

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LII.

Warszawa, dnia 3 czerwca 1914.

№ 23.

TREŚĆ: *Kroh W.* Para nasycona i para przegrzana. — Wiadomości techniczne i przemysłowe. — Z towarzystw technicznych. — Kronika bieżąca. **Architektura.** Od Komitetu Gospodarczego. — Walka z t. zw. prowizjami w Niemczech [dok.]. — Bibliografia. — Ruch budowlany i różnorodności. **Elektrotechnika.** Kilowat jako jednostka mocy mechanicznej. — Współczesny stan techniki akumulatorów. — Bibliografia. — Drobne wiadomości.

Z 19-ma rysunkami w tekście.

Para nasycona i para przegrzana.¹⁾

Podał Władysław Kroh, inż.

Tytuł niniejszego odczytu należałoby właściwie uzupełnić w sposób następujący: „para nasycona i para przegrzana w fabrykacji do celów ogrzewania“, a to dlatego, że zając chęć uwagę czytelników sprawą, wyłącznie ogrzewania zapomocą pary.

Praca pary we wszelkiego rodzaju silnikach parowych nie będzie przedmiotem mego rozpatrywania choćby z tego względu, że zachowanie się pary, jej spożycie na jednostkę mocy przez poszczególne silniki, jak również przewaga pary przegrzanej nad parą nasyconą, są to wszystko rzeczy ogólnie znane.

O wiele więc rzeczą ciekawszą dla nas będzie rozpatrzenie warunków, w jakich następuje wymiana ciepła, zawartego w parze, w przyrządach ogrzewalnych, będą więc mówić o zachowaniu się pary nasyconej i przegrzanej, przeznaczonych do podgrzewania, odparowywania i suszenia.

Ogrzewać można w sposób dwojaki: 1) pośrednio, t. j. wpuszczając parę do wężownicy, pomiędzy dna podwójne, lub ścianki, lub też do bębna i 2) bezpośrednio, t. j. wpuszczając parę wprost do cieczy, którą podgrzać lub odparować zamierzamy.

Niezwykły rozwój budowy turbin parowych wszelkich systemów w ostatnim dziesięcioleciu wywołał też zasadnicze zmiany w zastosowaniu pary wodnej do ogrzewania w różnego rodzaju fabrykacjach. Zwłaszcza turbiny z odbiorem pary i turbiny czysto przeciwcisnieniowe odegrały tu rolę pierwszorzędną, szczególnie te ostatnie.

Olbrzymie korzyści, osiągane przez zużytkowanie pary wylotowej z turbin przeciwcisnieniowych, zmuszają ciągle i w szybkim tempie większe zakłady, zużytkujące wielkie ilości energii mechanicznej i energii cieplnej, do usuwania silników parowych i do elektryzacji tych zakładów przez ustawianie turbogeneratorów, z których otrzymany prąd porusza następnie napędy pojedyncze lub grupowe w salach fabrycznych, a otrzymana para wylotowa znajduje zastosowanie przy wszelkiego rodzaju ogrzewaniach, bądź pośrednich, bądź też bezpośrednich.

I tu wylania się nowe zagadnienie do rozwiązania o wielkim znaczeniu praktycznym: „w jakim stopniu zmiana prężności i temperatury pary wpływa na wydajność lub produkcję maszyn fabrykacyjnych, zasilanych parą?“.

Tyczy się to w pierwszym rzędzie przemysłu włókienniczego, wełnianego i bawelnianego, również jednak papierniczego, cukrownianego i t. p. Bezpośrednio wszakże pytaniem tem zainteresował się w ostatnich kilku latach wielki przemysł włókienniczy łódzki i moskiewski.

Należy zwrócić uwagę na to, że do czasu zastosowania turbin przeciwcisnieniowych kotłownie wielkich zakładów przemysłowych w oddziałach farbiarni, drukarni, apretur i bielniczków, zużytkujących ogromne ilości pary do ogrzewania, przeważnie zmuszone były wytwarzać parę dwojakiego rodzaju:

a) parę o ciśnieniu wysokim (9 atm. i wyżej) do głównych silników parowych,

b) parę o niższym ciśnieniu (około 6 atm.) do ogrzewania.

Dlaczego para w wypadku b) miała ciśnienie tak znaczne, daje się łatwo wytłomaczyć nie tylko potrzebą zwiększenia wytwórczości (i to w znacznie większym stopniu, niżby z samej różnicy temperatur przy danych prężnościach wypadło, co później dowiodę), lecz również i możliwością uruchomienia małych silników parowych, służących do napędów wszelkiego rodzaju pojedynczych maszyn fabrykacyjnych.

Wiadomo bowiem, że znaczna liczba maszyn drukarskich apreturowych wymaga rozmaitej prędkości biegu w dość szerokich granicach, i to przy szybkiej zmianie jednej prędkości na drugą, czego przy transmisji nawet przy zastosowaniu kół stopniowych całkowicie osiągnąć nie można.

A więc, dotychczas ogrzewano parą o stosunkowo wysokiej prężności i nasyconą. Nasyconą, ponieważ przegrzewacze pary stosowano prawie wyłącznie przed silnikami parowymi i to nie zawsze.

Po wprowadzeniu turbin z odbiorem pary do ogrzewania, warunki zmieniły się zasadniczo.

Przedewszystkiem ujawniła się dążność do możliwego obniżenia prężności pary wylotowej, z drugiej strony do możliwego podwyższenia prężności pary żywej, gdyż różnica tych dwu prężności stanowi o sprawności turbiny.

A więc nadaje się parze wylotowej ciśnienie 1—4 atm. najwyżej, gdy dla pary żywej ciśnienie 15 atm. stanowi normę, ostatnio zaś spotykamy coraz częściej ciśnienie 18—20 atm.

Zastosowanie pary wylotowej turbin wywołuje jednak nie tylko obniżenie jej ciśnienia, lecz także niezwykle bardzo podwyższenie temperatury pary. Gdy dziś jeszcze bardzo dużo silników parowych pracuje parą nasyconą, to dla turbin zastosowanie pary przegrzanej stało się koniecznością nie tylko ze względu na mniejsze spożycie pary na jednostkę mocy, lecz i ze względu na bezpieczeństwo.

Para nasycona mogłaby łatwiej wprowadzać do turbiny większe ilości wody, zwłaszcza wobec stosowanych obecnie przy odpływie do turbin znacznych prędkości pary, wynoszących 50 i więcej m/sek. Woda zaś, jak wiadomo, jest największym wrogiem turbiny; już bowiem bardzo nieznaczne jej ilości wywołują silne drgania i zmuszają do natychmiastowego zatrzymania turbiny, a więc chwilowego postoju, tak przykrego w większych instalacjach. Znaczniejsze zaś ilości wody wywołują łamanie się łopatek, co uzyskało w niemieckim świecie technicznym popularną nazwę „sałaty łopatkowej“ (Schaufelsalat).

Przegrzanie pary doprowadza się obecnie do temperatury 300—400° C., średnio przyjąć można 350° C. W tych warunkach para wylotowa przy prężności 3—4 atm. rob. posiada temperaturę ok. 280° C. przy wyjściu z turbiny, czyli na salach fabrycznych przy wlotach do maszyn 250—280° C.

Obecnie więc używamy do wszelkiego rodzaju ogrzewań pary wylotowej o ciśnieniu przeważnie niższym, niż dawniej, lecz za to o temperaturze znacznie wyższej.

I tu w tej chwili narzuca się pytanie: czy para przegrzana w tych warunkach dorównywa w swem działaniu parze nasyconej, czy też nie?

¹⁾ Odczyt wygłoszony w Stowarzyszeniu Techników w Łodzi w r. 1913.

Rozstrzygnięcie pytania tego ma olbrzymie znaczenie dla naszego przemysłu i musi je sobie zadać każdy technik, mający z tą sprawą do czynienia.

Pomijam tu trudności natury czysto technicznej, jak również i finansowej przy przejściu instalacji z pary nasyconej na parę przegrzaną, jak np. konieczność wymiany rur parowych miedzianych na żelazne i to we wszystkich oddziałach, wymianę zaworów zwyczajnych na specjalne dla pary przegrzanej, a conajmniej przeróbką grzybków i gniazd, gdyż nie znośią one tak wysokiej temperatury; chcę mówić tylko o samej sprawności pracy przy parze przegrzanej.

W Bielniku Scheiblera po wprowadzeniu omówionych wyżej zmian skarżono się ogólnie na zmniejszenie wytwórczości. To właśnie było bodźcem dla mnie do głębszego zastanowienia się nad tą tak ważną sprawą. Pozornie bowiem, z powodu tak wysokich temperatur, wszystko przemawiało raczej za zwiększeniem się wytwórczości.

Rozwiązanie tego zagadnienia mogło nastąpić tylko przez przeprowadzenie dokładne i sumienne całego szeregu doświadczeń nad parą jednego i drugiego gatunku.

Przedstawienie wyników tej wdzięcznej, aczkolwiek uciążliwej w naszych warunkach pracy, jest celem niniejszego odczytu.

Aczkolwiek tu i owdzie były czynione dokładne próby określenia wartości pary przegrzanej do celów ogrzewniczych, to jednak niezgodność zdań, jak również brak bliższych szczegółów co do warunków w jakich doświadczenia te wykonano, zmuszają do krytycznego przyjmowania ich wyników.

Zanim jednak przejdę do przebiegu i wyników doświadczeń, pozwolę sobie przytoczyć zasadnicze wzory i własności fizyczne obydwu rodzajów pary wodnej, jak również niektóre ciekawsze spostrzeżenia z dziedziny ogrzewnictwa parowego.

Pierwsze badania nad wzajemną zależnością prężności od temperatury i odwrotnie pary nasyconej pochodzą od Regnaulta.

Regnault obliczył i zestawił tablice ciepła całkowitego pary nasyconej według ułożonego przez siebie wzoru:

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

gdzie t — temperatura, odpowiadająca prężności pary nasyconej.

Według jednak najnowszych badań, wzór ten niezupełnie ma być zgodny z rzeczywistością, tak np. prof. dr. Mollier z Drezna ułożył tablice dla pary nasyconej na zasadzie badań dokonanych przez Callendara i podaje dla objętości i całkowitego ciepła pary nasyconej ułożone przez siebie wzory:

$$v - 0,001 = 47 \frac{T}{P} - v \quad || \quad v = 0,075 \left(\frac{273}{T} \right)^{\frac{10}{3}}$$

$$\lambda = 594,7 + 0,477 t - I \cdot p \quad || \quad I = \frac{10\,000}{427} \left(\frac{13}{3} v - 0,001 \right),$$

gdzie

- v — objętość 1 kg pary nasyconej w m^3 ,
- P — ciśnienie bezwzględne w kg/cm^2
- p — ciśnienie rzeczy w. (według manometru) kg/cm^2 (atm.),
- t — temperatura,
- P — „ „ bezwzględna ($t + 273$),
- λ — całkowite ciepło pary nasyconej.

Na zasadzie więc prób Callendara przy pomocy wzorów zasadniczych, które przytoczyłem powyżej, ułożył Mollier swoje udoskonalone tablice dla pary nasyconej.

Jeżeli wyobrazimy sobie w naczyniu zamkniętym parę nasyconą o bezwzględnej prężności 1,4 atm., której ciepłik całkowity według tablic Molliera wynosi . . . 643 cpl. i przez dalsze podgrzewanie dodamy każdemu

kg pary 26,7 „

to całkowite ciepło pary nasyconej wyniesie . . . 669,8 cpl., co odpowiada 14 atm. ciśnienia bezwzględnego. Z tego prostego przykładu widać, że przez powiększenie ciepła pary nasyconej o 4,13% zwiększyliśmy ciśnienie 10-krotnie.

Stąd wynika, iż ze względów oszczędnościowych jest rzeczą racjonalną wytwarzać parę tanim kosztem o wysokim ciśnieniu i w ten sposób otrzymywać wielkie ilości pracy mechanicznej w małych silnikach parowych. To racjonalne wyzyskanie energii pary ma swoją granicę naturalną,

zależną od wysokości ciśnienia, jakie w danej chwili może być stosowane.

Otóż dalsze racjonalne wyzyskanie energii pary w silnikach parowych daje się skutecznie tylko przez przegrzewanie pary. Schröter, Gutermuth i inni na zasadzie przeprowadzonych badań twierdzą zgodnie, że każde 100° przegrzania powiększają sprawność kotłów o 25%, oszczędność na węglu o 25% i oszczędność na wodzie zasilającej o 33%.

Należy jednak jeszcze raz wyraźnie zaznaczyć, że są to liczby, dotyczące pracy pary w silnikach parowych i nie mające nic wspólnego z ogrzewaniem zapomocą pary.

Do obliczenia ciepła całkowitego pary przegrzanej posługiwano się dotychczas wzorem Regnaulta

$$W = 606,5 + 0,305 t + c_p (t_1 - t),$$

gdzie

- t — temperatura pary nasyconej,
- t_1 — „ „ pary przegrzanej,
- c_p — ciepło właściwe pary przegrzanej = 0,48.

Wyrażenie $c_p (t_1 - t)$ przedstawia ciepło przegrzania.

Rys. 1 przedstawia wykresy ciepła całkowitego pary nasyconej i pary przegrzanej w rozmaitych stadiach przegrzania.

Wykresy te uwidoczniają pojedyncze wartości z jakich składa się ciepło całkowite każdego z dwóch gatunków pary wodnej, a mianowicie ciepło pary nasyconej składa się z ciepła cieczy q i ciepła parowania r . Ciepło parowania składa się z dwu wielkości:

$$r = \rho + A p u,$$

gdzie ρ — wewnętrzne ciepło parowania, t. j. ilość ciepła, niezbędna do wywołania zmiany stanu ciekłego na stan gazowy, a więc do przewyciężenia wewnętrznych sił międzycząsteczkowych,

$A p u$ — zewnętrzny ciepłik parowania, t. j. ilość ciepła, niezbędna do przewyciężenia zewnętrznego ciśnienia w przestrzeni, w której się parowanie odbywa, przyczem

A — równoważnik ciepłny jednostki pracy mechanicznej = $\frac{1}{428}$.

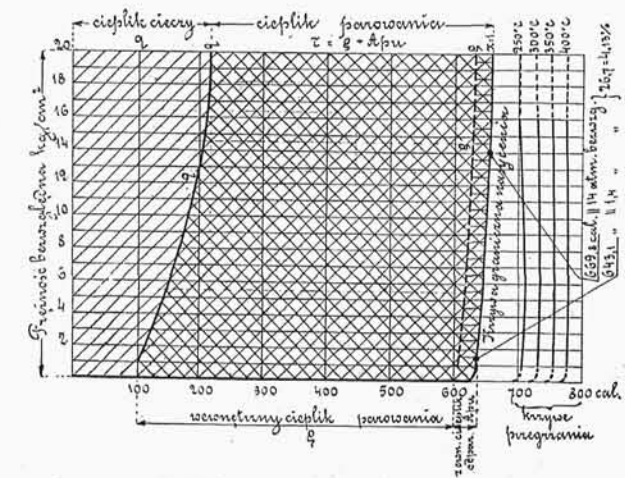
p — ciśnienie bezwzględne w kg/cm^2 ,

$u = -v - w$ — różnica objętości w m^3 1 kg pary i wody przy danym ciśnieniu.

Całkowite zatem ciepło pary jest

$$\lambda = q + r = q + \rho + A p u \quad || \quad r = \rho + A p u,$$

Ciepło zaś przegrzania $c_p (t_1 - t)$.



Rys. 1. Ciepło całkowite pary wodnej = $\lambda = q + r$.

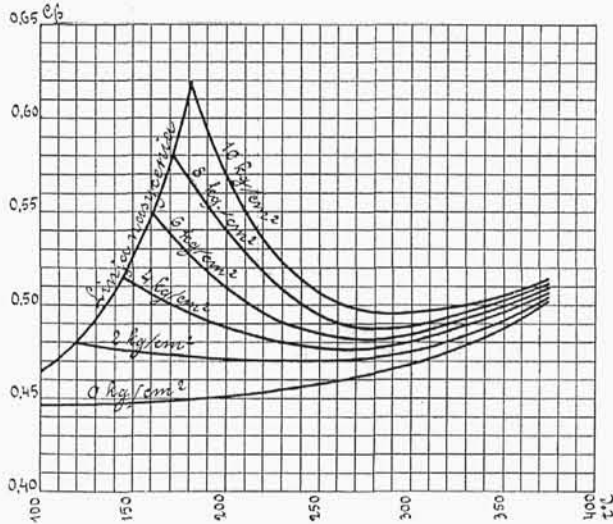
Z wykresu widzimy, że największą część całkowitego ciepła pary pochłania wewnętrzne ciepło parowania, następnie ciepło cieczy, w końcu dopiero bardzo niewiele ciepłostek wymaga zewnętrznego ciepła parowania. Dalej widzimy, że całkowite ciepło pary nasyconej wzrasta bardzo nieznacznie tylko przy jednoczesnym gwałtownym wzroście ciśnienia. Wreszcie widzimy, że ciepło całkowite pary przegrzanej przy pewnej stałej temperaturze przegrzania t , nie zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia, lecz przeciwnie, zmniejsza

się. Pozorna ta sprzeczność daje się łatwo wytłumaczyć tem, że we wzorze na ciepło przegrzane

$$c_p (t_1 - t),$$

drugi czynnik $t_1 - t$ w miarę wzrostu ciśnienia spada szybko, aniżeli c_p się podnosi, jak to łatwo się przekonać z wykresu i tablicy dla c_p , które później zobaczymy.

