

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

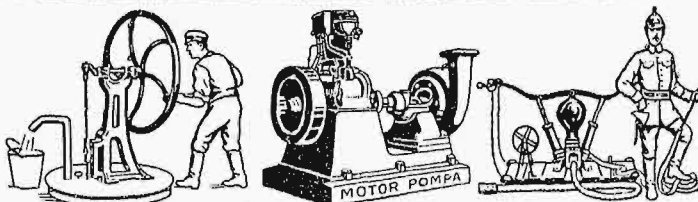
Wydawactwa rok czterdziesty ósmy.

Redaktor Prof. Bohdan Stefanowski.

Przedpłatę kwartalną . mk 1000 przyjmuje Administracja i Poczta Kasa Oszczędności na konto № 515.	Cena numeru pojedynczego Mk. 150.	<b>Gony ogłoszeń:</b> Za jedną stronę . . . . . mk. 25.000 " pół strony . . . . . 13.000 " ćwierć . . . . . 7.000 " jedną ósmą . . . . . 4.000 " jedną szesnastą . . . . . 2.000 Dopłaty: pierwsza strona 50% Przy ogłoszeniach wielokrotnych ustępstwo.

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników), Telefonu № 57-04.  
Redakcja otwarta we wtorki, czwartki i piątki od godz. 7 do 8<sup>1/2</sup>, wieczorem. Administracja otwarta codziennie od godz. 12 do 2 po poł. i od 6 do 8 wieczorem.  
Wejście przez schody główne budynku albo przez sień w podwórzu wprost bramy № 3.

**Pompy** ręczne, transmisyjne i parowe.  
**Sikawki** i przybory dla straży.  
**Weże** gumowe i parciane.  
**Beczki** asenizacyjne i wodne poleca fabryka:



**STANISŁAW TRĘBICKI,**  
WARSZAWA  
Kopernika 33,  
Telefon 10-30.

78

**Wygładziarki (Kalandry)** i walce do nich.  
Obłożenie starych wałców nowym papierem i juta.  
Szlifowanie wałców żeliwnych i stalowych na specjalnej szlifierce.

# PRZEDNIET

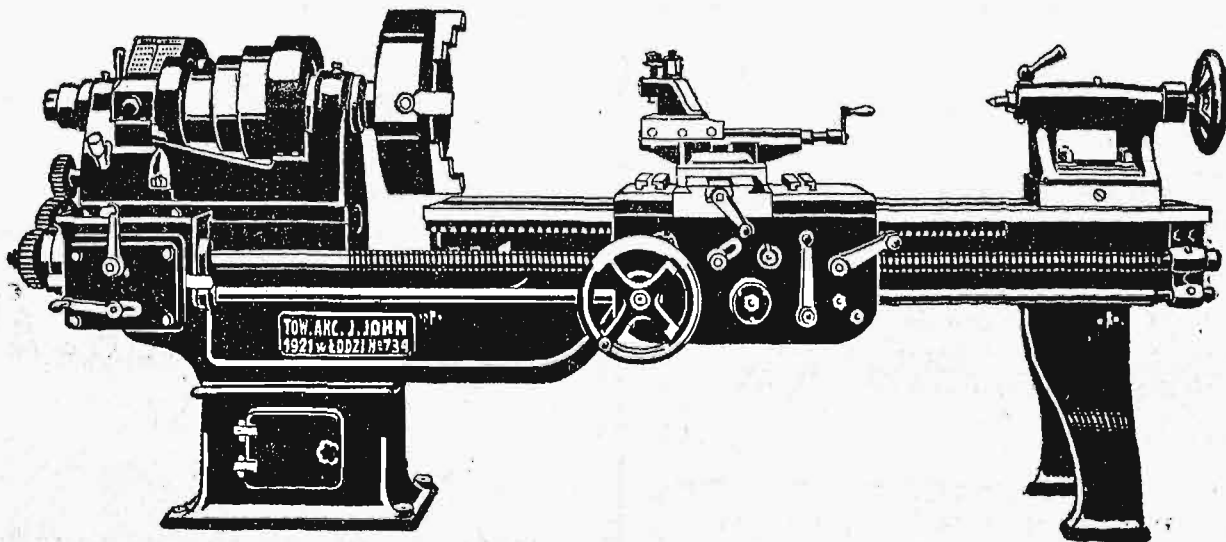
KOŁA ZĘBATE, KOŁA ROZPĘDOWE,  
SPRZĘGŁA CIERNE.

TOWARZ. AKCYJNE **JOHN WŁODZI**

do ogrzewania centralnych.  
**Kotły Strebela**

**TOKARKI** szybkoobrotowe.

**UCHWYTY** samocentrujące.  
ŁBY rewolwerowe.



RUSZTY patentowane.  
**ODWAŻNIKI** kilogramowe cechowane.  
**ODLEWY** podług nadesłanych rysunków i modeli.

Własne Biura Sprzedaży:

**Warszawa**

Al. Jerozolimska 51.

**Lwów**

ul. Chmielowskiego 11-a.

**Kraków**

ul. Basztowa 24.

**Poznań**

Waly Zygmunta Augusta 2.

**Lublin**

Krak.-Przedm. 58.

Adres telegraficzny: „TRANSMISJA”.

**Dostawa ze składów lub w terminach krótkich.**

Zakłady urządzone na 1300 robotników i urzędników.

163

SPOŁKA AKCYJNA  
FABRYKI WAGONÓW

# „WAGON”

ZAKŁADY I DYREKCJA: OSTRÓW (POZN)

TELEFONY: 304, 305, 309.

Wagony osobowe wszystkich klas, wagony salonowe, sypialne, restauracyjne, wagony specjalne, wagony towarowe wszystkich typów, wagony dla kolejek podjazdowych, wagony dla kolei elektrycznych.

Lokomotywy elektryczne. Przesuwalnie i krany elektryczne.

PRODUKCJA ROCZNA:

3000 wagonów towarowych.  
500 wagonów osobowych.

211

## Biuro Techniczne Inż. J. ŻUKOWSKI

Kraków, ul. P. Michałowskiego 1.

**Główne zastępstwo na Polskę:**

Fabryk elektrotechnicznych „Fr. Křížik”

Sp. Akc. w Pradze,

Zakładów elektrotechnicznych „Bergmann”

Sp. Akc. w Podmoku.

Wszelkie maszyny prądu stałego i zmiennego dowolnej wielkości.

Transformatory i aparaty wysokiego napięcia.

Mierniki, regulatory i przyrządy do akumulatorów.

Kompletne elektrownie prądu stałego i zmiennego o niskim i wysokim napięciu.

Tramwaje i koleje elektryczne.

Dźwigi i wyciągi elektryczne.

Kable i przewodniki oraz wszelkie materiały instalacyjne.

Armatury do oświetlenia i żarówki.

**Własny skład w Krakowie.**

121

## Dr. W. P. Kłobukowski

Inżynier-chemik

Fabryka maszyn i urządzeń ogrzewniczych i zdrowotnych

Spółka Akcyjna

w Warszawie, Aleje Jerozolimskie 67. — Telef. 15-03 i 15-04.

Firma istnieje od 1901 r., otrzymała na Wystawach liczne Medale Srebrne i Złote oraz Dyplom Honorowy za suszarnie do owoców i urządzenia do wyrobu marmelad.

**Urządzenia spożywczo-przetwórcze:**

Suszarnie do owoców, warzyw, okopowizn, wysłodków buraczanych, cykorji, zboża, nasion i t. p.  
Płuczki, obieraczki, przecieraczki, gniotowniki prasy, krajalnice, wygłabiarki, szatkownice i t. p.  
Kotły do marmelad ogulowe i parowe.  
Kotły do różnych celów otwarło i parowe.  
Aparaty próżniowe — Wakuum, Autoklawy i t. p.  
Kuchnie i piekarnie wojskowe polowe.

**Urządzenia ogrzewnicze:**

Multiplikatory ogrzewania do pieców pokojowych — oszczędzają 50% opału, usuwają wilgoć.  
Drzwiczki plecowe nigdy nie tracą hermetyczności, zwiększają wydajność ciepła.  
Piecze żelazne multiplikatorowe do periodycznego palenia, płaszczowe.  
Piecze żelazne zasypne płaszczowe „Koneta” do powolnego ciągłego palenia.  
Centralne ogrzewanie za pomocą kaloryferów żelaznych, nieprzypalających kurzu.  
Kratki wentylacyjne.  
Nasady kominowe i wentylacyjne obrotowe i stałe.  
Wentylatory turbinowo wiatrem poruszane, dla domów, hal, fabryk i t. p.  
Wentylatory — nawietrzniki i wywietrzniki do napędu ręcznego i mechanicznego.

**Urządzenia zdrowotne:**

Wrzatkni periodyczne i ze stałym wpływem wrzátka gorącego i ostudzonego.  
Urządzenia kąpielowe: pieca kolumnowe, naftowe i gazowe, natryski i t. p.  
Aparaty dezynfekcyjne parowe, powietrzno i formalinowe stałe i przwożne.  
Pralnie i suszarnie do bielizny.  
Piecze do spalania śmieci stałe i przwożne.  
Aparaty asenizacyjne.

145

Ukazała się w druku praca:

**Prof. E. T. Geisler**

Pomiary techniczne zapomocą fal świetlnych

Cena 150 mk.

Do nabycia w Administracji „Przeglądu Technicznego”.

## MASZYNY do eksploatacji torfu!

TORFIARKI

PRASY

ELEWATORY

WÓZKI PIĘTROWE

Dostawa natychmiastowa.

## H. CEGIELSKI Tow. Akc.

POZNAŃ

FABRYKI

maszyn rolniczych i wagonów.

Odlewnie żelaza i stali.

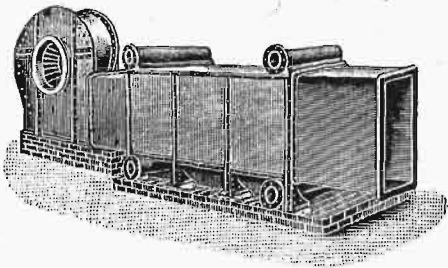
189

WYDZIAŁ

WYDZIAŁ WARSZAWA, HOTEL EUROPEJSKI

# Sp. Akc. Fabryki Maszyn S. WABERSKI i S-ka

Warszawa-Praga, ul. Markowska 8. Telefon 21-81.



**DZIAŁ I.**  
**Kominy fabr. o ciągu sztucznym** do kotłów, pieców przemysłowych i odciągania gazów.  
**Ogrzewania** parowo-powietrzne aparatami specjalnymi do sal fabrycznych.  
**Suszarnie** najnowszego systemu do wszelkich materiałów, przy zastosowaniu pary, gazów spalinowych i silnikowych.  
**Transportowanie** pneumatyczne wszelkich materiałów, odkurzanie przemysłowe.  
**Wentylatory i dmuchawy** wysokoprężne do 6000 mm. sł. w.

**DZIAŁ II.**  
**Masowa fabrykacja** patentowanych kół transmisyjnych z blachy stalowej „VINDOBONA”, 5000 kół na składzie i wszelkie części transmisyjne. 289

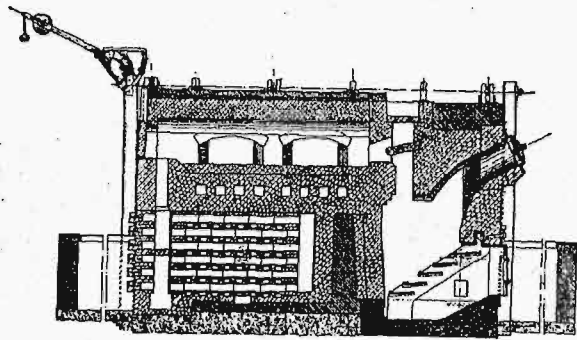
Słynne w całym świecie piece przemysłowe firmy „lfö” z patentowanym rekuperatorem Hermansena.

Projektowanie, budowa oraz przebudowa instalacji piecowych dla przemysłu metalowego, żelaznego emaljowego, szklanego, chemicznego i ceramicznego.

**Najważniejsze zalety naszych pieców:**

- Duża wydajność.
- Olbrzymia oszczędność opału aż do 70%.
- Jednostajne i wysokie temperatury.
- Łatwe i precyzyjne regulowanie temperatur.
- Wygodna i prosta obsługa.
- Możliwość operowania płomieniem utleniającym i redukującym.
- Celowe ustosunkowanie wszystkich wymiarów przy niewielkim zapotrzebowaniu miejsca.

Dostarczamy kompletne instalacje generatorowe.  
 Dzięki oszczędności paliwa koszty budowy amortyzują się w najkrótszym czasie.  
 Koszta przebudowy instalacji pobieramy ewentualnie ratami z oszczędności na paliwie.



Generalni Przedstawiciele na Polskę i w. m. Gdańsk

TOWARZYSTWO

dla Handlu i Przemysłu

„S. Makarczyk i A. Sturm”

Hoża 48

Adr: telegr.: Tomasturm. Tel. 233-33.

56

Stosujcie wszędzie w mechanice stałe lub wahliwe

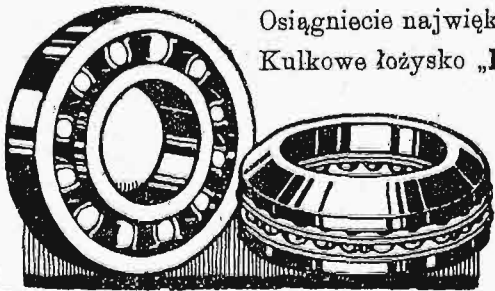
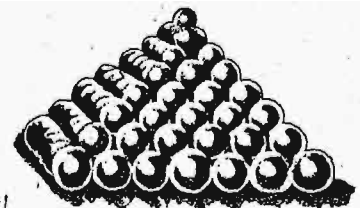
**Kulkowe łożyska i kulki** marki



Zaoszczędzicie do 50% siły i do 90% smaru! Wyzyskacie silniki do maksimum!

