnoszące się tylko do sił wodnych wyzyskanych (wzgl. w budowie) w całym kraju.

## UWAGI PKE<sub>n</sub> W SPRAWIE KWESTJONARJUSZY SIŁ WODNYCH ŚWIATA<sup>3)</sup>.

### Odnośnie do kwestjonariusza A. I.

**Kolumna 4.** Ścisłe wyznaczanie spadku brutto w m dla średniego rocznego przepływu (débit moyen) powodować może naogół trudności, wynikające z braku niwelacji przy takim przepływie. Przeważnie niwelacje wykonywane są przy stanie wody ustalonym, t. j. przy stanie stosunkowo niskim. Wszelkie zaś dedukcje z tej niwelacji w kierunku teoretycznego ustalenia możliwego spadku przy przepływie średnim rocznym mogą prowadzić do nieścisłości. W związku z tem Polski Komitet Energetyczny proponuje pozostawienie swobody w ustaleniu spadku brutto, z zaznaczeniem w uwagach metody, przy pomocy której został wyznaczony — tembardziej, że różnice spadku brutto przy różnych okresowych przepływach dla wysokich piętrzeń odgrywają małą rolę i tylko dla niskich piętrzeń mogą pewne posiadać znaczenie.

**Kolumna 10, 15, 17.** Przepływy (kol. 10), które należy uważać za wskazane do wyzyskania ze względu ekonomicznych (w porównaniu z innymi źródłami energii), wymagają przeprowadzenia wszechstronnych studjów, wkraczających w zakres szczegółowych projektów, oraz są pojęciami względnymi i zmiennymi w czasie. Z tych względów podanie tego przepływu w kwestjonariuszach (A. I, A. II) obejmujących inwentaryzację sił wodnych niewyzyskanych, przeważnie nieobjętych szczegółowymi projektami, względnie obliczonych tylko na podstawie projektów generalnych, może prowadzić do dowolnych wniosków.

Wobec powyższego Polski Komitet Energe-

<sup>2)</sup> Uwzględnia się tylko zbiorniki, pozwalające na wyrównanie sezonowe, mające większy wpływ na moc zakładów, opartych na przepływach bardzo zmiennych. Nie bierze się więc pod uwagę zbiorników o wyrównaniu dziennym lub tygodniowym. Praca akumulowana w zbiornikach wyraża się wzorem  $A \text{ (kWh)} = \frac{h \cdot Q}{397}$  (spad  $h$  w—m, objętość  $Q$ —w m<sup>3</sup>).

<sup>3)</sup> Przesłane do Szwajcarskiego Komitetu Energetycznego.

tyczny proponuje kolumnę 10 pozostawić do wypełnienia jej w tych krajach, gdzie przeprowadzenie tych obliczeń jest możliwe, wobec zakończenia naogół opracowania projektów szczegółowych. W krajach o odmiennych warunkach kolumna 10 pozostałaby narazie niewypełnioną, zaś wiążące się z nią kolumny: 15 (moc) i 17 (produkcja) obliczone byłyby dla przepływu średniego rocznego (kolumna 9). A w szczególności:

moc (kol. 15) obliczona byłaby ze wzoru:

$$P \text{ (kW)} = 9,8 \cdot q_{\text{moyen}} \text{ (m}^3\text{/sek)} \cdot h \text{ (m)}.$$

Produkcja roczna (kol. 17) określona byłaby dla średniego rocznego przepływu wraz z niższymi, t. zn. dla 1) mocy, odpowiadających średniemu rocznemu przepływowi i tej części roku, w której jest ten przepływ przekroczony lub osiągnięty, oraz 2) dla mocy odpowiadających tym przepływowi, jakie faktycznie rzeka prowadzi w pozostałej części roku.