Wracając do pierwotnego wzoru Regnaulta, przyjętego przez: 1) Stowarzyszenie niemieckich fabrykantów budowy maszyn, 2) Stowarzyszenie niemieckich inżynierów i 3) Międzynarodowy Związek Stowarzyszeń dla dozoru nad kotłami parowymi, należy zaznaczyć, że na zasadzie nader starannych badań Dietericiego w Hanowerze, Lorenza w Getyndze, Lindego w Monachium, Molliera w Dreźnie ustalono, że c_p = ciepło właściwe pary jest wielkością zmienną w zależności od temperatury i ciśnienia pary. Zależność tę wykazują wykresy na rys. 2, jak również tabl. I. Rys. 2 wykazuje wyraźnie, że ciepło właściwe pary przegrzanej waha się w dużych granicach od 0,462 do 0,664.



Rys. 2. Ciepło właściwe pary wodnej.

Tabl. I. Ciepło właściwe pary wodnej przy przegrzaniu od t^0 do t_1^0 .

$p =$ $t =$	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	99	120	143	158	169	179	187	194	200	206	211
$t_1 = 100$	0,463	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	0,462	0,478	0,515	—	—	—	—	—	—	—	—
200	0,462	0,475	0,502	0,530	0,560	0,597	0,635	0,677	[0,751]	—	—
250	0,463	0,474	0,495	0,514	0,532	0,552	0,570	0,588	0,609	0,635	0,664
300	0,464	0,475	0,492	0,505	0,517	0,530	0,541	0,550	0,561	0,572	0,585
350	0,468	0,477	0,492	0,503	0,512	0,522	0,529	0,536	0,543	0,550	0,557
400	0,473	0,481	0,494	0,504	0,512	0,520	0,526	0,531	0,537	0,542	0,547

Wykres 2 i tabl. I ułożone zostały na podstawie badań, dokonanych w laboratorium fizyki technicznej przy politechnice monachijskiej przez Lindego, Knoblauch'a i Jacoba.

Wykres ten uwidocznia:

- 1) wzrost ciepła właściwego wraz z ciśnieniem,
- 2) początkowe zmniejszanie się ciepła właściwego w zależności od wzrostu temperatury aż do pewnego minimum, następnie stopniowy wzrost tegoż ciepła,
- 3) ciepło właściwe pary nawet przy 0 atm. nie jest wielkością stałą, lecz zmienia się w zależności od temperatury.

4) linia nasycenia wznosi się gwałtownie w miarę wzrostu ciśnienia, rozumie się, niezależnie od temperatury.

Uważałem za stosowne zastanowić się obszerniej nad temi własnościami pary wodnej z tego względu, że są one stosunkowo bardzo niedawno gruntownie zbadane, a następnie, że pozwalają one wnioskować także o zmienności innej cechy pary wodnej, dotychczas tak dobrze, jak zupełnie jeszcze niezbadanej; jest nią mianowicie sprawa przewodnictwa ciepła pary przedewszystkiem przegrzanej. Sprawą tą zajmował się poważniej inż. W. Nusselt, próby przeprowadzali Lees i F. Weber, z których Lees znalazł dość silne zmniejszanie przewodnictwa ciepła pary przegrzanej wraz ze spadkiem temperatury, zaś F. Weber odwrotnie prawie takż silny wzrost przewodnictwa ciepła wraz ze spadkiem

temperatury. Słusznie więc zaznacza Nusselt w swem bardzo starannie opracowanem studyum nad wymianą ciepła w przewodach wielką niepewność co do przewodnictwa ciepła gazów. Zdaje się jednak, że i wzór Nusselta dla współczynnika przewodnictwa ciepła $\lambda = 0,0192 (1 + 0,0434 t)$ nie może być uważany za słuszny, gdyż nie uwzględnia on gęstości, zależnej nie tylko od temperatury, lecz i od ciśnienia. Przeprowadzone przeze mnie badania nad wymianą ciepła pary nasyconej i przegrzanej w naczyniach ogrzewniczych dały wyniki, które każą wnioskować o zmienności przewodnictwa pary w zależności od stopnia przegrzania, jak również od ciśnienia, tak jak to już widzieliśmy przy ciepłe właściwem pary. Stąd mimowoli wniosek o możliwej wspólności tych dwu cech, a może nawet ściślejszej zależności.

Miejmy nadzieję, że w najkrótszym czasie specjaliści-badacze wyświecą tę sprawę.

Wspomnieć jeszcze należy o ważniejszych i najnowszych obserwacjach z dziedziny ogrzewania zapomocą pary. Uważam jednak za konieczne dla uniknięcia nieporozumień przytoczyć ściśle określenie stosowanych najczęściej współczynników przy wymianie ciepła.

k — współczynnik przejścia ciepła (= Wärme-Transmissionskoeffizient = Wärme-Durchgangskoeffizient), t. j. ilość ciepłostek, przechodząca z jednego ośrodka do drugiego przez ściankę metalową lub przegrodę, na godzinę i na metr kwadratowy przy 1^0 C. różnicy temperatur tych ośrodków.

k oznacza jednak niekiedy ilość ciepłostek, przechodząca w ciągu 1 godz. przez $1 m^2$ powierzchni zetknięcia się 2-ech różnych ośrodków przy 1^0 C. różnicy temperatur (Wärme-Übergangskoeffizient).

Otóż w następstwie będę mówił o współczynniku k wyłącznie w znaczeniu pierwszym.

λ — współczynnik przewodnictwa ciepła (Wärme-Leitungskoeffizient), liczba ciepłostek, przechodząca w ciągu 1 godz. przez blok o przekroju $1 m^2$ i długości $1 m$ przy 1^0 C. różnicy temperatur na początku i końcu tegoż bloku.

Wymiana ciepła między parą a cieczą przez ściankę metalową jest tem energiczniejsza, im żywsza jest cyrkulacya cieczy w zetknięciu z powierzchnią ogrzewalną. Nie jest ona, co prawda, wprost proporcjonalna do prędkości, z jaką się ciecz porusza, lecz nieco mniejsza.

Z obserwacji Joulea i Sera można wywnioskować, że wzrost wymiany ciepła jest proporcjonalny do

$$\sqrt[3]{v} \text{ z prędkości cieczy} = \sqrt[3]{v_f}$$

Mollier wyprowadził z badań Sera wzór:

$k = 3300 \sqrt[3]{v_f}$ dla wody niewrzącej i rur poziomych i z badań Joulea

$k = 1750 \sqrt[3]{v_f}$ dla wody niewrzącej i rur pionowych.

Z tych dwóch wzorów widzimy, że przy rurach poziomych możemy nagrzewać blisko dwa razy silniej, niż przy rurach pionowych w tychże warunkach. Powód tego zjawiska wytłumaczę później.

Hausbrand podaje na podstawie badań Jelineka

$k = \frac{1900}{\sqrt{d \cdot l}}$ dla wody wrzącej, gdzie d = średn. w m , l = dług. w calach.

Prędkość pary wywiera także wielki wpływ na wymianę ciepła. Wymiana ta jest najżywsza tam, gdzie para wchodzi gwałtownie, i najslabsza, skąd para wolniej, częściowo jako woda, wychodzi.

Średnia sprawność jednostki powierzchni ogrzewalnej zmniejsza się więc wraz ze wzrostem samej powierzchni w stosunku do pierwiastków kwadratowych z powierzchni:

$$W = K \cdot \sqrt{H}$$

W — ilość ciepła, przechodzącego przez powierzchnię H w jednostkę czasu.

K — ilość ciepła, przechodzącego w ciągu godziny przez $1 m^2$ p. o. przy 1^0 C. różnicy temperatur.

Wpływ grubości ścianki metalowej zależny jest od rodzaju materiału, od jego przewodnictwa. Jeżeli przyjmujemy, że liczba ciepłostek, przechodząca przez ściankę $1 mm$ grubości dla różnych metali równa się 100, to przy $10 mm$ grubości liczba ta zredukuje się:

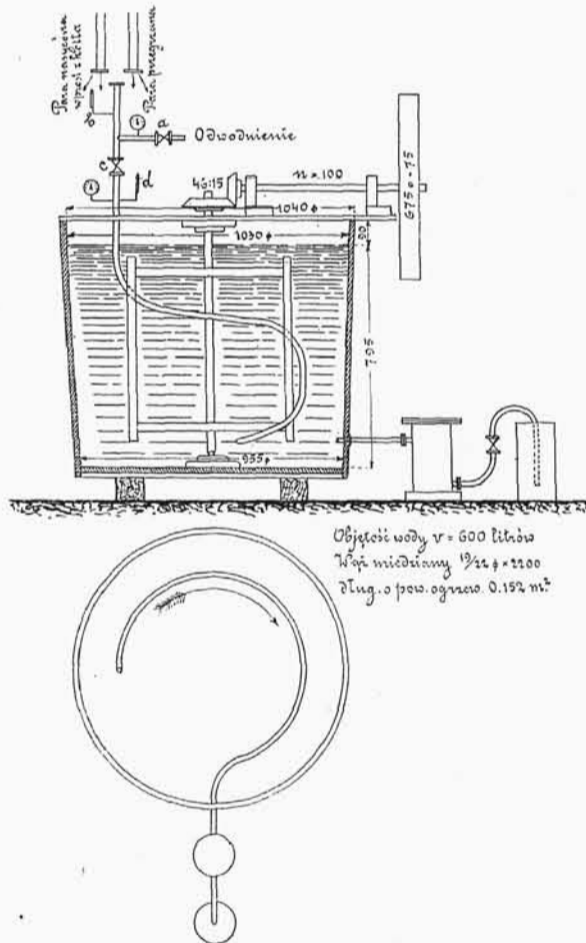
dla miedzi do 92	$\lambda = 330$
„ żelaza „ 61,5	53
„ ołowiu „ 49	28,44

We wszystkich przypadkach pracy pary, czy to nasyconej, czy też przegrzanej, należy zawsze mieć na uwadze, że czystej pary właściwie nigdy nie mamy, lecz zawsze mieszaninę pary z powietrzem. Jest to o tyle ważne, że powietrze, przylegając do ścianek powierzchni ogrzewalnej, zmniejsza jej wydajność i prowadzić może przy badaniach do błędów. Należy zawsze posługiwać się termometrem i manometrem, gdyż temperatura pary nasyconej w tych warunkach będzie zawsze niższa od temperatury odpowiadającej danej prężności.

Wyjaśnienie tego zjawiska daje nam prawo Daltona, które orzeka, że prężność mieszaniny gazów równa się sumie prężności pojedynczych gazów, a więc temperatura pary nasyconej będzie odpowiadała tylko prężności samej pary, a nie sumie prężności pary i powietrza, którą to właśnie sumę wykazuje manometr.

Po przytoczeniu powyższego, przejdę do samych prób.

Przyrząd, zastosowany przeze mnie w celu zbadania sprawności pary nasyconej i przegrzanej, składał się z kadzi drewnianej, napełnianej stale do jednej wysokości wodą o temperaturze poniżej 30° C. Objętość wody wyniosła ≈ 600 litrów. W kadzi znajdowała się węzownica miedziana o długości czynnej 2200 mm, średnicy $1\frac{1}{2}$ mm, i pow. ogrz. $\approx 0,152$ m² (rys. 3).



Rys. 3.

W celu ujednostajnienia temperatury wody we wszystkich przypadkach w kadzi umieszczone zostało mieszadło, obracane przez stożkowe koła zębate, przyczem wał poziomy robił stale 100 obrotów na minutę.

Próby prowadzono w kotłowni elektrowni Bielnika Scheiblera przy możliwie stałej temperaturze zewnętrznej otoczenia; dokonano ich ogółem 47, w tem 19 przygotowanych i 28 obowiązujących w czasie od 20 maja do 3 czerwca r. z.

Dla odprowadzenia i pomiaru skroplin, zastosowano specjalny przyrząd z wodowskazem (jak Eberle w Monachium), a nie zwykły automat (samodział), wyrzucający okresowo wraz z wodą znaczne ilości pary.

Do kadzi doprowadzone były dwa przewody: jeden do pary nasyconej, drugi do pary przegrzanej, jednakowej średnicy, jednakowej długości, obydwie starannie izolowane; izolowane było również wyjście pary z węza i sam przyrząd odwadniający.

Przed rozpoczęciem próby otwierano zawór odwadniająca *a* (rys. 3) tak długo, dopóki termometr *b* nie wykazał stanu równowagi. Wtedy otwierano zawór wpustowy *c* do węza i czekano na osiągnięcie stanu równowagi w samym węzu, po uprzednim zamknięciu zaworu *a*. Osiągnięty stan równowagi w węzownicy wykazywał termometr *d*. Gdy w ten sposób temperatura wody podniosła się do 30° C., rozpoczynano właściwą próbę. Wszystkie próby mierzone były na czas przez podgrzewanie wody stale od 30 do 80° C.

Prób tych nie należy traktować, jako próby laboratoryjne, od których wymagany bezwzględnej ścisłości. W danym wypadku ta ścisłość nie jest wcale potrzebna, chodzi tylko o to, aby te niewielkie błędy obserwacyjne, wynikające na skutek promieniowania powierzchni podgrzewanej wody i ścianek naczyń, odparowania i t. p. były w obydwóch wypadkach, t. j. przy parze nasyconej, jak i przy parze przegrzanej, możliwie jednakowe. Otóż ten warunek był zachowany, a mianowicie:

- a) temperatura otaczającego powietrza była stale jednakowa;
- b) temperatura wody była zawsze zachowana w tych samych granicach 30—80° C.;
- c) czas trwania prób z parą nasyconą i parą przegrzaną przy jednakowych prężnościach był prawie ten sam we wszystkich wypadkach;
- d) odparowywanie wody przy 80° C. w odkrytym naczyniu przy krótkotrwałych okresach czasu jest tak nieznaczne, że praktycznie nie wchodzi w rachubę.

- I-y szereg prób wykonany był z parą przegrzaną przy ciśnieniu od 1 do 6 atm.
- II-gi szereg prób—z parą nasyconą w tychże warunkach w celu porównania sprawności.
- III-ci szereg prób—z parą przegrzaną przy pewnym ciśnieniu stałym, lecz o temperaturach różnych.
- IV-y szereg prób—z parą przegrzaną dla sprawdzenia dokładności przeprowadzonych prób.
- V-y szereg prób—z parą przegrzaną, wpuszczaną wprost do wody.
- VI-y szereg prób—z parą nasyconą, wpuszczaną wprost do wody.

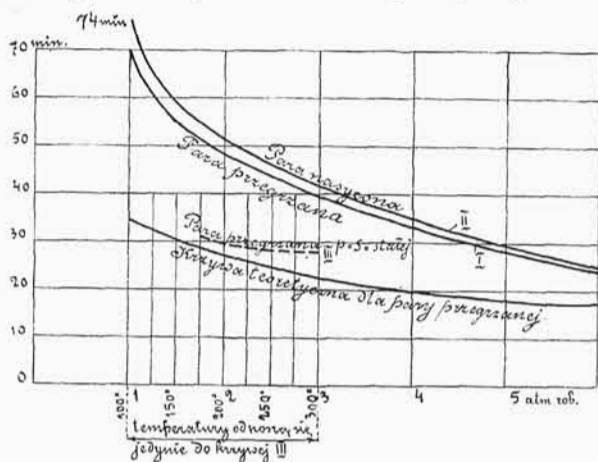
Tablica II wykazuje wyniki liczbowe wszystkich powyżej wymienionych prób.

Tabl. II. Zestawienie wyników prób z parą nasyconą i przegrzaną na ogrzewanie. Ogrzewanie pośrednie.

Nr próby	Rodzaj pary	Atm. rob.	Temp.	Czas trwania próby g.—m.—sek.	Zużytkowanie pary w kg
1	przegrz.	1	280°	1—10—0	56,5
2	„	2	280°	0—49—20	54,0
7	„	3	285°	0—39—45	—
9	„	4	300°	0—34—0	53,8
11	„	5	280°	0—29—30	53,2
5	„	6	285°	0—25—0	48,25
22	nasycona	1	—	1—14—	—
21	„	2	—	0—51—30	—
19	„	3	—	0—41—15	—
18	„	4	—	0—34—5	—
17	„	5	—	0—30—0	—
20	„	6	—	0—25—55	—
12	przegrz.	5	175°	0—30—15	57,5
13	„	5	200°	0—30—0	57,0
14	„	5	225°	0—29—15	—
15	„	5	250°	0—29—35	54,0
16	„	5	275°	0—29—0	51,3
10	„	5	315°	0—29—0	—
8	przegrz.	3	285°	0—40—20	—
6	„	6	290°	0—25—30	47,75
—	„	5	285°	0—25—0	54,0

Krzywe, przedstawione na rys. 4, oznaczone są numerami odpowiednich szeregów prób.

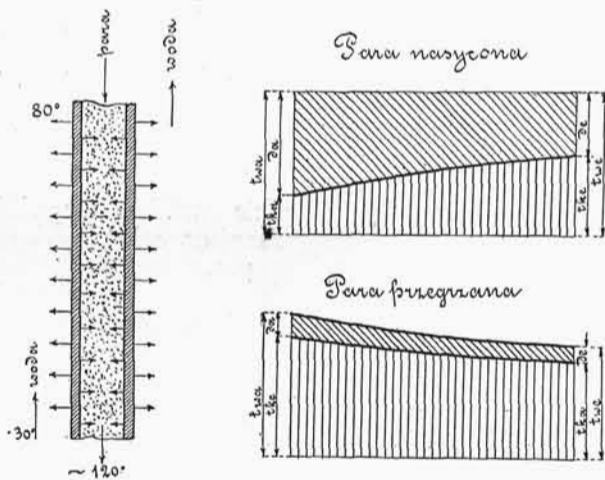
Porównanie dwóch pierwszych szeregów prób I i II, przedstawionych na rys. 4, wykazuje, jak małą przewagę posiada w jednakowych warunkach para przegrzana.



Rys. 4. Wykres porównawczy dla pary nasyconej i przegrzanej.