Osiągniecie największą pewność ruchu!

Kulkowe łożysko „DWF”—to najważniejszy element mechaniczny!



Oferty i projekty bezpłatnie. **Dostawa niezwłoczna!**

Generalny przedstawiciel na Polskę:

**KAROL KUSKE, WARSZAWA,**

ul. Nowogrodzka 12, depeze Karkus, telefon 63-61.

Istnieje od r. 1909.

60



# Fabryka Cukrów i Czekolady

Wolska 32. Jana Ziółkowskiego Tel. 189-97.

Poleca specjalnie **Czekoladę Jajeczną, Zdrowia i Anyżową** jak również następujące gatunki czekolady tabliczkowej: **Wanda, Jadwiga, Mleczna, Pomorzanka, Wrzos, Kalma i Fox-Trot.**



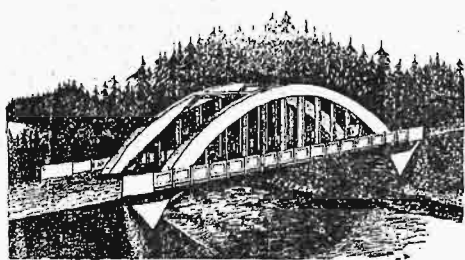
Żądać wszędzie.



155

## ŻELAZOBETON

w zastosowaniu jako stropy, dachy, mosty, zbiorniki, śpi-chlerze projektu-je i wy-konuje



DACHY DESKO-WE dla du-żych roz-piętości systemu inż. JANA BRODY

TORUŃSKIE BIURO INŻYNIERSKIE I BUDOWLANE

JAN BRODA

TORUŃ, UL. KOSZAROWA 11/13

Telefon Nr 14-41.

Adres telegr. BRODABIURO.

9

Tkaniny druciane żelazne i metalowe, siatki plecione, sita, blachy dziurkowane wszelkiego rodzaju oraz prawdziwą szwajcarską gazę jedwabną marki „Dufour“

do większych przedsiębiorstw przemysłowych i handlowych dostarcza

### D. KURZMANN, KRAKÓW

Mostowa 10 b. Telefon 14-61

Reprezentacja na Polskę firmy

Hutter i Schrantz S.-A. w Wiedniu.

201

## „POLŻELBET”

W. Orth, S. Radziwiński inż.

Sp. z ogr. odp.

Warszawa, Wolska 52, Telefon 61-61.

Przedsiębiorstwo ogólnobudowlane.

Oddzielne roboty żelbetowe, ciesielskie, mularskie.

Plany, kosztorysy i obliczenia statyczne.

Własna fabryka inkrustowanych posadzek cementowych, sztucznych marmurów, stopni „Lastrico“ i wyrobów betonowych.

231

### Pompy:

skrzydłowe oryginalne **Knaut**, tłokowe oryginalne **Janus**, błonowe oryginalne **Hamelrata**, abisyńskie i innych systemów.

### Uchwyty:

do tokarni syst. **Cushman** } oryg „MP”  
do wiertarek syst. **Oreida** }

**Tygle grafitowe.**  
**Frezy modułowe.**



### Oliwiarki:

„**Stauffera**” i „**Unikum**”, Szklą zapasowe do oliwiarek „**Unikum**”.

**Smarownice** samoczynne mosiężne.

**Łutownice** i części zapasowe

szwedzkie oryginalne **Sieverta**.

### Wiertarki:

szybkobieżne— kolumnowe,

oryginalne „**Magebi**”.

stale posiada na składzie

BIURO TECHNICZNO-HANDLOWE

## MIECZYŚLAW POZNAŃSKI

(Egzyst. od 1903 roku)

w Warszawie, Marszałkowska 72.

Adr. telegr. „**Pozmiec**”. Skrzynka pocztowa № 61. Tel. № 51-65.

Konto pocztowe: P. K. O. Nr. 43 w Warszawie.

### Gwintowniki:

do zwojów **Whitwortha** w komplet.

do gwintów gazowych w kompletach.

### Rozwiertniki

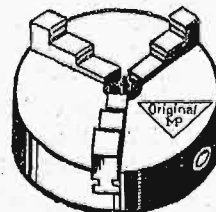
z równoleg. i spiralnymi wyżłobien.

### Wiertła spiralne:

z cylindryczną obsadą

i z stożkiem **Morsego**.

**Tarcze (krążki) szmerglowe.**



52

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TRĘŚĆ: *Kierasant-Wiśniewski S.* Straty wylotowe turbin parowych.—*Dąbrowski F.* Przyczynę do badań nad wybuchami kotłów wodno-rurkowych (dok.).—Powstanie Chemicznego Instytutu Badawczego.—Wiadomości techniczne.—Kronika.  
Z 6-ma rysunkami w tekście.

## Straty wylotowe turbin parowych:

Podał Sławomir Kierasant-Wiśniewski, inż.

W związku z powstawaniem dużych elektrowni i ogólnym dążeniem do centralizacji w dziedzinie wytwarzania energii elektrycznej staje się coraz aktualniejszą sprawą budowy turbin parowych o wielkiej mocy. Turbiny parowe tego rodzaju przy stosowaniu jednak ogólnie znanych typów konstrukcyjnych dają tak znaczne straty wylotowe, zwłaszcza dla 3000 obr./min. i dużej próżni, że rozchód pary na 1 k. m./godz. ze zwiększeniem się mocy turbiny poczynając od pewnego obciążenia nietylko nie maleje, lecz nawet wzrasta. Okoliczność ta, stojąc na przeszkodzie dalszemu rozwojowi turbin parowych, zmusiła konstruktorów do wprowadzenia takich zmian w budowie, któreby zmniejszyły powyższe straty i polepszyły sprawność turbin o większej mocy.

Artykuł niniejszy ma na celu wyjaśnienie istoty wpływu strat wylotowych na rozchód pary w turbinie parowej wogóle i na budowę turbin o dużej mocy w szczególności, zobrazowanie zależności tych strat od wymiarów ostatniego stopnia ciśnienia oraz ujęcie wspomnianych wielkości w szereg wzorów i wykresów, pozwalających orjentować się w jaki sposób zmiana którejkolwiek z nich odbija się na pracy turbiny.

Oznaczmy przez:

- $i$  — wartość cieplną pary dolotowej w cal./kg,
- $\Delta i$  — rozporządzalny adyabatyczny spadek ciepła w turbinie w cal./kg,
- $i_w$  — stratę wylotową w cal./kg,
- $G$  — rozchód pary w kg/sek.,
- $v_x$  — objętość właściwą pary w  $m^3/kg$  za ostatnim wieńcem wirnika,
- $u$  — prędkość w m/sek. na średnim obwodzie wirnika,
- $C_1$  — bezwzględną prędkość dolotową w m/sek. pary do wirnika,
- $C_2$  — bezwzględną prędkość wylotową w m/sek. pary z wirnika,
- $w_1$  — względną prędkość dolotową w m/sek. pary do wirnika,
- $w_2$  — względną prędkość wylotową w m/sek. pary z wirnika,
- $\alpha_1$  — kąt pod którym para wchodzi do wirnika,
- $\alpha_2$  — kąt, pod którym para wychodzi z wirnika,
- $D$  — średnią średnicę wieńca wirnika,
- $h_w$  — wysokość łopatek wirnika po stronie wylotowej,
- $F_w$  — wolny przekrój wylotu wirnika, prostopadły do prędkości  $w_2$ ,
- $t$  — podziałkę łopatek na średnim obwodzie wirnika,
- $\Delta t$  — grubość ścianek łopatek wirnika,
- $A = \frac{1}{427}$  — cieplikowy równoważnik jednostki pracy,
- $g = 9,81 \text{ m/sek.}^2$  — przyspieszenie ciężkości,
- $\eta_t$  — współczynnik skutku użytecznego turbiny,
- $\eta_k$  — współczynnik skutku użytecznego kotła parowego,
- $\eta_s$  — współczynnik, uwzględniający stratę mocy na pęd skraplacza,
- $\eta$  — współczynnik skutku całej instalacji parowej,
- $t_s$  — temperaturę skroplin w °C.

Spółczynnik zwężenia przekroju wylotowego wirnika przez ścianki łopatek wyrazi się wzorem:

$$\left(1 - \frac{\Delta t}{t}\right)$$

i wynosi w dużych turbinach parowych  $\sim 0,96$ . Dla przekroju wylotowego, prostopadłego do względnej prędkości  $w_2$  (rys. 1), możemy napisać:

$$F_w = \pi \cdot D \cdot h_w \left(1 - \frac{\Delta t}{t}\right) \sin \alpha_2 = 3,014 \cdot D \cdot h_w \cdot \sin \alpha_2 \dots (1)$$

$$w_2 = \frac{G \cdot v_2}{F_w} = \frac{G \cdot v_2}{3,014 \cdot D \cdot h_w \cdot \sin \alpha_2} \dots (2)$$

Oznaczmy następnie składowe prędkości i wylotu  $F_w$  w kierunku osiowym turbiny literą  $y$ , składowe zaś w kierunku obwodu wirnika odpowiednio— $x$ , otrzymamy wtedy:

$$C_{2y} = w_{2y} = \frac{G \cdot v_2}{3,014 \cdot D \cdot h_w \cdot \sin \alpha_2} \dots (3)$$

a więc

$$C_2 = \sqrt{C_{2y}^2 + (w_{2x} - u)^2} \dots (4)$$

Ze wzoru (4) wynika, że  $C_2$  będzie minimum dla  $w_{2x} = u$ , czyli kiedy  $C_2 = C_{2y}$ , t. j. gdy bezwzględna prędkość wylotowa  $C_2$  będzie prostopadła do przekroju wylotowego  $F_{wy}$ .

Ponieważ strata wylotowa

$$i_w = A \frac{C_2^2}{2g} \dots (5)$$

możemy przeto powiedzieć, że najmniejsza strata wylotowa i, co za tem idzie, najmniejsze zapotrzebowanie pary ma miejsce w turbinie, w której bezwzględna prędkość wylotowa pary z ostatniego wirnika jest prostopadła do jego przekroju  $F_{wy}$ . Warunek ten i wynikające z niego zależności pomiędzy poszczególnymi rozpatrywanymi wielkościami muszą być przyjęte za podstawę przy obliczaniu turbin parowych o dużej mocy, gdyż wtedy tylko budowa wielkich turbin da się usprawiedliwić z punktu widzenia teorii i praktyki.

Stosunek  $\frac{h_w}{D}$  możemy przyjąć ze względów konstrukcyjnych za stały i równy  $= \frac{1}{5}$  — znaczne przekroczenie tego stosunku powoduje dużą różnicę pomiędzy kształtem łopatek na zewnętrznym, wewnętrznym i średnim obwodzie wirnika.

Ostatecznie otrzymujemy dla ostatniego stopnia ciśnienia turbiny:

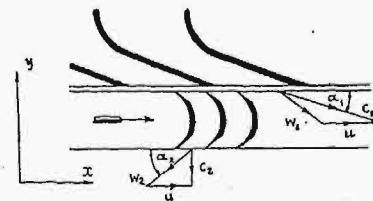
$$F_{wy} = 3,014 \cdot D \cdot h_w = \frac{1}{5} \cdot 3,014 \cdot D^2 = 0,603 D^2 = (0,777 \cdot D)^2 \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{C_2}{u}; \quad C_2 = C_{2y} = \frac{G}{F_{wy}} v_2 \dots (7)$$

$$i_w = A \frac{C_2^2}{2g} = A \frac{G^2 \cdot v_2^2}{2g F_{wy}^2} = \frac{G^2 \cdot v_2^2}{427 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 0,603^2 \cdot D^4} \approx 33 \cdot 10^{-5} \frac{G^2 \cdot v_2^2}{D^4} \quad (8)$$

Na zasadzie powyższych wzorów wykreślono szereg krzywych w 4 ściśle związanych ze sobą ćwiartkach (wykres 1).

W ćwiartce 1 na osi odciętych odłożone są wartości  $\frac{G}{F_{wy}}$ , na osi rzędnych—zużycie pary  $G$  dla różnych  $D$  i  $F_{wy}$ .



Rys. 1.

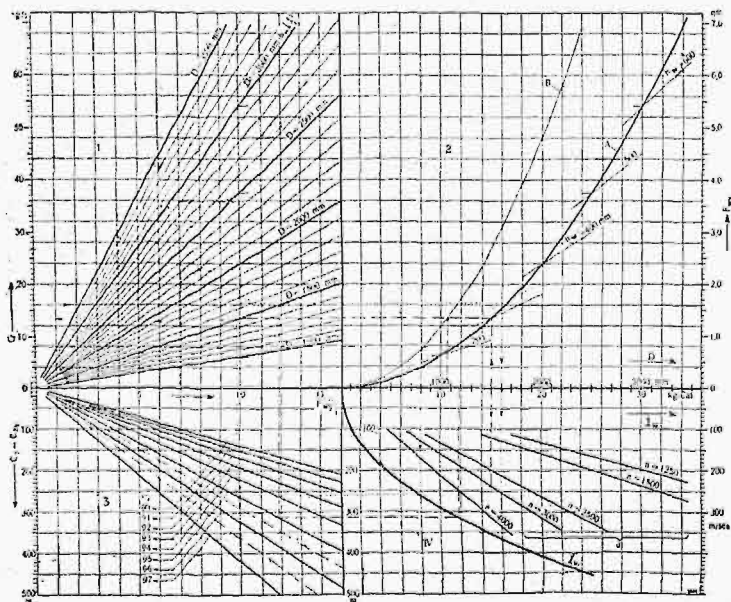
Wielkości  $F_{wy}$  znajdujemy w ćwiartce 2 jako rzędne odnośnych średnic  $D$ . Krzywe tych ostatnich są parabolami dla  $\frac{h_w}{D} = \frac{1}{3}$  i odpowiadają

$$F_{wy} = (0,777 \cdot D)^2 \text{ ewent. } (1,555 \cdot D)^2$$

zależnie od tego, czy turbina posiada pojedynczy (A), czy też podwójny wylot pary (B) z ostatniego stopnia ciśnienia. Proste, przechodzące przez początek spórzędnych 0 dla wiadomych wysokości łopatek  $h_w$  określają odpowiednie przekroje  $F_{wy}$ .

