

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XV.

1 Lipca 1933 r.

Zeszyt 13.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

JEDNOSTKI FIZYKALNE I TECHNICZNE.

STUDJUM KRYTYCZNE ORAZ NOWY SYSTEM OZNACZANIA JEDNOSTEK.

Prof. Dr. inż. Stanisław Fryze.

(Ciąg dalszy).

III. Układ CGS i dymensje czyli wymiary.

Z powyższego widzimy, że sprawa *znakowania jednostek* nie może być zbagatelizowana. Nawet tych kilka przykładów, które podaliśmy powyżej, wystarcza do zakwestjonowania umowy, na mocy której iloczyny potęgowe

$$\text{cm}^\alpha \text{ g}^\beta \text{ sek}^\gamma$$

miałyby być traktowane jako symbole jednostek. Umowa taka nie da się utrzymać dla całego terenu fizyki, bo prowadzi do dwuznaczności i sprzeczności fizykalnych i matematycznych. Musimy ją ograniczyć do terenu mechaniki, gdzie stosunkowo wprowadza tylko niewielkie trudności (gram — masa, gram — ciężar, $\text{cm}^2 \text{g sek}^{-2}$ — moment, $\text{cm}^2 \text{g sek}^{-2}$ — praca), choć i tam przydałaby się sanacja.

Wypada zapytać, co skłoniło fizyków do stworzenia układu CGS, z którym na terenie nauki o elektryczności i magnetyzmie tyle jest kłopotów. Na pytanie to nie trudno odpowiedzieć. Przy określaniu jednostek chodzi nietylko o definicje tychże, lecz także o t. zw. *miary*, czyli materialną realizację jednostek. Centymetr jest fizykalną jednostką długości, miarą tej jednostki jest $\frac{1}{100}$ odcinka

oznaczonego dwiema kreskami na międzynarodowo ustalonym wzorcu, czyli etalonie metra, przechowywanym w Sèvres pod Paryżem. Gram jest jednostką masy, miarą tej jednostki jest $\frac{1}{1000}$ masy mię-

dzynarodowo przyjętego wzorca kilograma przechowywanego również w Sèvres pod Paryżem. Otóż tylko niewiele jednostek można w ten sposób zrealizować w *formie materialnych miar jednostkowych*, czyli wzorców¹¹⁾. Już przy prędkości natrafilibyśmy na niepokonane trudności w tym względzie, cóż dopiero mówić o wzorcach takich jednostek, jak dyna, erg i t. d. Pozatem trzeba sobie zdać sprawę z tego, że wykonanie wzorców z bezwzględną dokładnością jest niemożliwe i że zatem, w miarę powiększania liczby wzorców, zwiększamy liczbę źródeł błędów w pomiarach precyzyjnych.

Powyższe zmusza do wyznaczania wartości bardzo wielu wielkości fizykalnych z pomocą *pomiarów pośrednich* przy użyciu tylko kilku jednostek wzorcowych, przynależnych do kilku podstawowych wielkości. Na terenie mechaniki przyjęto za takie jednostki podstawowe centymetr, gram i sekundę. Inne jednostki określono przy pomocy tych trzech na zasadzie pewnych praw fizykalnych, przyjętych za *prawa definicyjne*. Tak np. za definicyjne równanie prędkości przyjmujemy wzór

$$v = \frac{dl}{dt}$$

i stąd wywiedziony jest znak jedn. prędkości $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$, za *definicyjne równanie przyspieszenia*

$$\text{uwazamy wzor fizykalny } \gamma = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2l}{dt^2}$$

i stąd znak jedn. przysp. $\frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$. Jako *definicyjne równanie*

$$\text{siły służy wzor fizykalny } F = m \cdot \gamma = m \frac{d^2l}{dt^2}$$

i stąd znak jedn. siły cm g sek^{-2} i t. d.

W mechanice definicje różnych wielkości zostały ogólnie przyjęte i mimo, że np. w statyce siły, wyrażające pewne naprężenie elastyczne, nie mają nic wspólnego z masą i przyspieszeniem, to jednak podaną powyżej definicję siły zatrzymujemy, bo wyobrażamy sobie, że gdyby np. jakaś statycznie działająca siła mogła spowodować ruch jakiejś masy materialnej m , to ruch tej masy odbyłby się w próżni i zdala od wszelkich innych ciał z przyspieszeniem $\gamma = F/m$, a więc odpowiednio do definicji siły.

Było to niewątpliwie wielką zasługą Gaussa (1832) i Webera (1846), że opracowali zasady analogicznego systemu jednostek dla wielkości elektrycznych i magnetycznych w postaci t. zw. *układu absolutnego CGS*. Zastosowanie bowiem tego układu umożliwiło sprowadzenie miar elektrycznych i magnetycznych do miar zasadniczych, używanych w mechanice, a mianowicie do jednostki długości (cm), masy (gram) i czasu (sekunda), wskutek czego odpadła konieczność tworzenia nowych wzorców elektrycznych i magnetycznych bynajmniej nie łatwych do wykonania¹²⁾.

¹¹⁾ O trudnościach, jakie sprawiało wykonanie etalonów elektr., czytaj „Die Entstehung der internationalen Masse der Elektrotechnik“, Jaeger, 1932.

¹²⁾ Konieczności nie należy mieszać z potrzebą. W praktyce pomiarowej istnieje potrzeba wielu miar w for-

Przy tworzeniu jednostek układu CGS za podstawę służyła *teoria t. zw. wymiarów, czyli dymensyj*. Teoria dymensyj poucza, że dla n wielkości fizycznych $A, B, C, D \dots N$, związanych wzajemnie k niezależnymi równaniami fizykalnymi, da się przy $n > k$ każda z tych wielkości (ściśle wartości) wyrazić w najprostszej zależności iloczynem potęgowym ogólnego kształtu

$$N = A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots \quad (5)$$

w którym A, B, C przedstawiają $n - k$ dowolnie obranych wielkości zasadniczych (ściśle wartości), a α, β, γ wykładniki w formie liczb całkowitych względnie ułamkowych (Tak zwany II — Teorem¹³).

Iloczyn potęgowy (5) nazwano — jak wiadomo — dymensją (wymiar) wielkości N , skąd pisownia

$$\dim N = A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots \quad (6)$$

Z (6) wynika relacja

$$\dim [N] = [A]^\alpha [B]^\beta [C]^\gamma \dots \quad (7)$$

gdzie symbole $[N], [A], [B], [C]$, oznaczają jednostki własne, przynależne do wielkości N, A, B, C .

Wielkości A, B, C , od których uzależnione są w powyższy sposób wszystkie inne wielkości, nazywamy *podstawowymi*; ich jednostki $[A], [B], [C]$ noszą nazwę *jednostek podstawowych*.