Krzywe odpowiednie prawie się zbiegają, zwłaszcza przy wyższych ciśnieniach. Tak np. dla dokonania tej samej pracy, t. j. podgrzania danej ilości wody od 30°—80° C. para nasycona wymagała przy ciśnieniu rzecz. 1 atm. 74 min., para przegrzana 70 min., różnica wynosiła 4 min.; przy 6 atm. rob. para nasycona 25 min. 55 sek., para przegrzana w tych samych warunkach 25 min., różnica wynosiła 55 sek., chociaż temperatura pary przegrzanej posiadała 280—285° C., gdy para nasyconej tylko 120°, względnie 164° C. Różnica temperatur wynosi więc 160°, względnie 121° C. Przyczyną tego zjawiska może być tylko złe przewodnictwo ciepła pary przegrzanej.

Wyobraźmy sobie rurę, przedstawioną na rys. 5, wypełnioną wewnątrz parą i otoczoną zewnątrz cieczą podgrzewaną. Niech w przypadku pierwszym para nasycona podgrzewa wodę: cząsteczki pary, znajdujące się najbliższej ścianki, przy najmniejszym ostudzeniu, muszą się natychmiast skroplić, ustępując miejsca nowym cząsteczkom pary o temperaturze, odpowiadającej ściśle ciśnieniu. W ten sposób na wewnętrznej powierzchni ścianki mamy stałą, ściśle określoną temperaturę.



Rys. 5. Para nasycona 1 atm. rob. 120°. Para przegrzana 1 atm. rob. 280°.

Zupełnie inaczej zachowuje się para przegrzana. Cząsteczki jej muszą się przez pewien czas studzić i mogą się skroplić dopiero po dościsaniu do temperatury nasyconia. W ten sposób możemy mieć parę w rurze o bardzo wysokiej temperaturze przegrzania, gdy cząsteczki, przylegające do ścianki, mogą być nie wiele gorętsze od temperatury nasyconia.

Intensywność wymiany ciepła przez ściankę metalową jest wprost zależna od średniej różnicy temperatur ośrodków ogrzewającego i ogrzewanego. Tem się tłumaczy tak nieznaczna przewaga pary przegrzanej dość nawet wybitnie, jak to jeszcze później z III-go szeregu prób zobaczymy.

Gdyby para przegrzana miała współczynnik przewodnictwa ciepła wysoko wartościowy, wtedy następowałaby energiczna wymiana ciepła międzycząsteczkowa i tempera-

tura pary przegrzanej byłaby w całym przekroju rury prawie jednakowa, średnia różnica temperatur wody i pary podniosłaby się znacznie, a tem samem zwiększyłaby się sprawność pracy, t. j. para przegrzana dawałaby to, czego się można było po niej spodziewać.

Gdyby współczynnik przewodnictwa pary przegrzanej był doskonały, to znaczy, że wszelkie straty ciepła, uchodzącego przez ścianki, wyrównałyby się w każdej chwili, wówczas temperatura ścianki wewnętrznej zrównałaby się z temperaturą pary przegrzanej i otrzymalibyśmy krzywą czasu teoretyczną, przedstawioną na rys. 4.

Pojedyncze punkty tej krzywej teoretycznej znaleźć można w sposób następujący:

Przy ciśnieniu pary rzeczywistym = 1 atm.

a) Para nasycona:

temperatura pary wchodzącej $t_{wa} = 120^\circ \text{C.}$ ($t_{wa} = t_{wa} = t_w$)
 " " wychodzącej $t_{we} = 120^\circ \text{C.}$ (dla bardzo krótkiego przewodu).

" wody przed nagr. $t_{ka} = 30^\circ \text{C.}$

" po nagraniu $t_{ke} = 80^\circ \text{C.}$

Średnia różnica temperatur (rys. 5):

$$\vartheta_m = \frac{t_{ke} - t_{ka}}{\ln \frac{t_w - t_{ka}}{t_w - t_{ke}}} = \frac{80 - 30}{\ln \frac{120 - 30}{120 - 80}} = 62^\circ \text{C.}$$

Średnia arytmetyczna wyniosłaby:

$$120 - \left(\frac{80 - 30}{2} + 30 \right) = 65^\circ \text{C.}; \text{ różnica więc } = 65 - 62 = 3^\circ \text{C.}$$

b) Para przegrzana:

temperatura pary początkowa $t_{wa} = 280^\circ \text{C.}$

" " końcowa $t_{we} = 120^\circ \text{C.}$

temperatury wody t_{ka} i t_{ke} jak wyżej.

Średnia różnica temperatur:

$$\vartheta_m = \frac{(t_{wa} - t_{ke}) - (t_{we} - t_{ka})}{\ln \frac{t_{wa} - t_{ke}}{t_{we} - t_{ka}}} = \frac{(280 - 80) - (120 - 30)}{\ln \frac{280 - 80}{120 - 30}} = 138.$$

Czas niezbędny do nagrzania wody od 30 do 80° C. za pomocą pary nasyconej, jak wykazała próba (por. rys. 4), wynosi 74 min. przy ciśnieniu rzecz. 1 atm. i średniej różnicy temperatur 62° C. Ponieważ zaś czasy są odwrotnie proporcjonalne do średnich różnic temperatur, otrzymamy dla pary przegrzanej:

$$74 \times \frac{62}{138} = 33,3 \text{ min.}$$

Obliczając w ten sposób resztę punktów dla następnych ciśnień rzecz. 2, 3, 4 atm. i t. d., otrzymamy wyznaczoną na rys. 4 krzywą teoretyczną.

Wykresy na rys. 4 wykazują, że przy współczynniku przewodnictwa ciepła doskonałym, sprawność pracy pary przegrzanej byłaby poniżej ciśnienia 1½ atm. przeszło dwa razy większa, niż pracy pary nasyconej, a przy ciśnieniu powyżej 1½ atm. rob. około dwa razy większa, niż pary nasyconej.

Potwierdzenie wywodów powyższych co do złego przewodnictwa ciepła pary przegrzanej znalazłem między innymi w zeszlrocznym wydawnictwie Hausbranda, którego też zdanie pozwolę sobie tu dosłownie w przekładzie przytoczyć:

„Para przegrzana jest prawie tak złym przewodnikiem ciepła, jak gazy. Doświadczenie poucza, że w parze przegrzanej może znajdować się woda, a nawet w pewnych warunkach można parę przegrzaną przepuścić przez wodę bez zupełnego jej nasyconia. Jako środek ogrzewalny para przegrzana tylko w rzadkich wypadkach da się z korzyścią zastosować“.

Na innym miejscu Hausbrand powiada: „Jest to jeszcze znak zapytania, która z tych par, przegrzana, czy nasycona, przepuszcza więcej ciepła przez ścianę metalową w zupełnie jednakowych warunkach. Zdaje się, że para przegrzana“.

Już z tego jednego choćby zdania widać, że dotychczas brakowało zupełnie danych w tym kierunku.

Zdaje mi się, że próby moje rozstrzygają to pytanie zasadniczo w znaczeniu potwierdzającym przypuszczenie Hausbranda i wielu innych.

Zrobiono również spostrzeżenie, że przy parze nasyco-

nej wymiana ciepła przez ściankę metalową, aczkolwiek jest żywsza wraz ze wzrostem ciśnienia, jednak w stosunku znacznie większym, niżby to wypadło ze wzrostu temperatur przy rozmaitych ciśnieniach.

Tabl. III. *Wpływ zwiększonego ciśnienia pary nasyconej na wymianę ciepła.*

Ciśnienie rzecz.	Temper. pary	Średn. różnica <i>dm</i>	Teoret. wzrost ciepła wymien. w %	Rzecz. wzrost ciepła na zasadzie prób w %	Wzrost ciężaru pary w %
1	120	62	21,0	30,4	46,0
2	133	75	17,4	20,0	30,0
3	143	88	9,1	17,8	23,6
4	151	96	7,3	11,8	18,3
5	158	103	5,8	13,4	—
6	164	109			

Temperatura wody od 30° — 80°.

W celu zbadania tej sprawy, przeliczyłem średnie różnice temperatur dla poszczególnych ciśnień od 1—6 atm., a stąd już i teoretyczny wzrost procentowy ciepła wymiennego. Wyniki umieszczone zostały w tabl. III, z której widzimy, że rzeczywisty wzrost ciepła wymiennego jest $\approx 1,5$ razy większy, niżby się tego tylko z różnicy temperatur spodziewać należało. Wynik ten potwierdza do pewnego stopnia przypuszczenia specjalistów, którzy starali się wytłomaczyć rozważane zjawisko w zależności od gęstości pary nasyconej, czyli jej ciężaru właściwego. Upatrywano pewną proporcjonalność między ilością przeprowadzonego ciepła, a ciężarem właściwym pary przy różnych ciśnieniach. Gdyby się rzecz tak miała w rzeczywistości, natenczas powinienby być możliwy następujący układ równań na zasadzie tabl. III:

$$\begin{array}{l} \text{I} \quad 30,4 : 46 = 20 : 30 \quad || \quad 912 \infty 920 \\ \text{II} \quad 20 : 30 = 17,8 : 23,6 \quad || \quad 472 \infty 534 \\ \text{III} \quad 17,8 : 23,6 = 11,8 : 18,3 \quad || \quad 326 \infty 278 \end{array}$$

Rachunek powyższy potwierdza w pewnej mierze to przypuszczenie.

Jeżeli Hausbrand w najnowszym swoim wydawnictwie „Odprowadzenie, skraplanie i studzenie“ na str. 71 wygłasza zdanie: „Zupełnie niewyjaśnioną jest jeszcze rzecz, czy i jaki wpływ wywiera zwiększone lub zmniejszone ciśnienie pary na intensywność wymiany ciepła“, to przytoczone próby na rys. 4 (krzywe I i II) dają na to zupełnie określoną odpowiedź.

Trzeci szereg prób miał na celu wykazanie sprawności pary przegrzanej przy różnych stopniach przegrzania, lecz pewnym stałym ciśnieniu. Chodziło więc o wykazanie, czy i jaką korzyść przynosi dalsze zwiększanie stopnia przegrzania przy ogrzewaniu zapomocą pary przegrzanej.

Wykonano 6 prób dla temperatur od 175° C. do 315° C. przy stałym ciśnieniu rzecz. 5 atm. Wyniki prób umieszczone są w tabl. II, a wykres krzywej III na rys. 4. Wykres ten ilustruje najlepiej, jak niewielki jest wzrost wymiany ciepła nawet przy tak zwiększonym przegrzaniu (od 175 do 315° C.). Stąd już prosty wniosek, że wszelkie wysiłki w tym kierunku, aby przez wyższe przegrzanie pary zwiększyć wydajność maszyn ogrzewających, są bezcelowe.

Czwarty szereg prób wykazał, jak widać z tabl. II, różnice do 2%, co nie jest zbyt wiele wobec zupełnego braku urządzeń laboratoryjnych.

Dotychczas rozpatrywaliśmy tylko ogrzewanie pośrednie, t. j. te przypadki, kiedy para oddaje swe ciepło cieczy przez pośrednictwo ścianki metalowej.

Przejdźmy teraz do ogrzewania bezpośredniego, t. j. do przypadku, gdy parę wpuszczamy wprost do cieczy, którą podgrzać pragniemy, przyczem z góry się z tem pogodzić musimy, że jeżeli mamy do czynienia nie z wodą, lecz innymi płynami, to je tem samem rozcieńczamy, w poszczególnym zaś przypadku z wodą, zwiększamy jej ilość.

Biorąc na uwagę względy powyżej zaznaczone, łatwo wywnioskować, iż rozpatrywany sposób podgrzewania da się stosować z powodzeniem tylko w bardzo nielicznych przypadkach. Stwierdzić można, że tu para nasycona i przegrzana dają w jednakowych warunkach wyniki prawie jednakowe, jak tego dowodzi tablica IV.

Tabl. IV. *Zestawienie wyników prób z parą nasyconą i przegrzaną na ogrzewanie. Ogrzewanie bezpośrednie.*

Nr próby	Rodzaj pary	Ciśnienie	Temp.	Czas trwania próby g. — m. — sek.
25	nasycona	5 funt. = $\infty \frac{1}{3}$ atm.	—	0 — 15 — 30
23	"	1 atm.	—	0 — 10 — 0
24	"	1,5 „	—	0 — 8 — 0
28	przegrzana	5 funt. = $\infty \frac{1}{3}$ atm.	288	0 — 15 — 30
26	"	1 atm.	293	0 — 10 — 5
27	"	1,5 „	311	0 — 8 — 5

Z powyższej tablicy widzimy, że przy jednakowych ciśnieniach skutek jest prawie jeden i ten sam.

Jakkolwiek pozornie zdawałoby się mogło, że ponieważ przy pewnym przyjętem ciśnieniu pary prędkość jej wypływu jest mniej więcej w obydwóch przypadkach jednakowa, czyli że na wagę pary nasyconej w jednostkę czasu wypływie więcej, przeto podgrzewanie zapomocą pary nasyconej powinno trwać krócej, to jednak w rzeczywistości tak nie jest z tego powodu, że przy parze przegrzanej otrzymujemy z każdego *kg* pary więcej ciepłostek.

Wyniki prób, umieszczone w tabl. IV, wykazują, że wymienione dwa czynniki prawie dokładnie się równoważą.

Dla ścisłości dodać należy, że przy innych stopniach przegrzania zajdą zapewne nieznaczne różnice w skutku podgrzewania, naogół jednak da się wyprowadzić ostateczny wniosek, iż para przegrzana daje się użyć z równą korzyścią do podgrzewania bezpośredniego, jak i para nasycona.

Różnice w skutku są bardzo niewielkie i praktycznie nie odgrywają żadnej roli.

Rozpatrzyliśmy więc wszystkie możliwe wypadki stosowania pary nasyconej i przegrzanej do celów podgrzewania przy różnych ciśnieniach i temperaturach i na zasadzie zdobytych danych możemy, nie uwzględniając nieliczne przypadki podgrzewania bezpośredniego, rozwiązać obecnie pytanie, które było zaraz na wstępie postawione, a mianowicie: czy para obecnie stosowana w większych zakładach przemysłowych wydychana z turbin przeciwcisnieniowych o ciśnieniu do 4-ch atm. najwyżej, lecz silnie przegrzana, może skutecznie co do wydajności pracy zastąpić dawniejszą parę nasyconą o ciśnieniu do 6 atm.

Otóż kategorycznie stwierdzić możemy, że nie.

Para przegrzana dorównywa, a nawet przewyższa cokolwiek parę nasyconą, lecz dopiero przy ciśnieniach zupełnie jednakowych.

Wiadomości techniczne i przemysłowe.

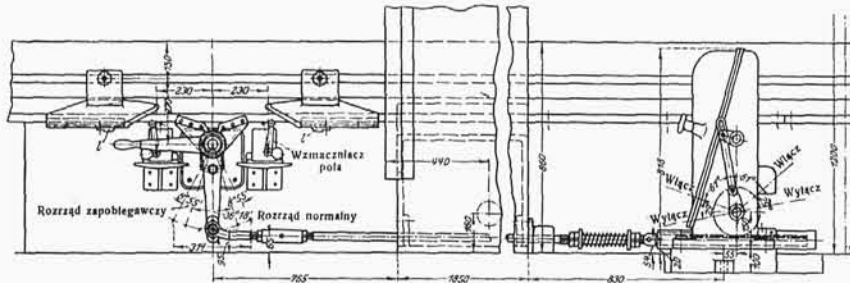
Napęd elektryczny heblarek i dłutownic.

W zeszytach 17 i 18 czasopisma *Zeitsch. d. Ver. deut. Ing.* znajdujemy ciekawe dane o napędzie elektrycznym heblarek i dłutownic, z którego przytaczamy niektóre wyniki.

Według autora artykułu inż. O. Polloka, największe za-

lety przedstawia napęd zapomocą silników elektrycznych prądu stałego nawrotnych i ze stopniowaniem prędkości. Przemawia za nim możność doskonałego dostosowania się do żądanej prędkości skrawania, którą można z łatwością regulować w granicach 1 : 4, oraz możność natychmiastowej zmiany prędkości w czasie biegu roboczego, gdy tylko robotnik zauważy np. że

skrawanie odbywa się za prędko, lub gdy naodwrot puste miejsca i czasowe przerwy w skrawaniu umożliwiają chwilowe zwiększenie prędkości przesuwania się stołu. Niemniejszą zaletę przedstawia wyzyskanie rozpędu stołu przy przełączaniu silnika na bieg powrotny. Jak wiadomo, silnik stopniowy przełączony na swój bieg najwolniejszy pracuje jakiś czas jako prądnica, wysyłając prąd do sieci. Oszczędność zużycia prądu jest przytem dość poważna, zwłaszcza, o ile przyjąć na uwagę, że przy napędzie pasowym energia rozpędu stołu wywołuje skutek szkodliwy, niszcząc pasy przez ślizganie się o koła ¹⁾.



Rys. 1. Rozrząd silnika nawrotnego za pośrednictwem mechanizmu zderzakowego i nastawnicy elektrycznej.

Moment obrotowy silnika przy zwalnianiu nie zmniejsza się, co daje możliwość wyzyskania połowy do dwóch trzecich okresu przełączania, który zresztą wymaga, zależnie od wielkości heblarki i ciężaru obrabianych przedmiotów, zaledwie 60 do 100 mm przesuwu stołu. Zwalnianie biegu w czasie przełączania na bieg powrotny stołu przy zachowaniu całkowitej siły skrawania wpływa dodatnio na stan noży strugających, które są dość często uszkodzane przez raptowne odłamywanie się wiórów przy końcu biegu roboczego. To samo można powiedzieć i o wrzynaniu się noża w materiał przy rozpoczynaniu biegu roboczego. Rozrząd elektryczny daje możliwość zwalniania biegu przy rozpoczęciu skrawania, czego nie można powiedzieć o napędzie pasowym, zwłaszcza wobec tego, że nastawianie noży na posuw wymaga nieraz dość znacznego skoku martwego przed rozpoczęciem biegu roboczego, przyczem stół ma czas nabyć odpowiedni rozpęd. Koszt kupna silnika nawrotnego stopniowego opłaca się wkrótce wskutek zmniejszonych wydatków na pasy, zużycie energii i zwiększoną znacznie wydajność. To też daje się zauważyć powszechnie dążenie do przerabiania starych heblarek na napęd elektryczny, o ile ma się do rozporządzenia prąd stały najdogodniejszy przy obecnym stanie techniki do napędu warsztatowego.