Ćwiartka 3 przedstawia zależność prędkości wylotowej  $C_2$  pary z ostatniego stopnia ciśnienia od próżni za tym stopniem.

Celem pośredniego zobrazowania naprężeń, powstających w szybko obracających się wirnikach w ćwiartce 4 mamy dane prędkości obwodowe  $u$  dla różnych obrotów  $n$ . W związku z tem wykreślono krzywą wartości  $i_w$ .



Wykres I.

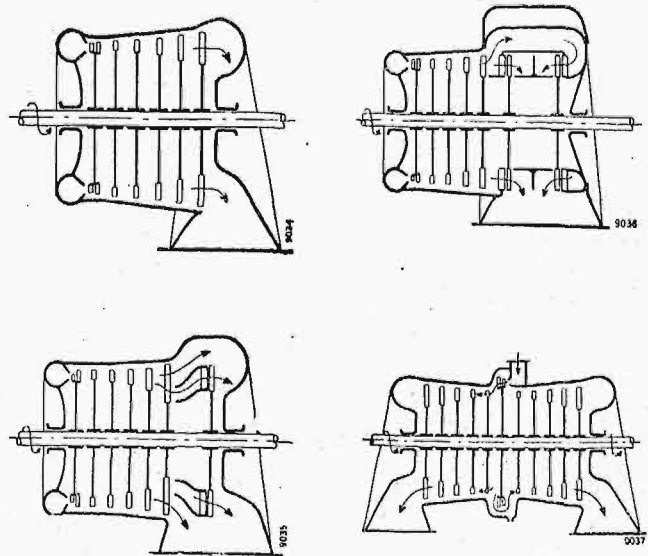
Wykres I pozwala nam szybko orjentować się w jakim związku pozostają do siebie omawiane wielkości i w jaki sposób zmiana którejkolwiek z nich wpłynie na pozostałe i wogóle na pracę turbiny parowej. Dla danych wymiarów ostatniego stopnia ciśnienia znajdziemy np. straty wylotowe  $i_w$  przy różnych obciążeniach, rozchodzie pary lub próżni.

Skala przekrojów wylotowych  $F_{wy}$  (ćwiartka 2) jest 10 razy większa, aniżeli rozchód pary  $G$  (ćwiartka 1). Prosta, łącząca początek spórzędnych ćwiartki 1 z punktem przecięcia odpowiedniej danemu  $F_{wy}$  poziomej i rzędnej  $\frac{G}{F_{wy}} = 10$  wyobraża linię zmian  $G$  lub  $\frac{G}{F_{wy}}$  przy przekroju  $F_{wy}$ .

Przy średnicy  $D = 1500 \text{ mm}$  i  $n = 3000 \text{ obr./min.}$  średnia prędkość obwodowa  $u = 235 \text{ m/s}$ ; jeżeli wysokość łopatek  $h_w = 300 \text{ mm}$  otrzymujemy w turbinie o pojedynczym wylocie pary przekrój  $F_{wy} = 1,36 \text{ m}^2$ . Przy pomocy rzędnej  $\frac{G}{F_{wy}} = 10$  znajdujemy wtedy prostą zmiany rozchodu pary  $G$  (ćwiartka 1), przytem dla  $G = 16 \text{ kg/sek.}$  (moc 12 000 kW, ciśnienie pary dolotowej 15 atm. abs.,  $t = 350^\circ \text{ C.}$ ),  $\frac{G}{F_{wy}} = 11,9$  i (ćwiartka 3) próżni 95% określamy  $C_2 = 314 \text{ m/sek.}$ , co odpowiada stracie wylotowej  $i_w = 11,8 \text{ cal.}$  (ćwiartka 4).

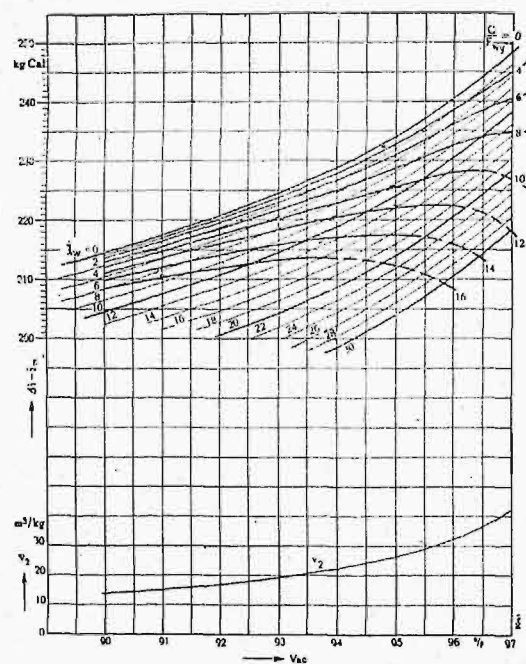
Z ćwiartki 2 widzimy, że w turbinie o podwójnym przekroju wylotowym te same straty zachodzą przy średnicy  $D \cong 1060 \text{ mm}$ . Jeżeli zaś chcemy otrzymać stratę wylotową  $i_w = 8 \text{ cal.}$ , to dla żadanego  $G = 16 \text{ kg/sek.}$  znajdziemy wsteczną drogę  $D = 1600 \text{ mm}$  i  $h_w = 340 \text{ mm}$ , lub  $D = 1640 \text{ mm}$  i  $h_w = 328 \text{ mm}$  ( $\frac{h_w}{D} = \frac{1}{3}$ ).

Zgodnie ze wzorem (8) straty wylotowe turbiny parowej są odwrotnie proporcjonalne do czwartej potęgi średnicy ostatniego stopnia ciśnienia  $D$ , oraz mają się w stosunku prostym do drugiej potęgi objętości właściwej pary za tym stopniem, która wzrasta znacznie ze zwiększeniem się próżni, np. przy próżni 91%,  $v_2 = 15,3 \text{ m}^3/\text{kg}$ , przy próżni zaś 96%,  $v_2 = 32,3 \text{ m}^3/\text{kg}$ .



Rys. 2.

Turbiny parowe o wielkiej mocy dają przy dużej próżni poważne straty wylotowe, w celu więc ich zmniejszenia należy zwiększyć średnicę ostatniego stopnia ciśnienia  $D$  lub też przekrój  $F_{wy}$ . Jak powyżej podano, turbina o wiel-



Wykres II.

kiej mocy i liczbie obrotów  $n = 3000 \text{ obr./min.}$ , rozchodzie pary  $G = 16 \text{ kg/sek.}$  (moc 12 000 kW) przy próżni 95% i średnicy  $D = 1500 \text{ mm}$  daje stratę  $i_w = 11,8 \text{ cal.}$ , przy tej samej próżni i  $D = 1600 \text{ mm}$  tylko  $i_w = 9,1 \text{ cal.}$ , co wynosi 1,1% oszczędności na zużycie pary.

Zwiększenie średnicy  $D$  utrudnione jest względami wytrzymałościowymi i konstrukcyjnymi, gdyż powstają wtedy znaczne naprężenia wewnątrz wirnika, wymagające odpowiedniego materiału, starannego wykonania i zrównoważenia. Turbiny, posiadające wał gibki, t. j. taki, krytyczna liczba obrotów którego jest mniejsza od normalnej, znajdują się pod tym względem w lepszych warunkach, aniżeli



turbiny z wałami sztywnymi; mianowicie mają one mniejszą piastę i mogą otrzymać przy tym samym naprężeniu dopuszczalnym materiału większą średnicę wirnika.

Wzór (8) nasuwa nam jednak drugie rozwiązanie tego zagadnienia; widzimy z niego, że strata wylotowa  $i_w$  ma się w odwrotnym stosunku do  $F_{wy}^2$ . Dzielać zatem ostatni stopień ciśnienia na dwa, otrzymujemy podwójny przekrój wylotowy i 4-krotne zmniejszenie strat przy tej samej średnicy. Rozwiązanie to ma swą ujemną stronę z tego powodu, że podłuża turbinę i komplikuje konstrukcję. Na rys. 2 podano schematycznie przekroje podłużne turbin o pojedynczym i podwójnym wylocie, przytem załączono też wykonanie, gdzie nie ostatni stopień ciśnienia, lecz cała część niskoprężna turbiny podzielona została na dwie części. Turbina posiada wtedy dwie rury odlotowe i otrzymuje nazwę dwucylindrowej tandem turbiny z oddzielnymi wysoko i niskoprężnymi częściami. Pod względem strat wylotowych turbina pracuje tak samo, jak gdyby miała dzielony przekrój wylotowy.

Straty mocy turbiny parowej można podzielić na trzy kategorie:

- a) straty w łopatkach kierownic i wirników (tarcie, nieszczelność i promieniowanie, wirowanie w parze, opór wentylacyjny w łopatkach),
- b) straty wylotowe ostatniego stopnia ciśnienia ( $i_w$ ),
- c) straty mechaniczne (tarcie w łożyskach, moc pompki do oliwienia i t. p.).

Straty kategorii a) zależne są od mocy, czyli ilości zużywanej pary w turbinie, od wykonania i materiału dysz i łopatek, w turbinach jednak o większym skutku stanowią one jednak nieznaczną część ogólnych strat przepływu. Straty kategorii c) są też niewielkie i w szerokich granicach niezależne od mocy.

Dla rozporządalnego spadku ciepłika  $\Delta i$  możemy przeto napisać:

$$\eta_t = \frac{\Delta i - \text{straty } (a + b + c)}{\Delta i} = \eta_{t \max} \frac{\Delta i - i_w}{\Delta i} \quad (9),$$

gdzie  $\eta_{t \max}$  oznacza współczynnik skutku użytecznego turbiny dla  $i_w = 0$ . Dla dużych jednostek tego samego systemu i jednakowego stanu pary dolotowej współczynnik  $\eta_{t \max}$  może być przy większych obciążeniach przyjęty za stały, ogólny przeto współczynnik skutku  $\eta_t$  turbiny i rozchód pary zależę będą wyłącznie od strat wylotowych  $i_w$ .

W celu określenia niezbędnej ilości paliwa należy wziąć pod uwagę współczynnik skutku całej instalacji parowej:

$$\eta = \eta_t \frac{\Delta i - i_w}{i - t_s} \cdot \eta_s \cdot \eta_k \quad (10).$$

$\eta_k$  można w granicach omawianych temperatur uważać za niezmiennie zarówno jak i  $\eta_s$  — ten ostatni jednak pogarsza się ze zwiększeniem próżni w skraplaczu.

Warto prztem zaznaczyć, że spadek ciśnienia w rurze odlotowej turbiny i w przewodzie do skraplacza nie jest zależny wyłącznie od prędkości pary odlotowej. W turbinach, w których para opuszcza ostatni stopień ciśnienia ze znaczną prędkością, wpływ jej na spadek ciśnienia w przewodach odpływowych jest nie tak szkodliwy, jak to zachodzi w turbinach małych przy dużej próżni, gdzie para odlotowa posiada początkowo niewielką prędkość i musi ją następnie rozwinąć na drodze do skraplacza. Należy wtenczas zapewnić parze dobry przepływ, aby uniknąć powstawania wirów i uderzeń.

O ekonomiczności pracy turbiny parowej nie można sądzić na zasadzie tylko samego rozchodu pary, winno się brać pod uwagę także wielkość próżni, wpływ której na sprawność turbiny jest znaczny. W turbinach o większym skutku przy próżniach 91% i 96%, otrzymujemy dla wyrazu  $\frac{\Delta i - i_w}{i - t_s}$  różnice wynoszące około 2%.

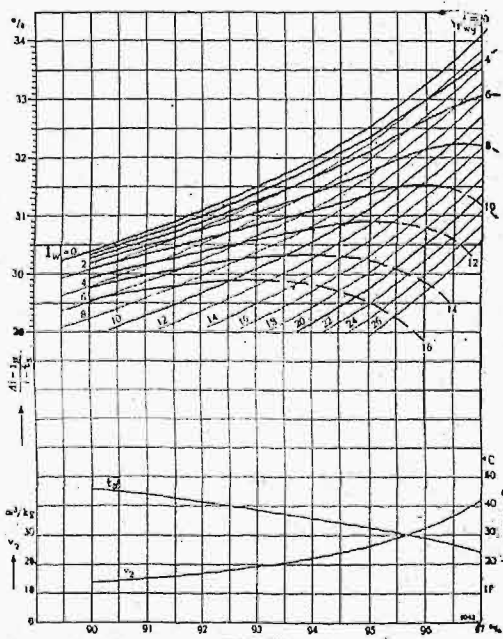
Zależność rozchodu pary i paliwa (węgla) od próżni z uwzględnieniem obciążenia turbiny i wymiarów ostatniego stopnia ciśnienia uwidoczniona jest na wykresach II i III. Na osi odciętych odłożone są wielkości próżni, na osi rzędnych na wykresie II wartości  $\Delta i - i_w$ , na wykresie III —

$\frac{\Delta i - i_w}{i - t_s}$  w % dla różnych strat wylotowych  $i_w$  i  $\frac{G}{F_{wy}}$ . Próżni tego mamy w każdym wypadku dane objętości właściwe  $v_2$  pary za ostatnim stopniem ciśnienia turbiny.

