

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Zastosowania techniczne promieni Roentgena (c. d.), nap. I. Wasiutyńska.
 Biuro energetyczne w hutach żelaznych, nap. Inż. Z. Warszawski.
 Obliczenie wytrzymałościowe prętów ścisłych podłużnie, nap. Dr., M. T. Huber, Profesor Politechniki Warszawskiej,
 Przegląd pism technicznych.
 Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Les applications industrielles des rayons X (suite), par M. I. Wasiutyńska.
 Bureau énergétique aux usines métallurgiques. Son importance, ses travaux, par M. Z. Warszawski, Ingénieur.
 Calcul de la résistance des barres soumises aux charges en bouts, par M. M. T. Huber, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
 Revue documentaire.
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

Zastosowania techniczne promieni Roentgena.¹⁾

Napisała I. Wasiutyńska.

1. Metoda absorbcyjna.

Promienie Röntgena znalazły dość szerokie zastosowanie w technice. Przenikliwość ich wykazuje się do badania jednorodności materiałów, widma charakterystyczne — do badania składu chemicznego, promieniowanie jednorodne wreszcie — do badania budowy krystalicznej, zarówno w stanie normalnym, jak i odkształconym.

Najbardziej znaną dziedziną widma röntgenowskiego jest promieniowanie, wyróżniające się wielką przenikliwością; jest to dziedzina krótkofalowa, część zaś długofalowa pochłaniania jest przez materję znacznie silniej od promieniowania świetlnego. Natężenie promieni Röntgena ulega, rzecz prosta, osłabieniu przy przenikaniu przez materję. Składają się na to dwa czynniki: rozproszenie, wywołane przez ugięcie promieni we wszystkich możliwych kierunkach, oraz właściwe pochłanianie, czyli absorbcja. Zmiana natężenia dI jest proporcjonalna do natężenia promieniowania I oraz grubości dx warstwy przenikanej:

$$dI = -\tau I dx$$

lub po zcałkowaniu

$$I = I_0 e^{-\tau x},$$

gdzie współczynnik proporcjonalności, względnie wykładnik τ jest sumą współczynnika rozpraszania σ oraz właściwego współczynnika pochłaniania μ .

Weźmy pod uwagę tylko rozpraszanie, mamy wówczas:

$$dI = -\sigma I dx;$$

jeżeli uwzględnimy tylko jednostkę przekroju oświetlonego, wówczas $dx \cdot 1 = dv$, łatwo więc

przejsć można do równania, wyrażającego pochłanianie przez jednostkę masy:

$$dI = -\frac{\mu}{\rho} I dm,$$

gdzie ρ oznacza gęstość. Żeby otrzymać wyrażenie na absorbcję atomową, wprowadźmy jeszcze następujące oznaczenia: m_H — masa atomu wodoru, \mathfrak{A} ciężar atomowy, \mathfrak{N} liczba Avogadry, t. j. liczba atomów w gramodrobinie, co stanowi odwrotność liczby m_H . Liczba atomów w masie dm jakiegogo pierwiastka będzie $\frac{dm}{\mathfrak{A} m_H}$, a ilość energii pochłoniętej w jednostce czasu przez atom otrzymamy, dzieląc dI przez $\frac{dm}{\mathfrak{A} m_H}$, czyli:

$$\mu_{at} = \left| \frac{dI_{at}}{I} \right| = \frac{\mu}{\rho} \mathfrak{N} m_H = \frac{\mu \mathfrak{N}}{\rho}.$$

Jakie znaczenie fizyczne ma ten ostatni współczynnik μ_{at} ? Rozpatrzmy wymiary wszystkich trzech współczynników: μ , $\frac{\mu}{\rho}$ i μ_{at} : wymiar μ będzie cm^{-1} , $\frac{\mu}{\rho}$ — $g^{-1} cm$, μ_{at} — cm^2 . Można więc ten ostatni współczynnik interpretować, jako „czynny przekrój” atomu; jeżeli więc w jednostce przekroju mamy n atomów, część energii padającej równa $n\mu_{at}$ zostanie pochłonięta.

Na czem właściwie polega mechanizm absorbcji? Była już o tem mowa, że energja fali związana jest z długością fali, względnie z częstotliwością ν ¹⁾. Otóż jeżeli energja fali padającej na materję osiągnie pewną określoną wartość, może ona wyrzucić elektron znajdujący się na określonym

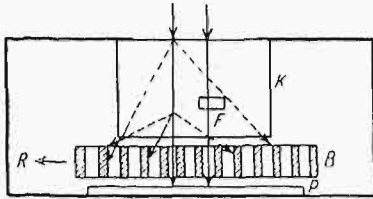
¹⁾ Ciąg dalszy do str. 140 w Nr. 7 r. b.

¹⁾ Przegl. Techn., t. 66 (1928), str. 137.

poziomie energetycznym na inny poziom, energetycznie wyższy, względnie wyrzucić go zupełnie poza atom, na co zużywa się kwant energii

$$h\nu = W_2 - W_1,$$

jeżeli h oznacza stałą uniwersalną Plancka, ν — częstotliwość drgań, a W_2 i W_1 — energie obu poziomów. Jasną więc jest rzeczą, że fala o energii odpowiadającej tym właśnie wartościom będzie szczególnie silnie pochłaniana, a spójczynnik μ rozpatrywany w zależności od λ zmieniać się będzie gwałtownymi skokami, odpowiadającymi gwałtownemu przyrostowi pochłanianej energii.



Rys. 11.

Schemat działania przesłony.

Równocześnie powinna wystąpić inna jeszcze zależność μ : różnym liczbom atomowym N odpowiada inny układ poziomów energetycznych, a więc μ powinno zależeć od N . Zależność tę odtwarza, z pewnym przybliżeniem, prawo Bragg'a Pierce'a, które formułuje się obecnie w postaci:

$$\mu_{at} = A \lambda^3 N^4,$$

lub też:

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{\mathfrak{N}}{\mathfrak{A}} A \lambda^3 N^4,$$

gdzie A jest spójczynnikiem proporcjonalności, zmieniającym się skokami przy każdym skoku wartości μ . Ciężar atomowy \mathfrak{N} jest w przybliżeniu proporcjonalny do liczby atomowej N , μ jest proporcjonalne do N^3 , jak to pierwotnie sformułował Bragg.

Z tego wynika, że:

1) Absorbpcja szybko wzrasta wraz ze zwiększaniem się długości fali λ , lecz spada nagle do zera z chwilą, gdy energia fal padających, która ze wzrostem λ maleje, nie wystarczy już do wyrzucenia elektronu z odpowiedniego poziomu.

2) O ile ma się do czynienia ze związkami chemicznymi, absorbpcja równa jest sumie absorbpcyj poszczególnych składników.

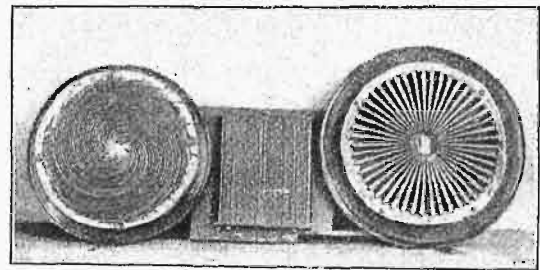
3) Dwa poprzednie wnioski dotyczyły promieniowania jednorodnego; trudniej jest ująć przebieg absorbpcji przy promieniowaniu o różnych długościach fal. Ogólnie można powiedzieć, że w miarę przenikania coraz grubszych warstw materji, promieniowanie staje się coraz bardziej krótkofalowe. Wyjątek będą stanowiły oczywiście dziedziny widma röntgenowskiego, odpowiadające krytycznej częstotliwości, która podlega specjalnie silnemu pochłanianiu.

4) Do tej pory była mowa wyłącznie o rzeczywistym pochłanianiu, z pominięciem rozpraszania. Spójczynnik rozpraszania σ komplikuje dosyć sprawę, jest bowiem niezależny od λ i prawie niezależny od N , zbyt znaczną jednak gra rolę, wobec czego pomijając go nie można.

Röntgenograficzne badanie jednolitości materiałów ma tę wyższość ponad innymi metodami, że nie zmienia pod żadnym względem badanego materiału i badan'om można poddawać same bloki przeznaczone do obróbki, nie zaś próbki z tych bloków. Ujemną jej stroną jest znaczny koszt instalacji i dość znaczny koszt zarówno pracy, jak i materiałów fotograficznych.

Jeżeli chodzi o wykrycie: możliwie małych szczelin w odlewach, niejednorodności spojenia, względnie powstałych przy spawaniu żyłek żuźła, należy tak dobrać twardość promieni, żeby na jaknajmniejszej drodze szczeliny otrzymać możliwie jaknajwiększą różnicę w pochłanianiu, czyli w zasadzie stosować należy miękkie promienie röntgenowskie.

Ten wzgląd jednak nie jest decydujący. Twardość stosowanych promieni dostosować trzeba do jakości i rozmiarów badanego materiału. Ważną również rolę odgrywają względy ekonomiczne: fale dłuższe wymagają znacznie dłuższego trwania ekspozycji fotograficznej, a to znów znacznie podwyższa koszty próby.



Rys. 12.

Przesłony do fotografii röntgenowskich.

Badanie 4-centymetrowej blachy aluminiowej wymaga napięcia 80 kV, 10-centymetrowej już 110 kV, prześwietlenie 6 cm żelaza wymaga 200 kV, a 6 cm mosiądzu 230 kV.

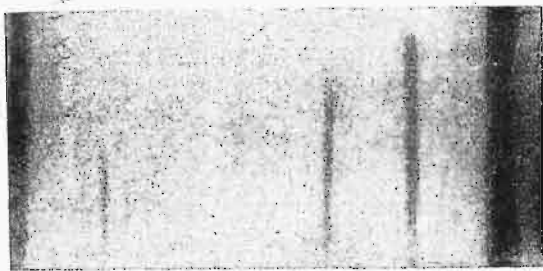
Bardzo ważną rolę odgrywa przy badaniach promieniowanie wtórne, które zawsze wzbudzone jest w materji pod wpływem padających promieni röntgenowskich. Wtórne promieniowanie wysyłane jest chaotycznie we wszystkich kierunkach i powoduje równomierne zaczernienie całej kliszy fotograficznej. Dla uwolnienia się od niego, trzeba osłonić przedewszystkiem samą rurę blachą ołowianą, a następnie między kliszą a materiałem badanym umieścić specjalne przesłony z dość grubej blachy ołowianej. Przesłona ta zawiera szereg szpar i poruszana jest jednostajnie (poprzecznie do kierunku szpar) podczas fotografowania. Promienie wtórne, wysyłane we wszystkich możliwych kierunkach, zostają pochłonięte przez ścianki szczelin. (Schematycznie uwidacznia to rys. 11. Fotografie różnego rodzaju szczelin podaje rys. 12)²⁾.

Drugi filtr dla promieni wtórnych stanowią kładzione wprost na kliszy blaszki, których jakość grubość dostosowana być musi do twardości promieni i rodzaju przesłony. Przesłonom ołowianym odpowiada najlepiej potrójny filtr, złożony z 3 blaszek: milimetrowej cynowej, 0,2 mm miedzianej

Przejdźmy teraz do praktycznego zastosowania absorbpcji.

²⁾ Dr. R. Glocker. Materialprüfung mit Röntgenstrahlen, Berlin, Springer, 1927.

i 0,1 mm aluminiowej. Przy mniejszych obciążeniach rury, lepiej stosować nie ołowianą, a np. cynową przesłonę. Dla napięcia 180 kV wystarczy szereg dwumilimetrowych blaszek cynowych — jako filtrów używa się wówczas blachy 0,2 mm miedzianej i 0,1 mm aluminiowej.

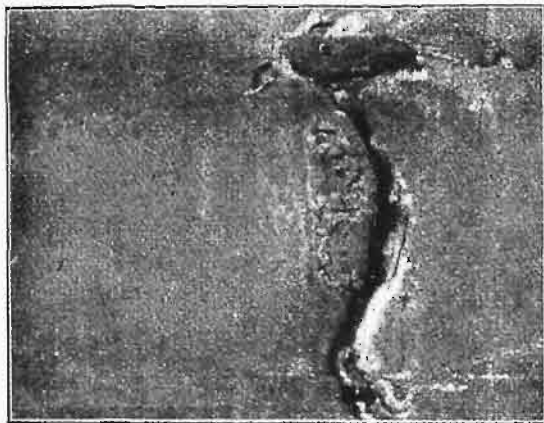


Rys. 13. Fotografia röntgenowska 3-cm-owego pręta mosiężnego z wywierconymi otworami.

Ważną rolę odgrywać będzie również rozbieżność wiązki padającej oraz rozciągłość plamy świecącej antykatory, co zresztą zrozumiałe jest samo przez się, jeżeli się weźmie pod uwagę, że chodzi o fotografię cienia, który będzie tem ostrzejszy, im bardziej punktowe będzie źródło światła i im mniej rozbieżna jego wiązka. Ostrość więc fotografii okupuje się dłuższym czasem ekspozycji.

Piątym czynnikiem, wchodzącym tu w grę, jest sama technika fotograficzna. Okazuje się, że wizualne rozróżnienie różnic w zaczernieniu kliszy zależy od stopnia zaczernienia. Trzeba więc czas ekspozycji dobrać tak, by wywołać odpowiednie zaczernienie kliszy.

Przy rozporządzalnych obecnie napięciach do 230 kV, badać można w ten sposób bloki żelazne, względnie stalowe, grubości 10 cm, mosiężne — grubości 7—8 cm. Fotografia wymaga wówczas mniej więcej godziny ekspozycji. W blokach żelaznych grubość 6 cm lub aluminiowych 10 cm wykazać można w ten sposób szczeliny, stanowiące 2" „ grubości materiału badanego.



Rys. 14. Fotografia szwu spawania blachy kotłowej z pozostałą szczeliną.

Rys. 13 przedstawia trzycentymetrową blachę mosiężną z szeregiem wywierconych w niej otworów; średnica najmniejszego wynosi 0,5 mm. W tym wypadku, przy 10 mA prądu, 200 kV napięcia i od-

ległości 35 cm od antykatory (zwykle stosuje się 50 cm), ekspozycja trwała 80 sek, przy 230 kV — tylko 16 sek. Dla bloku 6-centymetrowej grubości, nawet przy napięciu 230 kV ekspozycję trzeba całą godzinę. I w takim bloku widać jeszcze szczelinę 0,5 mm, choć cały obraz staje się wówczas już znacznie bardziej rozlany.

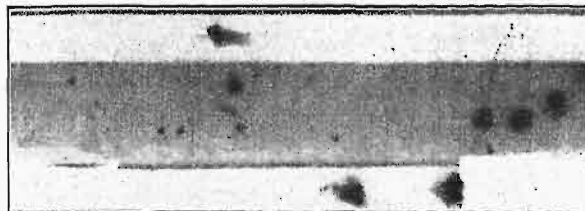
Rys. 14 przedstawia szczelinę, pozostałą po spawaniu blachy kotłowej łukiem elektrycznym.

Rys. 15 przedstawia odlew stelitowy. Odlewy te mają wyjątkowo wielką skłonność do tworzenia szczelin przy odlewaniu. Przed poddaniem materiału obróbce, poddaje się je wobec tego badaniu röntgenograficznemu, a to dla wyeliminowania najbardziej niejednorodnych części odlewu.

Stosuje się tę metodę badań również i do badania izolatorów porcelanowych. W tym wypadku napięcia mogą być oczywiście znacznie niższe — ok. 70 kV przy 5 mA.

Jak widać, twardość stosowanych promieni ($eV = h\nu$) waha się w dość znacznych granicach, bo od 70 — 230 kV.

Gdy się ma do czynienia z odlewami o niepravidłowych kształtach, co powodowałoby nierówno-



Rys. 15. Fotografia odlewu stelitowego z pęcherzami odlewniczymi.

mierne zaczernienie kliszy, zanurza się odlew badany do cieczy, która ma mniej więcej taki sam współczynnik absorpcji. Wówczas otrzymujemy obraz wyraźnie zarysowanego przekroju o jednakowej absorpcji. Dla stali i żelaza stosuje John w tym celu 70% roztwór jodku metylu w benzynie.