W układzie CGS podstawowe wielkości stanowią długość L , masa M i czas T , a podstawowe jednostki $\text{cm}, \text{g}, \text{sek}$. Dla układów CGS będzie więc według (6) i (7)

$$\dim N = L^\alpha M^\beta T^\gamma \dots \quad (8)$$

$$\dim [N] = \text{cm}^\alpha \text{g}^\beta \text{sek}^\gamma \dots \quad (9)$$

Iloczyny potęgowe w relacji

$$\text{cm}^\alpha \text{g}^\beta \text{sek}^\gamma$$

nie przedstawiają jednostek, tylko dymensje jednostek. Jakikolwiek np. naboje obierzemy za jednostki, zawsze będą to tylko naboje, a więc wielkości tego samego rodzaju, co Q w wyrażeniu

$$Q = Q [Q]$$

Układów opartych na wymiarach (dymensjach) można stworzyć nieskończenie wiele i to tak, że dla jednej i tej samej wielkości wyjdą różne wymiary, a więc i różne iloczyny potęgowe dla odnośnych jednostek. Jako przykład służyć tu mogą relacje:

$$\dim Q = L^{3/2} M^{1/2} T^{-1},$$

$$\text{skąd } \dim [Q] = \text{cm}^{3/2} \text{g}^{1/2} \text{sek}^{-1}, \text{ (Układ ES),}$$

$$\dim Q = L^{1/2} M^{1/2},$$

$$\text{skąd } \dim [Q] = \text{cm}^{1/2} \text{g}^{1/2} \text{ (Układ EM).}$$

Nieporozumienia i sprzeczności, na jakie natrafiamy odnośnie do jednostek na terenie nauki o elektryczności i magnetyzmie, mają swe główne źródło w tem, że pomieszano pojęcie jednostki z pojęciem dymensji, a pozatem, że dymensje jednej i tej samej wielkości wywiedziono z kilku różnych praw fizykalnych.

mie materialnych jednostek, te jednakże można ustalać z pomocą t. zw. pomiarów absolutnych według jednostek długości, masy i czasu.

¹³) Bridgman-Holl „Theorie der physikalischen Dimensionen“ 1932, wyd. Teubnera. (Jest to niemieckie tłumaczenie Holl'a znakomitej pracy o dymensjach Bridgmana, prof. fizyki uniwersytetu Harvarda w Ameryce.

Różnica między symbolem dymensyjnym, a symbolem jednostki jest ta, że na czynnikach symbolu dymensyjnego w formie iloczynu potęgowego dopuszczamy działania matematyczne, podczas gdy symbol jednostki stanowi niezmienną całość. Kładąc np. dla prawa Coulomba

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon \cdot l^2}, \quad \dim F = \frac{\dim Q \cdot \dim Q}{\dim \epsilon \cdot \dim l^2}$$

$$\text{i podstawiając } \dim Q = L^{3/2} M^{1/2} T^{-1},$$

$$\dim \epsilon = 1, \quad \dim l^2 = L^2, \quad \text{otrzymamy}$$

$$\dim F = \frac{(L^{3/2} M^{1/2} T^{-1})^2}{L^2} = L \cdot M \cdot T^{-2} \text{ (wymiar siły)}$$

skąd $\dim [F] = \text{cm g sek}^{-2}$ (wymiar dyny).

Z początku zdawano sobie widocznie sprawę z różnicy, jaka zachodzi między jednostką a jej symbolem dymensyjnym, bo nawet dla jednostki prędkości $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$ proponowano nazwę „velo“. Velo przypadł

jednak w niepamięci, a dla jednostek ES i EM wogóle nie pomyślano o nazwach. (Dopiero w roku 1930 w Stockholmie uchwalono nazwy „gilbert“ dla jedn. EM napięcia magnetycznego, „oersted“ dla jedn. EM natężenia pola magnet., „gauss“ dla jedn. EM indukcji magnet. oraz „maxwell“ dla jednostki EM strumienia magnet.). Brak nazw i znaków jednostek elektrycznych i magnetycznych spowodował, że ogólnie przyjęła się pisownia wielkości w postaci równości

$$N = N (\text{cm}^\alpha \text{g}^\beta \text{sek}^\gamma)$$

która doprowadziła właśnie do sytuacji omówionej w ustępie II-gim.

Elektrotechnicy wyzwolili się dość dawno od bałamatnego identyfikowania jednostek z ich wymiarami. Przy sposobności tworzenia własnych praktycznych jednostek, wprowadzono dość wcześnie nazwy i znaki dla ważniejszych jednostek: C — coulomb, A — amper, V — volt, Ω — ohm, W — watt i t. d. Zdawało się, że w ten sposób przynajmniej sprawa znakownictwa jednostek praktycznych została definitywnie ustaloną i że z biegiem czasu do obecnych nazw i znaków będą tylko dodawane nowe znaki i nazwy dla tych jednostek, które jeszcze z braku innych oznaczeń wypisywano w starej formie iloczynów potęgowych z opuszczeniem wykładników potęgowych. Np.:

$$\Psi = 30 \cdot \text{c g s}, \text{ (strumień elektryczny)}$$

$$D = 50 \cdot \text{c g s}, \text{ (indukcja elektryczna).}$$

Tem więcej musi zatem dziwić, że zganiwszy układy CGS, także i elektrotechnicy popadają w stary błąd fizyków i w miejsce dotychczasowych, co dopiero uchwalonych nazw jednostek magnetycznych (gilbert, oersted, gauss, maxwell), usiłują wprowadzić (w nowo forsowanym t. zw. „zracjonalizowanym“ układzie praktycznym) tego rodzaju kombinacje, jak $\frac{\text{amper}}{\text{cm}}$ dla H , $\frac{\text{volt sek}}{\text{cm}^2}$ dla B , volt sek dla

Φ i t. d. *Kombinacje te to bowiem znów nic innego, jak tylko znaki dymensyjne odnośnych jednostek w nowym układzie volt — amper — cm — sek.*

Znów nikt nie zwraca uwagi na konsekwencje wypływające z takich oznaczeń. Konsekwencje w nowym układzie są zaś mniej więcej tego samego rodzaju, co w dotychczasowych układach CGS, a

mianowicie, że różne wielkości otrzymują jednako-
wo oznaczone i co gorsza jednakowo nazwane ja-
dności. Tak np., gdy wprowadzimy dla natężenia
pola magn. (H) jednostkę $\frac{\text{amper}}{\text{cm}}$ w miejsce świe-

żo uchwalonego oersteda, wypada, jako jednostka
napięcia magnetycznego (U_m), amper, czyli taka
sama jednostka, jak dla natężenia prądu. Jednost-
ką strumienia elektrycznego ma być amperosekun-
da, czyli taka sama jednostka, jak dla naboju elek-
trycznego. Joule ma być jednostką pracy i równo-
cześnie jednostką momentu mech. i t. d.