Krzywe te określają wpływ próżni na rozchód pary i paliwa dla danej turbiny i obciążenia, a także i odpowiednią stratę wylotową  $i_w$ . Gdy dane jest zużycie pary w turbinie o wielkiej mocy przy jakimkolwiek obciążeniu i próżni, to przy tymże stanie pary dolotowej lecz mniejszej próżni otrzymamy rozchód pary, który się będzie miał do poprzedniego w stosunku odwrotnym aniżeli różnice  $\Delta i - i_w$ ; wraz ze zmianą ilości przepływu  $G$  zmieni się też  $\frac{G}{F_{wy}}$  co należy zawsze brać pod uwagę i odpowiednio powtórnie przeprowadzić obliczenia.

To samo dotyczy wypadku, gdy obciążenie jest niezmiennie, a zużycie pary zmniejsza się lub zwiększa przy stałym  $F_{wy}$  danej turbiny.

Na wykresie III podana jest także krzywa temperatury skroplin  $t_s$ , przyczem odpowiada ona temperaturze próżni za ostatnim stopniem ciśnienia turbiny. Nie jest to określenie ścisłe, ponieważ na drodze do skraplacza następuje



Wykres III.

powien spadek ciśnienia i poniekąd ochładzanie się pary, straty te wszakże nie zawsze są jednakowe i związane z daną konstrukcją, nie dadzą się objąć ścisłym wzorem ogólnym — przyjmować więc będziemy nadal, że na wspomnianą temperaturę skroplin  $t_s$  wpływa tylko wielkość próżni.

Jak wyjaśniono powyżej, rozchód pary w turbinie w wielkiej mocy zależy od wymiarów ostatniego stopnia ciśnienia i od próżni i winien być głównie rozpatrywany z punktu widzenia strat wylotowych; miarodajne jest przytem nie bezwzględne zapotrzebowanie pary, a wartość  $\frac{G}{F_{wy}}$ , t. j. ilość przepływu, przypadająca na jednostkę przekroju wylotowego ostatniego stopnia ciśnienia. Zwiększenie próżni, czyli spadku ciepłika w turbinach o małej i średniej mocy prowadzi do zmniejszenia rozchodu pary; w turbinach o wielkiej mocy przy średnich  $\frac{G}{F_{wy}}$  wraz ze zmianą próżni straty wylotowe wzrastają o tyle, że zmiana spadku ciepłika, wobec wręcz przeciwnego wzrostu strat wylotowych, redukuje się przez nie znacznie, a przy dużych  $\frac{G}{F_{wy}}$  pozostaje prawie bez wpływu na rozchód pary w turbinie.

Przypuśćmy, że turbina o dużej mocy pracuje przy  $\frac{G}{F_{wy}} = 11,9$  i próżni 95%, zużywając  $G = 16 \text{ kg/sek.}$  pary; straty wylotowe wyniosą wtedy  $i_w = 11,8 \text{ cal.}$  Gdybyśmy zmniejszili w turbinach o mocy małej i średniej z nieznaczn-

nemi stratami wylotowymi próżnią do 91%, to rozchód pary zmieniłyby się w stosunku odwrotnym do spadku ciepłika  $\Delta i$ . Zmniejszenie jednak próżni w turbinach o wielkim skutku wpływa dodatnio na straty wylotowe, stanowiące tutaj stosunkowo poważną część ogólnego zużycia pary. Gdy więc dla tej samej turbiny przy próżni 91% będziemy mieli  $G = 21,2 \text{ kg/sek.}$ , odpowiednio  $\frac{G}{F_{wy}} = 15,75$ , to na zasadzie wzoru (8) możemy określić analitycznie odnośną stratę wylotową  $x$ . Posiłkujemy się przytem wykresem III w celu określenia objętości właściwej pary przy danej próżni:

$$\frac{11,8}{x} = \left[ \frac{16 \cdot 26,4}{21,2 \cdot 15,352} \right]^3; \quad \frac{11,8}{x} = 1,69; \quad x = \frac{11,8}{1,69} \cong 7 \text{ cal.}$$

Strata wylotowa przy próżni 91% zmniejszyła się o  $11,8 - 7 = 4,8 \text{ cal.}$ ; daje to polepszenie w rozchodzie pary o 3,2% większe, aniżeli gdybyśmy wpływu strat wylotowych nie uwzględniali. Wyliczenie da się przeprowadzić także wykreślić, przy pomocy wykresu II.

Na wykresach II i III krzywa  $\frac{G}{F_{wy}} = 0$  odpowiada stratom wylotowym  $i_w = 0$ . Ze zwiększeniem  $\frac{G}{F_{wy}}$  krzywe te zbliżają się coraz więcej do prostych, wskazując, że zapotrzebowanie pary w turbinie przy powiększeniu próżni z powodu wzrostu strat wylotowych spada coraz w mniejszym stopniu, wobec czego spadek ciepłika  $\Delta i$  jest coraz mniej wykorzystany. Krzywa  $\frac{G}{F_{wy}} = 12$  i następne o większej wartości posiadają pewien punkt krytyczny, po przekroczeniu którego zwiększanie próżni pociąga za sobą także straty wylotowe, że rozchód pary zaczyna już wzrastać. W rzeczywistych turbinach parowych tego punktu jednak nie dosięgamy i dalsze gałęzie krzywych  $\frac{G}{F_{wy}}$  (oznaczone linią przerywaną) mają jedynie znaczenie teoretyczne.

Z wykresów II i III widać, że powiększenie próżni w granicach 95%—96% dla wartości  $\frac{G}{F_{wy}} = 12 - 14$  nie daje zysku pod względem zużycia pary i paliwa, natomiast zwiększa kosztą kondensacji, t. j. skraplacza i rozchodu mocy na jego napęd przy tej samej temperaturze wody chłodzącej. Odwrotnie niewielki spadek próżni w tych granicach w małym stopniu wpływa na rozchód pary. Naprzykład dla  $\frac{G}{F_{wy}} = 12$ , gdy próżnia z 96% spada na 95% zużycie paliwa zmieni się zaledwie o 0,7%. Przy  $\frac{G}{F_{wy}} = 14$  próżnia mo-

że spaść z 96% na 95% nie przyczyniając się do zwiększenia rozchodu paliwa. Nie zawsze więc wielkość próżni gwarantuje ekonomiczną pracę turbiny parowej, a rozchód pary jest tak czuły na spadek próżni. Należy brać pod uwagę tę okoliczność przy projektowaniu instalacji parowej, przy wyborze turbiny i skraplacza, gdy chodzi o ogólną rentowność zakładu.

Krzywa na rys. 3 wskazuje, że dla turbin o małej i średniej mocy współczynnik skutku  $\eta_{t \max}$ , a więc i  $\eta_{t \max} \cdot \frac{\Delta i - i_w}{\Delta i}$  pogarsza się, gdy obciążenie spada, ponieważ wtedy strata wylotowa  $i_w$  jest nieznaczną. Inaczej się rzecz przedstawia w turbinach o dużym skutku. Tutaj rozchód pary zależy w rzeczywistości przy danym obciążeniu tylko od straty  $i_w$ , i współczynnik  $\eta_{t \max}$ , w szerokich granicach można uważać za stały. Straty wylotowe w tym wypadku ze zmniejszeniem się rozchodu pary maleją na podstawie wzoru (8) w stosunku  $G^3$ , i dla tego samego typu turbiny w pewnych granicach zużycie pary będzie mniejsze przy mniejszych obciążeniach.

Dla średnicy ostatniego wieńca łopatek wirnika  $D = 1500 \text{ mm}$ , próżni 95%, rozchodu pary  $G = 16 \text{ kg/sek.}$  i  $\frac{G}{F_{wy}} = 11,9$  (moc  $\sim 12000 \text{ kW}$ ) strata wylotowa  $i_w = 11,8 \text{ cal.}$  Gdy  $G = 13,3 \text{ kg/sek.}$  ( $\frac{G}{F_{wy}} = 9,9$ ) redukują się one dla obciążenia  $10000 \text{ kW}$  do  $i_w = 11,8 \left[ \frac{10000}{12000} \right]^3 = 8,2 \text{ cal.}$ , co odpowiada o 1,5% mniejszemu zużyciu pary. Można to otrzymać i z wykresu II przy pomocy krzywych dla wielkości  $\frac{G}{F_{wy}}$  odpowiednio do rozchodu pary  $G$  i krzywych strat  $i_w$ .

Może więc zajść wypadek, że najmniejszy rozchód pary ma miejsce w turbinie parowej przy obciążeniu mniejszym od pełnej mocy turbiny. Odpowiada ono wtedy pojęciu t. zw. najekonomiczniejszej mocy. Jeżeli na osi odciętych będziemy odkładać obciążenia turbiny, a na osi rzędnych rozchód pary, to otrzymamy krzywą rozchodu pary, posiadającą pewien punkt najniższy, określający najekonomiczniejszą moc. W turbinach parowych o małej i średniej mocy punkt ten osiągamy przy pełnym obciążeniu i często przy przeciążeniu—dla turbin o dużym skutku ze znacznymi stratami wylotowymi, a zwłaszcza przy większej próżni, punkt ten przesuwają się w stronę mniejszych obciążeń, i poczynając od tego punktu zwiększenie obciążenia pociąga za sobą większy rozchód pary i mniej wydajną pracę turbiny parowej.

## Przyczynek do badań nad wybuchami kotłów wodno-rurkowych.

Podał Fr. Dąbrowski, inż. (Kopalnia Kazimierz).

(Dokończenie do str. 122 w № 22 r. b.)

Wiadomo, że wodę można przez ostrożne i powolne chłodzenie oziębic nawet o kilkanaście stopni niżej zera, przyczem ta przechłodzona woda pozostanie ciekłą. Despretz wlał do rurki szklanej wodę, w niej umieścił termometr i przez powolne chłodzenie oziębic wodę do  $-20^\circ \text{C.}$ <sup>1)</sup> Z tego stanu równowagi można wodę wyprowadzić przez wstrząśnięcie lub zetknięcie jej z okruszynką lodu; wtedy woda bardzo szybko przejdzie w stan stały i samodzielnie ogrzeje się do  $0^\circ \text{C.}$  Zupełnie podobnie, wodę skroploną z pary, wzgl. dobrze przegotowaną można ogrzać do temperatury znacznie wyższej od temperatury parowania, mimo to zaś woda parować nie będzie; jest to więc opóźnienie wrzenia. Istota parowania polega na tem, że cząsteczki powietrza rozpuszczonego w wodzie i pozostałe na nierównych chropowatych wewnętrznych ściankach naczyń, przy ogrzewaniu wody, tworzą pęcherzyki, które, rozszerzając się i unosząc się w górę, porywają z sobą cząsteczki wody i to

właśnie zjawisko jest parowaniem<sup>2)</sup>. Stąd wynika, że powietrze w wodzie — jest zasadniczym nieodzownym warunkiem parowania, w razie zaś jego braku — całe ciepło, zużyte na ogrzewanie wody, nie może wywołać parowania przy  $100^\circ \text{C.}$ , musi ogrzewać ją wyżej  $100^\circ \text{C.}$ , t. j. przegrzewać aż do pewnej granicy, przy której nadmiar utajonego w wodzie ciepłika spowoduje raptowną przemianę pewnej części przegrzanej wody w parę. Donny, ogrzewając wodę w starannie oczyszczonym szklanym naczyniu, doprowadził ją do  $137^\circ \text{C.}$ , przyczem nastąpiło raptowne silne parowanie podobne do wybuchu<sup>3)</sup>. Wogóle woda, przegrzana do pewnej wyższej od normalnej temperatury parowania, zaczyna wrzeć w sposób wybuchowy, w miejscach słabszego oporu wywiązuje się nagle znaczna ilość pary i wyrzuca wodę do góry. Oczywiście granica przegrzania wody zależy przede wszystkim od tego, czy woda wcale nie zawiera w sobie

<sup>1)</sup> Prof. Dr. August Witkowski. Zasady Fizyki. T. II, wyd. 2-ie 1908 r. str. 101.

<sup>2)</sup> O. D. Chwolson. Tamże str. 526.

<sup>3)</sup> O. D. Chwolson. Kurs Fizyki. T. III, wyd. 3-ie 1912 r. str. 493.



powietrza, czy nieznaczne ilości jego nie pozostały na chropowatych wewnętrznych ściankach naczyń, czy powierzchnia stykania się wody z powietrzem jest możliwie mała<sup>1)</sup>, czy woda po przegotowaniu niedługo stała na otwartym powietrzu, czy nad wodą niema pary i czy woda podczas ogrzewania nie jest w ruchu.

Im wyżej woda zostanie przegrzana, tem większe będzie napięcie energii cieplnej w wodzie, tem łatwiej lada wstrząśnienie wywoła kosztem tej energii momentalną zamianę wody w parę o ciśnieniu nieco niższym od tego, które odpowiada temperaturze przegrzania dla pary nasyconej. To właśnie zjawisko, w którym przy normalnem roboczym ciśnieniu część wody przegrzanej wraz z będącą w kotle parą raptownie przejdzie w parę wysokiego ciśnienia, to zjawisko jest wybuchem; przyczem wzajemna zależność ciśnienia i temperatury pary i wody w momencie wybuchu będzie ściśle odpowiadać regule dla pary nasyconej.

Powstaje teraz pytanie, w jakich warunkach woda w kotłach parowych może zostać przegrzana?

Przedewszystkiem, w wypadku opisywanym, do zasilania kotłów używano wodę skroploną z wydmuchu turbiny; z wody tej powietrze zostało usunięte zapomocą pompy powietrznej; jednak straty pary, wynikłe z nieszczelności etc., pokrywano wodą świeżą, zawierającą powietrze i w taki sposób wprowadzano je do kotła; zdarza się jednak, że dopływ wody świeżej zostaje czasowo powstrzymany, wtedy woda kotłowa składem swym zbliżoną będzie do wody destylowanej.