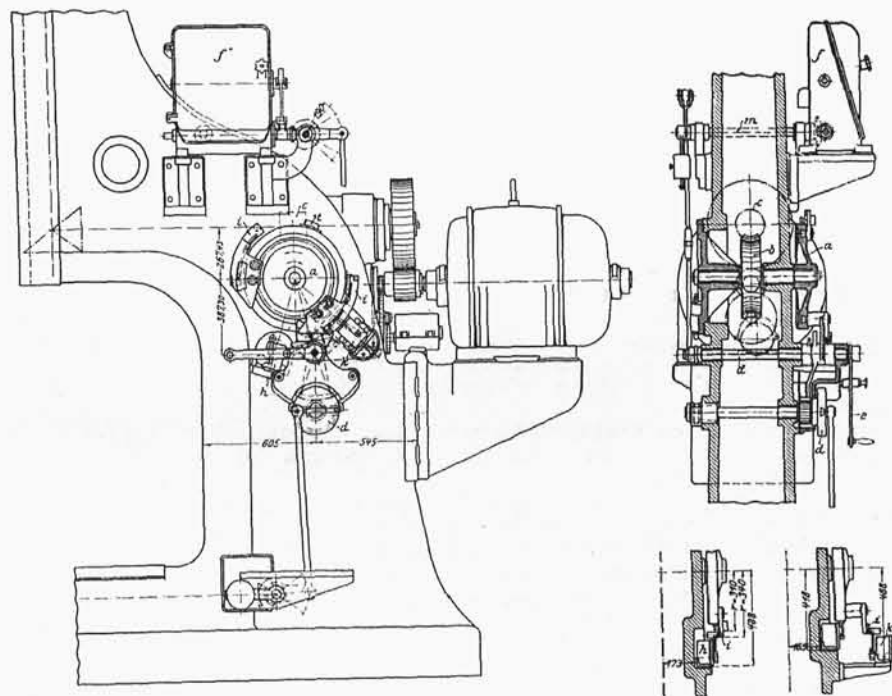
Pollok oblicza, że heblarka z napędem pasowym lub ze sprzęgłami ze stopniowaniem prędkości 1 : 1,5 wymaga 37 1/2% więcej czasu na obróbkę, niż heblarka tej samej wielkości, lecz z napędem od silnika stopniowego, a heblarka z napędem pasowym lub sprzęgłami bez stopniowania aż 66%. Sprzęgła elektromagnetyczne są dość kosztowne, wymagają przekładni zębatych, dodatkowych łożysk i urządzeń elektrycznych, tak, że powyższy względnie przemawia specjalnie na niekorzyść kupna i zastosowania silnika nawrotnego z nastawnicą i rozrządem.

Rys. 1 przedstawia rozrząd silnika nawrotnego przy heblarce za pośrednictwem nastawnicy elektrycznej. Odznacza się on wyjątkową prostotą i precyzją działania, którą Pollok porównywuje z precyzją rozrządu maszyn parowych. Dźwignia zderzakowa z rękojeścią do przełączania ręcznego jest połączona za pośrednictwem drążka z nastawnicą elektryczną, której wałek kontaktowy porusza ona zapomocą zębatego i kółka zębatego. Rozrząd jest najzupełniej symetryczny na obie strony.

Na prawo i na lewo od dźwigni zderzakowej umieszczone są wzmacniacze pola magnetycznego, które mają za zadanie hamować silnik i w tym celu są wprawiane w ruch przez zderzaki ruchome. Odchylenie dźwigni zderzakowej odbywa się najpierw powoli, następnie prędko dzięki odpowiedniemu kształtowi zderzaków ruchomych. Gdyby w razie jakiegokolwiek powodu dźwignia zderzakowa odchyliła się na kąt większy od normalnego, zapasowy kontakt w nastawnicy elektrycznej wywołałby samoczynne zatrzymanie się silnika.

Cały ten mechanizm zajmuje bardzo niewiele miejsca, zesrodkowując doskonale całą obsługę.

Wielkie powodzenie techniczne i ekonomiczne przy wprowadzaniu napędu omawianego przy heblarkach skłoniło jedną z firm niemieckich do zastosowania go i przy dłutownicach większych rozmiarów, zaopatrzonych w przesuw zapomocą śruby pociągowej (rys. 2). Silnik nawrotny stopniowy obraca śrubę za pośrednictwem przekładni zębatej, składającej się z pary kół czołowych i stożkowych; napęd tarczy rozrządowej *a* stanowi proste odgałęzienie napędu głównego i składa się z koła ślimakowego *b* i ślimaka *c*. Na wałku *d* zaklinowana jest dźwignia zderzakowa do przełączania mechanicznego nastawnicy i rękojeść *e* do przełączania ręcznego; prócz tego osadzona jest luźno dźwignia zderzakowa do posuwów, połączona za pośrednictwem segmentu i kółka zębatego z tarczą rozrządową *x* do posuwów. Połączenie dźwigni zderzakowej z nastawnicą *f* składa się z dźwigiemek i drążka z tyłu maszyny, z wałka *m* i z przekładni stożkowej. Po obu stronach dźwigni zderzakowej znajdują się wzmacniacze pola magnetycznego *h*, wprawiane w ruch zapomocą przewodnic *i*. Wyłączeniem silnika w razie niespodziewanego przekroczenia przesuwu rządzi zderzak zapobiegawczy *t*, przysrubowany na stałe do tarczy rozrządowej *a*. Jak widzimy z powyższego, schemat działania



Rys. 2 i 3. Napęd dłutownicy zapomocą silnika nawrotnego stopniowego.

rozrządu nastawnicy jest bardzo zbliżony do omawianego poprzednio, z tą różnicą, że zderzaki ruchome odbywają ruch wahadłowy, a nie prostoliniowy tam i z powrotem, jak przy heblarkach poziomych.

Nowy pierścień do smarowania.

Zwykle pierścień do smarowania posiadają następujące wady: 1) nie obracają się jednostajnie, lecz skaczą; 2) większa część smaru porwanego przez pierścień jest odrzucana na ścianki łożyska samosmarowego, gdy na wale smaru nie pozostaje prawie wcale; 3) pierścień niedokładnie wyrównawożony utrzymuje się chwilowo w określonych miejscach, co wywołuje niejednostajne wycieranie się łożysk.

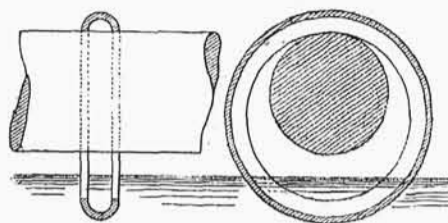
¹⁾ Przegląd Techniczny Nr 5 r. b. Wielka heblarko-frezarka Tow. Akc. Gerlach i Pulst w Warszawie.

Aby usunąć te niedogodności próbowano wykonywać pierścienie z rozmaitych stopów i różnego kształtu. Rys. załączony przedstawia pierścień wytłoczony z blachy mosiężnej grubości 1 mm zapomocą dwóch matryc pierścieniowych rozsuwanych spóśrodkowo.

Smar wypełnia rowek wewnętrzny pierścienia i rozlewa się po wale w miejscach styku. Dzięki lekkości, pierścień obraca się znacznie wolniej od wału i nie rozrzuca smaru. Wewnętrzna średnica pierścienia jest gładko wytoczona, wobec czego pierścień nie podskakuje na wale.

Doświadczenie wykazało, że powyższe pierścienie samosmarowe usuwają w znacznej mierze możliwość zagrzaną się łożyska przy wielkich prędkościach obrotowych. Przy małej

liczbie obrotów i większych maszynach stosuje się pierścienie z blachy mosiężnej nieco grubszej. Naodwrot, przy wałach



obracających się z prędkością 3000 obr./min. stosuje się pierścienie aluminiowe.

Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

Stowarzyszenie Techników w Warszawie. *Sprawozdanie z posiedzenia technicznego z d. 15 maja r. b.*

Na wstępie posiedzenia uczczono przez powstanie pamięć zmarłych ś. p. T. Bierzyńskiego, B. Chorążego i L. Küstera. Zapytanie ze skrzynki, dotyczące jednego z odczytów publicznych w sali Stow. Techników, skierowano do Rady.

W imieniu Komisji wycieczkowej p. Bendetson zawiadomił zebranych o zamierzonych wycieczkach technicznych do fabryki Lilpop, Rau i Loewenstein na Woli i do budowy wodnych na Kępie Goławskiej.

Następnie przewodniczący zebrania, p. Eberhardt, udzielił głosu p. d-rowsi St. Weilowi, który wygłosił odczyt p. t.

„Fizyczno-chemiczna teoria życia“.

Odczyt, ilustrowany wielu przezroczami, był wysłuchany przez zebranych z żywym zainteresowaniem.

Wreszcie p. Bąkowski, który był sekretarzem zebrania, zapoznał zebranych z obecnym stanem „Technicznego Towarzystwa Wydawniczego“, które wkrótce ma rozpocząć swą działalność.

F. B.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Trociny drzewne jako środek do gaszenia płynów palnych.

Trociny drzewne są podobno, jak to miały wykazać próby, dokonane przez „Associated Factory Mutual Fire Insurance Co.“, Boston, bardzo skutecznym środkiem przy gaszeniu palących się płynów gęstych, jak lakiery, farby olejne i t. p. Działanie trocin polega na tem, że wytwarzają one na powierzchni palącego się płynu warstwę, tamującą dopływ tlenu, jeżeli się przytem same nawet zatlą, to nie palą się płomieniem i wywiązują tak niewiele ciepła, że płyn od nich na nowo zapalić się nie może. Do gaszenia nadają się również dobrze trociny z drzewa twardego lub miękkiego, suche lub mokre, a sprawność gaszenia wzrasta, jeżeli się doda do nich dwuwęglanu sodu. Płyny rzadkie dadzą się ugasić tym sposobem tylko wówczas, jeżeli się palą cienkie ich warstwy rozlane po ziemi, lub też w zbiornikach o niezbyt rozległej powierzchni płonącej. W warstwach grubych, w dużych zbiornikach i w rzadkich płynach trociny toną zbyt prędko, nie gasząc płomienia.

Zaopatrywanie miast w wodę w Ameryce Północnej. Niemal wszystkie miasta amerykańskie używają do picia wody rzecznej lub jeziorowej, rzadko kiedy wody gruntowej, która nie mogłaby zaspokoić nadmiernie wielkiego zapotrzebowania, wynoszącego od 600 do 1000 litrów dziennie na jednego mieszkańca wielkich miast amerykańskich.

W celu usunięcia z wody mikroorganizmów, stosowane jest powolne lub prędkie filtrowanie przez piasek, z dodaniem lub bez dodania chlorku wapnia.

W przeszło 100 miastach amerykańskich dezynfekcyi wody do picia dokonywa się z pomocą chlorku wapnia lub podchlorynów. Te ostatnie mają tę dobrą stronę, że nie zwiększają twardości wody. Przy użyciu 0,6 części chlorku wapnia na milion części wody nie-filtrowanej, dezynfekcyja okazuje się dostateczną, dla wody zaś uprzednio przefiltrowanej wystarczają 0,2 części chlorku na 1 milion części wody. Zmiany smaku, ani innych szkodliwych własności w ten sposób oczyszczonej wody dotychczas nie zauważono. Woda do basenów kąpielowych również jest w powyższy sposób dezynfekowana.

Największe z miast amerykańskich Nowy Jork zaopatruje się dotychczas w wodę ze źródeł rzeki Croton, oddalonych o 64 km od miasta. Dzienny dopływ wody wynosi 1,5 mil. m³. Woda ta oczyszczana jest zapomocą chlorku wapnia i badana co godzinę. Wiele jednak hoteli zaopatruje się w wodę ze studzien artezyjskich.

Obecnie miasto Nowy Jork buduje wodociąg, który, co do wielkości, zajmie pierwsze miejsce w świecie. W odległych o 150 km od Nowego Jorku górach Catskill przez zagrodzenie tamą doliny Ashokan utworzony będzie olbrzymi zbiornik o pojemności 490 mil. m³ wody. Roboty mają być ukończone w r. 1915. Woda będzie doprowadzana do miasta wielkim akweduktem. Naturalny spadek wystarczy do tłoczenia wody na 20-te piętro. Po wybudowaniu tego wodociągu Nowy Jork będzie rozporządzał przeszło 4 mil. m³ wody dziennie. Cała ta masa wody ma być filtrowana. Koszt budowy nowego wodociągu jest obliczony na 331,2 mil. rb.

Chicago, drugie z rzędu wielkie miasto w St. Zjedn., czerpie wodę do picia z jeziora Michigan. W odległości 4 do 7 km od brzegu w jeziorze tem jest zbudowane 6 wież wodnych, w których właśnie odbywa się czerpanie wody z głębokości conajmniej 4 m.

Chicago potrzebuje dziennie na 3 mil. mieszkańców 2 mil. m³ wody. Woda ta, nawet do picia, jest używana bez oczyszczania dzięki jej czystości naturalnej i dzięki temu, że żadne odpływy miejskie nie są spuszczone do tego jeziora. Aby miejsca czerpania wody w jeziorze jeszcze lepiej zabezpieczyć od zanieczyszczeń, mają być około nich zakreślone drogą prawodawczą granice, których nie będzie mógł przekroczyć żaden statek, pływający po jeziorze, a tem samem i zanieczyścić tych miejsc swymi odpływami.

„Britannic“. Ostatnio spuszczonej na wodę kolos transatlantyki, zbudowany przez firmę „Harland i Wolff“ w Belfast dla Towarzystwa White Star Line, ma 900 stóp (274,3 m) długości, 94 st. (28,7 m) szerokości i 104 st. 6 c. (31,9 m) całkowitej wysokości. Pojemność statku wynosi 50 000 tonn; obciążony statek zanurza się na 34 st. 7 c. (10,5 m) głęboko. Britannic poruszają trzy śruby, dwie boczne pędzone są przez silniki parowe tłokowe, czterocyndrowe o potrójnym rozprężeniu pary, mocy po 1600 k. m. ind.; środkową śrubę porusza turbina niskoprężna Parsonsa mocy 18 000 k. m. rz. Do ruchu naprzód służą wszystkie trzy silniki, nadające statkowi przy pełnym obciążeniu: $2 \times 16\,000 + 18\,000 = 50\,000$ k. m. średnią prędkości 21 węzłów na godzinę bez względu na stan morza. Przy manewrowaniu i ruchu wstecz, używane są jedynie silniki tłokowe (t. j. 32 000 k. m.), turbina wtedy jest nieczynna, i para z silników tłokowych przepływa wprost do skraplaczy.

Podobne połączenie silników tłokowych z turbiną ma, oprócz ułatwienia manewrowania statkiem, jeszcze zaletę większej oszczędności pracy. Z prób dokonanych na dwóch statkach o jednakowych wymiarach, zbudowanych przez firmę Harland i Wolff, z których jeden, dwusrubowy, zaopatrzony był w dwa silniki tłokowe o poczwórnym rozprężeniu pary, drugi zaś, trzysrubowy—w silniki połączone z turbiną parową, podobnie jak „Britannic“, okazało się, że zużycie pary przy pełnym obciążeniu w pierwszym wynosiło 6,35 kg, w drugim zaś—5,21 kg na 1 k. m. ind. i godzinę; przy połowie obciążenia różnica była mniejsza, wynosiła bowiem 6,8 względnie 6,35 kg.

Statek posiada 9 pokładów i mieści 790 podróźnych w 1-ej klasie, 896 w 2-ej i 953—w 3-ej, co wraz z załogą, liczącą 950 osób, wynosi 3529 ludzi. Statek posiada wszelkie wygody i nowoczesne urządzenia służące dla uprzyjemnienia podróży, jak np. z przepychem urządzone czytelnice, sale koncertowe, kawiarnie, ogród palmowy, salon do zabawy dla dzieci, sale gimnastyczne, basen do pływania i t. p.

Stacya elektryczna odznacza się swą wielkością, składa się bowiem z czterech zespołów złożonych z silnika parowego trzycylindrowego o podwójnym rozprężeniu pary (compound) i dynamomaszyn 400 kw. Jeden zespół służy do oświetlenia statku, dwa—dostarczają prądu dla siły i ciepła, czwarty zaś jest zapasowy. Na wypadek zatkania maszyn, sygnały, telegraf bez drutu i oświetlenie zasila bateria akumulatorów o pojemności 4000 ampero-godzin.

Do wytwarzania pary dla silników służy 24 kotłów podwójnych o średnicy 15'9" (4,8 m) i długości 21' (6,4 m) oraz 5 pojedynczych o takiej samej średnicy i długości 11'9" (3,58 m). Wszystkie kotły posiadają razem 159 palenisk o powierzchni rusztów 3461 st.² (322 m²); łączna powierzchnia ogrzewalna kotłów wynosi 150 958 st.² (14830 m²).

ARCHITEKTURA.

OD KOMITETU GOSPODARCZEGO.

Kierownik działu „Architektura“ w *Przeglądzie Technicznym* arch. Henryk Stifelman zawiadomil nas, że 1 lipca r. b., z powodu zajęć zawodowych, zmuszony jest opuścić stanowisko zajmowane w ciągu lat siedmiu, t. j. od chwili wyodrębnienia działu architektonicznego w piśmie naszym.