Powyższe nazwy i znaki wywodzą racjonałiści
wprost z równań fizykalnych, pouczając błędnie,
że symbole literowe w równaniach fizykalnych
oznaczają wielkości, nie wartości, a jako klasyczny
przykład podają trywialny wzór na prędkość

$$v = \frac{l}{t}$$

Gdy w tym wzorze podstawimy np. $l = 100 \text{ cm}$
i $t = 5 \text{ sek}$, otrzymamy

$$v = \frac{l}{t} = \frac{100 \text{ cm}}{5 \text{ sek}} = 20 \text{ cm/sek}$$

Gdy zaś podstawimy np. $l = 80 \text{ km}$, $t = 2 \text{ godz.}$,
otrzymamy

$$v = \frac{l}{t} = \frac{80 \text{ km}}{2 \text{ godz}} = 40 \text{ km/godz}$$

Jednostki prędkości wypadają tu „automatycznie”
(wskazują racjonałiści), należy, więc i inne równa-
nia fizykalne analogicznie traktować, a pozbedzimy
się kłopotów z jednostkami. Jeden przykład
wystarczy, aby powyższy system operowania na
równaniach fizykalnych zakwestjonować.

Przykład: Dwie równoległe sztaby o prze-
ciwnie skierowanych prądach $J_1 = 10 \text{ A}$, $J_2 = 10 \text{ A}$,
długości $l = 10 \text{ m}$, oddalone o $x = 10 \text{ cm}$, odpycha-
ją się w myśl prawa Ampère'a w próżni, względnie
w powietrzu ($\mu = 1$) z siłą

$$F = \frac{2 \cdot J_1 \cdot J_2 \cdot l \cdot \mu}{100 \cdot x} \text{ w dynach}$$

Podstawiam w myśl powyższej (błędnej) ideologii

$$F = \frac{2 \cdot J_1 \cdot J_2 \cdot l}{100 \cdot x} = \frac{2 \cdot 10 \text{ A} \cdot 10 \text{ A} \cdot 1000 \text{ cm}}{100 \cdot 10 \text{ cm}} = 200 \text{ A}^2$$

i otrzymuję siłę F w A^2 , zamiast w dynach. Gdy
teraz położę

$$F = 200 \text{ A}^2 = 200 \text{ dyn}$$

otrzymam niespodziewaną relację

$$\text{dyna} = \text{amper}^2$$

Dyna jest siłą, a amper jest prądem. Jakże zatem
siła może być równa prądowi do kwadratu? Na to
pytanie niech odpowiedzą ci, którzy symbole lite-
rowe w równaniach fizykalnych traktują jako wiel-
kości. Co do mnie, to ja taką interpretację od-
rzucam.

W zadaniu powyższym należy podstawić je-
dynie wartości, czyli liczby (bez znaków jednostek).
Liczba „200”, jaka wypada po takim podstawie-
niu, oznacza wartość siły F w dynach. Jeśli idzie
o dymensję, to napiszemy (dla ampera jako 1/10
jedn. EM):

$$\dim \text{A}^2 = (\text{cm}^{1/2} \cdot \text{g}^{1/2} \cdot \text{sek}^{-1})^2 = \text{cm} \cdot \text{g} \cdot \text{sek}^{-2}$$

otrzymując wymiar dyny. Jak widać dyna nie rów-
na się tu wcale amperowi do kwadratu, tylko wy-

miar dyny równa się wymiarowi ampera do kwa-
dratu! Ściśle biorąc, także jednostka prędkości
„velo” nie równa się cm/sek , tylko wymiar jednost-
ki velo równa się cm/sek . To samo dotyczy wszyst-
kich innych jednostek układu CGS.

Oczywiście jeden lub dwa przykłady nie wy-
starczą do obalenia ideologii racjonalistów, musi-
my tu jeszcze zbadać wyczerpująco problem t. zw.
równań fizykalnych. Już teraz możemy jednak
stwierdzić, że kombinowane znaki jednostek na
wzór symboli dymensyjnych prowadzą w wielu
przypadkach do sprzeczności fizykalno - matema-
tycznych i że ideologia, na której się tego rodzaju
oznaczenia wspierają, prowadzi w pewnych przy-
padkach do nonsensów fizykalnych (dyna =
 amper^2).

Oczywiście nie wynika stąd, aby wszelkie kom-
binowane znaki jednostek należało wykluczyć.
Powyższe rozważania wskazują jednak jasno, że
w tworzeniu takich znaków należy zachować bardzo
daleko posuniętą ostrożność, polegającą na zbada-
niu, czy nowo proponowany znak jednostki, skom-
binowany ze znaków innych jednostek, nie prowadzi
do sprzeczności lub dwuznaczności w porównaniu
z ogólnie już używanymi znakami jednostek. Wol-
no np. umówić się, że $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$ ma oznaczać jednostkę

prędkości, ale nie wolno postanowić dalszej umo-
wy, że $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$ ma oznaczać także jednostkę oporu
(w układzie EM). Wolno się umówić, że amperose-
kunda ma oznaczać jednostkę naboju, ale nie wolno
postanowić, że amperosekunda ma oznaczać także
jednostkę strumienia elektrycznego. Wprowadze-
nie na moment mechaniczny jednostki „joule” uwa-
żam osobiście za nonsens fizykalny, uświęcony tra-
dycyjnym nonsensem, według którego jednostkę
momentu mechanicznego i pracy oznaczamy jedna-
kowym znakiem $\text{cm}^2 \cdot \text{g} \cdot \text{sek}^{-2}$ względnie $\text{kg} \cdot \text{m}$. Do ka-
tegorji takich nonsensów przynależy także znak kg
na oznaczenie jednostki masy i siły.

Racjonalistom jest widocznie mało obecnych
dualizmów, skoro propagują zwiększenie ich liczby.
Czyż jednak postęp ma polegać na dodawaniu no-
wych dwuznaczności do dwuznaczności już istnie-
jących?

IV. Równania fizykalne.

Zależności między różnymi wielkościami wy-
nikające z doświadczeń lub wydedukowane drogą
rozumowania fizykalnego i ujęte w formę równań
matematycznych nazywamy *równaniami fizykal-
nymi*. W równaniach fizykalnych widzimy nietylko
naznaczone działania matematyczne, lecz dopatru-
jemy się w nich pewnej treści fizykalnej. Pisząc np.

$$U = J \cdot R$$

widzimy nietylko iloczyn dwu liczb algebraicznych
(ogólnych) J , R , równy trzeciej U , lecz równaniem
tem wyrażamy prawo Ohma.

Na tle tego skojarzenia matematycznego i fi-
zycznego znaczenia równań fizykalnych powstały
w ostatnich dziesiątkach lat spory co do znaczenia
symbolów literowych występujących w tych równa-
niach. Przeciwstawiano sobie dwa następujące dia-
metralnie przeciwne poglądy, dotąd dyskutowane
i dotąd nie uzgodnione:

Pogląd A, za którego standartową przedstawi-
cielkę uważana być może pani Afanasjewa-Ehren-

fest, gdyż jej praca naukowa¹⁴⁾ stanowi klasyczną rozprawę w tym względzie.