Prócz tego zasadniczego nieodzownego warunku przegrzewania, możliwe minimum powietrza w wodzie, są jeszcze inne, które wybitnie potęgują przegrzewanie. Najprzód, warunkowi, aby woda kotłowa wcale nie stykała się z parą, w żadnym razie nie może się stać zadość, gdyż w czynnym, dajmy na to, kotle naszej kopalni poziom wody w zbiorniku pary ma powierzchnię  $7,5 \times 1,6 = 12$  metr. kw., która naturalnie cała bezpośrednio styka się z parą. Jednak działaniu tej wspólnej powierzchni wody z parą może być chwilowo do pewnego stopnia zneutralizowane, jeśli kocioł położony jest jaknajdalej od maszyny parowej, zapotrzebowanie zaś jej w pewnej chwili pokrywamy parą z kotłów bliższych; wtedy z najdalszego kotła nie będziemy wcale brali pary; będzie więc ona w stanie zastoju.

Następnie, im w spokojniejszym stanie będzie się woda znajdowała, tem więcej wrzenie zostanie opóźnione, tem większe przegrzanie nastąpi. Jednak pierścieniowa konstrukcja kotła wodnorurkowego ma właśnie za swe zadanie główne wywołanie jak największego krążenia wody, stąd o spokoju jej mowy być nie może. Jednak, jeśli ogień na ruszcie będzie równy, nieforsowny, woda o małej zawartości powietrza, krążąc b. wolno, opóźni swe wrzenie i będzie się przegrzewać.

Przypuśćmy, że maszyna parowa, zasilana parą z kilku kotłów w danej chwili ma zmniejszone obciążenie, wszystkie zaś bliższe kotły, wbrew potrzebie, są właśnie forsowane i z nadmiarem zaspokajają zapotrzebowanie maszyny. Oczywiście odparowanie w dalej położonych kotłach będzie powstrzymane, wytwarzanie się zaś w nich pary zupełnie zostanie stłumione przez dopływ pary z pierwszych kotłów, szczególnie, jeżeli pod pierwszemi będzie silny ogień, a pod ostatniemi łagodny. Jeśli ten stan dłużej trwa, przy przerwie parowania, a stąd i przerwie zasilania, woda w tych ostatnich kotłach pozbędzie się powietrza, a nie mogąc parować, zacznie się przegrzewać. W tym wypadku mamy warunki zupełnie odpowiadające warunkom, przy których w laboratorjach otrzymano b. wysokie przegrzanie. Zresztą, jeśli nie wprost samo przegrzanie wody kotłowej pod ciśnieniem roboczym, to w każdym razie zjawisko będące jego skutkiem „wrzenie“, „burzenie się“, „gotowanie się wody w kotle“ oddawna jest znanem w praktyce kotłowej<sup>2)</sup>. Oczy-

wista rzecz, że, im mniej będzie w wodzie powietrza, tem wyżej ją przegrzejemy, tem gwałtowniejszym wybuchnie wrzątkiem. W każdym razie, jeśli chodzi o „wrzenie“, to nie może być mowy o wybuchu, bo wrzenie, przy pewnej choć małej ilości powietrza w wodzie, jakkolwiek byłoby gwałtowne, nie jest momentalną przemianą wody w parę; przy wrzeniu zatem wentyle bezpieczeństwa działają i zjawisko całe musi mieć przebieg mniej więcej łagodny. Jeżeli zachodziło—wrzenie, narazie—wybuchu już być nie może. Inna rzecz, jeśli w wodzie pozostanie zaledwie znikoma ilość powietrza, wtedy woda przegrzeje się wysoko i przy pewnej wysokiej temperaturze musi raptownie przejść w parę i wtedy właśnie mamy wybuch.

Bardzo ciekawą byłoby rzeczą—odtworzyć w kotłowni okoliczności poprzedzające wybuch i stwierdzić doświadczalnie, że warunkami sprzyjającymi przegrzewaniu się wody są rzeczywiście—przedewszystkiem minimum zawartości powietrza w wodzie kotłowej, a następnie minimum parowania jej; jednak z drugiej strony należy wziąć pod uwagę, że instalacja mająca za zadanie wytwarzanie energii w celach przemysłowych nie może być używana do takich poważnych doświadczeń tem bardziej, jeśli ta instalacja już raz była miejscem eksplozji i ujawniła różne swoje wady konstrukcyjne. Wobec tego wypadło myśli wykonania tego doświadczenia zupełnie zaniechać w tej nadziei, że zagadnienie to rozwiąże jakieś laboratorium wyposażone w odnośne środki techniczne, precyzyjne przyrządy do mierzenia ciśnienia i temperatury, oraz wszelkie urządzenia bezpieczeństwa. Tu nasuwa się jeszcze pytanie, czy istnieje jaki związek między ciśnieniem a najwyższą możliwą przy pewnym ciśnieniu krytyczną temperaturą przegrzania. Rzecz ta praktycznego znaczenia dla technika nigdy mieć nie będzie, jednakże teoretycznie jest to bardzo interesujące zadanie wykryć, jakie jest przy pewnym ciśnieniu najwyższe krytyczne przegrzanie wody destylowanej, będącej w styczności z parą,— przegrzanie, przy którym bez najmniejszego wstrząśnienia wybuch samoczynnie musi nastąpić.

Pokazaliśmy wyżej, że wybuch musi nastąpić, gdy ciśnienie wzrośnie przynajmniej do 23,79 atm. nadcisnienia; temperaturę, która odpowiada temu nadcisnieniu możemy określić z tablicy, którą zestawili Holborn, Henning i Baumann („Hütte“ 21 wyd. 1911. T. I, str. 432), a która dla pary nasyconej podaje ciśnienia odpowiadające temperaturze od 0° do 374°C. Według tej tablicy przy nadcisnieniu 23,79 będziemy mieć temperaturę 222,5° C. Obliczmy jeszcze dla 15 i 23,79 atm. nadcisnienia — ciepłik wody  $q$  i całkowity ciepłik pary  $\lambda$  według wzorów:

$$q = t + 0,00002 t^2 + 0,0000003 t^3 \text{ i}$$

$$\lambda = 606,5 + 0,305 t$$

otrzymamy przy

$$\begin{array}{l} 15 \text{ atm. nadcisn. } t = 200,3^\circ \text{C.}, q = 203,5, \lambda = 667,59 \\ 23,79 \quad \quad \quad \quad \quad t = 222,5^\circ \text{C.}, q = 226,79, \lambda = 674,3 \end{array}$$

Jeden  $kg$  wody będzie miał  $226,79 - 203,5 = 23,29$  cpl. więcej przy 23,79, niż przy 15 atm.  
 „ „ pary „ „  $674,3 - 667,59 = 6,71$  cpl. więcej przy 23,79, niż przy 15 atm.

temperatura zaś wody i pary przy podniesieniu się ciśnienia o  $23,79 - 15 = 8,79$  atm. wzrośnie o  $222,5 - 200,3 = 22,2^\circ$  C. Aby więc wybuch mógł nastąpić, musimy wodę przegrzać o dwadzieścia z górą stopni Cels. W każdym razie temperatura przegrzanej wody musi być nieco większa od temperatury, odpowiadającej ciśnieniu 23,79 atm., gdyż podczas wybuchu pewna ilość ciepłika przegrzanej wody musi być

wrzenia. Mam pod ręką *Zbiór przepisów, dotyczących prowadzenia robót górniczych ze względu na ich bezpieczeństwo*, zebrał K. Srokowski. Dąbrowa 1912 r.

Str. 175. § 15. „...Zabrania się rozpalania ognia pod kotłem, napełnionym samą wodą przegotowaną; w tym wypadku należy wypuszczać część takiej wody i pompować zamiast niej świeżą.“

§ 17. „...Zasilanie kotła należy wykonywać... każdorazowo... kiedy w kotle okaże się silne wrzenie wody.“

§ 19. „Jeżeli woda w kotle zaczyna burzyć się, palacz obowiązany jest zamknąć wentyle wylotowe, zasilac kocioł (pompować wodę), otworzyć zupełnie drzwi paleniska oraz zasuwę kominową i wygarnąć ogień.“ Zasuwę kominową już jest otwarta; należy otworzyć zasuwę popielnikową.

<sup>1)</sup> Ażeby powierzchnię wody zupełnie odizolować od powietrza i początek wytworzenia się pary możliwie opóźnić, nalewają warstewkę oliwy na powierzchnię ogrzewanej wody w rurce. M. L. Marchis. Termodynamika str. 190.

<sup>2)</sup> Odnośnie owego „wrzenia“ istnieją nawet pewne przepisy ostrożności przy obsłudze kotłów; dają one wskazówki, jak przerwać wrzenie, w jednym zaś szczególnym wypadku, jak nie dopuścić do



zużyta, jako ciepłok parowania tej części wody, która zamieni się w parę<sup>1)</sup>. Do ilu mianowicie stopni woda musi być przegrzana, aby nadmierny jej ciepłok wystarczył na pokrycie ciepłoka parowania nowopowstałej pary, nie da się ściśle określić, gdyż punkt wyjścia przy tem obliczeniu — temperatura wody w kotłach — nie jest jednostajna ze względu na różnorodne przekroje tego pierścienia, którym jest kocioł wodnorurkowy, wskutek czego obok prądu krążącej wody są martwe miejsca o innej temperaturze, niż w tym prądzie.

Normalnie na kopalni „Juljusz“ w ciągu pierwszych dwu dniówek roboczych (od 6-ej rano do 10-ej wieczór) obciążenie zmienia się od 3400 kW do 2000 kW (czynne 4 kotły), w nocy zaś od 10-ej wieczór do 6-ej rano obciążenie waha się między 2000 kW i 500 kW, przyczem z 4 kotłów właściwie 2 są czynne, drugie 2 trzymane są pod parą jako rezerwa. W dwie pierwsze dniówki, wskutek ciągłego puszczania w ruch i zatrzymywania maszyny wyciągowej, obciążenie turbiny co minuta lub dwie zmienia się o 750 kW; ponieważ jednak przerwy między temi zmianami są b. krótkie (1/2 min. — 1 min.), to zmiany te w obciążeniu turbiny żadnego nie mają wpływu na obciążenie kotłów. Przed wybuchem jednak z 1000 kW, wskutek zatrzymania pompy na 3-im poziomie, obciążenie nagle spadło na 500 kW i pozostało takim czasem dłuższy, więc przy 14—15 atm. nadciśnienia, jakie wtedy było w kotłach (№№ 172, 173, 175 i 176) jeden najbliższy kocioł (№ 175) w zupełności wystarczał do pędzenia turbiny, następny zaś kocioł (№ 176, który za chwilę wybuchł), miał wskutek tego prawie odcięty odpływ pary do turbiny; pod tym kotłem był wtedy prawdopodobnie równy łagodny ogień, który, nie wywołując ostrego parowania i wyższego ciśnienia, spokojnie przegrzewał wodę — aż do pewnego maximum; bez wątplenia, po dojściu do pewnej bardzo wysokiej granicznej temperatury, pomimo że żadnego wstrząśnienia lub uderzenia nie było, wybuch automatycznie musiał nastąpić<sup>2)</sup>.

Pozostaje teraz pytanie, czy wszystkie wybuchy kotłów przypiszemy przegrzanej wodzie? — Bynajmniej.

Jeśli na kotłach pozostanie nieszczelność szwu lub rozpruje się rurka, przez tę szparę przedostaje się para lub woda i wytryskuje strumieniem, przyczem ciśnienie pozostaje prawie toż samo i bardzo wolno równomiernie spada; wtedy, odciaższy kocioł od innych, zwolna otworzymy wentyl wylotowy na dach, ogień wygasimy i puścimy pompkę zasilającą; kocioł powoli się ostudzi i wybuchu nie będzie.

Jeśli zaś na kotłach wskutek dużych uszkodzeń, w ciągu dłuższego czasu wytworzonych, wskutek wad konstrukcji lub wskutek innych jakich przyczyn, przy normalnem ciśnieniu roboczym, utworzy się duży otwór lub wyrwa, wtedy woda i para runą nazewnątrz, burząc przewody, obmurowania, budynki i t. p.

Nareszcie zdarza się, że po eksplozji żadnych na kotłach nie znajdujemy poważnych defektów, które mogły powstać jeszcze przed wybuchem i same ten ostatni wywołały; wtedy, ponieważ zewnętrznej przyczyny wybuchu nie znajdujemy wcale, musimy szukać, gdzie leży wewnętrzna przyczyna, to znaczy, gdzie jest ten nadmierny zapas energii cieplnej, który zdemolował — dostatecznie jeszcze mocny kocioł i spowodował wybuch.

Tak więc, ażeby stanowczo orzec, czy pewna eksplozja nastąpiła wskutek przegrzania wody, czy też z jakiego innego powodu, musimy każdy poszczególny wypadek dokładnie zbadać i ustalić, czy wśród uszkodzeń kotła, który wybuchł, są takie, które w pewnych warunkach mogły powstać raptownie przy normalnem ciśnieniu roboczym i same wtedy spowodowały wybuch.

<sup>1)</sup> Pierwotny stan (I) w kotłach: temperatura  $t$ , ciśnienie  $p$   
 Stan w momencie wybuchu (III): „  $t+a$  „  $p+m$   
 Stan pośredni (II) podczas przegrzania  
 w chwili przed wybuchem  $t+a+b$  „  $p$

przyczem  $b$  jest temperaturą, odpowiadającą ciepłokowi parowania tej ilości wody, która ze stanu II przejdzie w parę w stanie III; stosunek temperatury i ciśnienia w stanie I i III jest takie, jak według reguły dla pary nasyconej.

<sup>2)</sup> Raptowne parowanie można wywołać w przegrzanej wodzie, jeśli wrzucić w nią opilkę, piasek i t. p. ciała, które dłuższy czas były na otwartym powietrzu i mają na swej powierzchni cieniutką warstwę powietrza. W kotłach jednakże, jeśli nawet przy zasilaniu chłodną wodą osad i kamień tuskami opadał na spód kotła, nie wywołał on wybuchu, bo nie zawiera wcale powietrza.