(d. n.)

Nowe wydawnictwa^{*)}

Kołowe plugi motorowe. Dr. Inż. T. Świeżawski. Wyd. Związku Stow. plantatorów buraków cukrowych Wielkopolski i Pomorza. Zeszyt 9-ty Str. 144 z 77 rys. Poznań, 1928.

Handbuch der Landmaschinentechnik. Prof. Dr. G. Kühne. Tom I. Die Geräte und Maschinen zur Bearbeitung des Bodens mit Gespannkraft und mit motorischem Seilzug. Str. 132 z 313 rys. J. Springer. Berlin, 1928.

Hochfrequenzmesstechnik. Dr. Ing. A. Hund. Wyd. 2-gie. rozszerz. Str. 504 z 287 rys. J. Springer. Berlin, 1928.

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

Biuro energetyczne w hutach żelaznych.

Napisal Inż. Zdzisław Warszawski.

Chcąc zobrazować znaczenie racjonalnej gospodarki energetycznej w hutnictwie amerykańskim, H. A. Brassert podał¹⁾ na międzynarodowej konferencji węglowej szereg interesujących liczb. Ciężki przemysł żelazny zużywa, według tych danych, około 20% całej produkcji węgla Stanów Zjednoczonych, rozchodując rocznie około 115 milj. tonn. Z tej liczby 80 milj. tonn węgla jest przerabianych na koks, wytwarzając jako produkt uboczny gaz koksowy, równowarty około 17,2 milj. tonn węgla. Jednocześnie zaś, przy wytwarzaniu 36 milj. tonn surówki rocznie, uzyskuje się jako produkt uboczny gaz wielkopiecowy, odpowiadający ogółem 18,2 milj. tonn węgla. Ilości te energii cieplnej są tak olbrzymie, że Brassert, podając osiągnięte już wyniki, wskazuje na nieodzowną konieczność dalszego całkowitego wyzyskania tych zasobów; energii jako na ważny postulat amerykańskiej gospodarki narodowej.

Dalej jeszcze poszli w tym kierunku Niemcy. Po przegraniu wojny, już w 1919 r. utworzyli oni przy Związku Hutników Niemieckich w Düsseldorfie sekcję energetyczną („Überwachungsstelle für Brennstoff und Energiewirtschaft auf Eisenwerken“), która konsekwentnie i gruntownie, częstokroć przy wielkim nakładzie pieniędzy, bada całokształt wytwarzania, podziału i zużycia energii w hutach. Wynikiem tej działalności było²⁾ m. in. obniżenie się spożycia węgla w hutach niemieckich ze 170 kg na 1 t stali do 20 kg na 1 t stali, przy jednoczesnym wyzyskaniu wszelkich odmian ciepła odpadowego do innych procesów.

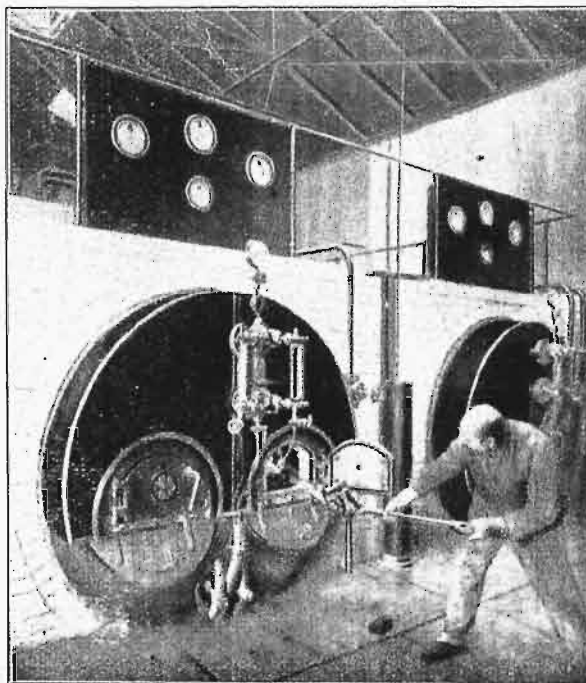
Nie będę tu poruszał dalszych etapów gospodarki energetycznej ciężkiego przemysłu w Niemczech, z których bodaj że najciekawszym jest utworzenie towarzystwa akcyjnego „A. G. für Kohlenbewertung“ w Essen, mającego w swych śmiałych planach wyzyskanie nadmiaru gazu koksownianego, aby go pod wysokim ciśnieniem 30 at prowadzić setki kilometrów w spawanych rurach do miast zamiast gazu świetlnego.

Pominę też milczeniem dalszy etap rozwoju biura energetycznego, t. zw. biuro racjonalizacji, które, wobec ściślej zależności gospodarki energetycznej i gospodarki ludzkiej, stara się ogarnąć obie te dziedziny razem w sensie podniesienia wydajności i obniżenia kosztów produkcji.

Natomiast ze względu na to, że koszty energii stanowią 25 — 30% kosztów własnych przetworów hutniczych, postaram się zobrazować zadania nowoczesnie urządzonego biura energetycznego w hutach żelaznych, ilustrując treść wywodów przykładami z własnej praktyki.

A. Technika miernicza i dozór aparatów.

Trudno sobie wyobrazić postęp nowoczesnej techniki bez dokładnych pomiarów. Poznawać w technice znaczy mierzyć, i tylko ilościowe dane pozwalają przejść od dawnych metod pracy empirycznej, szukającej po omacku właściwych dróg, do nowszych sposobów świadomego celu i konsekwentnego ustalania prawd technicznych. Minęły już bezpowrotnie te czasy (niestety u nas jeszcze nie wszędzie), kiedy np. temperaturę podgrzanego powietrza oceniano, pluając na dyszę wielkiego pieca i badając szybkość parowania śliny. Dziś nowoczesne metody elektryczne pomiaru temperatury powinny dawać kierownikowi ruchu wielkich pieców dokładny i ciągły obraz temperatury powietrza podgrzanego, zarówno w poszczególnych podgrzewaczach, jak i w głównym przewodzie pier-



Rys. 1. Przyrządy kontrolujące w kotłowni.

ścieniowym. Aby to wprowadzenie nowych metod było jednak możliwe, musi istnieć w hutach oddział, znający się na technice mierniczej i na fachowym dozorze aparatów.

Istnieją obecnie setki firm, wyrabiających przyrządy miernicze wszelkiego typu; pomijając już rozmaite metody pomiarów, dzięki którym można mierzyć szukane wielkości kilkoma sposobami, nawet sam rodzaj aparatów wymaga umiejętnego wyboru między aparatami wskaźnikowymi, rejestrującymi i liczącymi. Należy tu zgóry zdawać sobie sprawę z zadania, jakie aparat ma spełniać, oraz z wartości liczbowych tych wielkości, które trzeba mierzyć, aby wybrać najcelowszy system, określić pożądane wymiary, ustalić przy zamówieniu rodzaj skali, sposób ustawienia, czy też posuw. Jest rzeczą jasną, że niefachowiec jest mniej lub

¹⁾ Proceedings of the International Conference on Bituminous Coal, s. 540/64 (Pittsburgh: Carnegie Institute of Technology 1927).

²⁾ Mittlg. Nr. 100 der Wärmestelle Düsseldorf; Stahleisen m. b. H. Düsseldorf.

więcej zdany na łaskę przypadku, biorąc aparaty tych firm, które mają najsprytniejszych i najruchliwszych przedstawicieli. Nadmiar złego, przedstawiciele ci orientują się zwykle bardzo dobrze w terminach płatności i w wartości cła, ale mają słabe pojęcie o możliwościach technicznych wyzyskania aparatów, aby możliwie dokładnie spełniały swe zadanie. Nic też dziwnego, że pomiary tego typu dają przeważnie wyniki mylne i wytwarzają tylko pozory nowoczesnych metod kontroli ruchu.

Tylko gruntowna znajomość przedmiotu, oparta na dobrze opanowanych podstawach teoretycznych i na doświadczeniach praktycznych, zrobionych w ruchu, pozwala racjonalnie obrać i wbudować aparaty miernicze.

Wbudowanie aparatów samo przez się, nawet przy najbardziej wykwalifikowanej obsłudze, nie jest celem, lecz tylko środkiem do osiągnięcia żądanych wyników. Każdy aparat ma o tyle tylko wartość, o ile wskazania jego pomagają w prowadzeniu ruchu. Trawestując znane przysłowie angielskie, należy powiedzieć „właściwy aparat na właściwym miejscu.” Tak więc dla robotników należy używać przeważnie aparatów wskaźnikowych, mocnej, całkowicie szczelnej budowy, o dużej, wyraźnej skali, po której się porusza zdaleka widoczna wskazówka. Jako zasadę, należy tu postawić, aby aparaty te znajdowały się w najbliższym sąsiedztwie tych organów regulujących, które pozwalają odrazu kierować ruchem według przepisanych norm. Przykładem takiego umieszczenia aparatów powinna być każda kotłownia, której wo-

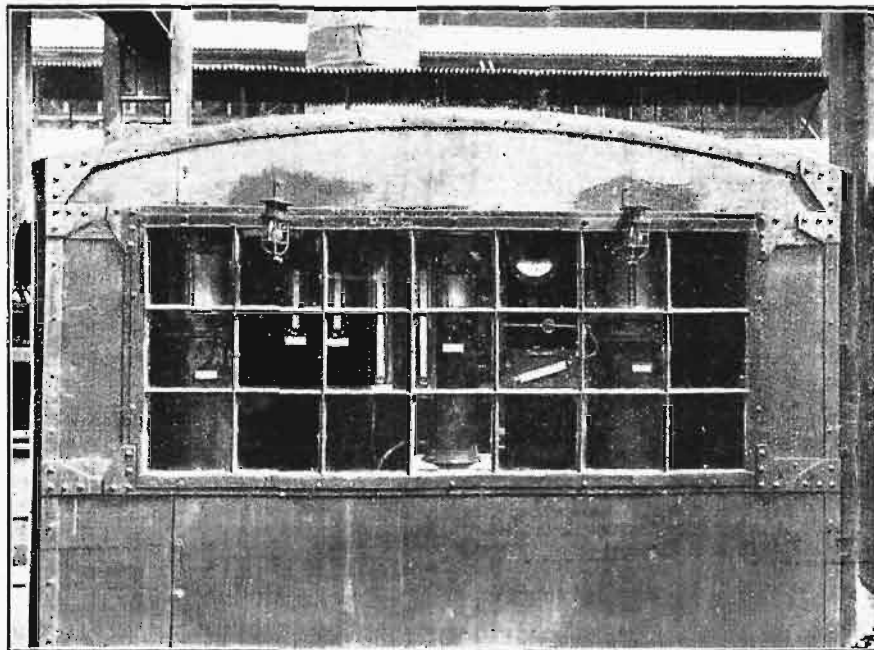
domierze, manometry, ciągomierze, mierniki temperatur i t. d. trzeba umieszczać tuż przy stanowisku palacza (rys. 1), tak jednak, aby regulując poszczególne zawory, nie tracił on z oczu tablicy pomiarowej.



Rys. 2. Budka pomiarowa oddziału wielkich pieców.

Inne wymagania stawia się aparatom, przeznaczonym dla kierownictwa ruchu. Powinny one przede wszystkim rejestrować przebieg najważniejszych zjawisk ruchu, aby kierownik widział, czy jego polecenia były wykonywane ściśle w ciągu doby. Jako przykład, służy rys. 2, wyobrażający budkę pomiarową oddziału wielkich pieców, w której istniejące manometry, mierniki temperatur i mierniki ilości powietrza pozwalają łatwo zorientować się w całokształcie warunków ruchu. Podobnie rys. 3 przedstawia budkę pomiarową do kontroli ruchu oddziału centralnego czadnic, obejmując jednocześnie zbiór aparatów wskaźnikowych również i dla robotników.

Trzecia grupa aparatów ma na celu ustalenie podziału energii przy wyznaczaniu kosztów własnych. Aparaty, które tu są stosowane, winny być bardzo solidnej budowy, często też zostają wyposażone w samoczynne urządzenia liczące, zaoferujące pracę przy planimetryowaniu. Do celów tych nadają się zwłaszcza wszelkie aparaty z elektrycznym przekazywaniem pomiarów, gdyż pozwalają stosować znane powszechnie i konstrukcyjnie wysoko stojące liczniki elektryczne,

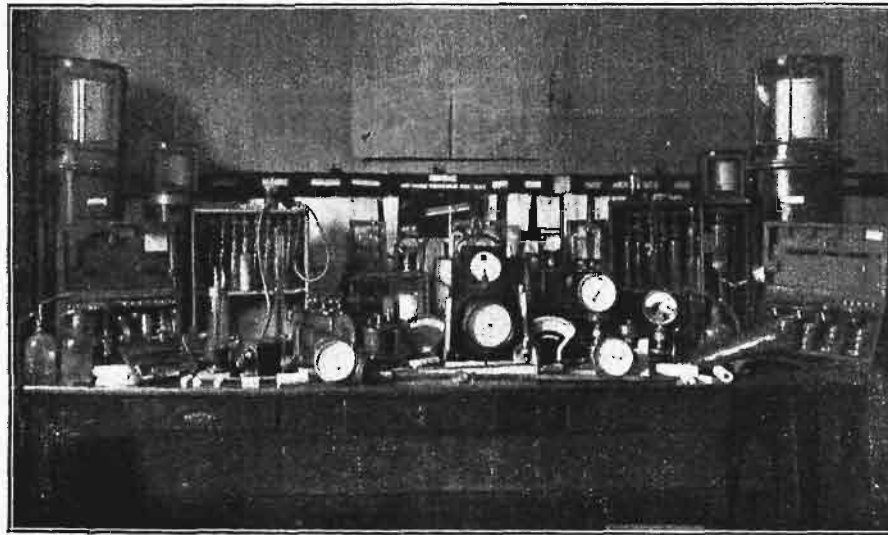


Rys. 3. Budka pomiarowa do kontroli ruchu czadnic.

Ostatnią wreszcie grupę aparatów stanowią aparaty używane przy sporadycznych pomiarach i badaniach technicznych. Są to aparaty typu mniej precyzyjnego, o możliwie silnej i prostej konstruk-

cji, niezawodne w ruchu i dobrze znoszące prze-
wożenie oraz jak najgorsze warunki pracy.

Rys. 4 pokazuje część aparatów używanych
powszechnie przy pomiarach technicznych. Nale-
ży tu jednak podkreślić, że celowy wybór i racjo-
nalne umieszczenie aparatów jeszcze nie rozwią-
zuje sprawy kontroli ruchu. Każdy aparat, o ile
ma spełniać swe zadanie, wymaga ciągłej kontroli.
Na nic się nie przydadzą wszystkie te gazomierze,
paromierze, woltomierze i t. d., o ile niema całko-
witej gwarancji, że założenia teoretyczne tych po-
miarów są zachowane. Tak, na przykład, wszelkie
pomiaru ilości cieczy lub gazu, oparte na meto-
dzie spiętrzenia, wymagają koniecznie, aby tarcza
dławiąca, przewód rurowy i przewody łączące z a-
paratem pomiarowym były czyste; jak ważny jest
powyższy wzgląd w praktyce, wie najlepiej ten,
kto mierzył gaz wielkopieczowy zgruba oczyszczony
lub wodę zasilającą kotły przy silnym nadmiarze
chemikalij czyszczących. Podobnież całkiem
fałszywe wyniki pomiarów uzyskujemy, o ile nie uda
się dostrzec zawczasu nieszczelności w pływakach
aparatów hy-
drostatycz-
nych, lub o ile
się nie przewi-
dzi odpowied-
niego odwod-
nienia przy
wszelkich ci-
śnieniomie-
rzach. Spe-
cjalne trudno-
ści przedsta-
wiają pomiary
temperatur,
gdyż źródła
błędów są tu
bardzo liczne
i tylko subtel-
ne wyelimin-
owanie prze-
szkód pozwa-
ła uzyskać wy-
nik, zbliżony



Rys. 4. Zbiór aparatów używanych przy pomiarach technicznych.

do rzeczywistości. W każdym razie, w tak wielkich
przedsiębiorstwach, jak huty żelazne, poleca się
wyszkolenie mniej lub więcej licznej brygady ślu-
sarzy precyzyjnych, którzy mają za zadanie co-
dzienną kontrolę przyrządów pomiarowych, napra-
wę zepsutych, wbudowywanie nowych, według u-
dzielanych szczegółowych wskazówek, i wreszcie
poddawanie wszystkich przyrządów mierniczych
co pewien czas generalnej kontroli, połączonej
zwykle z nowem przeczechowaniem na specjalnych
przyrządach przez siły bardziej wyszkolone.