Wszystkie symbole w równaniach fizykalnych przedstawiają — liczby: Liczby zasadnicze odpowiadające wartościom pewnych wielkości fizykalnych, liczby wyrażające wartości pewnych współczynników fizykalnych, liczby stanowiące t. zw. *spółczynniki wyrównawcze* (*Ausgleichsfaktoren k*) zależne od doboru jednostek i wreszcie różne inne liczby, wynikające z pewnych operacji matematycznych, jak $\frac{1}{2}$, 2π , 4π i t. d.

Pogląd B, którego standartowym przedstawicielem jest Wallot, gdyż on w swych pracach poglądem ten zastosował konsekwentnie do wszelkich równań fizykalnych¹⁵⁾. Symbole literowe w równaniach fizykalnych oznaczają wielkości a nie wartości. Poza pewnymi liczbami jak $\frac{1}{2}$, π , 2 i t. d., t. zw. *spółczynniki fizykalne* są nie tylko liczbami, lecz mają charakter wielkości a nie wartości i gdy założymy, że jednostki mogą być dowolne, to *spółczynniki wyrównawcze* są zbędne.

Wielkość fizykalna $N = N [N]$

Spółczynnik fizykalny $S = S [S]$

Tak zwanych *spółczynników wyrównawczych* (*Ausgleichsfaktoren*) zależnych od doboru jednostek (które w analizie p. Afanasjewej odgrywają pierwszorzędą rolę) według Wallota nie potrzeba wcale; skoro bowiem symbole literowe wyrażają w równaniach fizykalnych wielkości a nie wartości i gdy założymy, że jednostki mogą być dowolne, to *spółczynniki wyrównawcze* są zbędne.

Czytelnikom, którzy nie znają bliżej prac p. Afanasjewej i p. Wallota, wyjaśni sprawę następujący przykład:

Prawo Ohma ważne dla *dowolnych jednostek* należy według Afanasjewej traktować jako „*równanie wartościowe*“ i pisać

$$U = k \cdot J \cdot R \dots \dots \dots (a)$$

U wartość napięcia, J wartość natężenia prądu, R wartość oporu, k współczynnik wyrównawczy (*Ausgleichsfaktor*), zależny od doboru jednostek. Np. dla U w mV, J w mA, i R w m Ω , będzie

$$U = 10^{-3} \cdot J \cdot R, \text{ czyli } k = 10^{-3}$$

Rzeczywiście, gdy np. podstawimy $J = 5$ w mA, $R = 6$ w m Ω , to otrzymamy prawidłowo

$$U = 10^{-3} \cdot 5 \cdot 6 = 0,03 \text{ w mV}$$

Dla U w V, J w A, R w Ω wypada $k = 1$, dla U w kV, J w mA i R w M Ω wypada też $k = 1$ i t. d.

Prawo Ohma ważne dla *dowolnych jednostek* należy według Wallota traktować jako „*równanie wielkościowe*“ i pisać

$$U = J R \dots \dots \dots (b)$$

U wielkość w znaczeniu $U = U [U]$, J wielkość w znaczeniu $J = J [J]$, R wielkość w znaczeniu $R = R [R]$.

Jednostki $[J]$, $[R]$, możemy tu wstawiać dowolnie, ponieważ zaś lewa strona równania fizykalnego musi być a priori równa prawej, przeto

¹⁴⁾ Afanasjewa - Ehrenfest „Der Dimensionsbegriff und der analytische Bau physikalischer Gleichungen“, Mathematische Annalen 77, 259 — 276, 1916.

¹⁵⁾ Wallot „Zur Theorie der Dimensionen“, Zeitschrift für Physik, 1922, tom 10, Str. 329.

Wallot „Die physikalischen und technischen Einheiten“, ETZ 1922, Zeszyty: 44 i 46. Dyskusja w tym i w dalszych rocznikach ETZ.

z powyższego równania fizykalnego wypada wprost równanie dla jednostek

$$[U] = [J] \cdot [R]$$

Przykłady liczbowe: Dla $J = 5$ A, $R = 6 \Omega$ jest

$$U = J R = 5 \text{ A} \cdot 6 \Omega = 30 \text{ A} \Omega$$

$$U = U \cdot [U] = 30 \text{ A} \Omega, \text{ czyli } [U] = \text{A} \Omega$$

lub gdy (jak to zrobiono) położymy $[U] = V$

$$V = \text{A} \cdot \Omega$$

Dla $J = 5$ mA, $R = 6$ m Ω , będzie

$$U = J R = 5 \text{ mA} \cdot 6 \text{ m}\Omega = 30 \text{ m}^2 \text{ A} \Omega$$

i możemy tu albo położyć $m = \frac{1}{1000}$ (m znak mili)

otrzymując $U = 30 \cdot 10^{-6} \text{ A} \Omega = 30 \cdot 10^{-6} \text{ V}$

lub też położyć

$$U = 30 \text{ m A} \Omega \cdot m = 30 \text{ mV} \cdot 10^{-3} = \frac{30}{1000} \text{ mV}$$

Analogicznie (już bez objaśnień) dla $J = 5$ mA, $R = 6$ M Ω wypada

$$U = 5 \text{ mA} \cdot 6 \text{ M}\Omega = 30 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 10^6 \Omega = 30 \cdot 10^3 \text{ A} \Omega = 30000 \text{ V} = 30 \text{ kV}$$

Pogląd B daje w przeciwstawieniu do poglądu A tak wiele korzyści, że w Niemczech stał się już prawie obowiązującym kanonem na podstawie orzeczenia AEF (Ausschuss für Einheiten und Formelgrößen) Związku Elektrotechników Niemieckich (Entwurf 30, ETZ 1927, st. 337¹⁶⁾).

Mimo korzyści, jakie daje pogląd B, nie może ulegać żadnej wątpliwości, że jest on fizykalnie błędny. Postawienie tak sprawy, że symbole literowe w równaniach fizykalnych oznaczają wielkości, prowadzi bowiem do następujących niemożliwych do utrzymania konsekwencji:

1° Naznaczone w równaniach fizykalnych działania matematyczne oznaczałyby działania matematyczne na *wielkościach*, czyli *mnożenie, dzielenie, potęgowanie, logarytmowanie* i t. d. *napięć, prądów, sił, prac, energii* i t. p., co fizykalnie nie ma sensu.