Dochodzimy więc ostatecznie do tego wniosku, że przede wszystkim należy przestrzegać, aby kocioł nie miał żadnych defektów, wad konstrukcji, wad wykonania, tak zwanych „miejsce najsłabszego oporu“ — choćby tylko ze względu na potrzebę racjonalnej niezakłóconej pracy całej instalacji; zasadniczą jednak przyczyną częstych nieczem niewytłumaczonych wybuchów kotłów wodnorurkowych o wysokim ciśnieniu i dużej powierzchni ogrzewanej jest bezwarunkowo nadmiernie przegrzana woda; od takich wybuchów terażniejsze wentyle bezpieczeństwa nie mogą nas uchronić i wybuch taki naturalnie przede wszystkim uderzy w najsłabsze miejsce lub miejsca kotła i w nich właśnie zazwyczaj szukamy winy wypadku.

Ostateczne wnioski, do których dochodzimy z powyższych spostrzeżeń, obliczeń i rozważań, są następujące:

1) Materiał na kotły należy poddawać próbom na wytrzymałość, i tylko blachy ostemplowane mogą być użyte do wyrobu kotłów.

2) We wszystkich czynnych kotłach wodnorurkowych o dużych średnicach — dna winny być wymienione; nowe dna należy wykonać, jeśli niezupełnie półkuliste, co spowodowałyby inne trudności techniczne, to w każdym razie więcej wypukłe t. j. promień wypuklenia dna winien być mniejszy, promień zaś zaoblęcia krępy — znacznie większy. Dna winny być jaknajdokładniej dopasowane do płaszcza kotłowego. Poza tem, jak zwykle, dziury należy wiercić, po wpassowaniu dna, przez płaszcz i dno; nitować maszynowo. Rurkę zasilającą zakończyć zdala od tylnego dna.

3) Rury cyrkulacyjne z nieszczelnym górnym kołnierzem odciać, dopasować, sprawdzić szew i na nowo przynitować albo ewentualnie rurę zupełnie wymienić; nowe rury cyrkulacyjne bardzo starannie spawać na gazie wodnym dwoma palnikami z dwu stron; po wykrepowaniu kołnierzy i precyzyjnym dopasowaniu ich, dokładnie sprawdzić szew spawania, czy gdzie nie puścił; dziury wiercić przez kołnierz i płaszcz; nitować pneumatycznie na miejscu montażu. Przede wszystkim jednak tył zbiornika pary, niezależnie od podparcia rurą cyrkulacyjną na błotniku, należy zawiesić i tak połączyć z błotnikiem, aby naprężenia w kołnierzach rury możliwie odciażyć.

4) Przy wszystkich kotłach, a przede wszystkim przy kotłach mających dużą stosunkowo powierzchnią rusztu (w porównaniu z powierzchnią ogrzewaną), winny być stosowane wentyle bezpieczeństwa, któreby działały nietylko przy najwyższym przepisaniem ciśnieniu bezpiecznym, ale i przy odpowiedniej do niego temperaturze, to znaczy należy stosować — manotermiczne wentyle bezpieczeństwa. Wentyle te przytem winny łagodnie zwolna otwierać i mieć przelot dostateczny dla odlotu całej produkowanej przez kocioł pary.

5) Przy kotłach położonym najdalej od maszyny odbiorczej wentyl bezpieczeństwa winien być ustawiony na najwyższe ciśnienie koncesjonowane, przy każdym zaś następnym (wzgl. przy każdej następnym grupie kotłów) kolejno o 1/10 — 1/5 atm. mniejsze ciśnienie. Pozornie wygląda, że odpływ pary z najbliższych kotłów zostanie odcięty przez parę z dalszych i że skutek będzie zupełnie taki sam, czy spadek ciśnienia urządzimy w jednym czy w przeciwnym kierunku; w rzeczywistości jednak para idąca z dalszych kotłów i napotykać odgałęzienia rur od kotłów bliższych będzie działać ssąco (jak inżektor), t. j. będzie parę z tych bliższych kotłów porywać i podniecać ich parowanie. Przy takim ustawieniu wentylów bezpieczeństwa zapobiegnie się temu, aby przy normalnem paleniu bliższe kotły nie odcinały dalszych.

6) W czasie zmniejszonego obciążenia turbiny (w niedziele i w święta, a w powszednie dni na trzeciej dniówce) ciśnienie trzymać w kotłach o parę atmosfer niżej koncesjonowanego.

7) Do zbiornika zasilającej wody skroplonej z pary stale dodawać wodę świeżą.

8) Jeśli woda zasilająca jest miękka, i, jako niezmięczona, nie daje prawie żadnego osadu, pomimo to raz w ciągu dnia należy spuścić wodę z kotła do wysokości połowy szkła wodowskazowego, powiększymy w ten sposób ilość dodawanej świeżej.

9) Każdy kocioł winien być zasilany co pewien przeciąg czasu, dajmy na to, minimum co godzina, choćby na-

wet poziom wody w kotle nie obniżał się; w tym wypadku przed zasilaniem należy upuścić wody z kotła.

10) Między stacją odbiorczą a kotłownią należy mieć elektryczną sygnalizację, zapomocą której uprzedzonoby dozorcę kotłowego — mniej więcej na 15 min. naprzód — o każdym mającym nastąpić powiększeniu lub zmniejszeniu obciążenia <sup>1)</sup>.

11) Nakoniec sprawę zabezpieczenia kotłów od wybuchu, powodowanego przegrzaniem wody, zasadniczo rozstrzyga wykonywany przez „Aktiebolaget Vaporakumulator Stockholm“ parowy akumulator Ruths'a, któremu wprawdzie wynalazca zupełnie inne wyznaczył zadanie, a który jednak w okolicznościach nas obchodzących, nieocenione może oddać usługi. Opis działania akumulatora i roli, jaką nawzajem względem siebie odgrywają — akumulator i odnośna instalacja kotłów — znajdzie czytelnik

<sup>1)</sup> Skrzynka o jednym dnem i niskich bokach, podzielona przedziałkami na przedziały 300 mm × 175 mm z lampką elektryczną w każdym przedziale; przykryta matową taflą białego szkła; naprzeciw każdego przedziału namalować na tafli dużymi grubymi czarnymi cyframi wzrastające ilości kW co 200 lub 300 kW. Skrzynię umieścić wysoko w widocznym miejscu w kotłowni, aby każdy palacz ze swego stanowiska przed kotłem mógł ją widzieć. Lampkę zapala maszynista za pomocą wyłącznika na tabliczce przy turbinie; przyczem, przed każdą przewidywaną zmianą obciążenia, najprzód przeciągle dzwoni, a gdy już pewny jest, że każdy z palaczy i dozorca taflę na skrzynie obserwują, przestaje dzwonić, gasi lampkę naprzeciw czynnych kW i zapala naprzeciw przewidywanych.

Prościej jeszcze będzie umieścić wysoko w kotłowni woltomierz w kształcie wielkiego zegara o jednej skazówce, przyczem na cyferblacie wielkimi cyframi oznaczone są zawsze oświetlone kolejne kW. Skazówkę tę maszynista może ustawiać ze swego miejsca przy turbinie za pomocą opornika.

## Powstanie Chemicznego Instytutu Badawczego.

W d. 1 czerwca r. b. na uroczystym posiedzeniu Polskiego Tow. Chemicznego w obecności Prezydenta Ministrów p. Ponikowskiego, Ministra Przemysłu i Handlu p. Ossowskiego, Ministra Robót Publicznych, p. Narutowicza, oraz wielu wyższych przedstawicieli Rządu i Instytucji Publicznych, prof. Ignacy Mościcki przedstawił historję powstania Chemicznego Instytutu Badawczego, podejmującego twórczą pracę w niezwykle ważnych dla Polski dziedzinach przemysłu.

Zanim w jednym z następnych zeszytów naszego pisma będziemy mogli scharakteryzować imponujący dorobek naukowy i przemysłowy prof. Mościckiego, oraz cele i zadania pierwszego przemysłowego Instytutu Badawczego na ziemiach polskich, zaznaczymy obecnie najwybitniejsze fakty związane z doniosłą inicjatywą prof. Mościckiego i jego ideowych współpracowników.

Chemiczny Instytut Badawczy powstaje dzięki niezwykle ofiarnemu stanowisku założycieli prywatnego laboratorium badań chemicznych „Metan“ we Lwowie, którego rozwoju i zasług na tem polu podkreślać nie trzeba, gdyż są one zbyt dobrze znane szerokiemu ogółowi polskich techników. W d. 24 marca r. b. właściciele „Metanu“ przekazali cały swój majątek, oraz cenne licencje patentowe, nowej instytucji społecznej, która zyskała tym sposobem trwałe podstawy materialne.

Z dorobku „Metanu“ na pierwszy plan należy wysunąć rozwiązanie trudnego zagadnienia suchej dystalacji węgla kamiennego, brunatnego i torfu przy niskich temperaturach. Przy metodzie tej jako produkt poboczny otrzymuje się cenny półkoks. Drugiem pomyślnie rozwiązaniem zagadnieniem jest frakcjonowana dystalacja ropy naftowej, wymagająca 1/6 ilości opału zużywanego obecnie. Realizacja tej metody znajduje się w fazie końcowej, gdyż za kilka miesięcy ukończona zostanie budowa wielkiej rafinerji ropy w Jedliczach, obliczonej na 20 wagonów przeróbki dziennej. Jest to pierwsza rafinerja zbudowana w Polsce przez fabryki miejscowe, dzięki zastosowaniu nowej aparatury.

Wykład swój, wysłuchany przez zebranych w uroczystym skupieniu, prof. Mościcki zakończył umotywowaniem poglądu, że przemysł polski musi porzucić dotychczasowy charakter „naśladowczy“, wyrażający się w kopjowaniu przemysłu cu-

w artykule p. K. Skrzyńskiego w № 18 *Przeglądu Technicznego* z d. 2/V 22. Tu muszę tylko nadmienić, że akumulator, mając duży zapas wody i wielką w niej nagromadzoną ilość ciepła, ma zaletę kotła o dużej pojemności wody i tę nad nim wyższość, że nie jest ogrzewany ogniem, a stąd — destylowana zawarta w nim woda nie może zostać przegrzana, jeśli nie brać pod uwagę przemijających nadwyżek temperatury, powstających przy każdym spadku ciśnienia w kotłach. Nie wchodząc w to, czy akumulatory te postawionemu przez wynalazcę zadaniu rzeczywiście w zupełności odpowiedziały, musimy stwierdzić, że i w naszej sprawie — wybuchów powodowanych przegrzaniem parą — mogłyby oddać wielkie usługi, szczególnie dla dużych instalacji, dla których nawet kosztowny akumulator — i dla innych już zresztą względów (wyrównanie skoków w obciążeniu kotłów) opłacałoby się postawić. Mianowicie, w kotłowni posiadającej parowy akumulator, w razie zmniejszonego zapotrzebowania pary, parowanie w dalszych kotłach nie może zostać zahamowane i odcięte, gdyż para z tych kotłów, nie mogąc znaleźć odpływu do turbiny, będzie miała odpływ do akumulatora, kotły te więc będą w dalszym ciągu parować, będą zatem zasilane, a wskutek tego woda w nich nie będzie mogła przegrzewać się. Jednym słowem, parowy akumulator zabezpieczy nam instalację od przegrzewania wody, a zatem i od wybuchu mogącego z niej wyniknąć.

### Sprostowanie w № 21 (23/V 22)

str. 140	w szp. I	wier. 3	od dołu	zam. 0,06	winno być 0,05
„ 140	„ II	„ 28	od góry	„ wyrzucona	„ „ wyrzucona
„ 141	„ I	„ 21	od dołu	„ γ (dwa razy)	„ „ ρ (dwa razy)
„ 141	„ II	„ 25	„ „	„ uderzenia	„ „ naderwania

dziemskiego, a to pod grozą zaprzepaszczenia samodzielności gospodarczej kraju. Oglądanie się wyłącznie na stawki celne i pomoc rządową oddałoby przemysł w ręce ludzi, którzy potrafią wyrwać dobra z cudzych rąk, ale nie umieją ich stwarzać w dostatecznej ilości tak, jak tego wymaga przyszłość kraju.

## WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

**Nowe pyrometry optyczne.** Niezwykle praktycznym jest pyrometr pomysłu Fery'ego, polegający na tem, że promienie światła wysyłane przez żarzące się ciało padają przez lunetę na termoelement, którego spojenie znajduje się na uczernionej płytce metalowej. Powstającą elektromotoryczną siłę wskazuje galwanometr. Ponieważ siła elektromotoryczna wzrasta mniej więcej w stosunku do czwartej potęgi temperatury absolutnej, podziałka na galwanometrze bardzo się rozszerza; wobec tego dla bardzo szerokiego obrębu pomiarów trzeba stosować duże podziałki: od 700° do 1400° C. i od 1300° do 2000° C., przyczem dla tej ostatniej podziałki wkłada się na obiektyw blenda. Przyrząd ten wypuściła na rynek firma Siemens & Halske pod nazwą *ardometru*.

Przez połączenie tego pyrometru z galwanometrem w jedną całość stworzył *dr. Hase* inny typ pyrometru, z wyglądu zewnętrznego chyba najprostszemu, jaki się tylko da pomyśleć. Mianowicie lunetę umieścił na puszcze, wewnątrz której mieści się galwanometr; dzięki temu wskazówka i skala są bezpośrednio nad okularzem; w ognisku obiektywu mieści się wysoce czuły termoelement specjalnej konstrukcji. Równolegle oczywiście może być włączony przewód do przyrządu zapisującego temperatury. Prędkość ustawienia się strzałki odpowiednio domierzonej temperatury Siemens podaje na 10 — 15 sek., *dr. Hase* tylko na 2 sek., ustalając osiągnięte dotychczas w tym względzie minimum.