Miesiąc o najniższym przepływie w roku. Warunki klimatyczne w niektórych krajach (do których i Polska się zalicza) stwarzają minima przepływów w różnych porach roku, a wskutek tego dla okresu badanego (kol. 3) mogą zaistnieć wypadki trudnej decyzji przy ustaleniu jednego miesiąca o najniższym przepływie. W szczególności rzeki północne, pozostające przez parę miesięcy w roku pod powłoką lodową, wykazują wybitnie małe przepływy przy stosunkowo wysokich stanach wody (obfitem napełnieniu koryta o zmniejszonych prędkościach). Dla tych rzek decydującymi czynnikami występowania najniższych przepływów w roku jest nie tylko posuszność lata, czy jesieni, lecz i surowość zimy.

W tym celu Polski Komitet Energetyczny proponuje możliwość podawania dwóch typowych miesięcy, o najniższych przepływach w roku w badanym okresie lat.

Dotyczy to kwestjonariusza A. I, a specjalnie kwestjonariusza A. II, obejmującego inwentaryzację sił wodnych dla całego kraju, względnie jego części.

W rubryce uwag pożądanym byłoby umieszczanie krótkich notatek, dotyczących metod obliczenia okresowych przepływów, a w szczególności dla rzek o znacznym ruchu rumowiska i wynikającej stąd zmienności koryta rzeki w czasie; dla rzek zaś północnych omówienie sposobu obliczenia przepływów w okresie zlodzenia.

### Odnośnie do kwestjonariusza A. II.

Polski Komitet Energetyczny proponuje uwzględnić wszystkie wyżej wyszczególnione uwagi co do kwestjonariusza A. I, które znajdują zastosowanie przez analogię w kwestjonariuszu A. II (punkty 1e, 3 i 4).

### Odnośnie do kwestjonariuszy B. I i B. II.

Polski Komitet Energetyczny nie zgłasza żadnych uwag, akceptując nadesłany wzór w całości.

Termin pierwszego wypełnienia kwestjonariuszy A. I, A. II, B. I, B. II Polski Komitet Energetyczny proponuje ustalić na rok 1935, wraz z odnowieniem (uzupełnieniem) odnośnej ankiety w okresach 5-cio letnich.

# Sprawozdania z posiedzeń.

## Komisja Gospodarki Elektrycznej PKEEn.

Protokół z dn. 23.XI. 1931 r.

Obecni pp.: Altenberg, Czapllicki, Forbert, Gajewski, Gayczak, Herbich, Hoffmann, Hubert, Obrąpalski, Piętka, Siwicki, Straszewski, Riedel. Nieobecność usprawiedliwili pp. Glatman i Rauch. Przewodniczył p. dyr. Hubert, w nieobecności p. prof. Sokolnickiego.

Porządek obrad przewidywał: 1) odczytanie protokołu z ostatniego posiedzenia w dn. 14 listopada 1931 r., 2) dalszy ciąg dyskusji nad ustawą o popieraniu elektryfikacji, 3) ustawa o podatku od elektryczności (ref. p. Czapllicki).

Porządek ten zmieniono i, jako pierwszy punkt obrad, postawiono ustawę o podatku od elektryczności.

P. Czapllicki odczytał przygotowany przez siebie referat, poczem przystąpiono do dyskusji.

Wszyscy obecni zajęli zgodną stanowisko, iż doraźna pomoc dla Skarbu jest w chwili obecnej koniecznością państwową, że zatem wprowadzenie podatku od elektryczności zasadniczo jest nieuniknione. Natomiast wyczerpującym rozważaniom poddano sprawę wysokości tego podatku i równomierności rozłożenia obciążeń zeń wynikających.

P. Gayczak wysunął kwestję konieczności opodatkowania również t. zw. zbytu okolicznościowego energii elektrycznej, obszernie uzasadniając ten pogląd.

Podczas dalszej dyskusji rzucono myśl, by podatek od zbytu okolicznościowego przeznaczyć na cele elektryfikacyjne, resztę podatku — na cele fiskalne, oraz wyrażono propozycję, by stawkę podatku od elektryczności zmniejszyć do 5%, natomiast wziąć pod uwagę opodatkowanie gazu. Kilku mówców poparło to stanowisko, wypowiadając się za opodatkowaniem: 1) z jednej strony gazu i 2) z drugiej strony zbytu okolicznościowego.