2° Także przy formalnem tylko traktowaniu symboli literowych jako wielkości, w myśl definicji

$$N = \{N\} [N] \text{ lub } N = N [N]^{17)}$$

dochodzimy w myśl poglądu B do zupełnie niezrozumiałych relacji. Logarytmując np. równanie na funkcję zanikającego prądu, traktowane w myśl Wallota jako równanie wielkościowe

$$J_t = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L} t} \dots \dots \dots (c)$$

otrzymamy

$$\ln J_t = \ln \frac{E}{R} - \frac{R}{L} t$$

a po podstawieniu

$$J_t = J_t [J], E = E [E], R = R [R], L = L [L], t = t [t]$$

$$\ln J_t + \ln [J] = \ln E + \ln [E] - \ln R - \ln [R] - \frac{R}{L} t \frac{[R]}{[L]} [t].$$

¹⁶⁾ Wszystkie dotychczasowe uchwały AEF zebrane są razem w publikacji p. t.: „AEF Verhandlungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen“ in den Jahren 1907 bis 1927. Berlin, Springer, 1928.

¹⁷⁾ Dalej będziemy używać tylko tego drugiego oznaczenia, aby uniknąć nawiasów.

W równaniu tem J, E, R, L, t są liczbami, a $[J], [E], [R], [L], [t]$ symbolami jednostek. Co znaczy $\ln A$ czyli \ln z ampera i t. d., Wallot nie objaśnia. On sam przyznaje, że wyrażenia tego rodzaju są *kompletnie nie do pojęcia*¹⁸⁾, pisze jednak, że wynikają one konsekwentnie z zastosowania poglądu B i kto przyjmie ten pogląd za zasadę, musi w konsekwencji przyjąć także i możliwość takich wyrażań. Wallot akceptuje np. wyrażenie $C = -1,586 + \log_{10}(\text{atmosfery}^{-3/2} \text{ stopnia}^{-5/2})$ czyli \log_{10} z iloczynu atmosfery do $-3/2$ i stopnia do $-5/2$, które to wyrażenie wypada z konsekwentnego zastosowania poglądu B przy obliczeniu stałej chemicznej Nernsta.

3° Według poglądu Wallota nie można równań fizykalnych pisać tak, jak dotychczas z liczbami tylko współczynnikami fizykalnymi. Każdy bowiem taki współczynnik musi być traktowany jako pewnego rodzaju wielkość, a nie liczba. Np. nie wolno pisać:

(d) $D = K\varepsilon$, ε liczba niemianowana w układzie ES, (e) i $B = H\mu$, μ liczba niemianowana w układzie EM, tylko należy pisać:

(f) $D = K\varepsilon^*$, $\varepsilon^* = \varepsilon [\varepsilon]$, lub $\varepsilon^* = \varepsilon \Delta^*$ ¹⁹⁾

(g) $B = H\mu^*$, $\mu^* = \mu [\mu]$, lub $\mu^* = \mu \Pi^*$

Δ^* pewna stała o charakterze wielkości, określająca *właściwości elektryczne* próżni (stała dielektryczna próżni), Π^* pewna stała o charakterze wielkości, określająca *właściwości magnetyczne* próżni (przenikalność próżni).

Ponieważ wszystkie trzy obecnie w fizyce używane układy (Gaussa, ES i EM) wykraczają przeciw powyższemu żądaniu, wypływającemu z poglądu B, przeto jedno z dwojga — pisze Wallot — albo należy te układy odrzucić i przyjąć pogląd B, albo odrzucić pogląd B łącznie z korzyściami z niego wypływającymi. Co do mnie, to, po gruntownym przestudjowaniu sprawy i wobec punktów 1, 2, 3 oświadczam się *za odrzuceniem poglądu B, jako fizykalnie błędnego, a matematycznie prowadzącego do niemożliwych do pojęcia wyrażań*. Uważam też, że fizycy nie wyrzekną się układu CGS i potrafią go należycie obronić. (Do tej sprawy zresztą jeszcze wrócimy).

W miejsce błędnego poglądu B proponuję własny pogląd C, który nie narusza w niczem słusznego poglądu A, a mimo to daje wszystkie korzyści osiągalne z poglądu B.

Pogląd C. Wszystkie symbole literowe w równaniach fizykalnych oznaczają liczby. Ponieważ jednakże (pewne z nich) oznaczają wartości pewnych wielkości fizykalnych względnie pewnych współczynników fizykalnych, przeto możemy odnośne symbole literowe traktować jak wartości i zastąpić je ilorazami $\frac{\text{wielkość}}{\text{jednostka}}$ według relacji:

$$\text{wartość} = \frac{\text{wielkość}}{\text{jednostka}}, \text{ czyli } N = \frac{N}{[N]} \dots (10)$$

¹⁸⁾ Wallot „Zur Theorie der Dimensionen“, Zeitschrift für Physik 1922, tom 10, Zeszyt 5, strona 336, odnośnik 3.

¹⁹⁾ Ze względu na brak tłustych greckich czcionek stosować będziemy dla wielkości, które oznaczone są literami greckimi, odnośne litery z gwiazdką (np. ε^* , μ^* , Φ^* i t. d.).

N — wartość, N — wielkość, $[N]$ — jednostka przynależna do N , zgodnie z podanym poprzednio wzorem (2):

$$N = N [N]$$

Analogiczną pisownię można przenieść także na współczynniki fizykalne:

$$\text{kładąc } S = S [S] \dots (11)$$

$$\text{skąd } S = \frac{S}{[S]} \dots (12)$$

W równaniach (11) i (12) oznaczają: S — współczynnik fizykalny w formie wielkości, S — wartość liczbową współczynnika, $[S]$ — znak wyrażający współczynnik fizykalny dla pewnego określonego przebiegu zjawiska. Np. dla układu ES można położyć:

$$\varepsilon^* = \varepsilon \cdot [\varepsilon]_{ES}, [\varepsilon]_{ES} = 1, \mu^* = \mu [\mu]_{ES}, [\mu]_{ES} = \frac{1}{c^2}$$

Podobnie dla układu EM położylibyśmy

$$\varepsilon^* = \varepsilon [\varepsilon]_{EM}, [\varepsilon]_{EM} = \frac{1}{c^2}, \mu^* = \mu [\mu]_{EM}, [\mu]_{EM} = 1$$

$$c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$$

Pogląd C zatrzymuje pisownię równań fizykalnych według poglądu A, dopuszczając jedynie przekształcenie tychże w ten sposób, aby w miejsce wartości, czyli liczb, figurowały ilorazy $\frac{\text{wielkość}}{\text{jednostka}}$

Przykład: Prawo Ohma w formie równania wartościowego, ważnego dla U w voltach, J w amperach i R w ohmach, ma postać

$$U = J \cdot R \dots (h)$$

Podstawiając w tem równaniu:

$$U = \frac{U}{V}, J = \frac{J}{A}, R = \frac{R}{\Omega}$$

otrzymamy równanie następujące

$$\frac{U}{V} = \frac{J}{A} \cdot \frac{R}{\Omega}$$

lub po przekształceniu

$$U = \frac{V}{A \Omega} J \cdot R \dots (i)$$

Równanie tego typu, utworzone w myśl poglądu C, nazywać będziemy dalej równaniem *formalno-wielkościowym*, gdy bowiem podstawimy w niem za symbole wielkości U, J, R , równości

$$U = U \cdot V, J = J \cdot A, R = R \cdot \Omega$$

przechodzi ono w równanie wartościowe (h), z którego powstało.