Obsługa tych pyrometrów nie wymaga żadnych specjalnych wiadomości, dokładność dla pomiarów technicznych jest zupełnie wystarczająca, a w porównaniu z termoelementami wstawianymi do pieców czy palenisk na stałe względnie na pewien czas, mają one zalety następujące:

1) żadna część nie ulega z biegiem czasu zużyciu, gdyż na przyrząd bezpośrednio nie oddziaływują wysokie temperatury,



2) nie są związane odległością od badanego przedmiotu i dlatego można zmierzyć temperaturę nawet trudno dostępnych części pieca,

3) kontrola temperatur jest bardzo łatwa i pędka.

### Paleniska kotłowe do mialu węglowego w Ameryce.

Czasopismo niemieckie „Feuerungstechnik“ (1 maja 1922) przytacza opis paleniska przy kotle systemu Franklina dostarczającym pary do silników parowych o mocy 300 k. m., który jest w biegu od r. 1905 w zakładach American Locomotive Co. w Schenectady. Początkowo kocioł był zaopatrzony w ruszt automatyczny, który na próbę z małymi zmianami przystosowano do opalu mialem węglowym, lecz wyniki nie były pomyślne. Podczas pracy kotła stapały się ścianki paleniska i jego sklepienia, co uniemożliwiało zupełne obciążenie kotła tak, że wypadło dwukrotnie przerabiać palenisko. Ulepszenie polegało na tem, że usunięto z paleniska zupełnie ścianki pionowe i sklepienia. Palenisku nadano kształt odwróconego ściętego czworobocznego ostrosłupa, uzyskując niezbędne miejsce przez głęboki wykop. Pochyłe ścianki paleniska szybko pokryły się ochronną warstwą żużla o grubości od 3 do 7 cm. Powietrze do spalania wtórnie wtłaczane jest zapomocą dmuchawy w taki sposób, że ciśnienie strugi powietrza przy wyjściu z otworu w ścianie nie wynosi więcej niż 5 do 3 mm słupa wodnego. Główny prąd powietrza przenosi pył węglowy rurą o średnicy 250 mm aż na odległość 1 m od palników. W tem miejscu węgiel wpada w rury prostopadłe, które zakończone są palnikami ustawionymi pod kątem 45°. Strumień powietrza, zmieszanego z pyłem węglowym, pod tym kątem wpada do paleniska i następuje spalanie w pośród ścianek paleniska rozpalonych do białości, następnie strumień gazów kieruje się ku górze i, pod wpływem zwiększenia się przekroju paleniska, przybiera wolny ruch obrotowy. Gazy spalinowe dopiero na wysokości około 10 m ponad palnikami dostają się do pierwszego kanału dymowego kotła. Sadze, które nie utworzyły osadów w palenisku, wsysane są przez wszystkie biegi obmurowania kotłowego z taką siłą, że rury kotłowe nie wymagają częstszego oczyszczania niż w paleniskach z rusztami. Dla osiągnięcia najdogodniejszej temperatury spalania 1425 do 1475° C. należy dobrać odpowiednio przekrój pierwszego kanału dymowego.

## KRONIKA.

**Wycieczka naukowa Studentów Politechniki.** Między 15 a 22 maja r. b. studenci starszych semestrów wydziału mechanicznego Politechniki Warszawskiej odbyli wycieczkę naukową na Pomorze i do Wielkopolski. W wycieczce tej brało udział 5 profesorów, 5 asystentów i 22 studentów.

Zwiedzono cukrownię „Dobre“, gdzie dyrektor prof. F. Bogatko zapoznał studentów z mechanicznym urządzeniem cukrowni. Znajduje się ona w stanie zupełnej reorganizacji, mającej na celu podwojenie produkcji obecnej.

Tegoż dnia zwiedzono we Włocławku jedyną w Polsce fabrykę celulozy, czynną tylko częściowo z powodu braku drzewa.

Następnego dnia w Grudziądzu zapoznano się z pracą dwu zakładów: fabryki maszyn rolniczych Venzkego oraz odlewni Herzfelda i Victorius'a. Pierwszy z nich produkuje głównie pługi, brony i siewniki, posiada własną odlewnię i kuźnię. Odlewnia Herzfelda i Victorius (3 kopulaki) trudni się odlewem wanien, naczyń żelaznych i rur kanalizacyjnych. Posiada ona oddział II podmiejski, w odległości paru kilometrów od miasta, tworzący wraz z domkami pracowników kolonję Mniszek.

W Bydgoszczy zwiedzono fabrykę maszyn cukrowniczych Loehnera i fabrykę maszyn do obróbki drzewa Blumwego. Poczem udano się specjalnym pociągiem do fabryki karbidu w Smukałach. Fabryka ta posiada 2 piece elektryczne (temp. 3000° C.); energii elektrycznej dostarczają jej 2 turbiny wodne Francis'a o mocy 500 kW. każda. Stąd podziwiając malownicze okolice Bydgoszczy, dzięki zaproszeniu starosty p. St. Niesiołowskiego, pojechano do Koronowa, gdzie oglądano wzorowo urządzone młyn automatyczny i cegielnię. Następnego ranka parostatkiem pojechano do słuzy łączącej rzekę Brdę z Wisłą. Po drodze obejrzano szereg fabryk; pośród nich wyróżniły się nowe budynki fabryki „Kabel“, która na jesieni r. b. ma być zupełnie gotową do produkcji. Na powrotnej drodze wstąpiono do pięknie urządzonej fabryki dychtów „Oswa.“

W czasie pobytu w Bydgoszczy wycieczka korzystała z łaskawych informacji i ułatwień delegacji miejscowego Koła Techników z jej prezesem inż. K. Duteczyńskim na czele.

Dzień 18 V poświęcono oddziałom III, V i I fabryki H. Cegielskiego w Poznaniu.

Oddział III na górnej Wildzie buduje wagony towarowe, lokomobile przewoźne parowe oraz parowozy drogowe. Roczna produkcja może osiągać 2000 wagonów towarowych normalnotorowych i 300 lokomobil. Posiada nową kuźnię z młotami pneumatycznymi i parowami, prasami hydraulicznymi i wrzecionowami.

Oddział V mieści się na Wildzie w pobliżu oddziału III. Wyrabia on maszyny rolnicze.

Oddział I znajduje się przy stacji Głównej pod Poznaniem. Ma on na celu zaopatrywanie wszystkich oddziałów w odlewy żelazne i stalowe, dostarczanie drobnych kutych przedmiotów, budowę kotłów lokomobilowych, budowę specjalnych pługów wieloskibowych, kultywatorów oraz młocarń. Oddział ten jest blizki ukończenia.

Dnia 19 V zapoznano się w Lubaniu pod Poznaniem z produkcją fabryk krochmalu, drożdży oraz fabryki kwasu siarkowego (45%), azotowego i kleju. W Poznaniu obejrzano wzorowe warsztaty kolejowe (spawanie elektryczne) oraz państwową szkołę przemysłową.

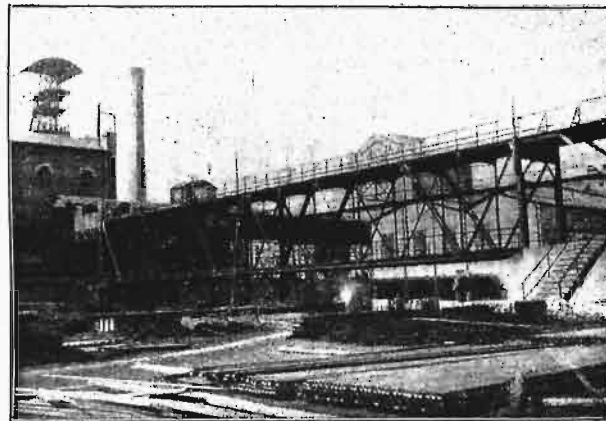
Godnem jest zaznaczenia, że wszystkie prawie widziane fabryki na Pomorzu i w Wielkopolsce pracują także na eksport.

Ostatni dzień 20 V poświęcono obejrzeniu budującej się jeszcze fabryki wagonów w Ostrowie. Wyrabia ona już teraz wagony towarowe i naprawia osobowe.

Rezultatem tej wycieczki były dla studentów bezwątpienia duże korzyści naukowe; zapoznano się przytem z właściwościami i potrzebami życia przemysłowego tych dwu prastarych dzielnic Polski.

Wszędzie wycieczka natrafiała na wszelkiego rodzaju ułatwienia ze strony kierowników zakładów przemysłowych i władz oraz podejmowana była z wielką gościnnością.

**Przesunięcie mostu.** Dnia 8 grudnia 1921 r. na kop. „Saturn“ T-wa Przemysłowo-Górniczego „Saturn“ został poprzecznie przesunięty na długości 16,5 m dwupiętrowy most żelazny, przerzucony nad ośmioma torami kolejowymi (patrz rysunek).



Most ten wagi 60 t i rozpiętości 46,7 m spoczywał na jednym filarze i dwóch przyczółkach mostowych, zaopatrzonych w łożyska wałkowe.

Przesunięcia dokonała firma „Fitzner & Gamper“ w Sosnowcu na czterech wagonach amerykańskich, o nośności po 30 t. Dwa z tych wagonów (platformy), ustawione na środkowych torach kolejowych (między nimi więc był filar mostowy) zabudowano rusztowaniem drewnianym z poprzecznymi dwuteownikami (№ 34), łączącymi obydwie platformy w jedną całość; dwa inne wagony (węglarki), ustawione na torach skrajnych, zaopatrzono w rusztowania drewniane (zasadnicze belki 250 × 250 mm). Po odkręceniu naśrubków przyciągów posadowych most był uniesiony na 110 mm w 6 punktach (przy czterech łożyskach i filarze mostowym) 20 t dźwigami korbowymi. Dźwigi te okazały się zbyt słabe, dwa bowiem uległy uszkodzeniu. Gdy most spoczywał już na wagonach, śruby przyciągowe zostały upalone palnikiem tleno-acetylenowym, wałki z łożysk wyjęte i most rozpoczęto przesuwając za pomocą 5 wciągów 15 ton, przyczepionych do każdego wagonu i do jednego końca mostu, który był więcej oddalony od wagonu. Praca przesunięcia trwała 8 godzin; większą część tego czasu zużyto na przesunięcie mostu nad fundamentami, resory bowiem wagonów nie były unieruchomione i most chwilami osiadał zbyt nisko, opierając się o fundament. Pomimo tej i kilku jeszcze innych nieprzewidzianych, drobnych przeszkód ruch ekspedycyjny na kopalni nie uległ zatrzymaniu, wagony bowiem podstawiono pod most 7 grudnia o godz. 11 wieczor., zaś 9 grudnia o 6 rano dwa wagony środkowe były już z pod mostu usunięte. W jakiś czas później, po uprzednim przeniesieniu łożysk mostowych, przesunięto jeszcze most o 100 mm w kierunku podłużnym.

Inż. S. Ujejski

**Poświęcenie Państwowej Szkoły Włókienniczej w Łodzi.** Dnia 7 czerwca 1922 r. odbędzie się uroczyste poświęcenie fabryki Państwowej Szkoły Włókienniczej w Łodzi, Pańska № 115, w obecności przedstawicieli rządu, duchowieństwa, miasta, przemysłu i społeczeństwa.

# Stowarzyszenie Techników w Warszawie.

## Terminy zebrań Kół i Wydziałów.

- 6 czerwca — *Koło b. wychowawców Wyższej Szkoły Technicznej w Moskwie*—sala III—godz. 7 wiecz.  
 6 czerwca — *Koło Inżynierów Komunikacji* — sala V — godz. 7 wiecz.  
 7 czerwca — *Koło Wawelberczyków* — sala III — godzina 7 wiecz.  
 8 czerwca — *Koło Charkowskich technologów* — sala III—godz. 8 wiecz.  
 8 czerwca — *Koło b. wych. Politechniki Warszawskiej* sala V—godz 7 wiecz.  
 9 czerwca — *Koło Górników i Hutników* — sala IV—godz. 8 wiecz.

**Posiedzenie techniczne.** W piątek dnia 9 czerwca r. b., o godz. 8 m. 5 wiecz., w wielkiej sali gmachu Stowarzyszenia Techników odbędzie się posiedzenie techniczne o następującym porządku dziennym:

- 1) Komunikaty Rady i Wydziału posiedzeń technicznych.
- 2) Wolne głosy.
- 3) Sprawy bieżące.
- 4) Odczyt prof. *Kazimierza Smoleńskiego* p.t.: „*Ropa naftowa, jako podstawa polskiego przemysłu chemicznego*“.
- 5) Dyskusja i wnioski członków.

Wstęp na posiedzenie mają członkowie Stowarzyszenia Techników i goście przez nich wprowadzeni.

## Wydział pośrednictwa pracy.

### Posady wakujące:

- 118 — Potrzebny na wyjazd młody inżynier-ceramik lub konstruktor  
 122 — Potrzebni asystenci do Politechniki Warszawskiej; inżynier-chemik i inżynier-mechanik.  
 124 — Poszukiwany technik drogowy obznajmiony z projektowaniem dróg kołowych.  
 126 — Potrzebny na wyjazd młody technik z praktyką budowlaną.  
 128 — Potrzebny mechanik-praktyk ze znajomością obsługi i remontu maszyn i kotłów parowych.