Jeszcze raz należy zwrócić uwagę na to, że
aparaty nowoczesne wyróżniają się coraz bardziej
daleko idącą dokładnością względną, to znaczy
bardzo czule reagują na te impulsy, które porusza-
ją mechanizm mierniczy. Znacznie gorzej jest na-
tomiasz z dokładnością absolutną pomiarów, która
wymaga ścisłego zachowania przyjętej przez nas
zależności między tym impulsem a wartością wiel-
kości pomiarowej. Ten właśnie wzgląd powoduje
pozornie paradoksalne zjawisko, że przyrządy pre-
cyzyjne, których błąd ma nie przekraczać 1%,

mierzą w rzeczywistości z dokładnością np. do 10%.
Paradoks ten tłumaczy się pomieszaniem pojęć do-
kładności względnej i absolutnej. Dlatego też tak waż-
ne jest fachowe wykonywanie pomiarów technicznych

B. Statystyka.

Jednym z ważnych zadań pomiarów energje-
tycznych w ruchu jest uchwycenie wszelkich ilości
energji w czasie ich występowania w obrębie przed-
siębiorstwa. Pomijając już kardynalną sprawę do-
kładnego ustalania ilości węgla, przypadającego
na poszczególnych odbiorców, jako to koksownie,
kotłownie, piece zgrzewcze czy też czadnice, do-
brze postawione biuro energetyczne powinno dą-
żyć do ustalenia dziennego bilansu pary, wody, ga-
zów odpadkowych i t. d. Zestawiając w ten spo-
sób, dzień za dniem, z jednej strony wytworzoną
ilość energji pewnego rodzaju, z drugiej zaś jej
podział na poszczególnych odbiorców, stwarzamy
podstawy statystyki technicznej, która pozwala na:

1) dysponowanie zgóry w sposób świadomy
zasobami energji;

2) ustalenie
spółczyn-
ników
sprawności
poszczegól-
nych ze-
spółów;
3) zwracanie
zawczasu
uwagi in-
teresowa-
nych od-
działów na
wszelkie
nienormal-
ne odchyle-
nia powyż-
szych spół-
czynników
od ich śred-
nich warto-
ści dotych-
czasowych;

4) obliczanie obciążenia oddziałów ruchu
przez poszczególne rodzaje energji.

Jeżeli pierwsze trzy punkty mają charakter
wybitnie techniczny i spełniają ważne zadania
kontroli ruchu, na przykład przy ustaleniu spraw-
ności, to czwarty punkt statystyki technicznej na-
leży właściwie do dziedziny ściśle gospodarczej,
dając ważny materiał przy ustalaniu kosztów wła-
snych. Należy bezwzględnie potępić wszelkie, po-
zornie tak wygodne, stosowanie stałych obciążeń
procentowych poszczególnych oddziałów ruchu
przez oddziały wytwórczości energji. Wszelkie te
zgóry założone rozdzielniki procentowe są pozba-
wione realnej podstawy i dzięki zawartym w nim
rażącym błędom, wynoszącym niekiedy nawet
10 000%, przyczyniają się do fałszywego oblicza-
nia kosztów własnych.

Tą drogą więc stwarza się konieczność prowa-
dzenia przez biuro energetyczne raportów różnego
rodzaju. Bilanse dzienne wytwarzania i rozdziału
energji, których przykładem niech służy rozdział
gazu wielkopieczowego (rys. 5), mają swój odpo-

Ważną pozycję stanowią również wszelkie urządzenia kondensacyjne, zarówno pojedyncze jak i centralne, gdzie należy nie tylko stale śledzić stan próżni, ale zapomocą stałej kontroli temperatury wody chłodzącej, skroplin i t. d. badać przyczyny ewentualnego pogorszenia się działania instalacji.

Pożądane jest również, aby kontrola wszelkich maszyn, czy to silników, czy też maszyn roboczych, była ujęta w formie specjalnej kartoteki i podporządkowana biuro energetycznemu. Tą drogą powinno się osiągnąć taką współpracę z oddziałem maszynowym, aby ten ostatni poprawiał błędy w maszynach w myśl wskazań wykresów indykatorowych. Biuro energetyczne staje się tem samem oddziałem kontrolnym dyrekcji również i w stosunku do oddziału maszynowego, który w ten sposób zyskuje jednocześnie obiektywną pomoc fachową.

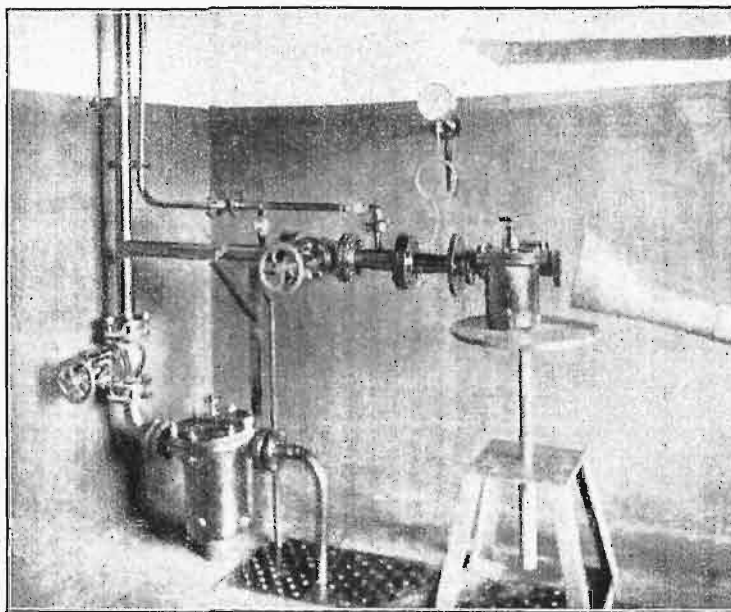
Niezmiernie ważne znaczenie w hutach żelaznych posiada gospodarka gazami odpadkowymi, to jest gazem wielkopieczowym i gazem koksowym. Zasadniczym celem każdego biura energetycznego musi być jak najdalej idące wyzyskanie tych gazów do innych procesów cieplnych, aby zredukować w miarę możliwości ilość sprwadzanego z zewnątrz węgla. Trudne warunki pracy hut polskich, stosunkowo małe wymiary wielkich pieców i zwa-

szcza brak ciągłości ich produkcji nie pozwalają na osiągnięcie tego stanu idealnego, jaki panuje, na przykład, w ciężkim przemyśle zachodnich Niemiec, gdzie poza koksownią węgiel kupuje się obecnie tylko do lokomotyw. W każdym razie i w naszych warunkach trzeba dążyć do wyzyskania rozporządzalnych ilości gazów opałowych do wszelkiego rodzaju palenisk.

O ile przy gazie koksowym praca ta nie stanowi większych trudności, gdyż gaz ten po wydobyciu produktów ubocznych daje się łatwo rozprawać po hucie i, dzięki równomiernemu biegowi koksowni, wykazuje minimalne wahania w rozporządzalnych ilościach, o tyle wielkie trudności sprawia gaz wielkopieczowy. Przedewszystkiem musi być on poddany starannemu oczyszczeniu, aby go można było stosować czy to w piecach hutniczych, czy w maszynach gazowych, po drugie zaś wielkie trudności wynikają z bardzo nierównomiernej produkcji tego gazu, związanej organicznie z wahaniami ruchu oddziału wielkich pieców. Należy tu dobrze zastanowić się, jaką ilość gazu wielkopieczowego można w danych warunkach przyjąć

za rozporządzalną stale, a jaka znowu ilość może grać tylko rolę w okresach obciążeń szczytowych. Jest rzeczą jasną, że te ilości szczytowe gazu dadzą się zastosować tylko u tych odbiorców, którzy mają jednocześnie inną rezerwę cieplną, naprzykład czadnice gazu.

W każdym razie, już z naszkicowanego obrazu gospodarki gazowej widać wyraźnie, że biuro energetyczne, jako najbardziej powołana do tego instancja, musi całkowicie uchwycić w swoje ręce podział gazów odpadkowych, kierując się przytem stale wskazówkami celowo wbudowanych aparatów. Znając dokładnie program pracy huty oraz wiedząc najlepiej, jakie ilości energii i gdzie są potrzebne, biuro energetyczne powinno tak podzielić rozporządzalny nadmiar gazów, aby według możliwości ustał ich wolny wydmuch w powietrze, a jednocześnie aby praca oddziałów ruchu, pobierających gaz, nie ulegała przerwie przy zakłóceniach w wytwarzaniu gazu. Tą drogą biuro energetyczne obejmuje nieustanną komendę nad rozdziałem tych zasobów energii w hucie i polecenia jego winny być bezwzględnie wykonywane przez oddziały ruchu. W wielkich hutach europejskich stworzono z biegiem czasu specjalne budynki kierownictwa energii, skąd — na podstawie wskazań przejrzyste wbudowanych aparatów kontrolnych



Rys. 7. Stacja prób garnków kondensacyjnych.

— jak z mostka kapitańskiego idą rozkazy do oddziałów ruchu, regulujące racjonalnie rozdział energii. Przy sposobności można przytoczyć jako przykład zakłady witkowickie, gdzie istnieją dwa domki kierownictwa energii, świetnie wyposażone we wszystkie potrzebne urządzenia techniczne.

Dalszem niezmiernie ważnym zadaniem biura energetycznego jest stała kontrola nie tylko wszelkich palenisk, jako to pieców podgrzewczych, pieców do wyżarzania, pieców do hartowania i t. d., ale w pierwszym rzędzie wszelkich procesów metalurgicznych, związanych z użyciem paliwa. Wspomnieć tu należy w pierwszym rzędzie kontrolę ruchu wielkich pieców, obejmującą badanie ilości powietrza wtłaczanego, ciśnienia tego powietrza, temperatury podgrzania, temperatury gazów wylotowych, ruchu materiałów w piecu, równomierności biegu, stopnia zanieczyszczenia gazów surowych i oczyszczonych i t. d. Z kolei wypada wspomnieć stalownię, gdzie zwykle poza gazem czadnicowym znajdują zastosowanie również inne gazy odpadkowe huty. Ważną pozycją w gospodarce energetycznej huty stanowią również wszel-

kie czadnice, których racjonalne prowadzenie wymaga bezwzględnie odpowiedniego wykształcenia obsługi oraz stałej kontroli przez wykwalifikowane siły (patrz rys. 3).

Nie od rzeczy będzie wspomnieć też o staranym nadzorze nad przewodami parowymi, jako o ważnym punkcie w gospodarce parowej huty. Przedewszystkiem narzuca się tu sama przez się sprawa odwodnień i garnków kondensacyjnych. O powstających

ta drogą stratach można sobie wyrobić pojęcie, pamiętając, że naprzykład przy 7 at nadciśnienia traciemy przez każdą nieuszczelnność o powierzchni 10 mm² około 360 t pary nasyconej rocznie. Należy więc starannie zaopiekować się zwłaszcza garnkami kondensacyjnymi, będącymi najbardziej niepewnym urządzeniem w gospodarce parowej. Rys. 7 pokazuje specjalnie skonstruowane przyrządy kontrolne, gdzie każdy garnek kondensacyjny badany jest w pewnych odstępach czasu na szczelność i na racjonalne wypuszczanie wody i zatrzymywanie pary. Wreszcie wypada tu wspomnieć sprawę izolacji przewodów parowych, względnie przewodów z powietrzem podgrzanym. Minęły te czasy, kiedy dostawcy masy, czy też kamieni izolacyjnych narzucali swój towar odbiorcy, który brał wszystko bez żadnej kontroli. Jak to widzimy na rys. 8, istnieje dziś metoda techniczna kontroli materiałów izolacyjnych pomocną tak zwanego miernika strumienia ciepłego systemu Schmidt'a, pozwalającą wybierać materiały izolacyjne według ich własności technicznych oraz żądanej ceny.

Jako ostatni punkt tego pobieżnego przeglądu kontroli ruchu, wspomnieć jeszcze należy o kontroli samego węgla. Stałe branie prób dla okre-

ślenia ilości popiołu, wilgotności i dokładnego składu chemicznego węgla wymaga uzupełnień w kierunku badania węgla na jednostajność sortymentu oraz na zdolność do wytwarzania normalnego koku hutniczego.

W obecnych czasach, gdy przy stosowaniu węgla występuje wszędzie racjonalna tendencja do przejścia od drogich sortymentów grubszych (kostka) do tanich drobniejszych (orzesek, grysik, miał), należy podkreślić szczególnie donio-

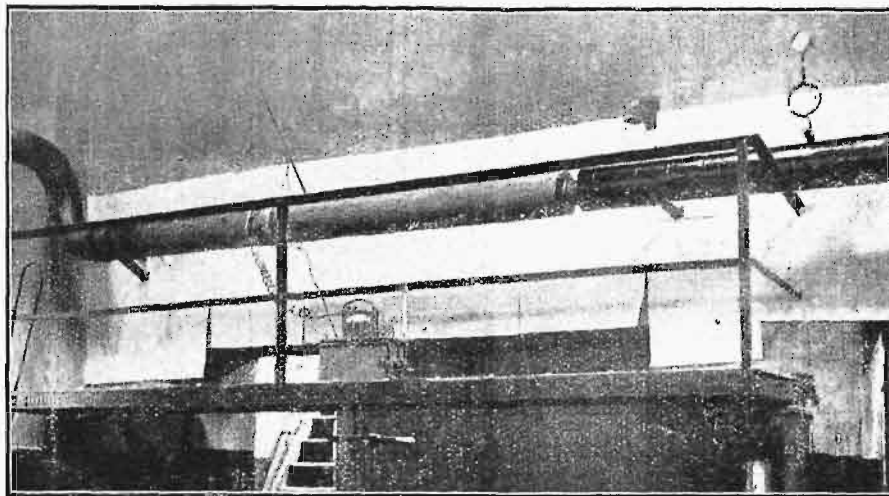
stwo kontroli węgla na jednolitość wymiarów. Wreszcie wspomnieć należy, że rozchód węgla musi być ściśle kontrolowany, i to nie tylko sumarycznie przy sprowadzaniu węgla do huty, ale i szczególnie dla poszczególnych odbiorców, aby tą drogą posunąć kontrolę rozchodu paliwa jak najdalej.

D. Badania techniczne oraz głos doradczy w sprawach inwestycyjnych.

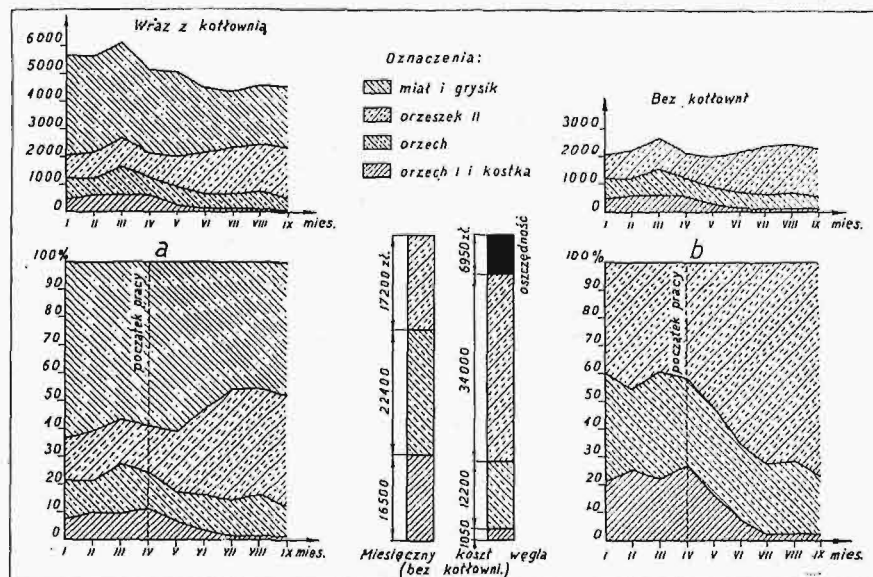
Dobrze prowadzone biuro energetyczne nie może poprzestać tylko na uchwyceniu ruchu w tej postaci, jak się on normalnie rozwija w hucie. W rzeczywistości praca biura powinna stale przechodzić 3 fazy każdej racjonalizacji: najpierw chodzi o zbadanie istniejącego stanu energetycznego, później jej celem jest ustalenie racjonalnych warunków pracy przy pewnych założeniach, wreszcie następuje wprowadzenie w życie najlepszej metody pracy oraz jej kontrola. Oczywiście, stan ten trwa dopóty, dopóki nowe badania nie ustalą lepszego wzorca, póki nie wytworzą lepszej metody

pracy i póki nie zmuszą do stosowania innej kontroli nowych warunków.