P. Obrąpalski poddał analizie warunki rentowności szeregu zakładów, zarówno zbywających prąd zawodowo, jak i okolicznościowo, uzasadniając wniosek, iż opodatkowanie tych ostatnich prowadziłoby w skutkach do decentralizacji, w znaczeniu powstawania wielu stosunkowo małych elektrowni, a więc wpływ tego podatku byłby bezwarunkowo ujemny dla całokształtu gospodarki energetycznej.

Dalsza dyskusja potoczyła się na temat ustalenia stawki podatku na takiej wysokości, by nie zahamował on elektryfikacji i nie wywołał zasadniczych zmian w warunkach pracy zakładów elektrycznych.

Następnie przystąpiono do rozważania wniosków referenta, p. Czapllickiego.

Omawiając czas trwania ustawy, wypowiedziano się za tem, by czas ten ograniczyć, zgodnie z wnioskiem referenta, do lat 3-ch. Zaznaczono przytem, że jeżeli będzie chodziło o późniejsze przedłużenie tego terminu i dalsze ściąganie tego podatku, ale już w przeznaczaniu na cele elektryfikacji, to doświadczenie pierwszych trzech lat wskaże, czy tą drogą iść można, nie hamując elektryfikacji przez podrożenie prądu. Tak więc, traktując rzecz całą jako bardzo poważny eksperyment, uchwalono, iż należy określić czas trwania opodatkowania energii elektrycznej na lat 3.

Następnie przystąpiono do dyskusji nad możliwie najracjonalniejszą wysokością stawki podatku i zatrzymano się dłużej nad sprawą dodatku do podatku, który to dodatek w wysokości 2,5% miałby być przeznaczony dla samorządów. Po dłuższej dyskusji, w której głos zabierali pp. Hubert, Gayczak, Czapllicki, Straszewski, Siwicki, Altenberg, Obrąpalski, ustalono zgodny pogląd, iż dodatek ten winien wogóle być z projektu skreślony, oraz że wysokość samego podatku winna wynosić najwyższej 8%.

W dalszej dyskusji podniesiono konieczność opodatkowania gazu w związku ze zniesieniem ustępu 3 art. 12 ustawy z 1923 r. o tymczasowym uregulowaniu finansów komunalnych, który dotychczas pozwalał miastom pobierać podatek od gazu.

Następną sprawą, bardzo wszechstronnie oświetlaną w dalszej dyskusji, była sprawa uchronienia od opodatkowa-

nia energii elektrycznej, zużywanej w gospodarstwie domowym, będąca zdaniem obecnych podwaliną rozwoju elektryfikacji. Pp. Gayczak, Hoffmann i inni uzasadniali konieczność znalezienia sposobu wyłączenia energii na cele domowe od podatku, podkreślając, iż nieuwzględnienie tej tezy zmarnowałoby wieloletni wysiłek, zmierzający do wprowadzenia zużycia prądu do gospodarstwa domowego.

Wysunięto szereg propozycji, mających na celu umożliwienie wyłączenia energii tej od opodatkowania. Po bardzo obszernej wymianie zdań, zgodzono się, iż: o ile prąd do światła i do gospodarstwa domowego pobierany jest na wspólny licznik, opodatkowaniu winno podlegać zużycie równe mocy zgłoszonej na światło razy 400 godzin. Wskazano zresztą, że przy określaniu mocy przyłączonej (zgłoszonej) władze skarbowe mogą opierać się na umowach elektrowni z odbiorcami. Przeciwno takiemu postawieniu sprawy wypowiedział się parokrotnie p. Piętka, widząc w tem skomplikowanie sprawy podatku. Jednak zebrani, opierając się na tem, iż wyraźną tendencją ustawy jest opodatkowanie tylko światła, ustalili kategorycznie też, że należy energię, używaną do gospodarstwa domowego z opodatkowania wyłączyć, idąc drogą wyżej omówioną. P. Hubert podkreślił, iż w rozważaniach tych należy wyraźnie przeciwstawić dwie rzeczy: z jednej strony drobny interes Państwa, które zyska małe sumy z opodatkowania energii na cele domowe, z drugiej strony — przyszłość elektryfikacji; p. Hoffmann podkreślił, iż podkopanaby została rentowność sieci, gdyby nie zostało ostro rozgraniczone zużycie energii na światło i na gospodarstwo domowe. P. Forbert wysunął wniosek, by w ustawie było powiedziane, iż opodatkowaniu podlega tylko energia na światło, zaś sposób rozgraniczenia zużycia energii na światło i na gospodarstwo domowe ustalić w rozporządzeniu wykonawczem do ustawy.