Starania nasze, mające na celu zatrzymanie arch. Stifelmana na zajmowanym stanowisku, nie odniosły skutku.

Na stanowisko kierownika działu powołany został arch. Władysław Michalski, który rozpocznie swą działalność 1 lipca r. b.

Komitet Gospodarczy.

Walka z t. zw. prowizjami w Niemczech.

(Dokończenie do str. 242 w № 18 r. b.)

Następnie istnieje rodzaj tworzenia sobie korzyści, polegających na tem, że architekt do rysunków i innych robót, które obowiązany jest sam w pracowni swej wykonać, używa w znacznej mierze urzędników przedsiębiorcy. Nie tyczy się to oczywiście instalacji specjalnie technicznych, jak ogrzewanie, kanalizacja, elektryczność i t. p. Wspominam o tem dla uniknięcia błędów i nieporozumień. Tu rzecz się ma o tyle inaczej, że według norm wynagrodzenia, roboty specjalnie techniczne opłacane są osobno.

Względem mniejszych dostaw, jakie w rozmaitej postaci nadarzyć się mogą, winien architekt dla dobra sprawy zachować się możliwie nieprzystępnie, aby uniknąć wszelkich złych pozorów.

W taksie opłat znajduje się zdanie, które brzmi, jak następuje: „O ile ze strony dostawcy lub przedsiębiorcy udzielane są na zamówienie prowizje lub rabaty, należą one do budującego“.¹⁾ Zdanie powyższe było w swoim czasie przyjęte w zamiarach wspaniałomyślnych i z dobrymi intencjami. Może jednak, według mego mniemania, mieć wątpliwe następstwa, gdyż służąc może dostawcom i przedsiębiorcom jako pretekst do przebaczenia, że proponują niedozwolone prowizje. W nowej redakcji taksy opłat winno przytoczone zdanie otrzymać inne ujęcie. Sprawa rabatowa musi być wogóle zwalczana w budownictwie, tam nawet, gdzie pochodzi z dozwolonych kupieckich kombinacji, ponieważ nie przyczynia się do trwałości w interesie będących materiałów. Przy porządnym kierowaniu budową sprawa rabatowa jest zbyt rzadka. Architekt winien wymagać „czystej“ oferty. Jeśli tak się dzieje—sprawa rabatu nie gra nigdy poważnej roli.

O ile architekci zdecydowali się wystąpić przeciwko bezładowi prowizji, winni to uczynić, według mego mniemania, samodzielnie. Nie powinni uprzednio wdawać się w nieskończone pertraktacje z pokrewnymi fachami: inżynierami dróg i komunikacji, mechanikami, budowy okrętów i t. p., aby wspólnie omówić kroki. Tak bowiem byłaby pilną naszą sprawą załatwiona według gdzie indziej zdobytych doświadczeń, przesunięta na czas nieokreślony i wśród okoliczności mocno rozwodniona. W związku z przemysłem zachodzą w wyżej przytoczonych fachach inne stosunki i warunki, układające się w części zupełnie inaczej, niż u architektów.

Przychodzimy więc do właściwego problemu: jak czynszować swawolę prowizji? Przedewszystkiem nie myślę polecać sądu karzącego, bo nie posłużyłby na dobro naszemu fachowi. Należy natomiast starać się, aby na przyszłość pogrzebać źródła złego. Trzeba działać profilaktycznie ostrożnie. W kierunku tym, sądzę, znajdują się środki i drogi.

Myśl przeciwdziałania swawoli prowizji nie jest zupełnie nowa, istnieje już „Stowarzyszenie przeciw nieładowi przekupiania“ założone w czerwcu r. 1911, biuro mieści się w Charlottenburgu przy ul. Kanta 129. Stowarzyszenie liczyło już w roku założenia jako członków 3 zarządy państwowe, 6 miast, 17 izb handlowych, około 60 gospodarczych związków centralnych i przemysłowych stowarzyszeń fachowych, 7 wielkich banków oraz 550 pojedynczych zakładów

przemysłowych i handlowych. Widzimy stąd, że myśl zwalczania swawoli znalazła bardzo żywy oddźwięk. Uważam, że architekci powinni do tego ruchu energicznie przystąpić.

Przy wyborze dróg, jakie w walce ze swawolą prowizji proponować można, byłoby może korzystnie przytoczyć, co dyr. Meesmann wygłosił w odczycie na zebraniu „stowarzyszenia przeciw nieładowi przekupiania“ Meesmann poleca przedewszystkiem szerzyć propagandę, możliwie najszersze koła zainteresować sprawą swawoli prowizji i pchnąć do wspólnej pracy. Jako bardzo skuteczny środek poleca, aby poszczególni członkowie stowarzyszenia weszli w układ ze swoimi dostawcami, na mocy którego członkowie Stowarzyszenia biorą na siebie obowiązek usuwania ze swoich sfer nieładu prowizji. Następnie winni członkowie podtrzymywać Stowarzyszenie materiałem. Jeśli członek donosi o wypadku, komunikuje się biuro z właściwą firmą, w celu zapobieżenia swawoli na przyszłość. Wypadnie również zwrócić uwagę na pisma, w których panoszą się anonsy i ogłoszenia, spekulujące na ciągnięciu korzyści z nieporządku prowizji. Następnie musi stowarzyszenie wypadki możliwie silnie przesładować karą. Krok ten należy oczywiście zaznaczyć, jako *ultima ratio*.

U nas, architektów, podlega stosunek do budującego w ogólności istniejącym prawom karnym. To samo dotyczy przedsiębiorcy, który płaci łapówki. Powołując się więc na prawo, nie posuniemy sprawy naprzód w walce ze swawolą prowizji. Wśród istniejących stosunków wydaje mi się następująca droga najwłaściwsza: stowarzyszenia lub też koła architektów wymieniają nazwiska dostawców i przedsiębiorców, którym dowieść można, że ofiarowali lub dawali łapówki architektom lub ich urzędnikom. Listę taką prowadzić można od pewnego terminu, po uprzednim doniesieniu możliwie najszerszym sferom, z budownictwem związanym, o zamiarze stworzenia podobnych „czarnych list“. Zarządy, związki cywilne oraz poszczególni budujący musieliby być proszeni, aby nie pracowali z przedsiębiorcami, figurującymi na owej czarnej liście.

Mam nadzieję, że środek czarnej listy, jeśli dbać będziemy o należyte rozpowszechnienie, odniesie skutek właściwy. Samo istnienie podobnej listy odstrasza i działać będzie na przedsiębiorców. Również ci architekci, którzy dotychczas dostępni byli, lub skądinąd ulędz mogli pokusie, strzedz się będą pracy wspólnej z przedsiębiorcami wymienionymi na czarnej liście, choćby dlatego, by nie wpaść w podejrzanie.

Wielu przedsiębiorców i dostawców, placących dotychczas niedozwolone prowizje lub łapówki z musu, nie z własnej woli, zachowa dla architektów za podobną działalność wdzięczność serdeczną. Ale również niejedyn architekt, który dotąd nie mógł sprzeciwić się pokusie, cieszyć się będzie, gdy stworzone będą pomyślniejsze warunki do solidnego prowadzenia interesu. Przekreśli dotychczasowe swoje księgi i zapoczątkuje nowe konto, w którym każda liczba dowiedzie, że postępuje jako człowiek honoru w swoim zawodzie.

Możnaby jeszcze zapytać, czy zestawienie i ogłoszenie czarnej listy jest dopuszczalne? Owszem, dopuszczalne, jak

¹⁾ W „normach wynagrodzenia“, przyjętych przez Koła architektów polskich, takiego ustępu niema. (Red.)

mnie z wiarogodnych źródeł zapewniono, o ile rozechodzi się o usprawiedliwione dobro społeczne i omija się niepotrzebnych chropowatości.

W dalszych etapach musiałby komitet architektów sprawę naprzód posuwać, znaleźć nowe środki do zwalczania zła, wejść w stosunki z innymi stowarzyszeniami, korporacjami, zarządami oraz wpływami osobistościami, słowem, rozpoznać dzieło możliwie posuwać naprzód.

Dr. Pohle, sekretarz generalny „Stowarzyszenia przeciw nieładowi przekupiania“, poleca przedewszystkiem skuteczną ostrzegawczą ostrożność. Zauważył między innymi, że ces. warsztaty okrętowe w Kilonii ogłosiły postanowienie, obowiązujące przedsiębiorców do nieofiarowywania i nieplacenia urzędnikom żadnych prowizji. W umowach architektów z przedsiębiorcami budowlanymi wskazane byłoby zre-

dagowanie zdania w podobnym sensie. Można by również nowowstępujących członków Stowarzyszenia architektów zniewolić do podpisania wyjaśnienia, w którym solidaryzują się z wyżej przytoczonymi poglądami na sprawę łapówek. Przedewszystkiem pomyśleć należy o przyłączeniu architektów do „Stowarzyszenia przeciw nieładowi przekupiania“.

Pewnym środkiem byłoby energiczne wystąpienie z sądem honorowym przeciw architektom, którzy w przyszłości zawiną w dziedzinie omawianej.

Dla mnie, mówi dr. Böhke, nie ulega żadnej kwestyi, że tu coś stać się musi, że sprawa prowizji jest sprawą stanu. Według mego zdania, zależy przyszłość stanu swobodnych architektów w większej części od usunięcia powstałych w tej dziedzinie nadużyć. Starajmy się to ratować, zanim ukazą się dalsze szkody.

an.

BIBLIOGRAFIA.

Aleksander Kraushar. Stara Warszawa. Nakładem księgarni Ferdynanda Hoesicka. Warszawa 1914.

Właściwym tematem tej książki, poświęconej Warszawie za Stanisława Augusta, jest uwydatnienie czynnego udziału króla w przeobrażeniu Warszawy. Autor nie miał zamiaru charakteryzować króla jako polityka, natomiast podkreślił jego kulturalno-artystyczną działalność, zaznaczając, iż przez zachętę do utworzenia komisji edukacyjnej oraz towarzyszt naukowych, przez dawanie przykładu w tworzeniu zbiorów artystycznych i bibliotecznych, popieranie literatury i prawoznawstwa, wreszcie przez skuteczne usiłowania w sprawie podniesienia przemysłu, handlu i rolnictwa, Stanisław August położył ogromne zasługi dla umocnienia kultury i bytu narodu, chociaż państwa od katastrofy uratować nie potrafił. Zaznaczając artystyczny ruch w Warszawie, autor wylicza malarzy i architektów pracujących dla króla i podkreśla specjalne zamiłowanie Stanisława Augusta do architektury. Krótki opis dzieł zamek warszawski dopełniają reprodukcje dwóch obrazów Canaletta z galerii drezdeńskiej. Obrazy te, według podpisu autora, mają przedstawiać tarasy i hallę kolumnową (zewnętrzną) przed pożarem zamku w r. 1767. Podpis ten jest najzupełniej niesprawiedliwiony, gdyż takiej imponującej rzymsko-barokowej

architektury, pomyślanej w sposób dekoracyjno-monumentalny, zamek warszawski nigdy nie posiadał, o czym zresztą sam autor wspomina, mówiąc, iż „dają nam one wyobrażenie o egzotyzmie architektury, jaką zamierzyli wprowadzić do fasady zamkowej królowie sascy“. Królowie sascy wprowadziliby zapewne architekturę saskiego baroka, nie zaś tę jaką wymalował Canaletto na swych obrazach, przeznaczonych, jak się zdaje, na supraporty w jednej z sal zamkowych, a nie mających nic wspólnego z architekturą zamku. Autor podaje opis Łazienek oraz liczne szczegóły, dotyczące zmiany wyglądu Warszawy, wylicza budynki, architektów, malarzy, daje notatki o najstarszych planach Warszawy, oraz publikuje panoramiczny widok Warszawy z końca XVIII w., będący własnością Tow. Opieki nad Zabytkami, a przedstawiający wszystkie architektoniczne ciekawsze gmachy stolicy. Plan ten, a raczej widok Warszawy, reprodukowany jest na kilku planszach oddzielnych i zaopatrzone notatkami historycznymi o głównych gmachach. W sprawach dotyczących architektury autor nie zwraca uwagi na ścisłość określeń, nazywając klasycyzm „powrotem do czystego renesansu“ (str. 10) i kontentując się mniej więcej ogólnikowym opisem.

A. L.

RUCH BUDOWLANY I ROZMAITOŚCI.

Budowniczowie rządowi i prywatni. Zarząd m. Lubeki przyjął następujące zasady, dotyczące wykonywania budowlanych dzieł:

1) Wykonanie budynku państwowego, łącznie z opracowaniem projektu, komisya budowlana ma prawo przekazać budowniczemu prywatnemu. Decyzja w tej mierze zależna jest zasadniczo od wyniku uprzedniego konkursu. Przekazanie pracy poszczególnym budowniczym, z pominięciem owego konkursu, dopuszczalne bywa jedynie w drodze wyjątku. Zawczasu ściśle ustalony być winien program i wszelkie wymagania, dotyczące projektowanej budowli; architekt obznajmia się z nimi przed objęciem swych obowiązków.

2) Architekt nie powinien nigdy podejmować się roli przedsiębiorcy w zakresie wszystkich, lub choćby nawet części, związanych z budową robót budowlanych. Nie wolno mu przytem przyjmować ani też zapewniać sobie, w związku z wykonywaną budową, jakichkolwiek korzyści lub wynagrodzeń ubocznych, nie pochodzących bezpośrednio od wspomnianej wyżej komisji budowlanej.

3) Architekt podlega przepisom § 1 „Zasad wynagrodzenia architektów i inżynierów“ („Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure“). Honorarium jego oblicza się na podstawie ostatecznej sumy specjalnego kosztorysu, niezależnie od tego, czy w następstwie suma ta przekroczona zostanie, czy też poczynione będą pewne, w stosunku do niej, oszczędności. O ile przekroczenie kosztorysu jest skutkiem uchwalonego w następstwie przez komisję budowlaną powiększenia rozmiarów budowli, honorarium oblicza się na podstawie ostatecznej sumy kosztorysu pierwotnego, po doliczeniu jednak projektowanej nadwyżki. Jeżeli natomiast, mocą decyzji komisji budowlanej, rozmiary budowli zostaną w następstwie uszczuplone, architekt pretendować może o wynagrodzenie jedynie za opracowanie nie wykonanej części budowli.

4) Budowniczy winien w zasadzie podejmować się nie tylko opracowania projektu, lecz i ogólnego kierownictwa artystycznego i technicznego przy wykonaniu budowli. *Stosunek jego do komisji budowlanej odpowiada stosunkowi do klienta.* Wszystkie projekty i rysunki z przynależnymi kosztorysami, wreszcie, w razie żądania, dokładne opisy budowli winny być przed wykonaniem przedstawione komisji budowlanej do zatwierdzenia.

5) Roboty i dostawy rozdać komisya budowlana zgodnie z przyjętą przez nią procedurą. Architekt może jednak sam sprawę tę rozstrzygać, o ile wartość poszczególnej roboty nie przewyższa sumy 300 marek i jeżeli stanowi ona jedynie uzupełnienie robót i dostaw już powierzonych. Przytem zaleca się, aby, w przypadkach nagłych, architekt mógł sam powierzać roboty nawet bez uwzględnienia powyższych zastrzeżeń. Przy powierzeniu robót, architekt winien postępować według zasad, przyjętych przez komisję.

6) Rachunki wykonywa się zgodnie z przepisami komisji budowlanej, dotyczącymi kasowości i prowadzenia rachunków. Stan kosztów budowy ujawniać należy przez prowadzenie wykazów bieżących. Wszelkie przekroczenia kosztorysu, należycie uzasadnione, przedstawiane być winny niezwłocznie komisji budowlanej na piśmie. To samo dotyczy zagrażających ewentualnie przekroczeń kosztorysu. Architekt bierze na siebie pełną odpowiedzialność za budowlę, w szczególności zaś za jej terminowe wykończenie, za zachowanie obowiązujących przepisów prawnych i policyjnych, wreszcie, za pewność konstrukcji. Zakres kontroli ze strony komisji budowlanej zależny jest jedynie od własnego jej uznania.

7) Komisya budowlana ma prawo żądać w każdym czasie od budowniczego gwarancji wypełnienia podjętych przez niego zobowiązań.

ad.

ELEKTROTECHNIKA.

Kilowat jako jednostka mocy mechanicznej.

Jedenaście firm niemieckich z Siemens-Schuckertem i Powszechnym Towarzystwem Elektryczności na czele wydały odezwę w sprawie stosowania *kilowata* jako jednostki mocy mechanicznej. Ze względu na ważne znaczenie tej odezwy dla ogółu techników, podajemy jej treść w dosłownym przekładzie. Gdy w Anglii wynaleziono maszynę parową, trzeba było dać wyobrażenie ogółowi o mocy tej maszyny, więc porównywano jej moc z mocą pewnej liczby koni. Stąd powstała jednostka „siła konia“ (Horse-Power, HP). Siły koni są zmienne, więc wypadło określić wartość „siły konia“ ściśle przez pewne jednostki. Uczyniono to przyjmując:



1 „siła konia“ = mocy potrzebnej do podniesienia 550 funtów angielskich na wysokość 1 stopy angielskiej w ciągu 1 sekundy.

Podobną jednostkę przyjęto i w innych krajach; przeliczono ją jednak według miar tych krajów. W Prusach np. określono tę jednostkę jako moc potrzebną do podniesienia 480 funtów pruskich na wysokość 1 stopy pruskiej w ciągu 1 sekundy. Zamiast nazwy, wziętej od anglików: „siła konia“, wprowadzono później w Niemczech nazwę „moc konia“. Nazwa ta jest lepsza, bo tu chodzi nie o siłę, lecz o moc.

Wprowadzenie miar metrycznych powinno być bodźcem do usunięcia dowolnej jednostki „mocy konia“. Odpowiednie propozycje były robione w swoim czasie, jednak przedwcześnie. „Moc konia“ zatrzymano, tylko przeliczono wartość tej jednostki na miary metryczne:

1 „moc konia“ = mocy potrzebnej do podniesienia 75 kg na wysokość 1 m w ciągu sekundy.