Równania typu C są zatem w gruncie rzeczy równaniami wartościowymi, czyli nie wykraczają w niczem przeciw fizykalnie słusznemu pogładowi A, a mimo to dają te same korzyści, co równania wielkościowe typu B.

Przykłady:

a) Podstawiamy w (i) $J = 5 \text{ mA}, R = 6 \text{ m}\Omega$ i otrzymujemy

$$U = \frac{V}{A \Omega} J \cdot R = \frac{V}{A \Omega} 5 \text{ mA} \cdot 6 \text{ m}\Omega = 30 \cdot 10^{-6} \text{ V}$$

(bo znak „m“ (mili) oznacza 10^{-3}).

b) Podstawiamy $J = 5 \text{ kA}, R = 6 \text{ M}\Omega$ i otrzymujemy

$$U = \frac{V}{A \cdot \Omega} J \cdot R = \frac{V}{A \cdot \Omega} 5 \text{ kA} \cdot 6 \text{ M}\Omega =$$

$$= \frac{V}{A \cdot \Omega} 30 \cdot 10^3 \cdot 10^6 A \cdot \Omega = 30 \cdot 10^9 \text{ V}.$$

Jak widać w równaniach typu C można podstawić za symbole wielkości, figurujące po prawej stronie równania, wartości w dowolnych jednostkach, co wynika stąd, że zgodnie z wzorem (3), można tu położyć:

$$J = J_1 A = J_2 \text{ mA} = J_3 [J]_3 = \dots = J_n [J]_n$$

$$R = R_1 \Omega = R_2 \text{ M}\Omega = R_3 [R]_3 = \dots = R_n [R]_n$$

Porównując ze sobą wzór typu B i typu C na prawo Ohma

$$U = J \cdot R \dots \dots \dots (j)$$

$$U = \frac{V}{A \cdot \Omega} J \cdot R \dots \dots \dots (k)$$

moglibyśmy sądzić, że wystarczy tylko położyć

$$V = A \cdot \Omega \dots \dots \dots (l)$$

aby przejść z równania typu C (k) na równanie typu B (j). Cała jednak różnica między poglądem B i C polega właśnie na tem, że w myśl poglądu C równość taka (l) jest niedopuszczalna. Gdybyśmy ją bowiem dopuścili, wykroczylibyśmy przeciwko pogładowi A, który wyraża, że równania fizykalne określają zależności między wartościami, a nie między wielkościami. Znak V oznacza jednostkę „volt”, czyli pewne napięcie, znak A oznacza jednostkę „amper”, czyli pewien prąd, znak Ω oznacza jednostkę „ohm”, czyli pewien opór. Równość $V = A \cdot \Omega$ wyrażałaby zatem, że

$$\text{volt} = \text{amper} \times \text{ohm}$$

czyli, że pewne napięcie równa się iloczynowi pewnego prądu i oporu. Tworzenie jednak iloczynów z wielkości, to nonsens fizykalny, albowiem działania matematyczne można wykonywać tylko na liczbach, a nie na wielkościach fizykalnych. Prawo Ohma w ścisłym ujęciu opiewa: „Wartość napięcia równa się iloczynowi wartości natężenia prądu i wartości oporu”, a nie „napięcie równa się iloczynowi natężenia prądu i oporu”. Tylko dla krótkości używamy tego drugiego wysłowienia, to jednak nie uprawnia nas wcale do błędnej interpretacji symboli literowych w równaniach fizykalnych jako wielkości.

Odrzucając pogląd B, nietylko nic nie tracimy, lecz wyzbywamy się ogromnych trudności z tym poglądem związanych. Wallot żąda, aby każdy wzór fizykalny wypisany był w formie wielkościowej (typ B). Stanowisko to zmusza do odrzucenia dotychczasowych systemów CGS (Gaussa, ES, EM oraz układu Heaviside'a), a następnie zniewala do *niepotrzebnych działań symbolami jednostek*. Odrzucać systemów CGS jedynie dla zadośćuczynienia błędnemu pogładowi B, nie będziemy. Zbędność zaś operacyj matematycznych na symbolach jednostek wykażemy najlepiej na przykładzie:

Dotychczas obliczaliśmy np. udźwieg magnesu (F) z pomocą wzoru

$$F = \frac{B^2 \cdot s}{8 \pi \cdot \mu_0} \text{ dyn, lub } F = \frac{B^2 \cdot s}{8 \pi \cdot 981.000 \mu_0} \text{ kg, } \mu_0 = 1.$$

Dla $B = 3,2 \cdot 10^3$ gauss, $s = 3,14 \text{ cm}^2$, otrzymujemy tu np.:

$$F = \frac{(3,2 \cdot 10^3)^2 \cdot 3,14}{8 \pi \cdot 981.000} = \frac{0,1281 \cdot 10^7}{981.000} = 1,31 \text{ w kg.}$$

Według Wallota należy ten prosty rachunek zastąpić następującym:

a) Zamiast powyższego wzoru *wartościowego* należy tu użyć wzoru *wielkościowego*

$$F = \frac{1}{2} \frac{B^2 s}{\mu_0^*}$$

w którym B ma być podstawione w nowych jednostkach „voltsek/cm²”, a μ_0^* przedstawia przenikalność próżni, określoną relacją

$$\mu_0^* = 0,4 \pi \cdot 10^{-8} \frac{\text{henry}}{\text{cm}}$$

b) W powyższym równaniu wielkościowym należy podstawić za symbole literowe wartości łącznie z jednostkami, wówczas — jak powiada Wallot — otrzymamy siłę F „automatycznie” w jednostkach, *które same wypadną*.

Oto jak wygląda to „automatyczne” obliczenie Wallota:

$$F = \frac{(3,2 \cdot 10^3 [B]_{EM})^2 \cdot 3,14 \text{ cm}^2}{2 \cdot 0,4 \cdot \pi \cdot 10^{-8} \frac{\text{henry}}{\text{cm}}} =$$

$$= \frac{(3,2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8} \text{ voltsek/cm}^2)^2 \cdot 3,14 \text{ cm}^2}{2 \cdot 0,4 \pi \cdot 10^{-8} \frac{\text{henry}}{\text{cm}}} =$$

$$= 0,1281 \frac{\text{volt}^2 \text{ sek}^2 \text{ amp.}}{\text{volt sek cm}} = 0,1281 \frac{\text{joule}}{\text{cm}} =$$

$$= \frac{0,1281 \text{ m}}{9,8 \text{ cm}} \text{ kg} = \underline{1,31 \text{ kg}}$$

Przypatrzwszy się temu obliczeniu dokładnie, widzimy:

1° Ze „automatycznie” wypada tu siła F w joulach cm, które Wallot przerabia dopiero na kg przez

dotkowne podstawienie

$$\frac{\text{joule}}{\text{cm}} = 10^7 \text{ dyn} = \frac{1}{9,8} \frac{\text{m}}{\text{cm}} \text{ kg}$$

2° Ze, aby otrzymać wynik, trzeba tu podstawić:

$$[B]_{EM} = 10^{-8} \text{ voltsek/cm}^2$$

oraz $\frac{\text{ohm}}{\text{henry}} \text{ sek} = 1$, czyli $\frac{\text{voltsek}}{\text{amper}} = \text{henry}$

3° Ze niepotrzebnie przeprowadziliśmy tu działania na symbolach jednostek, skoro bowiem wiemy, że ze wzoru

$$F = \frac{1}{2} \frac{B^2 s}{\mu_0^*}$$

wypada F w $\frac{\text{joulach}}{\text{cm}}$ (nowa jednostka siły w nowym układzie zracjonalizowanym), to należało poprostu użyć równania wartościowego

$$F = \frac{1}{2} \frac{B^2 s}{\mu_0}$$

i podstawić w niem jedynie liczby, jak następuje:

$$F = \frac{(3,2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8})^2 \cdot 3,14}{2 \cdot 0,4 \pi \cdot 10^{-8}} = 0,1281 \text{ w } \frac{\text{joule}}{\text{cm}}$$

(C. d. n.)

ZAGADNIENIE WYBORU MŁYNA WĘGLOWEGO.

Inż. T. Skrzyński.

Paleniska na pył węglowy, w zastosowaniu do kotłów parowych, są jedną z ostatnich zdobyczy w dziedzinie racjonalnego wyzyskania paliwa, tego naczelnego zagadnienia gospodarki cieplnej.

Nie będę tu zbyt szeroko wspominał o tem, jak wielkie zalety posiadają paleniska pyłowe w porównaniu z innymi sposobami spalania węgla, podkreślę tylko, że istnienie współczesnych kotłów, dających 91—92% sprawności ogólnej¹⁾, zawdzięczać możemy tylko paleniskom pyłowym. Pozatem niektóre gatunki węgla można spalić racjonalnie i oszczędnie jedynie w paleniskach pyłowych. Mam tu na myśli paliwo odpadkowe naszych kopalń, mianowicie miał węglowy o grubości ziarna poniżej 5 mm i pył, odsysany z płuczek pneumatycznych i sortowni. Coprawda, pojawiły się w ostatnich latach paleniska, przystosowane specjalnie do spalania takich drobnoziarnistych miałów (ruszty Martin'a, kaskadowy ruszt „Union“, wiele systemów „Stokerów“ i t. p.), jednak paleniska tych typów nie osiągają nigdy tak wysokich cyfr sprawności, jakie daje z łatwością pył, a pozatem nie wytrzymują one przeważnie konkurencji z pyłem pod względem kosztów instalacyjnych.

Przed kilku laty paleniska pyłowe zrażały nabywców trudnościami, jakie powstawały z powodu niedostatecznej wytrzymałości komory spalania na wysokie temperatury, jakie wywiązują się w palenisku pyłowym. Jednak doświadczenia ostatnich lat wykazały, że trudności te z łatwością dadzą się pokonać przez należyte ukształtowanie komory spalania, dostateczną jej wielkość (obciążenie komory nie wyższe, niż 200 000 Kal/m³ godz.) oraz dostatecznie intensywne chłodzenie ścian. Cyfra 10000 — 12000 godzin ruchu komory jest nietylko obecnie często gwarantowaną przez dostawców, ale również i osiąganą w praktyce. Zdarzające się doniedawna pęknięcie rur systemu chłodzącego obecnie również jest opanowywane przez zapewnienie dobrej cyrkulacji wody w kotle, należyty dobór materiału na rury, skrupulatny i fachowy ich odbiór, wreszcie stosowanie z reguły **absolutnie** miękkiej i odgazowanej wody zasilającej.

Przy instalowaniu paleniska na pył węglowy obecnie ciężar zagadnienia przerzuca się na racjonalne przygotowanie pyłu, t. j. na wybór młyna węglowego, najlepiej dostosowanego do warunków lokalnych. Jestem zdania, że do każdego gatunku i rodzaju węgla można dobrać odpowiedni młyn i od tego wyboru zależą właściwie późniejsze wyniki eksploatacyjne projektowanego paleniska pyłowego.

Przytoczę tutaj przykład elektrowni „Mydlovary“ (Budweis, Czechosłowacja), gdzie spalany jest węgiel brunatny o następującej charakterystyce:

Wilgotność	54%
Zawartość popiołu	11%
Dolna wartość opałowa	1600 Kal/kg.

Pomimo tak małowartościowego paliwa i wielkich trudności, jakie zdawałoby się nastęrczać będzie olbrzymia zawartość wody, racjonalne zaprojektowanie instalacji i wybór właściwego młyna dały świetne wyniki eksploatacyjne. Osiągnięto sprawność ogólną kotła 82%, a kosztą przemiału węgla wyniosły około 46 gr/t pyłu²⁾.

Kwestją, która budzi największe zastrzeżenia przy instalowaniu paleniska pyłowego, jest wysokość kosztów utrzymania młynów. Znaczna wysokość tych kosztów, przekraczająca w Polsce do niedawna sumę 2 zł/t pyłu, jest oczywiście poważnym straszakiem, budzącym nieprzewzycięzone często obawy przed paleniskami pyłowymi wogóle. Na wysokość tych kosztów ma wpływ największy konstrukcja samego młyna, względnie przy węglach bardzo mokrych, racjonalne przeprowadzenie procesu przygotowywania pyłu. Dość często dające się słyszeć zdanie, że rezultat pracy młyna zależy od jakości materiału, użytego na budowę części mielących, wydaje mi się niezupełnie ścisłym. Oczywiście materiał ten ma znaczenie, ale bezwzględnie nie decydujące, gdyż praktyka wykazała, że w tym samym młynie części, wykonane ze zwykłego żelaza, pracowały stosunkowo nie o wiele krócej, niż oryginalne części fabryczne, wykonane ze specjalnego staliwa. O wpływie konstrukcji młyna na koszty przemiału będziemy jeszcze mówić niżej, przy omawianiu szczegółów budowy poszczególnych typów młynów. Pozatem ilość godzin ruchu młyna bez wymiany części, a zatem i koszt jego utrzymania, zależy w znacznej mierze od samego węgla, jego twardości, a przede wszystkim od stopnia wilgotności.

Dlatego też wybór młyna, najlepiej nadającego się do danego gatunku paliwa, jest rzeczą decydującą dla kosztów przyszłej eksploatacji.