Ostatecznie postanowiono sformułować tezę, iż: o ile prąd jest pobierany na światło i do gospodarstwa domowego na wspólny licznik, to sposób opodatkowania pod rozporządzenie wykonawcze do ustawy (przyczem w rozporządzeniu tem przewidziane będzie wyłączenie od podatku zużycia energii ponad 400 godzin rocznie mocy zgłoszonej na światło).

Przechodząc do sprawy wyłączenia od opodatkowania również energii do celów drobnego napędu, p. Piętka zaproponował, by zwolniona była od podatku energia, pobierana z sieci wysokiego napięcia.

Dalej podniesiono kwestję wyłączenia od opodatkowania wymiany energii elektrycznej i ustalono zasadę, iż zbył okolicznościowy energii elektrycznej uprawnionemu (w celu dalszej odprzedaży) jest wolny od podatku.

Omawiając raz jeszcze zbył okolicznościowy, uchwalono, iż należy: wrócić do tekstu pierwotnego projektu ustawy o podatku od elektryczności, rozesłanego Izbowi Przemysłowo-Handlowym, z tem, że zakłady, które uzyskały uprawnienie, zostają od podatku zwolnione. Specjalnie podkreślono, że wymiar podatku ma być liczony bez opłaty stempowej, bez opłaty za licznik i, oczywiście, bez wliczania do ogólnej sumy samego podatku.

P. Straszewski poruszył sprawę wymiany energii między zakładem uprawnionym a zbywającym energię okolicznościowo; opodatkowanie zbytu okolicznościowego wywoła komplikację w tej wymianie.

P. Siwicki zwrócił uwagę, że liczby, proponowane jako opodatkowanie zbytu okolicznościowego (30% i 20%), dają się ściśle uzasadnić następującym wyliczeniem: urządzenia istniejące w elektrowniach uprawnionych muszą być zamortyzowane w ciągu 18 lat, stanowi to obciążenie w wysokości 5,6% rocznie od kapitału; zważywszy dalej, że obrót kapitału ma miejsce w elektrowniach w ciągu czterech do pięciu lat, otrzymamy liczbę obciążenia wpływów jednorocznych w wysokości 23 do 27%, co odpowiada proponowanej wysokości opodatkowania.

Dalsze uwagi zebranych odnosiły się do samej procedury podatku. Ustalono, iż zamiast wyrażenia „okazywać na żądanie” księgi i akty, winno być powiedziane „umożliwić wgląd w istniejące księgi”. Wypowiedziano się za tem, by za inkaso podatku elektrownie otrzymywały 5%.

Omawiając sprawę wyłączenia od opodatkowania energii do celów napędowych, gdy pobierana jest na wspólny



licznik z energią na światło, zaznaczono, iż w tym wypadku również sposób wyodrębnienia zużycia na światło winien być ustalony w rozporządzeniu wykonawczym.

Uproszono p. Czapllickiego o sformułowanie na piśmie tez, ustalonych w dyskusji i opracowanie w formie ostatecznej opinii Komisji Gospodarki Elektrycznej PKEn.

Resztę posiedzenia poświęcono dalszemu ciągowi dyskusji w sprawie ustawy o popieraniu elektryfikacji.