Dlatego też biuro energetyczne stale powinno przeprowadzać najrozmaitsze badania techniczne,



Rys. 8. Aparat Schmidt'a do kontroli materiałów izolacyjnych.



Rys. 9. Gospodarka węglowa pewnej huty.

kontrolując przy pomocy odpowiednio wbudowanych aparatów te urządzenia, czy też ten agregat, o którego analizę pracy chodzi. Inicjatywa badań przynależy zwykle albo biuru energetycznemu, albo dyrekcji, której chodzi o wyświetlenie pewnych spraw technicznych. Niekiedy jednak sam ruch zwraca się do biura energetycznego z różnymi zagadnieniami, uważając, że tą drogą osiągnie najszybsze i najpewniejsze wyniki.

Trudno w pobieżnym zestawieniu wyczerpać te wszystkie zadania, które zwykle należy rozwiązywać w hutach. Jako typowe przykłady, można tylko przytoczyć badanie usprawniania działalności pieców lub palenisk wogóle, ustalanie i zmniejszanie strat przy wyznaczaniu bilansu cieplnego czadnic, kontrolę spalania w piecach martenowskich, badanie wydajności podgrzewaczy powietrza i t. d. Potrzebne tu pomiary wymagają umiejętnego dostosowania się do warunków lokalnych, a przede wszystkim stałego uwzględniania wszelkich trudności pomiaru, które później, dzięki powstającym tą drogą niedokładnościom, niweczą niekiedy kilkodniową pracę. Zwłaszcza pilnie uważać należy przy braniu prób gazów wylotowych oraz przy mierzeniu temperatur.

Posiadając w ten sposób wielką ilość danych pomiarowych we wszystkich oddziałach ruchu biuro energetyczne ma do spełnienia jeszcze jeden ważny obowiązek. Chodzi tu mianowicie o fachowe wydawanie opinii przy wszelkich inwestycjach lub gruntownych przebudowach starych oddziałów. Praca każdego oddziału tak silnie zalega się z gospodarką energetyczną huty, że trzeba stale pomagać w tej dziedzinie biuru konstrukcyjnemu. Poza sprawami zasadniczymi wynajdywania właściwych źródeł energii, chodzi tu zwykle o projektowanie racjonalnych pieców, o obliczenie kanałów, przewodów, kominów, regeneratorów i t. d. Wypada tu również zwracać uwagę i na takie szczegóły, jak na przykład na racjonalne prowadzenie wszelakich przewodów z pominięciem ostrych załamania lub ostrych skoków w przekrojach, aby zgóry zmniejszyć szkodliwe opory przepływu.

Naszkicowany powyżej obraz działalności biura energetycznego w hutach wymaga jeszcze uzasadnienia pieniężnego. Jest rzeczą jasną, że praca takiego biura oraz zatrudniony w nim personel

powodują wydatki w wysokości paru tysięcy złotych miesięcznie, licząc przy obecnym kursie złotego. Chodzi o stwierdzenie, czy wydatki te stoją w racjonalnym stosunku do osiągniętych oszczędności. W tym celu weźmy dla przykładu średnią hutę żelazną, produkującą okrągło 10 000 t surowca miesięcznie. Potrzebna do tego ilość węgla w kokosowni niech wyniesie około 19 000 t, a całkowita ilość wytworzonego gazu kokсового około 7 000 000 m³ miesięcznie. Jednocześnie wielkie piece wytwarzają miesięcznie 48 000 000 m³ gazu wielkopieczowego. Poza tem niech w rozpatrywanej hucie ilość węgla stosowanego bezpośrednio w innych paleniskach wynosi 8000 t miesięcznie. Wobec powyższego, rozporządzalne ilości energii stanowią miesięcznie w postaci węgla czystego 27 000 t, oraz po racjonalnym przeliczeniu gazów odpadkowych jeszcze około 20 000 t węgla obliczeniowego. Jeżeli z powyższej ilości ogólnej 47 000 t węgla uda się biuru energetycznemu oszczędzić tylko 5%, to już sama ta pozycja wyniesie 2350 t węgla, a więc stanowi wartość znacznie większą od ogólnych kosztów biura. A przecież pominięte zostały tu wszelkie inne źródła oszczędności, jak na przykład zastosowanie tańszych sortymentów węgla, o których była mowa wyżej.

Wymownym dowodem takiej działalności jest rys. 9, pokazujący, jak po zajęciu się gospodarką węglową pewnej huty przez biuro energetyczne wzrosła ilość tańszych sortymentów węgla, dzięki czemu oszczędność pieniężna wyniosła już po 5-ciu miesiącach prawie 7000 złotych miesięcznie.

W dotychczasowym bilansie zysków i strat pominięta została ogólna poważna praca kontrolna biura energetycznego oraz jego stała współpraca przy racjonalizacji gospodarki przedsiębiorstwa, która przecież stanowi również pokaźny równoważnik pieniężny.

Na zakończenie wypada zrobić jedną jeszcze uwagę. Praca biura energetycznego zależy w wysokim stopniu od osoby kierownika biura. Praca ta jest bowiem z natury swej bardzo drażliwa, i tylko przy znacznej dozie taktu osobistego pozwala osiągnąć korzystne wyniki. Trzeba się tu stale liczyć z ambicją oddziałów ruchu i przy wykonywaniu wszelkich czynności kontrolnych pamiętać o tem, że dobra policja powinna chodzić bez broni zaczepnej.

Obliczenie wytrzymałościowe prętów podłużnie ściskanych.

Napisal M. T. Huber.

Przez wytrzymałość danej części konstrukcyjnej rozumiemy powszechnie krańcową wartość obciążenia (określonego co do kierunku i położenia), przy której to wartości zajdzie niebezpieczeństwo trwałego uszkodzenia tegoż elementu, czyli krótko — obciążenie niebezpieczne (albo niszczące).

Pojmowana w ten sposób wytrzymałość prętów podłużnie ściskanych różni się zasadniczo od wytrzymałości prętów rozciąganych. Ta ostatnia jest mianowicie

praktycznie zależna tylko od pola przekroju poprzecznego, a niezależna od długości pręta; pierwsza natomiast zależy w wysokim stopniu od stosunku długości do rozmiarów poprzecznych pręta, czyli od jego smukłości. To się odnosi nie tylko do wyidealizowanego przypadku prętów doskonale jednolitych, prostych i osiowo obciążonych, lecz także do realnego, praktycznego przypadku nieuniknionych drobnych zboczeń od jednolitości materiału, prostoliniowości osi i środkowości obciążenia. Te zboczenia mają bowiem znikomą wpływ

na wytrzymałość u prętów rozciąganych; bardzo znaczny zaś u prętów ściskanych, zwłaszcza przy większej smukłości tychże.

Przyczyna tak odmiennego zachowania się pręta w przypadku jego ściskania, a w przypadku rozciągania, jest, ogólnie biorąc, bardzo prosta. Wymienione zбочenia powodują we wszystkich wogóle przekrojach pręta momenty zginające. Momenty te zwiększają naprężenia we włóknach skrajnych w porównaniu do wartości średniej, czyli do wartości naprężenia w osi, t. j. $\sigma_0 = \frac{P}{F}$. Atoli stosunek odpowiedniego przyrostu do σ_0 maleje ze wzrostem siły P w przypadku rozciągania, zaś rośnie szybko w przypadku ściskania, — ponieważ momenty pojawiające się w pierwszym przypadku wyprostowują oś pręta i zmniejszają mimośrodowość w przekrojach jego części środkowych, natomiast w drugim przypadku — zakrzywiają oś i zwiększają mimośrodowość w tychże częściach.

Przy mimośrodkowym rozciąganiu rosnącym z wolna obciążeniem P , przekrój niebezpieczny pręta zbliża się ku jego końcom; przy ściskaniu zaś — pozostaje trwale w środku pręta (oczywiście pod warunkiem jednakowego ustalenia obu końców). Wywołana powyższymi zбочeniami nierównomierność rozkładu naprężeń w przekroju zanika w przypadku rozciągania smukłego pręta, natomiast rośnie niepomiarnie w przypadku jego ściskania.

Nic tedy dziwnego, że obliczenie wytrzymałościowe prętów rozciąganych sprowadza się, w przypadkach drobnych niezamierzonych mimośrodków, do nadzwyczajnie prostego stosowania wzoru

$$\frac{P}{F} = \sigma_{\text{bezp.}}$$

podczas gdy do obliczenia wytrzymałościowego prętów ściskanych stosują inżynierowie różnorodne wzory, oparte na teorii i doświadczeniu, które z mniejszą lub większą dokładnością określają zależność obciążenia niebezpiecznego od smukłości pręta.

Sprawę tę komplikuje jeszcze zjawisko zmiany charakteru równowagi pręta prostego ściskanego osiowo, gdy obciążenie, różnac statycznie, przekroczy t. zw. wartość krytyczną P_{kr} . Pod pewnymi warunkami ograniczającymi jest P_{kr} równe Eulerowskiej wartości obciążenia P_E , określone znany wzorem

$$P_E = \pi^2 \frac{EI}{l^2}$$

w normalnym przypadku ustalenia obu końców pręta¹⁾.

Skoro pręt ściskany osiowo obciążeniem $P < P_E$, to jego prosta postać jest postacią równowagi stałej; atoli przy $P > P_E$ zachodzi niestabilność równowagi postaci prostej,

z pręt się „wybacza”, t. zn. przyjmuje nową, zakrzywioną postać równowagi stałej. W granicznym przypadku $P = P_E$, mamy widocznie do czynienia z t. zw. równowagą obojętną prostej (lub nieskończenie słabo zakrzywionej) postaci pręta²⁾. Ta klasyfikacja jest oczywiście ściśle ważna tylko pod warunkiem, że stan napięcia i odkształcenia materiału pręta jest doskonale sprężysty i nigdzie nie przekracza granicy proporcjonalności. To prowadzi do rozróżnienia następujących trzech przypadków:

a) Gdy warunek powyższy jest spełniony przy $P > P_E$, to mówimy o wyboczeniu sprężystym. Takie wyboczenie można obserwować np. na bardzo smukłych prętach ze stali sprężynowej lub liniałach kreślarskich.

b) Skoro warunek sprężystości spełnia się tylko dla wartości P nie przekraczających P_E , to wyboczenie zachodzące przy $P > P_E$ prowadzi do wyraźnych odkształceń trwałych, czyli jest właściwie niesprężyste. Na nazwę wyboczenia niesprężystego zasługuje przeto każdy przypadek wyboczenia, dla którego

$$P_E/F \leq \sigma_s,$$

jeżeli σ_s oznacza wartość ciśnienia na granicy sprężystości (w znaczeniu praktycznym).

c) Jeżeli wreszcie warunki sprężystości nie są spełnione już dla wartości obciążenia mniejszych od P_E , to wyboczenie ma tem bardziej charakter niesprężysty, a P_{kr} staje się mniejszem od P_E , podczas gdy w przypadkach (a) i (b) było $P_{kr} = P_E$.

W literaturze technicznej zbyt często utożsamia się obciążenie krytyczne z obciążeniem niebezpiecznym (niszczącym), czyli z „wytrzymałością na wyboczenie” P_w . Powodem tego jest fakt, że w wielu praktycznych przypadkach podłużnego ściskania prętów w warunkach zbliżonych do powyższego modelu teoretycznego, wartości P_w różnią się tylko nieznacznie od P_{kr} ³⁾. W tem tkwi źródło wielu nieporozumień i chybionych pomysłów.

Tymczasem P_{kr} może również dobrze przewyższać znacznie P_w (przy bardzo małych smukłościach), jak i być od niego znacznie mniejszem (przy smukłościach bardzo wielkich). Zbliżenie wartości P_w i P_{kr} zachodzi jedynie dla pewnego przedziału smukłości średnich, większych od t. zw. smukłości granicznej.

Pojęciowo mają wielkość P_{kr} i P_w charakter zgoła odmienny. Przy wielkiej doniosłości naukowej, jest P_{kr} wielkością abstrakcyjną, nie dającą się oczywiście pogodzić z nieuniknionymi zбочeniami od schematu teoretycznego w doświadczeniu nawet laboratoryjnym. Wszak przy niewielkim początkowym mimośrodku δ obciążenia P , pręt pierwotnie prosty wygina się w sposób

¹⁾ Nie jest to zupełnie ścisła postać wzoru, gdyż po pierwsze przy jego wywodzie pominięto wpływ naprężeń stycznych na linję ugięcia; powtórnie zaś nie uwzględniono skrócenia długości osi. Pierwszy wpływ zmniejsza obciążenie krytyczne; drugi zaś zwiększa je nieco, tak iż obadwa wpływy częściowo się wyrównują. Powstający błąd nie dochodzi w zwykłych warunkach do 1% u prętów litych. Bliższe szczegóły znajdzie czytelnik w rozdziale: „Sprężystość i wytrzymałość” Podręcznika Inżynierskiego prof. Bryły (Lwów i Warszawa 1927), opracowanym przez podpisanego, oraz w nocie do Akademii Francuskiej, którą niedawno ogłosił

prof. M. Broszk o p. t.: „Sur le flambage des barres prismatiques...”, dając w niej uderzające prostotą, a najprawdopodobniej pierwsze poprawne rozwiązanie teoretyczne zagadnienia wyboczenia niesprężystego w przypadku materiałów tego rodzaju, co żelazo kowalne i stal.

²⁾ Por. autora: „Kryteria stałości równowagi...” 1926. Zesz. 3, wydawnictw Akademii Nauk Technicznych.

³⁾ Tem się tłumaczy stosowanie w literaturze technicznej do siły P_{kr} , albo do P_E nazwy: „Siły wybaczające”, chociaż ta wartość siły teoretycznie nie wystarcza do wywołania wyboczenia pręta prostego, ściskanego osiowo.

ciągły, w miarę jak wartości P rosną od początkowej wartości 0, podczas gdy bez mimośrodowo pozostawałby pręt prostym aż do chwili przekroczenia przez P wartości P_{hr} , poczem dopiero rozpoczyna się zakrzywienie. Natomiast P_w jest wielkością konkretną, uchwytą łatwo nawet dość grubym eksperymentem. Zwiększając mianowicie stopniowo obciążenie P , śledzimy zachowanie się pręta przez stosowny czas po każdym przyroście obciążenia, mierząc odkształcenia i stwierdzając, czy one nie wzrastają z czasem przy stałym obciążeniu. Obciążenie, przy którym stwierdzimy albo trwałe skrócenie pręta o wielkości uznanej za niebezpieczną (co zajdzie tylko wyjątkowo), albo też jego trwałe wygięcie (co zachodzi z reguły), będzie szukaną wartością P_w .