Niezależnie od tego w elektrotechnice utworzono jednostkę opartą na podstawie naukowej. Elektrotechnika jako jednostkę mocy stosuje 1 kilowat.

1 „moc konia“ = 0,736 kilowata.

1 kilowat = 1,36 „mocy konia“,

albo w przybliżeniu:

1 „moc konia“ = $\frac{3}{4}$ kilowata,

1 kilowat = $\frac{4}{3}$ „mocy konia“.

Tego rodzaju niedogodne obliczenia, które nie są niezbędne, zostaną usunięte, jeżeli się zdecydujemy na stosowanie tylko jednej jednostki mocy. Obecnie, po długich rozprawach przeprowadzonych przez naukowe i techniczne stowarzyszenia krajowe i zagraniczne, powzięto uchwałę międzynarodowego stosowania jednostki *mocy mechanicznej—kilowata*.

Według przepisów „oceny i próbowania maszyn elektrycznych i transformatorów“ Związku Niemieckich Elektrotechników, od 1 lipca r. 1914 należy moc mechaniczną podawać w kilowatach. Przepisy te są wskazówką dla dostaw wszystkich firm elektrotechnicznych w Niemczech.

Omawiane firmy na wszystkich silnikach wykonanych po 1 lipca r. 1914 wskazywać będą moc nie w koniach mechanicznych, lecz w kilowatach. Dla ułatwienia jednak przejścia do nowych jednostek, firmy będą podawały w katalogach moc w koniach mechanicznych obok kilowatów.

Załączony rysunek wskazuje wyraźnie zależność liczb, wyrażających jedną i tę samą moc w koniach mechanicznych i w kilowatach.

W końcu są podpisy jedenastu firm.

R.

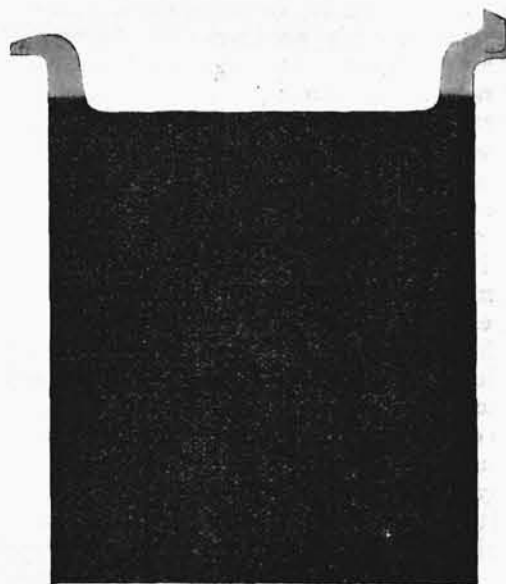
Współczesny stan techniki akumulatorów.

Śledząc rozwój akumulatorów od pierwszych początków ich stosowania, widzimy, że z pośród licznych ustrojów wytworzyły się zwolna dwa charakterystyczne rodzaje różne ze względu na zakres ich stosowania i na wymagania konstrukcyjne: akumulatory stałe i przenośne. Kwestya wagi jest dla akumulatorów stałych prawie obojętna, natomiast dla akumulatorów przenośnych ma znaczenie decydujące; podobnie rzecz się ma z zajmowaniem miejsca, które dla akumulatorów stałych zawsze posiada znaczenie drugorzędne, dla przenośnych zaś decydujące. Te dwa różne punkty widzenia skierowały rozwój ustroju akumulatorów na różne tory, przeto rozważymy akumulatory stałe i przenośne z osobna.

Zacniemy od akumulatorów stałych. Liczba typów będących w handlu zmniejszała się z biegiem czasu, gdyż typy nieużywane same przez się istnieć przestały. Jako płyta dodatnia używana jest dziś przeważnie płyta o dużej powierzchni (rys. 1) w znanym wykonaniu Tudora, rzadziej płyta kratkowa, napełniona masą. W Ameryce i w Anglii niektóre fabryki wyrabiają t. zw. płyty rozetkowe, których powierzchnia utworzona jest z małych zwitków ołowiu miękkiego, wtłoczonych w płytę z ołowiu twardego. Od kilku lat jednak i te fabryki wprowadzają obok powyższych konstrukcyi wyrób płyt typu Tudora. Przez umiejętne rozdzielenie odpowiedniej masy ołowianej oraz ścisłą kontrolę wyrobu udało się obecnie nadać płycie dodatniej znaczną trwałość.

Płyty ujemne stosowano dawniej wyłącznie zwykłe kratkowe z otwartymi kratkami, wyrabiane są one jeszcze dotychczas przez niektóre fabryki. Fabryki Tow. Tudor wprowadziły z dobrym skutkiem patentowane płyty komórkowe (rys. 2). Płyta komórkowa składa się z dwóch złożonych razem krutek, wypełnionych odpowiednią masą; kratki te nazewnątż

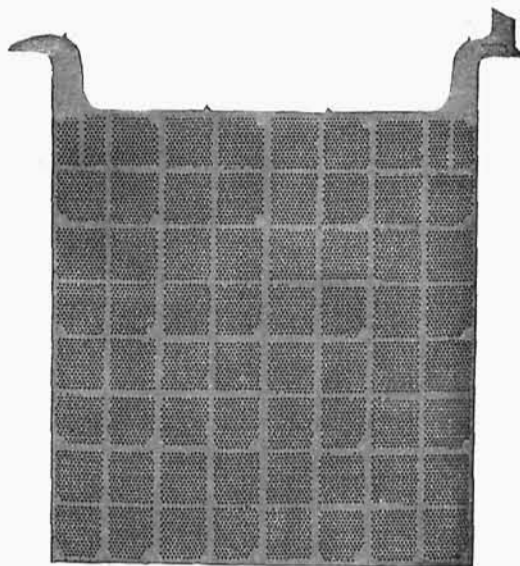
pokryte są cienkimi dziurkowanymi blachami ołowianymi. Wprowadzenie płyt komórkowych wpłynęło na kilkakrotne powiększenie trwałości płyt ujemnych i stanowi znaczny postęp w wyrobie akumulatorów.



Rys. 1.

W ostatnich latach wprowadzono również do akumulatorów izolację drewnianą. Płyty oddziela się jedna od drugiej odpowiednio nasycionymi deseczkami, zamiast poprzednio uży-

wanymi do tego celu rurkami szklanymi. Deseczki te, czyli t. zw. diafragmy, z jednej strony ułatwiają obsługę, z drugiej zaś wpływają nader dodatnio na trwałość płyt przez wydzielanie pewnych substancji, spulchniających masę czynną. Dopóki deseczki zachowują odporność mechaniczną, dopóty wykluczone są zupełnie krótkie zwarcia, których dawniej słusznie się zawsze obawiano; fakt powyższy zmniejsza więc potrzebę stałego nadzoru i nadto zapewnia trwałość płyt, szczególnie do-



Rys. 2.

datnich. Celem prędkiego i pewnego odszukania ukrytych połączeń stosuje się igłę magnesową, ułatwiającą oglądanie baterji.

Dzięki różnym ulepszeniom w ustroju, a w szczególności udatnemu zastosowaniu powyższych deseczek, akumulator stał się obecnie przyrządem trwałym i pewnym w działaniu.

W stosunku do stale postępujących ulepszeń rozszerzyło się z biegiem czasu pole zastosowania akumulatorów; wpłynęła na to i ta okoliczność, że odbiorcy często zawierali umowy z firmami, które za opłatą pewnej rocznie określonej sumy utrzymywały baterje zawsze w stanie zdatnym do użytku. Umowa taka umożliwia obliczenie kosztów utrzymania oraz amortyzacji w liczbach stałych i odpowiadających rzeczywistości, co podnosi znacznie zaufanie do akumulatorów.

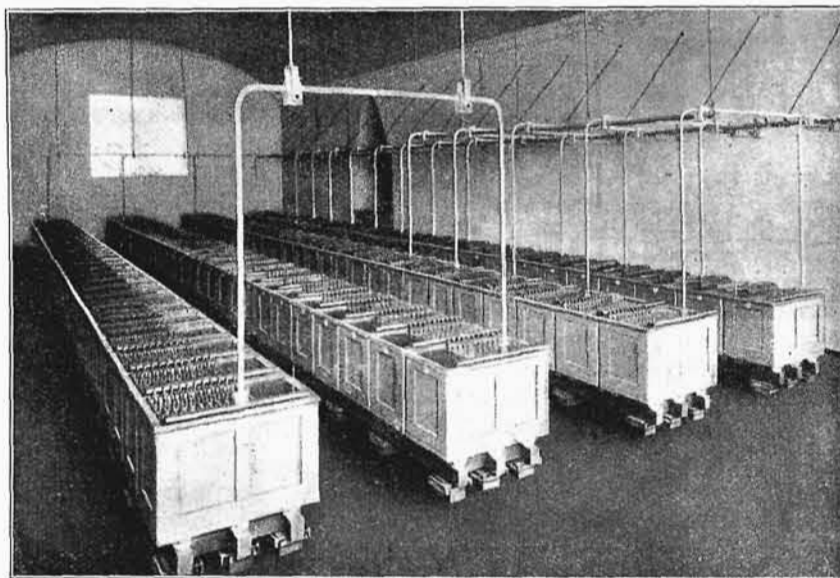
Akumulatory stałe mają dwie główne dziedziny zastosowania: po pierwsze jako baterje zasobnicze, których celem jest w każdej dowolnej chwili zwracać udzieloną im energję, po drugie, jako baterje wyrównawcze, służące przede wszystkim do zabezpieczenia prądnic od gwałtownych wahań zapotrzebowania energii.

W pierwszym rzędzie znalazł akumulator szerokie zastosowanie do baterji zasobniczych w elektrowniach prądu stałego, których główna zaleta polega właśnie na możliwości nagromadzenia w akumulatorach energii elektrycznej i następnie zwracaniu jej w razie potrzeby. Baterja akumulatorów pozwala również określić wielkość maszyn wytwórczych według średniego zapotrzebowania energii, przez co powoduje znaczne polepszenie współczynnika obciążenia, którego znaczenie ekonomiczne dopiero w ostatnich latach poznano dokładnie.

Chcąc dać pojęcie w ogólności, jak wielkie zasoby energii nagromadzono w baterjach niektórych elektrowni głównych i pomocniczych, nadmienimy na tem miejscu, że w Monachium ustawiono 21 baterje o pojemności około 21 000 kilowat-godzin, w elektrowniach hamburskich 22 baterje ogólnej pojemności 37 000 kw-godz., a w elektrowniach berlińskich pracuje 55 baterji, których pojemność wynosi 81 000 kw-godz. przy 3-godzinnem wyładowaniu. Nie jest rzeczą konieczną, by baterja akumulatorów znajdowała się w elektrowni centralnej, można ją ustawić z równie dobrym skutkiem na stacyi pomocniczej, lub nawet bezpośrednio u konsumenta. Ładując baterję wyłącznie podczas słabego obciążenia elektrowni, można otrzymać z elek-

rowni do ładowania tani prąd. W czasie zaś największego zapotrzebowania energii baterja przyjmowałaby na siebie zasilenie prądem tej części instalacji, dla której została ustawiona. Baterje takie przyczyniają się do wyrównania pracy elektrowni w ten sposób, że przy odpowiedniej ich ilości elektrownia może być przez całą dobę zupełnie równomiernie obciążona. Również konsument zyskuje na urządzeniu takiej baterji: opłata za prąd wraz z kosztami utrzymania i amortyzacją baterji jest o wiele mniejsza od kosztów prądu według taryfy normalnej. Zupełnie słusznie nazywa dr. Thierbach w książce „Prowadzenie stacyi centralnych“ baterje u konsumentów najidealniejszymi odbiorcami, nie narażającymi stacyi na żadne koszty zakładowe, gdyż konsumenci instalują je na swój rachunek. Baterje powyższe rozpowszechniły się w dużych miastach oraz przy sieciach rozległych, np. w Berlinie przyłączono do sieci miejskiej ogółem 50 baterji o pojemności 13 000 kw-godz., przy 3-godzinnem wyładowaniu; stanowi to tak pokazywany procent, że gdyby elektrownia zmuszona była odpowiednio powiększyć swoją wydajność, pociągnęłoby to za sobą znaczne koszty, których w tym wypadku udało się uniknąć nawet polepszając współczynnik obciążenia.

Bardzo szerokie zastosowanie znalazły również akumulatory przy wyzyskaniu sił wodnych w nocy. Jako charakterystyczny przykład wymienimy tu elektrownię wodną w pobliżu Turynu. Od wielu lat korzystano tu z siły wodnej do prowadzenia wielkiej przędzalni. Kiedy jednak wydane zostało prawo, zabraniające używania do pracy nocnej kobiet, które tu przeważnie pracowały, nie pozostało nic innego, jak ograniczyć się tylko do pracy dziennej, a co za tem idzie, obmyślić sposób podwojenia wydajności dziennej. Żeby zużytkować do tego celu wodę, która bezużytecznie nocą przepływała, ustawiono dużą baterję akumulatorów. Baterja ta, ładowana w nocy, dostarcza podczas dnia energii do pędzenia nowoustawionych warsztatów i pracuje już z górą 6 lat ku zupełnemu zadowoleniu właściciela. Wspomniemy tu jeszcze krótko o stale zwiększającym się zapotrzebowaniu akumulatorów na stacyach telefonicznych i telegraficznych. Na stacyach telefonicznych



Rys. 3.

Berlina i przedmieści ustawiono baterję o ogólnej pojemności 1400 kw-godz., przy 10-godzinnem wyładowaniu; baterje te składają się przeważnie z niewielu elementów o olbrzymiej pojemności, dochodzącej do 800 amp-godz. W Warszawie Tow. Telefonów miejskich „Cedergren“ posiada wzorową instalację tego rodzaju, a mianowicie dwie baterje po 12 elementów o pojemności każda 5830 amp-godz. przy 10-godzinnem wyładowaniu. Na rys. 3 widzimy baterję elektrowni kolejowej (120 ogniw po 1452 amp-godziny przy 7 1/2-godzinnem wyładowaniu).

O ile wszystkie wyżej wyszczególnione baterje służą niemal wyłącznie do podniesienia sprawności elektrowni, to pozostaje jeszcze nader ważne pole stosowania akumulatorów jako zapasowego źródła energii w nieprzewidzianych wypadkach, np. przy przerwach w ruchu maszyn; ma to szczególniejsze

znaczenie dla teatrów, sal koncertowych, szpitali i t. p. Można bez przesady twierdzić, że niema wogóle takiego środka, któryby równie prędko, pewnie i bez przygotowań dał się zastosować jak naładowana bateria akumulatorów.

Jeżeli chodzi o urządzenie światła bezpieczeństwa, to można tu stosować baterie przenośne, oddzielne dla każdej grupy lamp, albo też jedną ogólną baterię stałą dla całego urządzenia. Przy bateriach przenośnych umieszczane bywają w wielu wypadkach specjalne przełączniki automatyczne do włączania oświetlenia zapasowego w chwili, kiedy oświetlenie zwykle odmówi posłuszeństwa. Baterie zapasowe stałe włącza się w sieć główną równolegle; napięcie jest przytem tak wyregulowane, że w warunkach normalnych baterya nie bierze udziału w zasilaniu prądem i dopiero zaczyna działać w chwili przerwy prądu głównego lub spadku napięcia sieci.

Naturalnie, zupełnie tak samo działają baterie zapasowe, które służą jako rezerwy. Jedną z największych baterii w świecie znajduje się w walcowni w Peine (prowincya Hanower): energią dostarcza jej duża elektrownia wysokiego napięcia w hucie Ilse, odległa o kilka kilometrów. Bateria powyższa służy wyłącznie jako rezerwa w razie wypadku niespodzianej przerwy prądu podczas szarży. Przerwa prądu właśnie w chwili przedmuchiwania stali wywołałaby bardzo wielkie straty materialne oraz naraziłaby życie pracowników na niebezpieczeństwo. Podobne zadanie mają wielkie baterie akumulatorów w elektrowniach amerykańskiego Towarzystwa Commonwealth Edison Co., a mianowicie, mają one za zadanie całkowite lub częściowe dostarczanie prądu w czasie raptownych przeciążeń lub zupełnej przerwy działania maszyn elektrowni. W Nowym Jorku ustawione są 44 baterie zapasowe o pojemności 32 000 kw-godz.; wielkość ich wystarcza, aby w czasie największego zapotrzebowania zasilac prądem całą sieć przez 20 minut, w czasie zaś średniego zapotrzebowania — przez dwie godziny. Gdy w marcu r. 1911 panowała w Nowym Jorku zamieć śnieżna i w jednej chwili pograżyła całe miasto w ciemnościach, to tylko dzięki powyższym bateriom zapasowym można było uczynić zadość znacznemu zapotrzebowaniu energii. Baterie dostarczyły wtedy około 17 000 kw, skutkiem czego wkrótce wyładowało się zupełnie 25 baterii. Można by wielkim bateriom zarzucić, że utrzymanie czynności stacyi w przeciągu zaledwie 20 minut nie posiada wielkiego znaczenia. Twierdzenie to da się jednak łatwo odeprzeć faktem, że 20 minut często wystarcza aby puścić w ruch maszyny dodatkowe lub zapasowe. Przytem każdy konsument łatwo może poznać po stopniowym opadaniu napięcia, gdy baterie zaczynają się wyładowywać, że prąd się wyczerpuje, a więc ma czas przygotować się spokojnie i zabezpieczyć na wypadek zupełnego zgaśnięcia światła elektrycznego. W Ameryce potrzeba dużych baterii zapasowych wywołana była głównie tą okolicznością, że po ich ustawieniu zmniejszają się znacznie wydatki o odszkodowanie strat, wynikłych wskutek chwilowego braku światła elektrycznego w magazynach, sklepach i t. p. Baterie tego rodzaju mogą być przeciążone kilkakrotnie, a mianowicie wyładowanie odbywać się może prądem 3—4 razy większym od maksymalnego, t. j. takim, który w kilka minut wyczerpuje baterię zupełnie. Tu należy jednak nadmienić, że baterie zapasowe działają stosunkowo bardzo rzadko, zwykle nie częściej nad 20 do 30 razy w ciągu roku i dlatego, pomimo nadmiernego przeciążania, odznaczają się znaczną trwałością i w kosztach prowadzenia elektrowni wymagają niewielkich stawek amortyzacyjnych.