Rozważano poruszoną przez p. Lewandowskiego sprawę udzielenia prawa pierwszeństwa dla zakładów o znaczeniu ogólnopństwowym na dzierżawę terenów torfowych oraz wysuniętą przez p. Hoffmanna sprawę ulg w użytkowaniu terenów leśnych i wogóle gruntów państwowych, mianowicie ustalenia opłat pod postacią czynszu uznania.

Podniesiono sprawę kwalifikowania jako zakładów o znaczeniu ogólnopństwowym tych, które są przystosowane do pracy na torfie w ten sposób, że w bardzo krótkim czasie mogą przejść z węgla na torf.

Podkreślono raz jeszcze konieczność pozostawienia do uznania rządowi, który zakład ma znaczenie ogólnopństwowe.

Przeprowadzono ponownie dyskusję na temat ściślego wiązania uprawnień z zapewnieniem przyznania ulg, wynikających z ustawy o popieraniu elektryfikacji; podkreślono przytem wielokrotnie, iż finansista, angażujący poważne kapitały w elektryfikacji, musi zyskać niedwuznaczoną pewność, że przy spełnieniu pewnych warunków będą mu przyznane ulgi, wynikające z ustawy o popieraniu elektryfikacji.

P. Straszewski wskazał, iż projekt ustawy wywarł wielkie wrażenie w sferach elektryfikacyjnych, w kraju i zagranicą. Mówca proponuje, by w uprawnieniu było powiedziane np.: „zakład niniejszy uznaje się jako zakład o znaczeniu ogólnopństwowym w rozumieniu ustawy o popieraniu elektryfikacji”.

Po tych uwagach ogólnych, przystąpiono do rozpatrzenia opracowanych przez referenta, p. Altenberga, tez, opartych na dyskusji, przeprowadzonej na posiedzeniu dn. 14 listopada. Tezy te, ujęte w 6 punktach, rozważono kolejno, punkt za punktem.

P. Straszewski zaznaczył, że w chwili, gdy przystępuje się do krytycznego rozpatrzenia niektórych punktów ustawy o popieraniu elektryfikacji, jest na miejscu podkreślenie, iż w całości swej ustawa ta jest ważnym krokiem naprzód w elektryfikacji.

Punkt 1 tez, opracowanych przez p. Altenberga, dotyczący kwalifikowania zakładów z punktu ich ogólnopństwowego znaczenia, postanowiono skreślić.

Punkt 2, dotyczący zakładów, pracujących na torfie, pozostawić w redakcji referenta, z wykreśleniem słowa „wyłącznie”.

Punkt 3a pozostawić bez zmian, Punkt 3 b otrzymuje brzmienie: zwolnienie od wszelkich należności za przechodzenie przez lasy poza opłatą za wyrąb lasu i czynszem uznania.

Punkt 3c pozostawić bez zmian; w punkcie 3d zamiast: „prawo pierwszeństwa w nabywaniu...” podać „prawo pierwszeństwa w nabywaniu lub dzierżawie torfowisk...”

Co do punktu 3e zwrócono uwagę, iż prawo pierwszeństwa może tu być rozumiane dwojako: jako pierwszeństwo przed innymi petentami, lub w tym sensie, że w zadaniach zbiornika mają być uwzględnione z pierwszeństwem cele elektryfikacyjne; dalej zwrócono uwagę, iż zamiast „zbiorników meljoracyjnych zbudowanych przez państwo” winno być „budowanych”. Uchwalono punkt ten zostawić w brzmieniu referenta.

Punkt 4, dotyczący opinowania przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu roli zakładów, jako ogólnopństwowych, uchwalono skreślić zupełnie, wyrażając pogląd, iż jedynie i dostatecznie miarodajna jest tu opinia Ministerstwa Robót Publicznych.

Punkt 5, dotyczący rozporządzenia wykonawczego, zostawić w brzmieniu referenta.