Nietrudno przewidzieć teoretycznie fakt stwierdzony wielokrotnie doświadczeniem, iż ze zwiększeniem się zbieżności od teoretycznego modelu pręta, maleje *caeteris paribus* wartość P_w . Ta wartość zaś jest przede wszystkim tem, co interesuje inżyniera-konstruktora⁴⁾. On jej potrzebuje do oceny rzeczywistej pewności n pręta, jako elementu konstrukcyjnego,—pewności mierzonej stosunkiem P_w do obciążenia użytkowego (t. j. do największego obciążenia, jakie ten pręt znieść będzie w konstrukcji). W tem oświetleniu, staje się zrozumiałą kampanja toczona do niedawna przeciwko stosowaniu do obliczenia P_w wzoru Euler'a (dającego właściwie P_E), jakkolwiek bardzo liczne doświadczenia Tetmajera i innych badaczy wykazały, że dla prętów stosowanych w praktyce, o smukłościach przewyższających pewną wartość graniczną s , jest z wystarczającą dla praktyki dokładnością $P_w = P_E$. Albowiem przy smukłościach mniejszych od s_{gr} , stosunkowo najczęściej napotykanym w praktyce, jest P_w mniejsze od P_E , a różnica $P_E - P_w$ rośnie szybko, gdy smukłość s maleje. I chociaż stosowanie uniwersalne w praktyce wzoru Euler'a (w przypadkach prętów litych) nie spowodowało nigdy katastrofy, dzięki zakryciu niedokładności dużym stopniem pewności — to jednak zwolennicy tego sposobu rachowania, z wybitnym niemieckim inżynierem-badaczem Zimmermann'em na czele, szli niewątpliwie za daleko w obronę wzoru. Ich zaparł usprawiedliwiały w znacznej części zakusy empiryków, zmierzające do zupełnego niemal wyrugowania wzoru Euler'a ze skarbnicy naukowej inżyniera, bez względu na jego wartość trwałą i wielostronną⁵⁾.

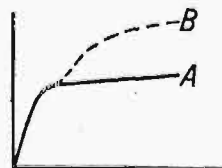
Obecnie nikt już nie wątpi, że dla smukłości mniejszych od s_{gr} lepiej jest stosować do obliczenia P_w inne wzory zamiast Eulerowskiego. Wzory te mogą mieć charakter empiryczny, jak np. wzory Tetmajera i Jasińskiego, półempiryczny, jak np. Johnson'a i Ostfelda⁶⁾, albo teoretyczny. Ten ostatni byłby oczywiście najbardziej pożądany, gdyż oszczędziłby licznych i kosztownych prób dla każdego nowego materiału, po sprawdzeniu wzoru i wyznaczeniu współczynników z niewielu badań do-

świadczalnych. To też nie brakło usiłowań do ustanowienia takiego wzoru⁷⁾. Ażeby jednak wzór teoretyczny dawał możliwie dokładną wartość P_w w przypadkach praktycznych, musi zawierać wyraźnie mimośród obciążenia. Badania bowiem doświadczone Kármán'a wykazały ogromny wpływ nawet bardzo małych mimośródów, zwłaszcza przy smukłościach bliskich smukłości granicznej, a więc w obszarze smukłości szczególnie ważnym w praktyce.

⁷⁾ O jednym z nich, ogłoszonym w *Przeł. Techn.* z r. 1920 w postaci

$$(K) \dots P_w = F \left[\sigma_p + \frac{m E}{2(m+1)} \cdot \frac{1}{s^2} \right]$$

(domagającej się najwidoczniej uzasadnienia teoretycznego, na które czekaliśmy przez lat 8), pisałem już w „*Czasop. Techn.*” z r. 1926, (Nr. 12, str. 220), wykazując dobitnie niedopuszczalność takiej formy wzoru. Ale ani ta rzeczowa krytyka, ani artykuł w „*Przeł. Techn.*” z r. 1926, powyżej cytowany, nie przeszkodziły niedawno zastosowaniu tego właśnie wzoru do „Wykresów do projektowania słupów obciążonych osiowo”. („*Przeł. Techn.*” 1928, Nr. 12)! Ponieważ moja krytyka naukowej i praktycznej wartości wzoru (K) wywołała obronę jego autora, podsuwającą mi dość wyraźne pobudki natury osobistej, a brak innych głosów w tej sprawie na łamach naszych pism techniczno-naukowych mógł wywołać wrażenie, że jestem z moją opinią zdecydowanie ujemną niejako odosobniony, przeto już w r. 1926 poprosiłem listownie dwóch wybitnych znawców zagranicznych o ich zdanie o wzorze (K). Oto co pisze jeden z nich, prof. Th. v. Kármán z Akwizgranu, autor znanych powszechnie badań doświadczalnych nad wybočeniem niesprężystym: (przycyżam wyjątek z listu w dosłownym przekładzie): „...Uważam za najzupełniej wykluczone, ażeby obciążenie wybaczące prętów z różnych materiałów dało się w obszarze niesprężystym wyrazić tylko przez σ_p (granice proporcjonalności), m (liczbę Poisson'a) i E (moduł sprężystości). Jeżeli przeto autor wzoru wyprowadził go rzekomo na drodze teoretycznej, to wywód ten jest bezwarunkowo błędny. Zgodność z moimi wartościami doświadczalnymi lub jakimikolwiek innymi może być jedynie dziełem przypadku. Proszę sobie pomyśleć np. dwa materiały o równej wartości σ_p , E i m , lecz o różnym prawie odkształceń trwałych, np. A i B na rysunku obok. Wszak widac odrazu, że w obszarze niesprężystym muszą zajść znacznie większe naprężenia wybaczące dla materiału B, aniżeli dla A, podczas gdy według wzoru (K) powinny być równe.



Rys. 1.

„Z tego powodu uważam zastosowanie wzoru (K) w praktyce za niemożliwe” (w tekście oryginalnym „*äusserst bedenklích*”) nawet wówczas, gdyby dla poszczególnych materiałów zachodziła zgodność przypadku⁸⁾... „Wzór (K) nie przedstawia także słusznej formuły empirycznej, albowiem wprowadza w błąd swoją ogólnością”.

Pomijając również ujemną, chociaż nie tak szczegółowo umotywowaną opinię drugiego znakomitego znawcy w dziedzinie sprężystości i wytrzymałości materiałów, prof. A. Mesnager'a z Paryża, dodam tylko, że do ogłoszenia powyższego ustępu wyjętego z listu prof. Kármán'a zniechęcają mnie nowe publikacje autora wzoru (K), wydane świeżo nakładem własnym, albowiem jedna z nich p. t. „Wybočenje niesprężyste” kończy się zdaniem: „Zestawienie wyliczonych „ N_w ” (t. j. naprężeń wynikających z wzoru K) „oraz naprężeń wybaczących, otrzymanych przy próbach Kármán'a... aż nadto uwypukla praktyczną doniosłość ostatecznego wzoru. (I)”.⁹⁾

Druga publikacja, nosząca tytuł: „Równowaga ustrojów sprężystych”, usiłuje bronić skrytykowanego przezemnie pojęcia „równowagi wątpliwej” i związanych z tem prac autora wzoru (K) przy pomocy kontrataku. Czyż trzeba będzie znowu wzywać zagranicznych znawców, ażeby sprawdzić przedmiotowość mojej naukowej opinii o odnośnych pracach autora wzoru (K) (zawartej w zes. 3 wydawnictw Akad. Nauk. Techn. p. t. „Kryteria stałości równowagi...”)?

⁴⁾ Por. artykuł autora p. t.: „Czego wymaga nauka i praktyka od wzorów na wybočenje”. (*Przeł. Techn.* 1926).

⁵⁾ Por. rozprawę autora p. t.: „O wytrzymałości słupów”, *Przeł. Techn.* 1907, Nr. 16 do 24.

⁶⁾ Ob. np. „Podręcznik inżynierski”, str. 1171.

Zważywszy nadto, że przez wprowadzenie mimośrodów możemy jednym wzorem ująć zachowanie się wytrzymałościowe prętów o wszelkich smukłościach i mimośrodkach, nie trudno pojąć korzyści takiego wzoru. Prowadzi doń łatwo ogólna teoria równowagi pręta sprężystego, opracowana już oddawna^{*)}. Trudność zachodzi tylko przy zastosowaniu praktycznym wskutek wielkiej zawiłości wzoru. Na możliwość pokonania tej trudności wskazałem już w r. 1907 w artykule powyżej przytoczonym, lecz dopiero niedawno nadarzyła się sposobność do powrócenia do tego tematu.

Druga trudność polega na zwykle bardzo niedokładnej znajomości mimośrodu obciążenia δ , zwłaszcza gdy projektujemy osiowe działanie sił ściskających, a nie zapewnimy takiego działania stosownymi szczegółami konstrukcyjnymi, jak np. łożyskami przegubowymi i t. p.

W stosunkowo rzadkich przypadkach istotnego zapewnienia osiowości obciążenia (wraz z prostolinijowością i jednorodnością materiału) byłby oczywiście pożądany i celowy wzór teoretyczny dla P_w , analogiczny do wzoru Euler'a. Do ustalenia takiego wzoru zdążył prof. M. Broszko we wspomnianej powyżej pracy. Poza temi przypadkami, postąpimy jednakże najracjonalniej i najbardziej zgodnie z naturalnym celem każdego obliczenia wytrzymałościowego, oceniając i przyjmując taką wartość mimośrodu δ , jaka z pewnością nie będzie przekroczona w czasie służby projektowanej konstrukcji, a potem obliczając skrajną wartość naprężeń σ_{nieb} , jakiby powstały przy działaniu n -krotnego obciążenia P . Przekrój pręta winien być tak dobrany, ażeby σ_{nieb} było równe praktycznej granicy sprężystości, (utożsamionej w przypadku żelaza lub stali walcowanej z niższą granicą plastyczności, jeżeli materiał ją posiada). Wówczas mamy rękojmię, że w najniekorzystniejszych warunkach zajdzie n -krotna pewność, iż nie pojawią się odkształcenia trwałe, grożące niebezpieczeństwem w razie powtórzenia się tych warunków. Ponieważ tej pewności odpowiada z reguły znacznie większa pewność, że nie zajdzie doraźne zniszczenie naszego pręta, przeto n można i należy obracać mniejsze, niż to się przyjmuje przy obliczeniu na rozciąganie w odniesieniu do doraźnej wytrzymałości materiału, a mianowicie takie, jakie się przyjmuje w odniesieniu do jego praktycznej granicy sprężystości. (Dla żelaza lub stali walcowanej np. około 2 zamiast 4).

Takiego sposobu obliczenia nie można, rzecz jasna, zastąpić sprawdzeniem, czy naprężenie skrajne, zachodzące przy obciążeniu użytkowem P , ma wartość dopuszczalną, albowiem to naprężenie nie zmienia się proporcjonalnie względem obciążenia, jak to bywa z reguły przy prostym rozciąganiu, zginaniu siłami poprzecznymi i t. p.

^{*)} Z polskich publikacyj, traktujących o tem, wypada wspomnieć następujące:

K. Obrębowski: „O wytrzymałości prętów na wyboczenie”. (Rozpr. Akad. Umiej., Kraków 1886).

M. T. Huber: „O wytrzymałości słupów”. (Przeł. Techn. Warszawa 1907).

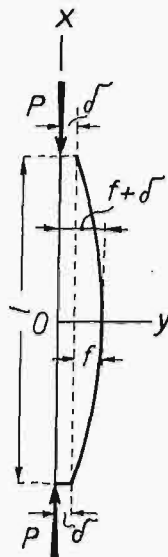
H. Czopowski: „Słów kilka o wyboczeniu spężystem”. („Czasop. Techn., Lwów 1924).

F. Szelański: „Wpływ siły krytycznej na stateczność prętów zginanych lub ściskanych mimośrodkowo.” (Rozpr. doktorska, Warszawa 1927).

Zależność naprężenia skrajnego od obciążenia P określają w naszym przypadku dobrze znane wzory:

$$\sigma_1 = -\frac{P}{F} - \frac{P(f + \delta)}{W_1} \text{ (napręż. po stronie wklęsłej)}$$

$$\sigma_2 = -\frac{P}{F} + \frac{P(f + \delta)}{W_2} \text{ (napręż. po stronie wypukłej)}$$



Rys. 2.

(ob. rys. 2), przyczem W oznacza odpowiedni wskaźnik przekroju („moment wytrzymałości”) ze względu na os najmniejszego momentu bezwładności, do której płaszczyna zginania jest prostopadła. (Przyjmujemy, że siły ściskające P leżą w płaszczynie głównej pręta).

W powyższych równaniach jest strzałka f funkcją obciążenia P . Przy zaniedbaniu drobnego z reguły wpływu naprężeń stycznych na linię ugięcia pręta, przedstawia się ściśle związek między f a P funkcjami eliptycznymi. Skoro jednakże wykluczmy bardzo małe wartości P , stosownie do celu powyżej zakreślonego, to wystarczy zupełnie przybliżenie stosowane oddawna w teorii, które daje.

$$f + \delta = \frac{\delta}{\cos \frac{l}{2} \sqrt{\frac{P}{EI}}}$$

Zamiast tego można widocznie napisać

$$f + \delta = \frac{\delta}{\cos \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{P}{PE}}}$$

Wyjawszy nie wchodzące tutaj w rachubę żelazo, kamień i t. p. materiały kruche o znacznych zboczeniach od prawa Hooke'a, będzie, czy to dla żelaza walcowanego i stali, czy też dla drzewa, jako materiału pręta, naprężeniem niebezpiecznym ciśnienie σ_1 we włóknie skrajnym po stronie wklęsłej. Wstawiwszy więc σ_{nieb} zamiast σ_1 , tudzież $P_w = nP$ zamiast P , otrzymujemy równanie do obliczenia wytrzymałościowego:

$$\sigma_{nieb} = \frac{P_w}{F} + \frac{P_w \delta e_1}{I \cos \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{P_w}{PE}}}$$

Po wprowadzeniu $I = F i^2$; $\frac{i^2}{e_1} = k$ (promień rdzenia), $F \sigma_{nieb} = P_o$, równanie powyższe przybierze postać:

$$\frac{P_o}{PE} = \frac{P_w}{PE} \left(1 + \frac{\delta}{k} \sec \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{P_w}{PE}} \right),$$

albo przy oznaczeniach $\frac{\delta}{k} = x$, $\frac{P_o}{PE} = y$, $\frac{P_w}{PE} = z$:

$$y = z \left(1 + x \sec \frac{\pi}{2} \sqrt{z} \right).$$

Uważając z za parametr zmienny ($0 \leq z < 1$), otrzymujemy układ prostych (rys. 3 i 4,⁹⁾ jako obraz powyższej zależności, dogodny do wyznaczenia z z danych wartości x i y .

Przy pomocy tego wykresu, rozwiązuje się łatwo wprost zadanie następujące:

Dane są wymiary i materiał pręta oraz mimośród δ sił ściskających; znaleźć wartość obciążenia niebezpiecznego P_w .

Dla rozwiązania obliczamy przedewszystkiem wartość Eulerowską $P_E = \pi^2 \frac{EI}{l^2}$, która — jak wiadać — występuje tutaj jako pewnego rodzaju jednostka pomiaru dla P_w , gdyż $P_w = P_E z$. Określiwszy następnie dla materiału pręta wartość σ_{nieb} , znajdujemy $P_o = F \sigma_{nieb}$ i wartość liczby $y = \frac{P_o}{P_E}$.

Obliczywszy wreszcie wartość $x = \frac{\delta}{k}$, odnajdujemy na wykresie punkt o spólrzędnych (x , y) i przez prostą interpolację znajdujemy dostatecznie przybliżoną wartość parametru z , poczem mamy $P_w = P_E z$.

Dla większej dokładności sporządzono część wykresu, odpowiadającą wartościom $\frac{P_o}{P_E}$ leżącym pomiędzy 0 a 1, w większej skali oddzielnie.

Przykłady.

1. Słup o przekroju dwuteowym Nr. 20 (typu niemieckiego) i długości $l = 3$ m, z żelaza zlewego o granicy plastyczności 3000 kg/cm², jest obciążony mimośrodkowo, przyczem mimośród $\delta = \frac{1}{8} b = 1,125$ cm (b oznacza szerokość stopki); znaleźć P_w .