Inaczej pracują baterie wyrównawcze, których celem jest, jak wiadomo, zabezpieczenie generatorów od silnych i raptownych zmian obciążenia oraz wyrównywanie wahań napięcia w sieci. Najszersze zastosowanie znalazły baterie wyrównawcze w elektrowniach tramwajowych, przy urządzeniach dźwigów, w walcowniach i wogóle wszędzie, gdzie często występują znaczne zmiany zapotrzebowania energii. Wygody i korzyści natury technicznej i ekonomicznej, płynące ze stosowania akumulatorów w warunkach powyższych, są bezsporne i nie wymagają dowodzeń. Celem doskonalszego wyrównania wahań napięcia stosowane są prądnice pomocnicze, połączone w szereg z baterją. Wymienić tu należy maszyny pomocnicze systemu Pirani; Highfield-Lancashire, powszechnie używany w Anglii i Entz-Booster, w Stanach Zjednoczonych. Niedawno L. Schröder w Niemczech i Woodbridge w Ameryce podali sposoby

zastosowania baterii wyrównawczych do prądu zmiennego, które dały w praktyce wyniki znakomite.

Gdy przy tramwajach miejskich wprowadzono prawie wszędzie prąd stały o napięciu 500 do 600 woltów wraz z bateriami wyrównawczymi, dla kolei elektrycznych stosuje się w wielu wypadkach prąd zmienny jednofazowy. Wyrównywanie wahań przez baterie jest w tym razie, naturalnie, bardzo skomplikowane i mniej ekonomiczne niż przy prądzie stałym, chociaż nawet i tutaj baterie wyrównawcze dałyby pożądane wyniki ze względu na gwałtowne wahania obciążenia przy kolejach elektrycznych. Ważne znaczenie mają baterie akumulatorów przy kolejach elektrycznych, jako zapasowe źródła energii, szczególnie, jeżeli prąd, jak to ma miejsce w większości wypadków, dostarczany jest z odległych elektrowni, co wywołuje duże niebezpieczeństwo uszkodzeń linii. Można więc przypuszczać, że akumulatory będą stosowane również i przy kolejach elektrycznych prądu zmiennego.

W swoim czasie zaopatrzone w akumulatory linie kolei elektrycznej prądu jednofazowego Seebach-Wettingen, oraz kolej Wiesenthal. Pomijając jednak wymienione tu wypadki poszczególne i niektóre starsze linie prądu stałego, baterie wyrównawcze, niestety, nie znalazły jeszcze tak szerokiego zastosowania w praktyce, na jakie zasługują. Przyczyna tego tkwi w tem, że prąd zmienny, przy którym nie zdążyliśmy się przyzwyczaić do używania baterii, uważany był dotychczas jako jedynie odpowiedni dla kolei elektrycznych. Nastąpił tu jednak obecnie pewien zwrot. W Ameryce, na której wzorowaliśmy się przy prądzie zmiennym, wprowadzono obecnie na wielu nowych liniach zamiast prądu jednofazowego prąd stały o napięciu 1200—1500 woltów. Nawet na niektórych już istniejących liniach zmieniono powoli cały układ na prąd stały. Z rachunków eksploatacyjnych kolei elektrycznej Waszyngton, Baltimore i Anneapolis, po zmianie prądu zmiennego na stały, zmniejszył się koszt zużycia energii na wagon i milę z 5,9 centów na 3,8 cent., a ogólny koszt utrzymania kolei z 23,8 cent. na 19 cent. na wagon i milę. Również zarząd kolei węgierskich uważa prąd stały za odpowiedniejszy, gdyż wykonał tylko 1 linię o prądzie zmiennym, natomiast 3 długie linie o prądzie stałym. Ponieważ baterie wyrównawcze nawet na wysokie napięcia nie nastroją specjalnych trudności technicznych, otwiera się tu dla akumulatorów nowe i rozległe pole zastosowania. W ostatnich latach ustawiono już sporą liczbę takich baterii, między innymi, jak już wspomnieliśmy, na kolejach węgierskich, następnie w Niemczech, w Szwajcaryi oraz na kolejkach dojazdowych we Włoszech, gdzie dostarczono 2 baterie dla linii Brascia-Salo, 1 dla Tramvie elettriche Briantee w Meda, 1 dla linii Stresa-Motterone i 1 dla Tramvie Torino-Rivoli. Sądzę, że w praktyce daleko lepiej odpowie zadaniu prąd stały w połączeniu z bateriami wyrównawczymi dla kolei, a szczególnie dla kolejek dojazdowych, niż prąd zmienny. Ma ona przewagę nad prądem zmiennym zarówno ze względu na stronę techniczną jak i na kosztu ruchu. Nadmienimy tu również o zastosowaniu akumulatorów do t. zw. kolei bez szyn, które rozpowszechniły się szeroko we Włoszech pod nazwą „Filovia“. Dotychczas istnieje już, jak wiadomo, 10 takich linii komunikacyjnych, które bez wyjątku posiadają baterie wyrównawcze dla wyrównania zmian obciążenia, szczególnie dających się odczuwać na niewielkich elektrowniach.

Zwróćmy się teraz do akumulatorów przenośnych.

Jest rzeczą dość trudną w kilku słowach naszkicować ogólny typ ustroju ogniwa przenośnego. Ze względu na najróżnorodniejsze wymagania, jakie są stawiane akumulatorom stosownie do ich przeznaczenia, ustroje ich różnią się zasadniczo jedno od drugich. Można tylko zaznaczyć, że ogniwa przenośne większych rozmiarów posiadają płyty dodatnie o dużej powierzchni, natomiast akumulatory przenośne małe, mają wyłącznie płyty krótkowe, dodatnie i ujemne.

Jako konstrukcyę zgoła szczególną, wymienimy tu akumulator alkaliczny z elektrodami nikiel, żelazo w wykonaniu Edisona, Jungnera i innych; jest to typ wyłącznie przenośny¹⁾.

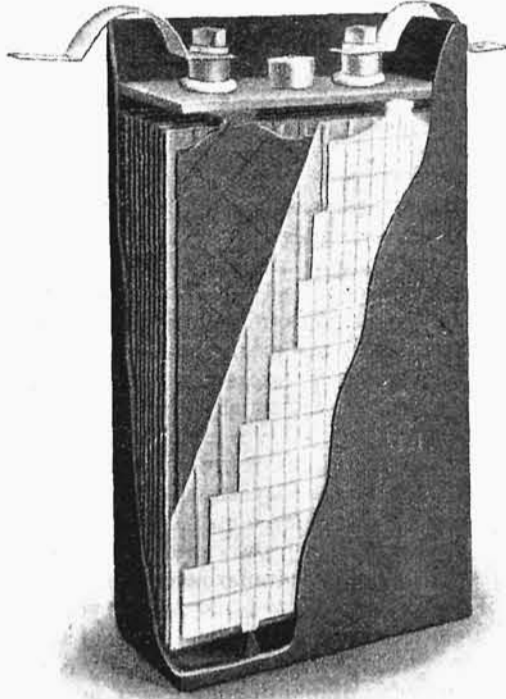
Jeszcze przed kilku laty znano akumulatory przenośne tylko jako stosunkowo małe baterie, składające się z kilku niewielkich elementów i służące do napędu automatów muzycznych, do małych instalacji oświetlenia, do zapalniczek i t. p.

¹⁾ Akumulator Edisona jest wogóle trwalszy od ołowianego, ale ma niższe napięcie o 1,2 wolta na jedno ogniwo.

Obecnie stosowane są baterie przenośne dość znacznych wymiarów w wagonach kolejowych, lokomotywach, łodziach podwodnych, statkach osobowych i samojazdach elektrycznych, gdzie znalazły nowe i szerokie pole zastosowania.

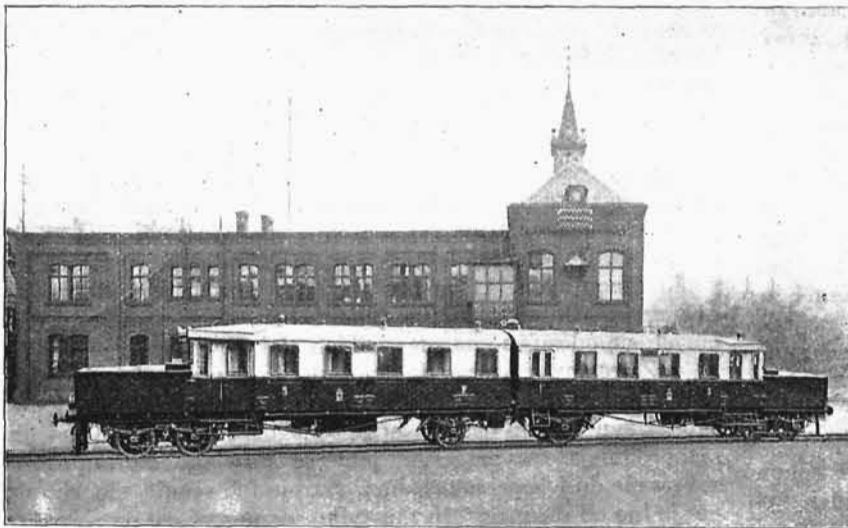
Na rys. 4 widzimy przekrój przenośnego akumulatora ołowianego.

Wagony kolejowe z akumulatorami cieszą się, szczególnie na Zachodzie, wielkim powodzeniem. Według pro-



Rys. 4.

jektu Wittfelda, akumulatory zostały umieszczone na końcu wagonu (rys. 5). Wagon taki może przebiec przy jednorazowym naładowaniu około 100 km i nawet do 180 km. Pierwsze doświadczenia w Niemczech były przeprowadzone na kolejach palatyńskich (Pfalz) w r. 1896 i dały nader pomyslnie wyniki. Zarząd powyższych kolei postanowił wobec tego nabyć kilka wagonów tego typu. W chwili obecnej posiadają koleje palatyńskie 6 wagonów akumulatorowych, uży-

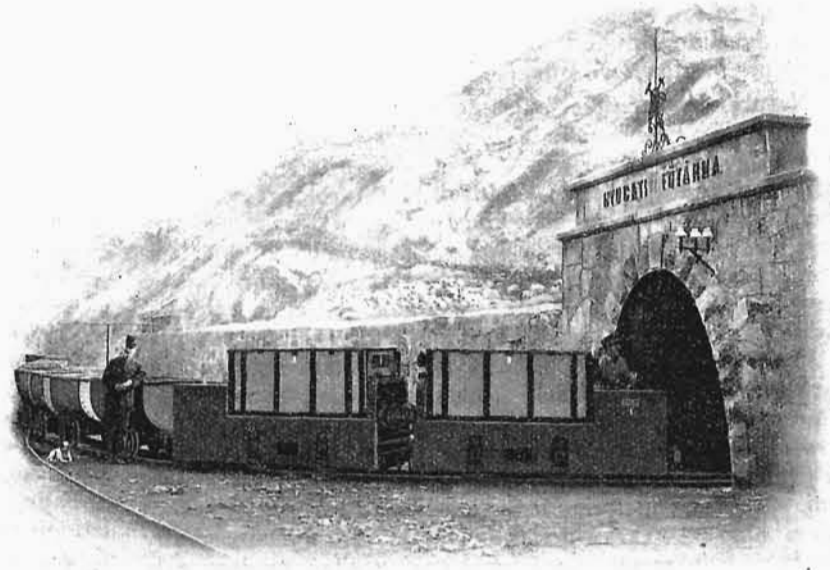


Rys. 5.

wanych przede wszystkim do ruchu podmiejskiego. W r. 1907 wykonane były próby z pięcioma wagonami na kolejach pruskich w Moguncyi. Po osiągnięciu znakomych wyników, zarząd kolei wprowadził w ruch 57 wagonów akumulatorowych i z biegiem czasu liczbę ich stale powiększał; dziś pracuje już na kolejach pruskich około 200 wagonów akumulatorowych. W porównaniu z wagonami, zaopatrzonymi w silniki benzynowe lub benzolowe, mają wagony z akumulatorami znaczną przewagę, jako o wiele mniej skomplikowane, pewne w działaniu i nadzwyczaj ekonomiczne. Na wystawie w Turynie znaj-

dowały się w sali urządzeń komunikacyjnych dwa wagony akumulatorowe, które oddano po skończonej wystawie zarządowi włoskich kolei żelaznych, celem przeprowadzenia prób. Lokomotywy akumulatorowe (rys. 6) stosowane są często na kolejach, w wielkich zakładach przemysłowych i kopalniach do manewrowania, do wywożenia rudy lub węgla, a w ostatnim czasie również do t. zw. lokomotyw bez maszynisty.

W łodziach podwodnych jest akumulator elektryczny obecnie jedynym możliwym do zastosowania źródłem prądu



Rys. 6.

do napędu silników podczas jazdy pod wodą. Również i w tym wypadku chodzi o stosunkowo duże baterie; do dziś dnia jednak wymagania i poglądy konstruktorów są tak różnorodne, że o jakimkolwiek typie ujednostajnionym nie może być mowy. Wymagania stawiane akumulatorom dla łodzi podwodnych, dotyczące miejsca, wagi i pewności działania są tak wygórowane, że stałe powodzenie zdołały tu osiągnąć tylko te fabryki, których ustroje są pod tym względem najdoskonalsze.

Zastosowanie baterii do samojazdów powiększa się stale. Nie ulega naturalnie wątpliwości, że samojazdy elektryczne z akumulatorami teraz nie wyrugują samojazdów benzynowych, już choćby ze względu na ograniczony promień działania. Do pewnych jednak celów, np. dorożek miejskich, wozów do ekspedycji towarów i t. p., samojazd elektryczny posiada w porównaniu z benzynowym zaletę nadzwyczajnej prostoty budowy, cichości biegu i braku szkodliwej woni; samojazdy elektryczne muszą zatem zdobyć tu szerokie pole zastosowania, szczególnie w okolicach, gdzie cena energii elektrycznej jest niska. Elektryczne wozy towarowe dla magazynów i składów budowane są w rozmaitych wielkościach o sile nośnej od 0,5 do 5 tonn. Zarząd niemieckich poczt używa samojazdów elektrycznych do rozwożenia przesyłek i opróżniania skrzynek pocztowych, zarządy zaś miejskie posługują się elektrycznymi wozami dla straży ogniowych, karetkami sanitarnymi, maszynami do polewania ulic i t. p. Wozy te wszędzie odpowiadają zadaniu, szczególnie tam, gdzie nadzór i utrzymanie akumulatorów w należyтым porządku powierzono dostawcom za odpowiednim wynagrodzeniem w stosunku do liczby przejechanych kilometrów. W nieporównanie prędszym tempie niż w Europie rozwinął się ruch samojazdów elektrycznych w Ameryce. Na początku r. 1910 kursowało w St. Louis 340 samojazdów elektrycznych; do ich ładowania było czynnych 60 przetwornic. Cleveland posiadał nawet 1800 takich samojazdów, które ładowano w około 600 stacji, korzystających z prądu miejskiego i przetwornic rtęciowych. Rockford,

miasto z 45 000 mieszkańców, jest w posiadaniu 170, Chicago około 3000, a stan Nowy Jork około 7000 samojazdów elektrycznych. W porównaniu z tym niezwykle prędkim rozwojem, rozpowszechnienie samojazdów elektrycznych w Europie pozostaje daleko w tyle; np. ogólna liczba samojazdów elektrycznych w Niemczech wynosi przypuszczalnie 1200 do 1500, a więc nawet mniej niż w Clevelandzie. Nasuwa się tu pytanie, jakim szczególnym warunkom przypisać należy te olbrzymie rozpowszechnienie samojazdów elektrycznych w Ameryce. Nie biorąc na uwagę warunków miejscowych, ruch ten bez wątpienia wywołany został przez nadzwyczaj ożywioną propagandą wszystkich kół zainteresowanych z chwilą, kiedy ogólnie przekonano się o korzyściach, związanych z zastosowaniem samojazdów elektrycznych. Przedewszystkiem więc oddali tu nieocenione usługi dyrektorowie stacji elektrycznych, następnie pisma zawodowe, a szczególnie Electrical World, które z pomocą częstych ankiet i artykułów starały się zawsze wskazywać na znaczenie samojazdów powyższych dla lepszego wyzyskania elektrowni. Wkrótce przekonano się, że każdy samojazd elektryczny jest znacznym i wielce pożądanym konsumentem prądu. Jeden samojazd elektryczny towarowy o sile nośnej 5 tonn, zużywa np. rocznie około 12 000 kw-godz., co odpowiada mniej więcej przyłączeniu do sieci około 1300 lampek po 25 świec. Jedna dorożka elektryczna zużywa w ciągu roku średnio 10 000 kw-godz., odpowiada więc przyłączeniu około 1100 lampek. Liczby powyższe dostatecznie określają znaczenie samojazdów elektrycznych dla elektrowni. Przez odpowiednie zniżenie taryfy, można z łatwością osiągnąć ładowanie akumulatorów tylko w czasie słabego obciążenia elektrowni, t. j. w ściśle oznaczonych godzinach; ładowanie jest przytem obciążeniem bardzo równomiernem i, za wyjątkiem chwil włączania i wyłączania, nie wywołuje żadnych wahań. Samojazdy więc elektryczne stwarzają dla każdej elektrowni prawie idealne warunki pracy i, co za tem idzie, polepszają w znacznym stopniu współczynnik obciążenia. W Ameryce dokładnie to oceniono, był to bodziec dla dyrektorów stacji do energiczniejszego zajęcia się wprowadzaniem w użycie samojazdów elektrycznych. Wszystkie samojazdy w Clevelandzie zużywają rocznie 2 500 000 kw-godz. Elektrownia ma przytem dochód od 60 do 70 dolarów rocznie z każdego samojazdu. Energia elektryczna, zużyta do ładowania akumulatorów samojazdowych wynosiła w r. 1909 w pewnym mieście amerykańskiem, mającem mniej niż 300 000 mieszkańców, średnio 46 000 kw-godz. miesięcznie. Jak już zaznaczyliśmy, cała ta liczba przy-

pada na czas niewielkiego obciążenia elektrowni. Należy tu również podkreślić, że polepszenie tym sposobem współczynnika obciążenia nie pociąga za sobą żadnych nakładów kapitału. Nie ulega wątpliwości, że samojazdy elektryczne rozpowszechnią się i w Europie, o ile tylko ich zalety, a szczególnie korzyści dla elektrowni zostaną należycie ocenione.