### Poszukujący pracy:

- 119 — Inż. elektromechanik, b. główny inżynier powierzchni i inżynier doradca wielkiej kopalni, 15 lat praktyki administr. i instalacyjnej ze znajomością języków.  
 121 — Inżynier techn. chemik poszukuje posady technicznego dyrektora lub chemika w cementownictwie.  
 123 — Specjalista; projektowanie, budowa i prowadzenie fabryk cegły budowlanej, dachówki, cegły ogniotrwałej, płytek posadzkowych i t. p.  
 125 — Inżynier górnik z praktyką w Anglii i Rosji, ze znajomością robót konstrukcyjnych w kopalni.  
 127 — Inżynier z 9-cioletnią praktyką w budowie samochodów i samolotów.

UWAGA. Adresy wakujących posad podaje się wyłącznie członkom Stowarzyszenia, albo kandydatom przez nich poleconym. Na korespondencję uprasza się o przesyłanie znaczków pocztowych.

### Inżynier lub technik samodzielny

posiadający znajomość techniki prądów słabych (telegrafii i telefonji), lub pragnący poświęcić się na stałe pracy w tej dziedzinie — potrzebny do instytucji rządowej. Warunki zależnie od kwalifikacji. Zgłoszenia osobiste do Wydziału Tg. Tf. Dyrekcji, ul. Miodowa 22 — II p. w godzinach biurowych, lub telefon 103-48.

235

### Patenty

na wynalazki, rejestracja marek, modeli, wzorów w Polsce i zagranicą

### Czempiński i Skrzypkowski Inżynierowie

Pełnomocnicy przy Urzędzie Patentowym Rzeczyposp. Polsk.

Warszawa, ulica Krucza Nr 43

Tel. 226-70, adr. teleg. „Prawo-Warszawa“.

129

1 mieszarka do betonu, — 1 łamacz kamieni, — 4 pochodnie acetylenowe

(do oświetlenia pomieszczeń i podwórzy), — 1 maszyna do gięcia szyn

do nabycia w firmie **Draheim Sp. z ogr. odp., Gdańsk.**

232

2500 oskardów,  
 200 kilofów,  
 100 podbijaków,  
 700 nożyc do cięcia drutu i prętów,  
 6 wiertarek do podkładów kolejowych

ustąpi tanio

**Draheim Sp. z ogr. odp., Gdańsk.**

233

800 kg materiałów wybuchowych  
 z kapiszonami i lontem

do nabycia w firmie

**Draheim Sp. z ogr. odp., Gdańsk.**

234

### Kupię kocioł

parowy używany lub nowy ok. 150 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej, na ciśnienie 3 atm.

Szczegółowe oferty „*Reklama Polska*“, Jasna 10 pod „*Kocioł*“.

228

Numer 24-ty „*Przeglądu Technicznego*”

między innymi zawierać będzie:

Zróżnicowanie energii cieplnej na Pomorzu.

Napęd elektryczny obrabiarek.

Biuro Techniczne  
**MINC i WYGANOWSKI**

Warszawa, Bracka 12, tel. 128-08.

Poleca:

Gumy techniczne, gumy powozowe, rowerowe, masywy, pneumatyki, węże ssące i tłoczące, pakunki azbestowe, grafitowane, lojowane i inne, azbest w arkuszach, nici azbestowe i włókna, ebonity, uszczelnienia, pasy i t. p.

**Tylko wysokie gatunki towarów.**

Ceny konkurencyjne.

185

Niniejszym zawiadamiamy, że nabyliśmy od  
Spółki Akcyjnej „AGROMOTOR“

Szydłowiecką Fabrykę Bryczek  
istniejącą od 1875 r. i prowadzimy ją pod firmą:

**Szydłowiecka Fabryka Bryczek**  
**Bracia Wegrzęcy i Aleksander Elter**  
w Szydłowcu.

Biuro sprzedaży: Warszawa, Wspólna Nr. 4,  
telefony: 192-40 i 410-30.

236

## Ogłoszenie przetargu.

Dyrekcja Polskich Kolei Państwowych w Gdańsku, odda w drodze publicznego przetargu wykonanie wszelkich robót, dotyczących budowy torowiska, jak również innych robót ziemnych, budowli sztucznych i związanych z nimi robót w odcinkach budowlanych I, II, III, IV linii kolejowej Czersk—Liniewo, a mianowicie: w odcinkach

- I od stacji 0.9 do stacji 126,
- II „ „ 126 do „ 216+51.7,
- III „ „ 216 + 51.7 do stacji 323 + 75,
- IV „ „ 323 + 75 „ „ 427 + 00,

względnie do końca linii, łącznie robót na istniejącej stacji Liniewo i na zaniechanych partjach, wykonanych według dawnego projektu.

Plan sytuacyjny i profil podłużny, oraz warunki i przepisy dla wykonania powyżej oznaczonych robót są do przegladnięcia w kolejowym Oddziale budowlanym w Czersku, ul. Kolejowa L. 7, codziennie w godzinach urzędowych.

Ilość robót do wykonania jest podana w wykazie cen jednostkowych.

Oferty należy wnosić osobiście lub przez pocztę do Dyrekcji Polskich Kolei Państwowych w Gdańsku na formularzu wyłącznie ku temu przeznaczonym. Oferta wraz ze wszystkimi przepisami załącznikami, ma być podpisaną i zaopatrzoną napisem znamionującym ją jako taką, opieczętowaną i opłaconą. Przedłożyć lub przesłać ją należy najpóźniej do 14-go czerwca 1922 roku.

Wadium w wysokości 1% żądanej sumy należy złożyć w kasie stacyjnej P. K. P. w Tczewie w gotówce lub w obligacjach wewnętrznej pożyczki państwowej.

Publiczna rozprawa ofertowa odbędzie się dnia 16 czerwca 1922 roku o godz. 11 w gmachu Dyrekcji P. K. P. w Gdańsku w małej sali konferencyjnej.

Formularze ofertowe i załączniki do ofert można otrzymać w Oddziale Budowl. w Czersku za okazaniem kwitu na kwotę 3000 mkp. za każdy odcinek, złożoną w kasie stacyjnej w Czersku.

Pisemne uwiadomienie o przyjęciu lub nie przyjęciu ofert nastąpi w przeciągu 14 dni po rozprawie ofertowej.

Dyrekcja Kolei Państwowych w Gdańsku.

229

## FABRYKA MASZYN, NARZĘDZI WIERTNICZYCH I ODLEWARNIA GALICYJSKIEGO KARPACKIEGO NAFTOWEGO TOW. AKCYJNEGO

(dawniej BERGHEIM & MAC GARVEY) w Gliniku Marjampolskim koło Gorlic.

PRZEDSTAWICIELSTWO w WARSZAWIE, MARSZAŁKOWSKA 151, TEL. 172-74 i 202-47.

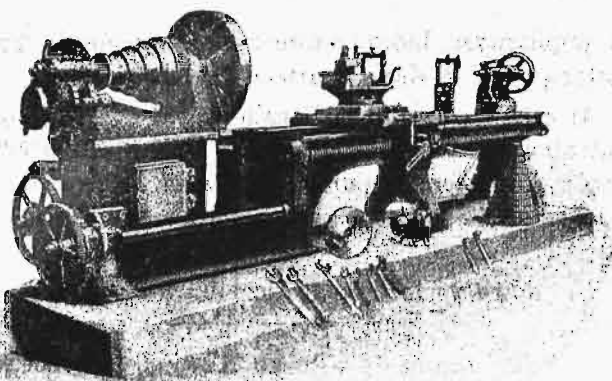
Wszelkiego rodzaju urządzenia i narzędzia dla głębokiego wiercenia, żorawie przenośne dla wierceń próbnych, maszyny wiertnicze, parowe wyciągi (hasple), żorawie pompowe, pompy systemu Worthingtona, pompy szybowe, przewoźne żorawie elektryczne i parowe.

Przystosowanie palenisk i całkowite urządzenia do płynnego paliwa.

Wszelkiego rodzaju odlewy żelazne do 4000 kg. i mosiężne. Specjalność: Żorawie polsko-kanadyjskie dla wierceń do 2000 mt. Szczegółowe oferty na każde żądanie.

51



**TOKARNIE POCIĄGOWE**

**od 1 do 3 mtr. toczenia.**  
**Do podłużnego i poprzecznego**  
**toczenia, oraz rżnięcia gwintów.**

Dla mniejszych warsztatów mechanicznych, polecamy uniwersalne

Amerykańskie tokarki jednometrowe, pędu nożnego i do transmisji.

FABRYKA MASZYN „**KRAJ**” SPÓŁKA AKCYJNA  
 dawniej ALFRED VAEDTKE.

Zarząd fabryki i biuro sprzedaży:  
 Warszawa, Chmielna 26. Telefon 241-33.

287

Z prowadzonych we własnym zarządzie Zakładów Chemicznych „Hajnowka” w Puszczy Białowieskiej dostarcza stale w ładunkach wagonowych:

**Węgiel drzewny, brzożowy**

**Smolę drzewną**

**Octan wapnia i**

**Alkohol metylowy**  
 (Spirytus drzewny)

**Sp. Akc. „Hajnowka”**

Warszawa,

Plac Napoleona 3, m. 6.

26

**ENKE<sup>o</sup>**

**rotacyjne i turbinowe**

**Pompy i Dmuchały**

pracują do 30 lat bez naprawy.

Zastosowania w:

odlewniach żelaza i stali, kopalniach węgla, koksowniach, hutach żelaznych, gazowniach, fabrykach maszyn, browarach, papierniach, gorzelniach, olejarniach, cementowniach, fabrykach przemysłu włókienniczego i chemicznego i t. p. **POMPY** budowy specjalnej do podnoszenia smoły, oleju gazowego, wody amoniakalnej, kwasów wszelkiego rodzaju i płynów gorących.

Stosowane są również,

w wykonaniu specjalnem, od lat 30-stu przeszło w Borysławiu do zasysania gazu ziemnego.

**Nadzwyczaj małe zużycie.**

**Zupełna pewność biegu.**

**KAROL ENKE**

Specjalna wytwórnia pomp i dmuchaw w **Schkeuditz** p. Lipskiem.

Przedstawiciele: Eisen- und Stahl-Aktien-Gesellschaft, Wiedeń VIII, Friedrich Schmidtplatz 5. 288

# OGŁOSZENIE PRZETARGU.

Podaje się do publicznej wiadomości, że w dniu 14-go czerwca 1922 r. o godz. 12-iej w poł. odbędzie się w lokalu Okręgowej Dyrekcji Rob. Publ. W-wa Wołyńskiego w Łucku (Jagiellońska 22) w biurze Oddz. Drogowego powtórny przetarg publiczny na odbudowę w ciągu 6 miesięcy mostu i izbic na odcinku drogi państwowej Równe-Korzec przez rz. Horyń pod Horbakowem dł. 210 m, szerok. w św. 6.60 m, wysokości 9.50 m na jarzmach nadsadzanych na stare pale.

Projekt mostu, wyszczególnienie robót oraz warunki budowy są do przeglądania w godzinach urzędowych w biurze Oddziału Drogowego O. D. R. P. W. W.

O. D. R. P. W. W. zastrzega sobie zwiększenie lub zmniejszenie poszczególnych robót o 15%, wprowadzenie zmian, oraz wykonanie robót dodatkowych.

Ubiegający się o wykonanie budowy mają do godziny punktualnie 12-iej w połud. dn. 14 czerwca 1922 roku złożyć w Biurze Oddz. Drogowego O. D. R. P. W. W. na ręce Kierownika Oddziału oferty pisemne, należycie ostampowane, które mają zawierać:

- 1) imię i nazwisko, oraz dokładny adres przedsiębiorcy, wzgl. nazwę firmy, jej adres i nazwiska dyrektorów,
- 2) oświadczenie przedsiębiorcy wzgl. firmy, że z projektem mostu, warunkami przetargu, wykazem robót i warunkami oddanej z przetargu budowy dokładnie się zapoznał, je podpisał i zobowiązuje się do ich ścisłego wypełniania,
- 3) dowód złożenia w Łuckiej Kasie Skarbowej wadium w kwocie 500.000 mk. (pięćset tysięcy) w gotówce lub papierach

pupilarnych, które po ewentualnem oddaniu budowy, pozostaną nadal w Kasie Skarbowej, jako kaucja,

4) zobowiązanie uzupełnienia kaucji do 14 dni od daty ewentualnego oddania budowy do kwoty 5,000,000 mkp. w gotówce, papierach pupilarnych wzgl. w notarialnem zabezpieczeniu na nieruchomości majątku przedsiębiorcy lub firmy,

5) dowody fachowego uzdolnienia do wykonania budowy,

6) zobowiązanie do pełnego rozwinięcia robót w ciągu 2-ech tygodni od daty pisma O. D. R. P. W. W. powierzającego wykonanie budowy,

7) podanie wyraźnie cyframi i słowami cen, po jakich zobowiązuje się wykonać poszczególne roboty, wyszczególnione w wykazie robót względnie słowami i cyframi podanie ryczałtowej kwoty, za jaką zobowiązuje się wykonać wszystkie roboty tegoż wykazu.

Okręgowa Dyrekcja Rob. Publ. W-wa Wołyń. zastrzega sobie zupełną swobodę w wyborze współubiegającego się, któremu robotę powierzy. Rozstrzygnięcie przetargu nastąpi do dni 8-u po dacie przetargu i w tym terminie wydane zostaną asygnacje nieuwzględnionym oferentom. Kopje projektu mostu, wykazów robót i warunków budowy można otrzymać w O. D. R. P. W. W. w Łucku za zwrotem kosztów.

Łuck, dnia 30 maja 1922 roku.

240

Okręgowa Dyrekcja Rob. Publ. W-wa Wołyńskiego.

# BANK BUDOWLANY

Spółka Akcyjna

## Bank Dewizowy

**Warszawa, Ś-to Krzyska 30, tel. 149-63 i 88-90,  
Kraków, ul. Św. Anny L. 9 (dom własny), tel. 124.**

1. Udziela kredytów na cele budowlane,
2. Emituje obligacje mieszkaniowe,
3. Załatwia wszelkie czynności w zakresie bankowości.