Z tablic dla profilów dwuteowych znajdujemy $I_y = 117$ cm⁴, $F = 33,5$ cm², a stąd obliczymy $i_y^2 = 3,4925$ cm², $k = \frac{2i_y^2}{b} = 0,776$ cm i $x = \frac{\delta}{k} = 1,4495$;

Następnie obliczamy

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{s^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2100000}{300^2} \cdot 3,4925 = 806 \text{ kg/cm}^2,$$

a zatem $y = \frac{\sigma_{nieb}}{\sigma_E} = \frac{3000}{806} = 3,722$. Teraz odczytuje-

my z wykresu, interpolując, odpowiednią wartość $z = 0,642$, a wreszcie obliczamy

$$P_w = 0,642 P_E = 0,642 \cdot 33,5 \cdot 806 = 17320 \text{ kg}.$$

Przy 2-krotnym bezpieczeństwie przeciwko osiągnięciu granicy plastyczności, można przeto słup obciążyć siłą

$$P_{bezp} = 8660 \text{ kg}.$$

2. To samo dla profilu szerokostopowego Nr. 25, przy $b = 25$ cm, $\delta = 3,125$ cm, $k = 2,786$ cm; $P_E = 822000$ kg, $x = \frac{\delta}{k} = 1,122$, $y = 0,374$, $z = 0,157$; a więc

$$P_w = 0,157 P_E = 129300 \text{ kg}$$

(podczas gdy przy ściskaniu osiowem byłoby $P_{nieb} = F \cdot \sigma_{nieb} = 105,1 \cdot 3000 = 315300$ kg).

3. Słup drewniany o długości $l = 350$ cm i przekroju kwadratowym $25/25$ cm, przy mimośrodku obciążenia $\delta = 2,5$ cm, $E = 95000$ kg/cm² i naprężeniu na granicy proporcjonalności (które tutaj gra rolę σ_w) $= 150$ kg/cm².

Obliczamy najpierw $i^2 = \frac{25^2}{12} = 52,08$ cm, $k = \frac{25}{6} = 4,167$ cm i $x = \frac{\delta}{k} = 0,6$. Następnie mamy

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E i^2}{l^2} = 398,5 \text{ kg/cm}^2,$$

a zatem

$$y = \frac{150}{398,5} = 0,3765.$$

Teraz z wykresu odczytujemy $z = 0,21$, a stąd $P_w = 0,21 P_E = 0,21 \cdot 398,5 \cdot 625 = 0,21 \cdot 249000 = 52290$ kg.

(Przy osiowem ściskaniu byłoby $P_{nieb} = 625 \cdot 150 = 93750$).

Dla otrzymania wartości P_{bezp} , możemy przy tym sposobie obliczenia przyjąć bezpieczeństwo 2,5-krotne, co widocznie odpowiada około 5-krotnemu bezpieczeństwu ze względu na wytrzymałość na ściskanie przy obliczeniach zwykłych.

Mamy więc

$$P_{bezp} = \frac{P_w}{2,5} = 20900 \text{ kg}.$$

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

METALOZNAWSTWO.

Ochrona glinu i jego stopów od korozji.

Znaczna odporność glinu na korozję, wywoływaną przez wodę morską, stoi w sprzeczności z położeniem glinu w tabeli napięć elektrolitycznych i jego łatwością reagowania. Objasnia się to obecnością błonki tlenku glinowego (względnie wodorotlenku), która się wytwarza na każdej świeżej powierzchni glinu.

Proces anodowego utleniania glinu, opracowany przez Bengough'a i Stuart'a (Pat. ang. Nr. 223 994 i 223 995 z 1923 r.), polega na następującem:

⁹⁾ Wykresy powyższe wykonał według moich wskazówek p. R. Szewalski, asystent Politechniki Lwowskiej, za co mu składam szczere podziękowanie.

Do 3% roztworu wodnego kwasu chromowego (względnie odpowiedniej soli chromowej), nagrzanego do 40° C, zanurza się dany przedmiot z glinu, lub jego stopów, jako anodę. Jako katoda, służy węgiel o powierzchni większej niż obrabiany przedmiot. Napięcie wanny w ciągu pierwszych 15 minut podnosi się od 0 do 40 V, poczem przez 35 minut utrzymuje się na tym poziomie, a potem podnosi się do 50 V przez 5 minut i utrzymuje na tym poziomie dalsze 5 minut, wreszcie przedmiot myje się i suszy.

Ma się rozumieć, że przed zanurzeniem do wanny przedmiot musi być należycie oczyszczony z tłuszczu i brudu.

Wszelkie połączenia elektryczne wewnątrz wanny muszą być wykonane z glinu lub duraluminu. Należy zapewnić dobry kontakt elektryczny pomiędzy przedmiotem a doprowadzeniem prądu.

Ponieważ w miarę wzrostu temperatury wanny wzrasta skłonność do przzerwiania wytworzonej błonki tlenku glinowego (przy tem samym napięciu), więc należy utrzymywać temperaturę dość ściśle. To samo odnosi się i do napięcia.

Gęstość prądu wynosi około 2,8 — 3,6 A/stopę kw dla handlowej blachy glinowej i duraluminowej.

Dla tej ostatniej, i wogóle dla wszystkich stopów, zawierających składniki $Cu Al_2$, obserwuje się na początku znaczny skok gęstości, która potem maleje. Przypuszczalnie cząstki $Cu Al_2$ służą jako depolaryzator. Pod wpływem prądu, otaczający je glin zostaje nadgryziony i cząsteczki $Cu Al_2$ wypadają (na powierzchni znajduje się dużo zagłębień, powstałych prawdopodobnie w ten sposób).

W zastosowaniu do odlewów, stwierdzono, że odlewy surowe w piasku wymagają największego natężenia prądu, szczególnie na początku, już znacznie mniej odlewy w piasku obrobione narzędziami tnącymi, jeszcze mniej — surowe odlewy w kokilach i najmniej — odlewy obrobione w kokilach. Pozatem stopy poddane obróbce termicznej — mniej niż odpowiednie stopy nie poddane termicznej obróbce.

Procesowi temu poddawano stopy następujące:

	Cu	Zn	Ni	Mg	Si	Fe
B.E.S.A. „L 5”	2,52	12,80	—	—	0,20	0,29
„ „ „ „L 24” (stop Y)	4,05	—	2,0	1,32	0,26	0,23
Alpaks . . .	—	—	—	—	12,07	0,28
stop glin-cynk	—	14,86	—	—	0,25	0,30

Dla wszystkich próbek stopu „L24” nie obrobionego termicznie, oraz obrobionej termicznie próbki surowej odlew w piasku, trzeba było przerwać operację wcześniej, z powodu zbyt wielkiego natężenia prądu, którego istniejące dynamo nie mogło dostarczyć.

Stop „alpaks” wykazał inną kolejność gęstości prądu, niż podano poprzednio, i znacznie niższą gęstość prądu, tak jak i inne stopy, nie posiadające miedzi.

Dla ostatecznego ochronienia tej błonki tlenku, wciera się lub smaruje się ją jakimkolwiek tłuszczem, np. 15% roztworem lanoliny w benzynie.

Tak przygotowane próby wykazały zupełnie dobrą odporność na działanie rozpylonej wody morskiej przez 12 miesięcy.

Najlepszą odporność wykazał stop „L24” (wszystkie próbki bez śladów korozji), stop alpaks i glin z 15% cynku, dały zaledwie parę punktów z białym nalotem na jednej z czterech próbek, a stop „L5” — na wszystkich próbkach plamki białego nalotu.

Blacha glinowa dała znikomą korozję, duraluminowa — parę punktów znikomych.

Poza tym procesem utleniania anodowego przeprowadzono próby z osadami galwanicznymi na tych stopach.

Wstępne oczyszczanie najlepiej przeprowadzać piaskowaniem.

W a n n y: cynkowa

kąpiel cyjanowa:

75 g	Zn Cy_2
37,4 „	Na CN
25 „	Na OH
1000 cm^3	H_2O

Siarczana:

200 g	Zn $SO_4 \cdot 7H_2O$
0,1 „	$\beta C_{10}H_7OH$ (β naftol)
1000 cm^3	H_2O

Gęstość prądu 8 do 16 A/stopę kw.

Wanna kadmowa:

8,2 g	Cd Cy_2
28,8 „	KCN
1000 cm^3	H_2O

Gęstość prądu 4 — 12 A/stopę kw.

Wanny niklowe dają zwykle dobry osad, ale z powodu złego zachowania się takich próbek autorzy nie podają szczegółów.

Glin. — Płytki z osadem cynku wykazały tylko ślady korozji po 12 mies. próby, podczas gdy cynk był silnie nadgryziony. Nawet po 20 mies. zauważono tylko lekkie nadgryzienie.

Osady kadmu w punktach niezupełnego pokrycia glinu wywoływały, jako metal więcej szlachetny, korozję glinu.

Osady niklu grubości 0,0005 cala nie ochraniały glinu, lecz — wręcz przeciwnie — przyspieszały jego korozję.

Duralumin. — Wyniki podobne, jak dla glinu.

Stop „L5”. — Cynk daje dobrą ochronę i kąpiel siarczana zdaje się być lepszą od cyjanowej.

Stop „L8” (12% Cu). — Osady cynku (0,0005 cala) zdają się dobrze ochraniać glin.

Stop „L11” (7% Cu). — Osady cynku i kadmu doskonale ochraniały, nawet po zupełnym zniknięciu osadu (kadmu).

Stop „L24”. — Dobrą ochronę daje cynk.

Grubość osadu 0,0005 cala jest niewystarczająca dla niklu, ale ze względu na wzrost wagi nie mogą być stosowane większe grubości do celów lotniczych.

Zarówno cynk, jak i kadm, nie powinny ochraniać glinu, ze względu na swe położenie w tabeli napięć elektrolitycznych, ale prawdopodobnie tworzą się tutaj jakieś złożone błonki z tlenków, wodorotlenków i soli zasadowych tych metali, które wywołują tę ochronę.

W wyniku można stwierdzić, że:

1) Utlenianie anodowe, łącznie z natłuszczaniem glinu, duraluminu i niektórych stopów glinowych, daje dobrą odporność na działanie wody morskiej.

2) Wzrost ciężaru z powodu utleniania anodowego i natłuszczania jest znikomy, w porównaniu z ciężarem osadów galwanicznych.

3) W obecności innych metali (żelaza, stali, miedzi i jej stopów) utlenianie anodowe nie może zachodzić. O ile dana część ma pracować w kontakcie z takimi materiałami, to musi być poddana operacji ochronnej przed zmontowaniem.

4) „Promień zginania” cienkich blach będzie trochę większy dla blach utlenionych.

5) Własności izolacyjne błonki uniemożliwiają (utrudniają) kontakt elektryczny.

6) Zdolność „pokrywania” jest dla utleniania anodowego większa, niż dla jakiegokolwiek innego procesu galwanicznego.

7) Osady cynku i kadmu o grubości 0,0005 cala są wystarczające dla ochrony stopów glinu (z wyjątkiem kadm-glin).

8) Waga tych osadów wynosi 200 — 250 g/m^2 .

9) Dla galwanizowania nie trzeba rozmontowywać części pracujących w kontakcie z innymi metalami (?).

10) Zdolność pokrywania wanien cyanowych kadmu i cynku jest dobra, lecz gorsza niż utleniania anodowego. Wanna siarczana cynkowa zdaje się dawać gorsze osady. (Sutton i Sidery, J. Inst. Met. 1927, II, str. 241 — 257)
W. Ł.

ODLEWNICTWO—TECHNIKA SANITARNA.

Rury wodociągowe lane w formach wirujących.

W roku zeszłym zakłady wodociągowe w Berlinie przeprowadziły szereg prób porównawczych rur wodociągowych, odlewanych w formach wirujących, z rurami, odlewaniem w zwykłych formach piaskowych, przyczem jedne i drugie posiadały grubości ścianek, odpowiadające normom niemieckim.

Rury do prób brano z większych zapasów zupełnie swobodnie, bez uprzedniego przeglądu.

Rury poddawano zginaniu bez wewnętrznego ciśnienia, przyczem siła zginająca działała na środku rury, opierającej się w dwóch punktach końcowych.

Próby wykonano z rurami o średnicy 100, 125, 150, 200 i 250 mm, po pięć prób każdej średnicy. Podczas gdy wytrzymałość na złamanie zwykłych rur wynosiła 12,1 do 24,3 kg/mm², odpowiednie liczby dla rur z form wirujących wahały się od 24,0 do 42,6 kg/mm². Zauważono znaczne różnice w wytrzymałości rur tej samej średnicy, odlewanych w piasku; różnice te dla rur odlewanych w formach wirujących były o wiele mniejsze. Zgodne jest dla obydwóch rodzajów rur zmniejszenie wytrzymałości wraz z powiększeniem średnicy rur. Większa procentowo wytrzymałość rur z form wirujących wynosiła 40,7 do 128%, średnio 82%.

Łącznie z temi próbami przeprowadzono doświadczenia z ich obróbką. Rury odlane metodą obrotową są twardsze, niż lane w formach nieruchomych, lecz dają się jeszcze obrabiać zwykłymi narzędziami. Prawdopodobnie jednak wypadnie stosować do ich wiercenia i obcinania stal wyższych gatunków.

Na zasadzie tych prób, ułożono w Berlinie w r. z. kilka km rur odlanych w formach wirujących o różnych średnicach. (Gas- u. W f a c h., 71, 1928, str. 391 — 393).

lg.

TECHNIKA SANITARNA.

Oczyszczanie ścieków kanałowych Paryża

Oczyszczanie ścieków Paryża odbywa się od wielu lat na polach irygacyjnych. W ostatnich czasach okazało się, że pola są niewystarczające i muszą być przedsięwzięte inne środki oczyszczania.

Główne kanały paryskie zbiegają się przy stacji pomp w Clichy, z wyjątkiem kolektora północnej części miasta, zapomocą którego spływają ścieki grawitacyjnie na pola irygacyjne w Gennevilliers. Z Clichy przetłacza się ścieki częściowo do Gennevilliers, częściowo do zakładu pomp w Colombes. W tym zakładzie znowu się ścieki przepompowują do miejscowości Argenteuil, skąd już własnym spadkiem dochodzą do pól irygacyjnych. Ogólna długość tego przewodu wynosi 22 km. Są cztery obszary irygacyjne, z nich trzy na dużej długości przylegają do Sekwany, jeden zaś jest położony między między Sekwaną i Oise'a, w bliskości obydwu rzek.

Częściowe oczyszczanie ścieków odbywa się już w samych zakładach pompowych. Ciała pływające są zbierane przez stałe i ruchome kraty, a cięższe zatrzymują się w piaskownikach.

Dalsze oczyszczanie odbywa się na polach irygacyjnych. Obecnie tereny nawadniane i gospodarczo zużyte wynoszą 5093 ha, z których tylko 991 ha należy do miasta, zaś 800 ha stanowi własność państwa, reszta, 3302 ha, są to grunta prywatne.

Właściciele prywatni zobowiązują się kontraktowo do przyjmowania ścieków. Czas nawadniania jest jednak dowolny, więc zużytkowywanie jest b. nierównomierne. Pola są nawadniane 40 000 m³ ścieków na 1 ha w ciągu roku, znacznie więcej, niż na polach berlińskich, gdzie obciążenie wypada 16 500 m³/ha i rok.

Ponieważ pola irygacyjne paryskie, wskutek przeciążenia i wskutek nierównomiernego zużywania ścieków, są niedostateczne, miasto Paryż zamierza dopełnić te pola sztucznymi urządzeniami biologicznymi.

Od kilku lat zaprowadzono w tym celu różne instalacje doświadczalne. Między innymi osadniki lejkowate (aparaty kremerowskie), które pozwalają klarować dziennie 20 m³ ścieków na 1 m² osadnika ze skutkiem 45 %.

Większy stopień oczyszczania osiągnięto następnie w zbiornikach filtrowych, zawierających materiał filtracyjny rozmaitej wielkości, ułożony warstwami 30 do 50 cm. Włączając trzy takie filtry z aparatami kremerowskimi, można, przy obciążeniu na dobę 25 m³/m², zatrzymać 95% zawiesin. Ten dodatni wynik powoduje konieczność częstego czyszczenia filtrów i stawia stronę gospodarczą pod znakiem zapytania. Doświadczenia z osadnikami Dor, Co ze zgrzeblami¹⁾, są w biegu, w celu określenia efektu ich działania.

Doświadczenia z „osadem czynnym” wykonywane są trojakiemu rodzajowi.