W tej samej mierze, jak do samojazdów, nadają się również akumulatory jako źródło energii do poruszania łodzi elektrycznych, wyróżniających się nadzwyczaj spokojnym i równym biegiem, łatwym sterowaniem oraz estetycznym wyglądem zewnętrznym.

Również duże widoki powodzenia we wszystkich krajach kulturalnych ma zastosowanie akumulatorów do oświetlenia pociągów, ponieważ światło elektryczne w przeciwstawieniu do gazowego usuwa niebezpieczeństwo pożaru. W szczególności wielu różnych układów wchodzić tu naturalnie nie mogą i nadmienię tylko, że we Włoszech znalazł szerokie zastosowanie układ wyłącznie baterijny; w innych zaś krajach zdecydowano się przeważnie na mieszany, przy którym lampki otrzymują prąd z małej dynamomaszyny, poruszanej przez oś wagonu, akumulatory zaś połączone są równolegle. Układ ten został obecnie udoskonalony przez zastosowanie dynamomaszyn Rozenberga. Oświetlenie elektryczne wagonów zaczęły obecnie wprowadzać na szerszą skalę zarządy rosyjskich dróg żelaznych.

Zapotrzebowanie na małe akumulatory przenośne do oświetlenia zapasowego, do poruszania różnych przyrządów automatycznych oraz latarek ręcznych i górniczych zwiększa się stale. Do udoskonalenia lampek elektrycznych górniczych przyczyniły się wielce zarządy kopalń angielskich, rozpisując konkurs na najlepszy ustrój; istnieją już obecnie lampki górnicze z akumulatorami, odpowiadające najostrzejszym wymaganiom bezpieczeństwa i pewności działania.

Na zakończenie przytoczymy kilka liczb statystycznych. Ogólny obrót fabryk akumulatorów na całej kuli ziemskiej wynosił w r. 1910 około 30 milionów rubli, z czego przeważna część, prawdopodobnie 75% przypada na fabryki Towarzystwa Tudor, które w każdym kraju przemysłowym posiadają swoje zakłady. We wszystkich fabrykach akumulatorów pracuje ogółem około 15 tysięcy ludzi. Ilość przerabianego w fabrykach akumulatorów ołowiu dosięga 8000 tonn rocznie.

Fabrykacja więc akumulatorów, która rozwinęła się szczególnie w ostatnich dziesiątkach lat, stanowi w przemyśle elektrotechnicznym bardzo ważną gałąź, która zdobyła sobie najróżnorodniejsze pola zastosowania. R.

BIBLIOGRAFIA.

- Prof. dr. G. Roessler. „Wechselstromtechnik“. 1913, str. 303 w 8^o, 185 rys., cena 9 marek.
 Dr. E. Blattner. „Lehrbuch der Elektrotechnik“. 1912, str. 317 w 8^o, 282 rys., cena 7 marek.
 Dr. A. Wogrinz, E. Braun von Brannthal. „Elektrotechnik“ tom I: ognia, akumulatory, prądy słabe, piorunochrony; 1912, str. 131 w 8^o, 203 rys., cena 3 marki.
 Prof. Th. de Beanse. „Wörterbuch für Elektrotechnik“. Słownik niemiecko-francuski i francusko-niemiecki. Dodatek: wzory korespondencyjne w sprawie budowy urządzeń elektrycznych; 1913, str. 235 w 8^o, cena 5 marek.

- Prof. dr. G. Klingenberg. „Bau grosser Elektrizitätswerke“ tom II: rozprowadzenie energii elektrycznej po dużym obszarze; 1914, str. 151 w 8^o, cena 9 marek.
 Statistique des installations de courant à haute tension. Editée par l'Association Electrotechnique Suisse et par l'Union des Centrales Electriques Suisse (1913). I volume folio str. 185 Fachschriften-Verlag und Buchdruckerei A. G. w Zurichu
 F. E. Kretzschmer. Die Krankheiten des stationären elektrischen Blei-Akkumulators 8^o. Wyd. Oldenburga 1912, str. 162, rys. 83, cena 6 marek.

DROBNE WIADOMOŚCI.

Koło Elektrotechników przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie zbierało się w dniach 29 kwietnia i 13 maja dla wysłuchania referatów: inż. A. Kühna „O nowych przepisach dla urządzeń światła i siły, przyłączonych do sieci miejskiej“ i inż. B. Haca „O przetwornicach jednotwornikowych“. Na obydwóch zebraniach prowadzono ożywioną dyskusję nad słownictwem, omawiając propozycje komisji słownikowej co do ustalenia słów, wyrażających podstawowe pojęcia elektrotechniczne.

Sprawozdanie Tow. kolei elektr. Łódzkiej za r. 1913. W roku sprawozdawczym przebieżono 6 005 119 wagono-kilometrów (w r. ub. 5 863 512), przewieziono 30 590 763 pasażerów (w r. ub. 29 340 794) i osiągnięto dochód 1 516 566 rb. (w r. ub. 1 454 881). Dochód na wagono-kilometr wypadł 25,3 kop. (w r. ub. 24,8) a stosunek liczby pasażerów do liczby miejsc rozporządzalnych 80 (w r. ub. 77,7).

Zyski Towarzystwa pozwoliły na wypłaceniu 16 $\frac{1}{2}$ % dywidendy (w r. ub. 16%) i przepisaniu na amortyzację przeszło 77 tys. rb.

Z danych, dotyczących się eksploatacji elektrowni, przytoczymy następujące. W ciągu roku wytworzono 4 118 117 kw-godz. (w r. ub. 3 929 690), t. j. 947 wat-godzin na 1 pociągo-kilometr, czyli 698 wat-godzin na 1 wagono-kilometr (licząc 3 wagony przyцепne za 2 wagony motorowe). Ogólny koszt eksploatacji elektrowni wyniósł 100 571 rb. (w r. ub. 89 037) i 1546 rb. zapłacone za prąd pomocniczy z elektrowni miejskiej. Licząc na 1 wytworzoną kw-godz. wypadła całkowity koszt eksploatacji 2,44 kop. (w r. ub. 2,27), a w tem koszt spalonego węgla 1,83 kop. (w r. ub. 1,67). Węgla spalono na 1 kw-godz. 1,85 kg (w r. ub. 1,76).

Największy dochód przynoszą miesiące: wrzesień, październik i listopad, najmniejszy: styczeń i luty. Najpłataniejszym dniem

w tygodniu jest niedziela, za nią idzie poniedziałek, wtorek, czwartek, środa, piątek a ostatnie miejsce zajmuje sobota. Co się tyczy ruchu pasażerskiego w zależności od pory dnia, to w dnie powszednie ruch ten wzrasta do południa, następnie spada, poczynając od godziny 2-giej wzrasta ponownie i osiąga maximum pomiędzy 6-tą a 7-mą wiecz. W niedzielę zaś ruch wzrasta do 11 rano, w ciągu dwóch następnych godzin spada, potem wzrasta raptownie i osiąga maximum pomiędzy 2 a 3 po poł., poczem następuje stopniowy spadek za wyjątkiem jednogodzinnego podskoku pomiędzy 8 a 9 wieczór.

Nowy sposób określenia strat jałowego biegu dynamaszyny.

Do określenia strat jałowego biegu maszyny używa się często sposób wybiegu, który polega na tem, że przeprywa się dostarczanie energii elektrycznej do dynamaszyny, pędzonej jako silnik i wyznacza się wykres zależności prędkości biegu od czasu.

Z tego wykresu łatwo wyznaczyć zależność mocy pochłanianej przez czynniki hamujące od liczby obrotów na sekundę, mając na względzie, że moc ta jest proporcjonalna do podnormalnej powyższej linii krzywej: $n = f(t)$.

Wyznaczanie jednak wykresów tej podnormalnej nie jest bardzo dokładne.

Pan Itterberg w *Elektrotechnische Zeitschrift* zeszyt 45 z r. 1912 podaje inny sposób, nadzwyczaj prosty, otrzymywania przy zwalnianiu biegu prądnic wielkości proporcjonalnej do podnormalnej, a więc i do mocy pochłanianej przez czynniki hamujące.

Z dynamaszyną próbną (rys.) sprzęgnięta jest mała prądnicą o prostym wzburzeniu. Na zaciski tej prądnic włączony jest woltomierz i kondensator, w obwodzie którego znajduje się amperomierz. Gdy dynamaszyna zwalnia biegu, to kondensator wyładowuje się i amperomierz wskazuje prąd, którego wielkość wyraża się wzorem:

$$i = C \frac{de}{dt}$$

Mając wskazania amperomierza i woltomierza i mnożąc je przez siebie, otrzymamy wielkość proporcjonalną do:

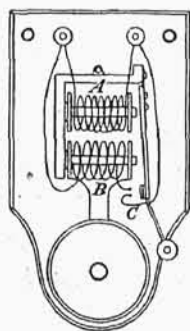
$$e \frac{de}{dt},$$

a ponieważ e jest proporcjonalne do n , więc

$$e \frac{de}{dt} = a \cdot n \frac{dn}{dt}$$

Wielkość zaś $n \frac{dn}{dt}$ wyraża podnormalną krzywą $n = f(t)$.

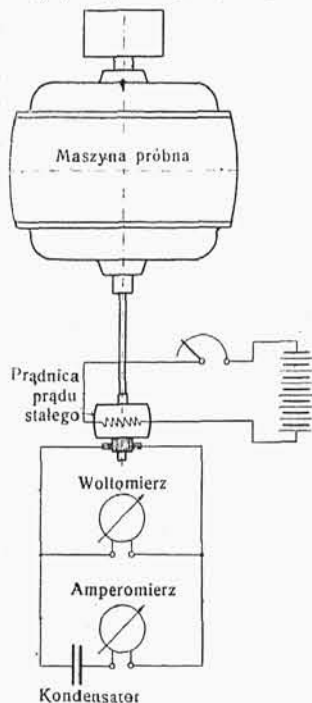
Nowy dzwonek elektryczny do bezpośredniego włączenia do sieci prądu silnego (E. T. Z. № 18 r. 1910). Firma Emanuel & Sons



w Londynie wynalazła nowy dzwonek elektryczny, który może być dołączony do sieci prądu silnego, co czyni zbytecznym ustawienie specjalnej baterii dzwonekowej. Ogólny układ poszczególnych części jest ten sam co w dzwonku zwyczajnym. Elektromagnes nowego dzwonka składa się z dwóch szpułek, które przyłączone są do sieci prądu silnego. Przy naciśnięciu przerywacza włącza się na razie tylko szpułkę A, obwód szpułki B pozostaje przerwany, a po przyciągnięciu kotwicy tworzy się nowe połączenie, wskutek czego prąd przechodzi również przez szpułkę B. Nawinięcie szpułek jest tego rodzaju, że działanie ich na magnes jest odwrotne i znosi się wzajemnie. Szpułka B ma mały opór, a więc spadek napięcia w C nie przekracza paru volt, zaś prąd główny wcale nie jest przerywany i tworzenie się iskry jest zupełnie wyłączone. Jako opór dodatkowy służy żarówka. Pamiętać jednak należy, że w takim urządzeniu sieć sygnalizacyjnej dzwonekowej musi odpowiadać co do izolacji prawidłom stosowanym przy prądzie silnym.

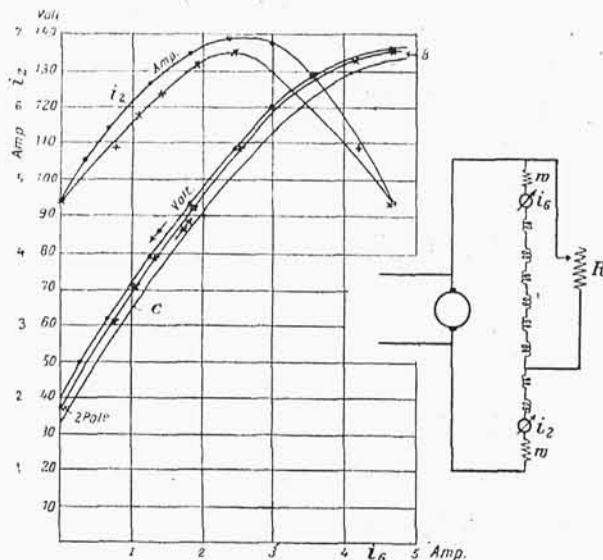
Nowy sposób regulowania napięcia dynamaszyn bocznikowych prądu stałego. W zeszyt 36 *Elektrotechnik und Maschinenbau* z d. 8 września r. 1912 M. Osnos pisze o regulacji napięcia, jaką zastosować można do prądnic bocznikowych prądu stałego.

Na rys. widzimy układ połączenia uzwojeń elektromagnesów maszyny o 8 biegunach, a zarazem i krzywą, wskazującą napięcie maszyny w zależności od prądu i_6 , wzbudzającego 6 biegunów przy jałowym biegu maszyny.



Jak widzimy na schemacie, maszyna połączona jest w ten sposób, że do zwojów 6 biegunów równolegle włączony jest opór regulujący; przez zwoje dwóch pozostałych biegunów przepływa prąd całkowity i_2 , który zmienia się nieznacznie, jak to wskazuje jego krzywa w zależności od prądu i_6 (por. rys.).

Te dwa bieguny maszyny są wzbudzone dostatecznie, strumień magnetyczny, który one wysyłają, zmienia się nieznacznie; w zwo-



jach zaś pozostałych elektromagnesów, w zależności od oporu R , zmienia się prąd od 0 do $i_6 = i_2$, zmienia się też strumień magnetyczny od 0 do wielkości, odpowiadającej prądowi $i_6 = i_2$. Napięcie, jakie otrzymujemy na zaciskach maszyny, w tym wypadku jest sumą dwóch napięć: jednego wzbudzonego przez dwa bieguny ze strumieniem magnetycznym od prądu i_2 i drugiego przez sześć biegunów ze strumieniem magnetycznym od prądu i_6 .

Lampy rtęciowe do 500 woltów napięcia wyrabiają od niedawna zakłady „Westinghouse Cooper Hewitt“. Wyglądają one jak zwykłe lampy łukowe. W górnej części mieści się opór i dławnik, które są włączone w szereg z lampą. Lampa ta nie posiada części ruchomych, nie zapala się więc przez pochylenie. Rurka lampy w stanie zimnym jest napełniona całkowicie rtęcią.

Niezbędny do wytworzenia się łuku rozdziel rtęci w rurce wytwarza się przez podgrzewacz, jak w lampie Nernsta. Przy ogrzewaniu rtęć paruje w przeciągu 15 sekund. Wytwarzający się w ten sposób łuk zwiększa się dostatecznie i zapełnia całą rurkę, poczem opornik grzejnikowy wyłącza się. Przy 500 woltach lampa ta zużywa 1,5 amp. i daje natężenie światła 1200 świec. Opór i dławnik zabezpieczają lampę od wahań napięcia w sieci tramwajowej.

Słuchawki telefoniczne kondensatorowe. Ort i Rieger opisują w zeszyt 5 *Archiv für Elektrotechnik* z roku 1912 kondensatory, używane jako słuchawki telefoniczne. Kondensatorem jest tu cienka błona gumowa obłożona z obu stron blachą aluminiową grubości 0,001 mm; wszystko razem jest napięte na bęben aluminiowy, posiadający dwa kontakty. Przy 240 woltach opór izolacyjny takiej błony wynosi około 400 milionów omów, pojemność zaś 0,088 m.

Doświadczenie uczy, iż przenoszenie dźwięku wtedy tylko jest bez zarzutu, gdy telefon kondensatorowy przyłączamy do napięcia polaryzującego, wynoszącego 240 woltów. Na rys. widzimy schemat połączeń, w którym bateria B i mikrofon M są włączone w pierwotne zwoje transformatora, w którego wtórnych zwojach telefon kondensatorowy K oraz kondensator 2 MF, włączone są na napięcie polaryzacyjne.

Najważniejsza jest w tym wypadku wielkość pojemności i niezależność jej od liczby okresów zmian prądu. W telefonie elektromagnetycznym z powodu własnych drgań błony zmienia się samoindukcja wraz z liczbą okresów, co wpływa ujemnie na wyrazistość dźwięków.

Drgania elektryczne, jakie powstają z powodu rezonansu, mogą być przez zmianę samoindukcji w transformatorze usunięte, a przynajmniej zmniejszone. Główną zaletą telefonów kondensatorowych jest możliwość przesyłania przez nie wielkiej ilości energii bez uszkodzenia błony, wobec czego służą one do przenoszenia głośnych dźwięków, które są wyraźniejsze, niż przy telefonach elektromagnetycznych.