W punkcie 6 zamiast „...że uprawnienie, o które ubiega się, zostanie zakwalifikowane” ma być: „...że zakład, który ma powstać, zostanie zakwalifikowany...”

Uproszono p. Altenberga o przeredagowanie tez przez uwzględnienie wyników dyskusji.

Na tem posiedzenie zamknięto; następne wyznaczono na dzień 7 grudnia o godz. 9 min. 30.

## Komisja Paliwa Stałego.

### Protokół posiedzenia z dnia 30 stycznia 1932 r.

Obecni pp.: Stefanowski, Rogiński, Rajdecki (przewodniczący), Różycki, Pfanhauser, Fryczkowski, Szawdyn, Kwiatkowski i Kazubski.

Porządek dzienny obejmuje referat p. J. Pfanhausera p. t. „Normalizacja paliwa stałego mineralnego”.

Po wygłoszeniu referatu wywiązała się dyskusja.

P. Stefanowski zwraca uwagę, iż problematy, poruszone w referacie, mają różną wagę, za najważniejszy i najpilniejszy z nich należy uważać normalizację pobierania prób paliwa, przeznaczonych do badania. Nim ta sprawa będzie rozstrzygnięta na forum międzynarodowym, ujednostajnienie pobierania prób paliwa winno być jaknajprędzej u nas przeprowadzone. Jako główne zasady odpowiedniego projektu, winny być uwzględnione: pobieranie prób o jaknajdrobniejszym ziarnie i osobne pobieranie próby dla określenia wilgoci.

Poza sposobami, objętymi projektem w referacie p. Pfanhausera, winien być opracowany sposób pobierania prób węgla przy wózkowym zasilaniu kotłów.

P. Rogiński wyjaśnia, iż opracowaniem projektu normalizacji pobierania prób i metody badania węgla zajmuje się Komisja Technologii Chemicznej przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym. Projekt ten ma być przedstawiony na forum międzynarodowym do uzgodnienia i ma widoki pomyślnego załatwienia.

P. Rogiński zwraca się do referenta, jako członka Podkomisji metod analizy węgla kamiennego, w sprawie zestawienia materiałów, dotyczących tej sprawy w innych krajach, w celu możliwego uzgodnienia projektu polskiego.

Dla przyspieszenia opracowania projektu p. Rogiński stawia wniosek: Polski Komitet Energetyczny zwróci się w tej sprawie do Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Komitet Normalizacyjny roześle gotowy projekt zainteresowanym, a odezwy prześle do opinii Komisji paliwa stałego.

Obecni jednomyślnie przyjmują wniosek powyższy.

Co się tyczy istoty projektów pobierania prób, podanych przez referenta, to p. Rogiński, wychodząc z zasady, iż im mniejsze ziarno, tem lepsza próba, uważałby projekt wysunięty przez Czechosłowację za lepszy od polskiego.

P. Fryczkowski proponuje wprowadzenie do pobierania prób elementu czasu. W niektórych wypadkach pobierania prób, np. z pokładu węgla, lub z zapasów, należy uważać za rzecz ważną, ze względu na zmiany zaszele w składzie węgla, jak długo leżały zapasy, jak dawno zostało przebite wyrobisko, z którego pobrane zostały próby węgla. Co się tyczy samego sposobu pobierania prób z wagonów kolejowych, to projekt polski, ze względu na konstrukcję wagonów w innych państwach, może nie zawsze mieć swoje zastosowanie.

P. Kwiatkowski, zapytany przez p. Stefanowskiego, wyjaśnia, iż pobieranie prób węgla dla kolei jest ujednostajnione i odbywa się według metody podanej przez referenta.

P. Pfanhauser na pytanie p. Stefanowskiego wyjaśnia, iż projekt przewiduje pobieranie oddzielnej próby dla określenia wilgoci przypadkowej. Poza tem referent daje odpowiedzi na inne zapytania obecnych.

Na zakończenie przewodniczący w imieniu zebranych składa p. Pfanhauserowi podziękowanie za wygłoszenie referatu.