1. Sposobem „Lamy” oczyszcza się przy przepuszczaniu powietrza przez cylindry pionowe o średnicy 2,80 m i wysokości 5,15 m około 70 m³ ścieków na dobę (czyli 11 m³/m² przekroju cylindra).

2. Przy próbach systemu Activated Sludge Ltd, po upływie roku osiągnięto, że oczyszczanie ścieków jest daleko wyższe, niż w danym razie potrzebne. Obecnie prowadzi się doświadczenia celem określenia czasu przewietrzania, odpowiedniego do otrzymania pożądanego stopnia oczyszczania.

3. Sposób „Simplex”²⁾, jest, podług doświadczeń paryskich, oszczędniejszy w eksploatacji, niż poprzedni.

Osady służą do użyźniania roli. Ażeby zaoszczędzić koszty transportu osadów, zawierających duże ilości wody (więcej niż 80%), Paryż próbował rozmaitych sposobów jej usunięcia.

Dotychczas zadawalające wyniki otrzymano, susząc go w łożach szlamowych do zawartości 60—65% wody, dalej wysuszając w piecach rotacyjnych do 30%, i następnie spalając go w piecach, przyczem otrzymuje się tyle ciepła, że za jego pomocą można wysuszać nowe ilości osadu. Koszty pozbywania się osadu tym sposobem będzie można określić po dalszych próbach.

Inne doświadczenia ze sposobami zmniejszenia objętości osadów opierają na sprowadzeniu ich do stanu przęgnicia i wysuszeniu w wirówkach. (Ges.-Ing., 1928 r., str. 342 — 343).

lg.

Sprostowanie.

W Nr. 26 z r. b. na str. 576 w wierszu 21 od góry zamiast „Ograniczenie domieszki... powinno być „Organiczne domieszki proszku stosowanego do betonu”.

¹⁾ Przegl. Techn., 1928 r., str. 444.

²⁾ Przegl. Techn., 1928 r., str. 464.

POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

T R E Ś Ć :

Działalność Polskiego Komitetu Energetycznego od grudnia 1927 r. do czerwca r. b.
Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

4 LIPCA
1928 r.

S O M M A I R E :

L'activité du Comité Polonais de l'Énergie pendant le semestre écoulé.
Compte rendu de la séance plénière du Comité.

Działalność Polskiego Komitetu Energetycznego od grudnia 1927 r. do czerwca r. b.

Od ostatniego Zebrania Plenarnego, które się odbyło przed pół rokiem, 17-go grudnia 1927 roku, prace Komitetu w dalszym ciągu posuwały się naprzód, przyciągając coraz więcej współpracowników i obejmując coraz liczniejsze tematy tej dziedziny. Nie bez wpływu na to pozostało coraz powszechniejsze zrozumienie w kołach technicznych zagadnień energetycznych i większa intensyfikacja elektryfikacji kraju.

Ze względów aktualności, najwięcej jednak pracy poświęciliśmy Zjazdowi Sekcyjnemu Wszechświatowej Konferencji Energetycznej, która odbędzie się 24 września r. b. w Londynie, przygotowując na Zjazd 11 referatów.

Referaty te są już wysłane, a poświęciliśmy im niemało myśli i czasu. Były one czytane w odpowiednich Komisjach i przez nie przyjęte. Niestety, nie wszystkie referaty, które zainicjowaliśmy, zostały, mimo naszych interwencji, nam dostarczone. Nie tracimy jednak nadziei, że szereg zagadnień, które nie zostały na terenie międzynarodowym obecnie oświetlone, a które są charakterystyczne dla stosunków energetycznych Polski, będziemy mogli zreferować na Zjeździe następnym, który odbędzie się w 1930 roku w Berlinie, i zainteresować nim świat techniczny i finansowy.

Następnie przystąpiliśmy do zestawienia bilansu energetycznego Krośnieńsko-Jasielskiego zagłębia naftowego; nasze prace szczęśliwie się zbiegły z żywszym tempem elektryfikacyjnym tego okręgu. Obecnie mamy zebrany materiał w postaci obszernych kwestionariuszów, których opracowanie w najbliższym czasie zostanie zakończone, tak że będzie można ustalić ogólny obraz stosunków energetycznych tego zagłębia i wysnuć wskazania co do najważniejszej gospodarki na przyszłość. Muszę też zaznaczyć, że prace P.K.En. spotkały się również z życliwym poparciem ze strony władz miejscowych, t. j. Urzędu Górniczego w Jaśle.

Prace te traktujemy jako przygotowanie, by oparłszy się na zebranym doświadczeniu opracować bilans energetyczny całego zagłębia naftowego, które nie ma zapewne równego sobie pod względem możliwości współpracy elektrowni wodnych, węglowych i gazowych, przy jednoczesnym dużym zbyciu energii cieplnej, jako odpadkowej.

W związku z przyszłoroczną wystawą w Poznaniu, P. K. En. pragnie wziąć w niej udział, by,

korzystając z tej doskonałej sposobności, spopularyzować zagadnienie racjonalnej gospodarki energetycznej; pod tym względem liczymy tu na współpracę Wydziału Elektrycznego M. R. P.

W myśl uchwały ostatniego Plenarnego zebrania, została powołana do życia Komisja energii wiatru, pracująca pod kierunkiem prof. St. Turczyńowicza, zaś Komisja gospodarki elektrycznej jest w stadium organizacji.

Przechodząc do pozostałych Komisji, które pracowały już w roku ubiegłym, postaram się wymienić ważniejsze ich prace, a więc:

a) Komisja Węglowa zajęła się zagadnieniem wyzyskania właściwych gatunków węgla przez odpowiednie miejsca spożycia; zagadnienie to jest obecnie w stadium opracowywania, robienia wykresów i t. d. W związku z tem czekają już na opracowanie materiały ankiety w sprawie węgla gazowego, używanego przez gazownie. Przepisy odbioru i badania węgla, będące w opracowaniu wspólnie z innymi instytucjami, zostaną już wkrótce opublikowane. Również zagadnienie ujednostajnienia sortymentów węgla, mające duże znaczenie dla rynku wewnętrznego i eksportu, jest tematem prac Komisji węglowej.

b) Podkomisja torfowa, wyłoniona z Komisji węglowej, zajmowała się sprawą inwentaryzacji zasobów torfu, przyczem na zlecenie Komitetu Wykonawczego Wszechświatowej Konferencji Energetycznej opracowała normy inwentaryzacji torfowisk. Praca ta została w imieniu P. K. En. zgłoszona na Zjazd torfowy w Laon (Francja), jako referat prof. St. Turczyńowicza.

c) Komisja Wodna, pracując pod przewodnictwem prof. M. Rybczyńskiego, ustaliła normy inwentaryzacji sił wodnych; normy te zostaną ogłoszone po uzgodnieniu tekstu z Centralnym Biurem Hydrograficznym. Następnie rozpoczęto inwentaryzację istniejących sił wodnych w miarę napływu zestawień z województw; inwentaryzacja niewyzyskanych zasobów energii wodnej jest przeprowadzona łącznie z postępowaniem nad katarstwem wodnym. W związku z pracami na terenie międzynarodowym, zostało ustalone stanowisko delegatów polskich w sprawie wyboru stanów charakterystycznych wody, jako najlepiej odzwierciedlających zasoby niewyskanej energii.

d) Komisja Transportowa, zajmując

się zagadnieniem przesyłania energii w najogólniejszej postaci, opracowała obliczenia statystyczne dla ruchu węgla, ropy i gazów ziemnych oraz energii elektrycznej przewodami wysokiego napięcia, z elektrowni okręgowych; również zebrano dane co do transportu surowców energetycznych wodą. Obecnie jest w toku opracowywanie odpowiedniej mapy, w celu wykazania intensywności i kierunków głównych transportów.

e) Komisja Przepisowa — pod przewodnictwem dyr. Ign. Dąbrowskiego, przygotowała już do ostatecznej aprobaty projekty przepisów odbiorczych kotłów oraz turbin parowych. Niestety, z powodu braku środków, nie mogliśmy wysłać delegata na odbywające się obecnie komisyjne obrady międzynarodowe w tej kwestji w Hadze, gdzie dawno toczące się spory może znajdą swe uzgodnienie.

f) Komisja Energji Wiatru, powołana do życia na ostatnim zebraniu plenarnym, rozpoczęła swe prace pod przewodnictwem prof. St. Turczynowicza.

Pod względem materialnym, Komitet pokrywał swe wydatki z sum społecznych, ofiarowanych Komitetowi, jako subwencje na prace, a przede wszystkim z budżetu Wydziału Elektrycznego M. R. Publ. Dzięki temu, oszczędnie gospodarując, mogliśmy pokryć swe wydatki, poruszając się o-

czywiście w skromnych granicach, a doznając do-
tąd ze strony Min. R. Publ. życzliwości i poparcia.

Ze względu na czekające nas w jesieni więk-
sze wydatki drukarskie, w związku z publikacjami
ze Zjazdu w Londynie, w pierwszej połowie roku
ograniczyliśmy się nieco pod względem wydawni-
czym, by zamknąć rok bez deficytu.

Cyfrowo budżet P. K. En. za rok ubiegły, to jest
do 31 marca r. b. przedstawia się następująco:

Z sum państwowych prelimitowano . . .	zł. 20 000 —
Wydatkowano:	
na prace i referaty	5 190,30
na druki i publikacje	3 186,87
sekretariat, administracja i t. d.	11 425,94
Razem	19 803,21
pozostałość budż.	196,80
	20 000,—

Z sum społecznych wpłynęło:	
od elektrowni łódzkiej	4 000,—
od Rady Zjazdu Przem. Gór.	1 000,—
od Stowarz. Dozoru Kotłów	1 000,—
Odsetki w P. K. O.	37,22
Razem	6 037,22

Z tego wydano na:	
lokal na Zebrania	90,—
podróże w sprawach Komitetu	395,40
na prace i przyrządy naukowe	2 094,30
telefony, telegramy i drobne	638,42
Razem	3 218,12
pozostało d. 31 III, 28 r. gotówką	2 819,10
	6 037,22

Sprawozdania z posiedzeń.

IV Zebranie Plenarne PKEn.

dn. 9 czerwca 1928 r.

Obecni pp.: przewodniczący PKEn. Inż. L. Tołłoczko, wice-przewodniczący Inż. K. Siwicki, sekretarz gen. Prof. Dr. B. Stefanowski, Inż. F. Bogatko (Rada Nacz. przem. cukr.), Inż. St. Czarnocki (Inst. Geolog.), Inż. I. Dąbrowski, Inż. A. Iwański (Zw. polsk. org. rolniczych), Inż. mjr. S. G. K. Jackowski, Inż. St. Kruszewski, Inż. Cz. Mikulski (kier. Biura PKEn), Inż. M. Piechowski (Min. Komunikacji), Inż. St. Raźniewski (Rada Zjazdu przem. gór.). Inż. W. Rosental (M. R. P.), Inż. J. Rozwadowski (W. S. W.), Inż. M. Ryb-
czyński, Inż. Włodz. Rabczewski (Zw. Miast), Inż. K. Straszewski (Zw. elektrowni), Inż. St. Śliwiński (Inst. przem. cukr.), Inż. L. Szefer (Górnośl. Zw. przem. gór. i hutn.), Inż. St. Turczynowicz (M. Roln.), Inż. P. Wrangel (wydz. naft. M. P. i H.), Inż. T. Zubrzycki (M. R. P.).

1. **Protokół** zebrania poprzedniego odczytano i przyjęto bez zmian.

2. **Sprawozdanie Sekretarza generalnego**, P. Sekretarza gen., Prof. B. Stefanowski, przedstawił zebrany stan prac Komitetu w okresie sprawozdawczym. Referat ten podajemy osobno, na początku zeszytu niniejszego.

W dyskusji poruszono sprawę współpracy Komitetów: Energetycznego, Elektrotechnicznego i Normalizacyjnego (mjr. S. G. Inż. K. Jackowski) oraz pracy na terenie zagłębia węglowego, co do której zakomunikował p. dyr. St. Raźniewski, że, wobec zainteresowania tamt. sfer techniczno-przemysłowych zagadnieniem połączenia elektrowni kopalnianych, sprawa ta będzie wzięta pod rozważę przez grono osób, które utworzą miejscową podkomisję energetyczną.

3. **Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej** odczytał p. dyr. K. Straszewski. Przytoczymy je osobno w zeszycie następnym. Sprawozdanie przyjęto do wiadomości.

4. **Zjazd sekcijny WKEn. w Londynie w r. b.** Prof. B. Stefanowski zawiadomił, iż PKEn zgłosił nast. referaty na zjazd powyższy:

1. T. Niemczynowski: Palniki gazowe atmosferyczne.
2. M. Dominik. Wyznaczanie wartości opałowej gazu ziemnego przez pomiar gęstości względnej.
3. K. Kling i L. Suchowiak. Skład chemiczny polskich gazów ziemnych.
4. W. Leśniański i K. Katz. Wyznaczanie wartości opałowej gazu ziemnego zapomocą analizy chemicznej.
5. J. Wójcicki. Krytyka metod wyznaczania wartości opałowej gazu ziemnego.
6. W. Wiśniowski. Straty cieplne przy opalaniu kotłów parowych gazem ziemnym.
7. S. Kruszewski. Węgiel polski, jako paliwo dla parowozów.
8. S. Felsz. Gospodarka węglowa na kolejach polskich.
9. S. Felsz. Węgiel normalny.
10. S. Felsz. Spalanie węgla polskiego na parowozach i ich dostosowanie do paliwa.

Komunikując następnie szczegóły co do organizacji Zjazdu, jego podziału na sekcje i zakresu tematów obrad, zwrócił się p. Prof. Stefanowski z apelem do zebranych, by skłonili reprezentowane przez nich instytucje do wydelegowania swych przedstawicieli na Kongres powyższy.

Po dyskusji, w której zwrócono uwagę na potrzebę porozumienia się delegacji PKEn na Zjazd z organizacjami przemysłu węglowego, cukrowniczego i naftowego i in., dla ustalenia ogólnego składu grupy polskiej, uchwalono, iż zgłoszenia wyjazdu na Zjazd należy zcentralizować w Biurze PKEn; termin przyjmowania zgłoszeń wyznaczono do 1 lipca r. b. Obecni na zebraniu przedstawiciele przemysłu węglowego i cukrowniczego obiecali poruszyć w odp. organizacjach sprawę wysyłki ich delegatów.

5. **Wolnych wniosków** nie zgłoszono, wobec czego przystąpiono do ostatniego punktu porządku obrad, mian. do odczytu p. dyr. St. Śliwińskiego p. t.

6. **Udział przemysłu cukrowniczego w elektryfikacji kraju.**

Prelegent omówił pokrótce korzyści stosowania wyższych prężności dołotowych i temperatur przegrzania, podkreślając, iż korzyści te występują tem wyraźniej, im wyż-

sze jest przeciwnie, przy pracy zaś ze skraplaniem pary — nie są tak znaczne. Uwagi te ujęte zostały w obliczone w przybliżeniu cyfry rozchodu pary na jednostkę wytworzonej mocy przy różnych warunkach pracy (co do stanu pary). Z rozważań tych wynika, że w cukrowniach, używających znaczne ilości energii cieplnej, można otrzymać, przy zastosowaniu kotłów o wyższej prężności i odpowiednich silników, bardzo znaczne ilości nadwyżkowej energii elektrycznej. Nadwyżka energii może z łatwością przekroczyć 100% rozchodowanej przez cukrownię mocy. Ta energia dodatkowa, wytwarzana w cukrowni jako produkt uboczny, kosztuje oczywiście wielokrotnie taniej, niż uzyskiwana w elektrowniach, pracujących zapomocą turbin kondensacyjnych, gdzie traci się ogromną ilość ciepła przy skraplaniu.

Prelegent oblicza, że przy zastosowaniu kotłów o prężności 25 *ata* i przegrzania pary do 400° C oraz przy użyciu do celów grzejnych pary o prężności 3,5 *ata*, cukrownia, przerabiająca 15 000 *q* buraków, używając na własne potrzeby 900 *kW*, może wytworzyć dodatkowo 1200 *kW*, co dałoby możliwość odprzedania ok. 28 800 *kWh* na dobę przy rozchodzie zaledwie ok. 0,2 *kg* na każdą wytworzoną dodatkowo (na sprzedaż) *kWh*. Jeżeli się zważy, że przeciętą rozchód węgla na 1 *kWh* wynosi w większych naszych elektrowniach 1,39 *kg*, to osiągnięta w elektrowni cukrownianej oszczędność ok. 1 *kg/kWh* mogłaby mieć duże znaczenie.

Porównując moc i ilość *kWh* wytwarzanych przez krajowe elektrownie okręgowe z możliwą do uzyskania mocą i pracą elektrowni cukrownianych, podkreśla prelegent, że nawet mimo krótkiego okresu kampanji cukrownianej możliwa do uzyskania w nich ilość *kWh* jest znacznie większa, niż dawana przez elektrownie okręgowe (z wyjątkiem Śląska).

Aby jednak wytworzona energia mogła być zużyta, koniecznym jest istnienie w okolicy sieci odbiorczej i dlatego też podobne instalacje mogą powstawać tylko w miejscowościach, w których już pracują elektrownie okręgowe; elektrownie te podczas ruchu cukrowni zatrzymują część swoich urządzeń maszynowych i czerpią energię z cukrowni; pomimo krótko trwającej kampanji, korzyści z przystosowania się cukrowni do wytwarzania energii są tak znaczne, że w krótkim czasie pokrywają związane z powiększeniem zespołów maszynowych urządzeń elektrycznych koszty; zagranicą, a zwłaszcza w Czechach, podobne instalacje już istnieją i pracują z wielkim dla cukrowni pożytkiem.

Omówiwszy następnie sprawę rozwoju przemysłu elektrownianego w Polsce, prelegent dochodzi do wniosku, że w naszych warunkach, wobec powolnego rozwoju tego przemysłu, zwłaszcza na terenach buraczanych, cukrownie powinny nie tylko tak się urządzić, aby oddawać energię w czasie kampanji, ale instalować urządzenia, dające możliwość wytwarzania energii również w okresie pokampanijnym. W ten sposób powstawałyby przy cukrowniach elektrownie okręgowe, zasilające rok okrągły najbliższą okolicę. Korzyści dla przemysłu cukrowniczego zwiększyłyby się wówczas wielokrotnie, gdyż bardzo kosztowna część urządzeń, jak kotły, turbiny, instalacje elektryczne, służyłyby zarówno do celów produkcji cukru, jak i całorocznej produkcji energii elektrycznej, a w ten sposób urządzenia te daleko szybciejby się amortyzowały; o ile elektrownie przy cukrowniach w danej okolicy pracowałyby na wspólną sieć, byłyby zatem ze sobą połączone, każda z nich mogłaby w razie potrzeby oddawać energię sąsiedniej, i w ten sposób uniknęłyby się bardzo kosztownych rezerw maszynowych, zazwyczaj bezczynnych, stosowanych obecnie w większych cukrowniach.

Nie bez znaczenia też dla kosztów produkcji byłoby daleko racjonalniejsze niż obecnie użytkowanie personelu technicznego cukrowni w ciągu całego roku.

Wejście przemysłu cukrowniczego na tę drogę przyniosłoby też wielką korzyść rolnictwu i podniosłoby kulturę

provincji, tak mało dotychczas korzystającej z dobrodziejstw energii elektrycznej.

Po odczycie tym rozwinęła się obszerna dyskusja, z której podamy ważniejsze szczegóły.

Prof. B. Stefanowski zaznaczył, że zagadnienie wytwarzania ubocznie energii elektrycznej dotyczy nie tylko przemysłu cukrowniczego, lecz mogłoby być zastosowane i do całego szeregu innych gałęzi wytwórczości. Czy zagadnienie to ma szanse szybkiej realizacji w zakresie cukrownictwa, zależy to z jednej strony od sytuacji materialnej tegoż i od stopnia zainteresowania się cukrowników tym problemem, a więc od czynników natury psychologicznej. Mówca zwraca następnie uwagę na to, że sprawa wytwarzania energii nadwyżkowej przedstawia się o wiele korzystniej dla cukrowni, mających własne rafinerie, pracujące znacznie dłużej niż cukrownie. Nadto znaczny wpływ mógłby wywrzeć Rząd, gdyby przed udzieleniem koncesyj na budowę elektrowni badał możliwości wytwarzania energii elektrycznej w istniejących w danej miejscowości zakładach przemysłowych. Co się tyczy sprawy budowy sieci, to wymaga ona bliższego porozumienia z elektrowniami i zależy od umowy z nimi. Ważną też jest sprawa stopnia niezawodności działania elektrowni cukrownianej, który będzie zapewne o wiele wyższy, niż w obecnych elektrowniach małomiasteczkowych.

Inż. I. Dąbrowski stwierdza, że cukrownictwo polskie mogłoby wytworzyć 12000 *kW* nadwyżkowej energii elektrycznej. Cukrownie biorą już pod uwagę możliwość produkcji tej energii, gdyż przy przebudowach wprowadzają instalacje wysokoprężne. Niestety, elektrownie uważają te poczynania cukrownictwa za działalność konkurencyjną, nie biorąc widocznie pod uwagę korzyści zasilania się w ziemie z instalacji cukrownianych. Z drugiej strony, oszczędzenie ok. 1 *kg* węgla na każdej *kWh* nie jest też pozbawione dużego znaczenia. Co się tyczy budowy sieci, to cukrownicy na to pójść nie mogą. W niektórych wypadkach mogłyby same cukrownie pokryć zapotrzebowanie energii elektrycznej w całych okręgach, a wówczas w zakresie budowy sieci musiałoby im przyjść z pomocą państwo lub związki komunalne (przykładem może służyć cukrownia Witaszyce, mogąca wytworzyć dodatkowo do 6000 *kW*, t. zn. więcej, niż wynosi zapotrzebowanie całego województwa Poznańskiego). Atoli realizacja takich możliwości zależy przede wszystkim od władz państwowych, które niesłusznie biorą pod uwagę tego zagadnienia i naprz. wydają nieraz kredyty miasteczkom na elektrownie, nie bacząc na inne możliwości wytwarzania energii elektrycznej (tak było m. m. i z wspomnianą cukrownią Witaszyce). Te możliwości powinny być wyjaśnione przed wyznaczaniem kredytów i koncesyj, a w tym celu władze powinny zasięgać opinii PKEn.

Inż. F. Bogatko podnosi, iż w omawianej produkcji energii elektrycznej mogłyby wziąć udział z korzyścią tylko większe cukrownie, o przerobię od 15 000 *q*. Takich zakładów mamy w woj. Poznańskim większość, natomiast w Kongresówce i Małopolsce musielibyśmy poczekać jeszcze, aż cukrownie tutejsze się rozbudują.

Inż. St. Turczynowicz podkreśla, iż sprawa, będąca przedmiotem dyskusji, ma o wiele szersze znaczenie, gdyż obchodzi nie tylko miasta, ale i rolnictwo. Proponuje zwołanie szerszej konferencji z udziałem przedstawicieli Rządu, bankowości, rolnictwa, przemysłu i organizacji samorządowych, któreby rozważyła tę sprawę, jako mającą duże znaczenie dla podniesienia kultury rolnej kraju.

Inż. K. Siwicki stwierdza, że poruszone przez prelegenta zagadnienie nie znajdzie napewno przeciwników wśród zebranych. Co się atoli tyczy jego urzeczywistnienia, to słuszne są głosy, iż zależy ono w znacznej mierze od władz państwowych, gdyż sprawy kredytów na budowę elek-

rowni przechodzą przez M. R. P., dla wyjaśnienia, czy zamierzenia te nie są sprzeczne z programem elektryfikacji. Program ten jest w znacznej części opracowany, ale nie jest ułożony jeszcze właśnie dla okręgów rolniczych, t. zn. tam, gdzie są cukrownie. Mówca sądzi, że opracowaniem programu wyzyskania elektrowni cukrownianych powinien się zająć PKEn. Władze rządowe nie wiedzą często o możliwościach produkcji energii elektr. przez cukrownie lub t. p. zakłady i dlatego zachodzą takie wypadki, jak wspomniany poprzednio z cukrownią Witaszyce. Cukrownie więc powinny śledzić publikacje w dziennikach urzędowych co do nadawanych koncesyj i zgłaszać przeciwko nim sprzeciwy, gdyż taki jest tryb postępowania. Sprzeciwy powinny być uzupełniane konkretnymi ofertami na dostarczanie energii elektrycznej. Dotąd sprzeciwów takich nie było.

Inż. L. Dąbrowski zaznacza, że droga proponowana przez p. Inż. Siwickiego jest niemożliwa do zrealizowania. Cukrownicy nie będą zajmować się studjowaniem publikacji o projektowanych nadaniach, wobec czego byłoby celowej, gdyby władze państwowe zwracały się w tych razach o opinię do PKEn, a ten — do takich organizacji, jak Instytut Cukrowniczy. Instytucje takie znają dokładnie objęte przez nie gałęzie wytwórczości i mogą wyrzucić presję na odp. wytwórnę. Mówca oponuje dalej przeciwko uwadze p. Bogatki, iż proponowana zawodowa produkcja energii elektrycznej nie może być korzystna dla małych cukrowni. Jako przykład, przytacza cukr. Michałów, przetwarzającą 6000 q i zasilaną z Pruszkowskiej elektrowni okręgowej. Obliczenia wykazują, że cukrownia ta mogłaby wytwarzać dodatkowo 400 kW mocy, oszczędzając przytem 1000 t węgla rocznie. Gdyby elektrownie okręgowe szły na rękę cukrowniom, to Inst. Cukr. mógłby łatwo przekonać te ostatnie, iż ze współpracy z elektrownią osiągną zysk, gdyż inwestycje zamortyzują się szybko.

Inż. Tołłoczko w przemówieniu swem poddaje krytyce wywody prelegenta i przedmówców. Zagadnienie zużycowania rozmaitych rodzajów energii odpadkowej, aktualne dziś na całym świecie, zapomocą pośrednika w postaci energii elektrycznej, nie daje rozwiązania dość korzystnego. Realizacja tego zagadnienia jest wprawdzie możliwa, ale w zakresie bardzo ograniczonym, a to z powodów następujących: 1) max. zapotrzebowania energii przez elektrownie okręgowe przypada we wrześniu i październiku — na potrzeby rolnictwa, w elektrowniach zaś miejskich max. bywa w grudniu. Wówczas jednak i cukrownia ma max. zapotrzebowania, z powodu trwającej kampanji. Elektrownia chętnieby wzięła brakujące jej lub b. drogo wytwarzane przez nią kW szczytowe z zewnątrz, ale w tym celu cukrownia musiałaby budować specjalną instalację, nie rentującą się w ciągu pozostałej części roku. 2) Ponieważ dla niezawodności pracy potrzebna jest rezerwa w maszynach, przeto elektrownia nie zgodzi się np. na współpracę, z warunkiem wyłączenia turboprądnicy cukrowni w razie jej potrzeby, a zatem elektrownia musi — mimo pomocy cukrowni — mieć własną rezerwę, względnie — co byłoby najkorzystniej — rezerwy będą wspólne. Tu więc widzimy już pewne korzyści współpracy. 3) Jeżeli teraz weźmiemy pod uwagę energię odpadkową, to korzystanie z niej byłoby dla elektrowni b. korzystne w okresach obciążeń szczytowych; elektrownia więc zapłaciłaby nawet drogo za zasilenie jej w tych okresach. Atoli okresy te trwają tylko kilka godzin na dobę, wówczas gdy instalacja cukrowniana musi pracować 24 godzin. Możliwy więc wyzyskać jeno pewną odsetkę energii odpadkowej cukrowni, a jej wielkość mogą ustalić odp. badania.

Z powyższych uwag, wyciąga mówca wniosek, że na całą tę sprawę nie należy zapatrywać się zbyt optymistycznie.

Nawet bowiem oszczędność paliwa nie gra tu również wielkiej roli, tak ważne jest zaspokojenie zapotrzebowania szczytowego. Mówca przytacza przykłady zachodnio-europejskich elektrowni, pracujących w ten sposób, że w okresach słabego obciążenia pompuje się (zapomocą silników ciepłych) wodę do zbiorników, mimo niskiej sprawności takiej pracy, by w godzinach wysokiego obciążenia woda ta dała napęd dodatkowym turbinom wodnym. Stąd w ostatnich czasach nabierają znów znaczenia nawet małe i nieekonomiczne elektrownie parowe, jako gotowe urządzenia do tworzenia rezerw sił wodnych, nie wymagające nowych maszyn, ani linii przesyłowych. Wreszcie podkreśla mówca, że podany przez prelegenta rozchód węgla na 1 kWh nie jest miarodajny, gdyż dziś wytwarza się energię przy rozchodzie węgla znacznie mniejszym niż 1 kg/kWh, bo kWh uzyskuje się z 4000 Kal, a nawet z jeszcze mniejszej ilości ciepła.

Następny mówca, p. inż. W. Rosental zwraca uwagę na to, że podobna sytuacja z wyzyskaniem energii odpadkowej istnieje w przemyśle naftowym, w którym mówca przeprowadził w swoim czasie obszerne badania możliwości zrationalizowania gospodarki energetycznej. W przemyśle tym uzupełniają się pod względem energetycznym rafinerje z kopalniami ropy, i energia odpadkowa, wytwarzana przez turbiny w rafinerjach, mogłaby zaspokoić wszystkie potrzeby kopalnictwa; zarazem zaoszczędziłoby się ok. 80% produkcji gazu ziemnego. Jednakże przemysłownicy naftowi poddali odpowiednio opracowany projekt surowej krytyce i nie poszli w kierunku dawanych przezeń wytycznych, ponieważ poprostu oszczędność 80% gazu nie była potrzebna, bo niewiadomo było, jak ją odrazu wyzyskać. Atoli jedna rafinerja projekt ten zastosowała i przesyła przewodem dalekonośnym prąd do Borysławia, ale jest to rafinerja, mająca własne kopalnie, więc nie potrzebująca szukać porozumienia z kimś innym. Mówca uważa, że najwięcej trudności wywoła osiągnięcie takiego porozumienia mających ze sobą współpracować zakładów. Można więc liczyć, że rozwój w tym kierunku pójdzie w b. powolnym tempie, ewolucyjnie, w miarę osiągnięcia porozumienia i krzewienia kultury technicznej. W końcu nadmienia mówca, że oszczędność węgla (krajowego) nie ma tego znaczenia, co oszczędność kapitału na inwestycje w postaci maszyn (sprawdzanych prawie wyłącznie z zagranicy).

Reasumując dyskusję, zabiera wreszcie raz jeszcze głos p. prelegent, inż. St. Śliwiski. Stwierdza, iż zagadnienie jest b. skomplikowane; że jednak rozwiązanie jego daje wyniki korzystne, wskazują przykłady w Czechosłowacji, kraju znanym ze swej praktyczności. Sprawą rozdziału prądu powinny się zajmować elektrownie, nie zaś cukrownie. Te zaś muszą się tak urządzić, by zapewnić stałość wytwarzania energii elektrycznej. Porozumienie obu stron musi być oparte na dokładnej kalkulacji. Co się zaś tyczy postępu techniki silnikowej w kierunku zmniejszenia rozchodu węgla na 1 kWh, to mówca go uznaje, ale zaznacza, że równocześnie odbywa się też analogiczny postęp przerobu buraków, tak, że obecnie zużywa się nań 6% węgla w stos. do ilości wytworzonego cukru, gdy dawniej rozchodowano go 12%. Dla postępu omawianego zagadnienia ma duże znaczenie moment psychologiczny i pomoc Rządu oraz współpraca PKEn (przez zajęcie odp. stanowiska, oświetlenie poszczególnych wypadków i t.d.).

Przewodniczący, p. inż. Tołłoczko zawiadamia, że dalsze rozważanie tej sprawy będzie stanowić przedmiot prac osobnej komisji, mianowicie organizowanej obecnie Komisji gospodarki elektrycznej, wzgl. podkomisji, wyłonionej przez tę komisję. Następnie dziękuje prelegentowi za interesujący referat, a zebrany za ożywioną dyskusją i zamyka posiedzenie.