Najstarszą formą instalacji pyłowych są centralne młynownie. Przy tym systemie wszystkie urządzenia, służące do wytwarzania pyłu, skoncentrowane są w jednym miejscu, w specjalnym budynku. Węgiel surowy z silosów przechodzi do specjalnych suszarni, gdzie pozbywa się wody do granic możliwie doskonałych, poczem w młynach jest mielony na pył. Stosowane tutaj młyny są jednostkami dużymi, o znacznej wydajności. Z młynów gotowy już pył przetransportowywany jest do specjalnych zbiorników pyłowych, skąd dopiero w miarę zapotrzebowania jest przepompowywany zapomocą pomp pyłowych do palników kotłowych. Tego rodzaju centralne młynownie posiadają liczne wady. Jako najważniejsze, najbardziej rzucające się w oczy, należy wymienić:

¹⁾ Elektrownia „Oslavany“ T-wa Wschodnio-Morawskich Elektrowni, Czechosłowacja.

²⁾ Ing. Fr. Wiesner „Das Braukohlen-Kraftwerk Mydlovary“ Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen — 1931, Heft 2.

1) Olbrzymie koszty instalacyjne, wywołane budową specjalnego budynku i zajmowaniem przez niego miejscem.

2) Stosowanie specjalnej suszarni.

3) Konieczność zbiorników gotowego pyłu.

4) Stosowanie specjalnych pomp pyłowych.

5) Konieczność specjalnej obsługi.

6) Niebezpieczeństwo wybuchu pyłu, magazynowanego w znacznych ilościach.

Wszystko to oczywiście wpływa na koszty przemiału i pomimo stosowania oszczędnych, pod względem zużycia części, wielkich młynów kulowych oraz możliwości wyzyskania ciepła gazów kominowych w suszarniach, koszty ruchu takich centralnych młynowni obciążają bardzo poważnie jednostkę paliwa.

W ostatnich latach system centralnych młynowni coraz częściej ustępuje miejsca systemowi młynów indywidualnych, ustawianych bezpośrednio przed każdym kotłem. Przy takim rozwiązaniu przede wszystkim odpada kosztowny specjalny budynek centralnej młynowni.

Pozatem każdy młyn posiada swój wentylator, podający zmielony pył bezpośrednio do palników, przez co unika się drogiej i kosztownej w ruchu pompy pyłowej, a następnie tenże sam wentylator zasysa z kanałów dymowych gorące spaliny i przeciągając je przez młyn, suszy węgiel podczas procesu mielenia. W ten sposób unika się też przeważnie specjalnych suszarek, które stają się konieczne tylko w wypadkach węgla bardzo mokrego, powyżej 15—20% wilgotności. Na podkreślenie zasługuje również brak zbiorników bądź co bądź niebezpiecznego pyłu, oraz oszczędność na krótszych i tańszych przewodach rurowych dla pyłu, jak również na obsłudze.

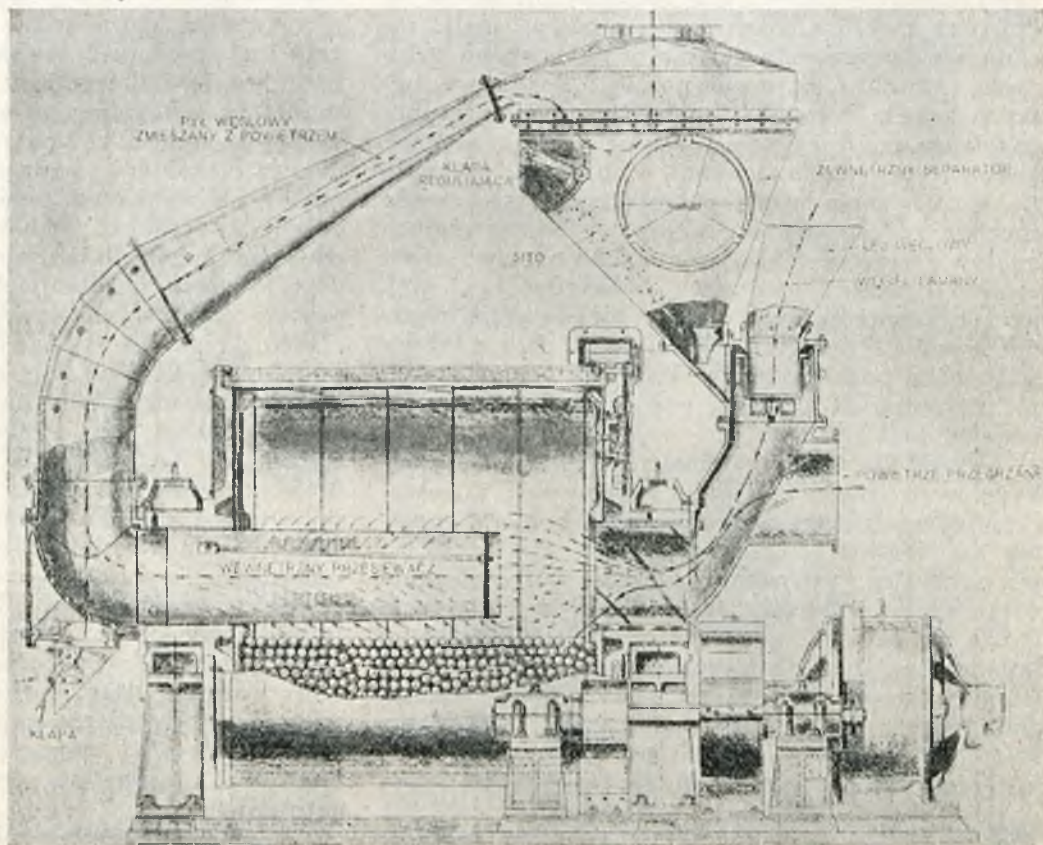
Całość zyskuje na prostocie i zwartości budowy.

Przechodząc z kolei do systemów i charakterystyki poszczególnych typów młynów węglowych, podzielimy je na zasadnicze grupy młynów wolno- i szybkoobrotowych.

Do pierwszej grupy młynów wolnoobrotowych zaliczyć można młyny kulowe i walcowe. Przykładem młyna kulowego służyć może młyn systemu Fuller-Bonnot, którego budowę w Polsce podejmuje obecnie jedna z najstarszych na-

szych fabryk kotłowych³⁾, a który jest przedstawiony na rys. 1.

Młyn kulowy systemu Fuller-Bonnot składa się zasadniczo z cylindrycznego bębna, obracającego się około swej podłużnej osi z szybkością około 30 obr/min., i z kul stalowych, leżących luźno wewnątrz bębna. Węgiel doprowadzany do wewnętrznej komory młyna zapomocą przyrządu zasilającego, regulowanego zależnie od okoliczności, zamienia się stopniowo w pył przez uderzenia i wzajemne tarcie stalowych kul; pył ten zapomocą ekshaustora zostaje skierowany do wewnętrznego separatora, w którym następuje selekcja pyłu i skąd zbyt wielkie cząstki wracają



Rys. 1. Młyn kulowy syst. „Fuller-Bonnot”.

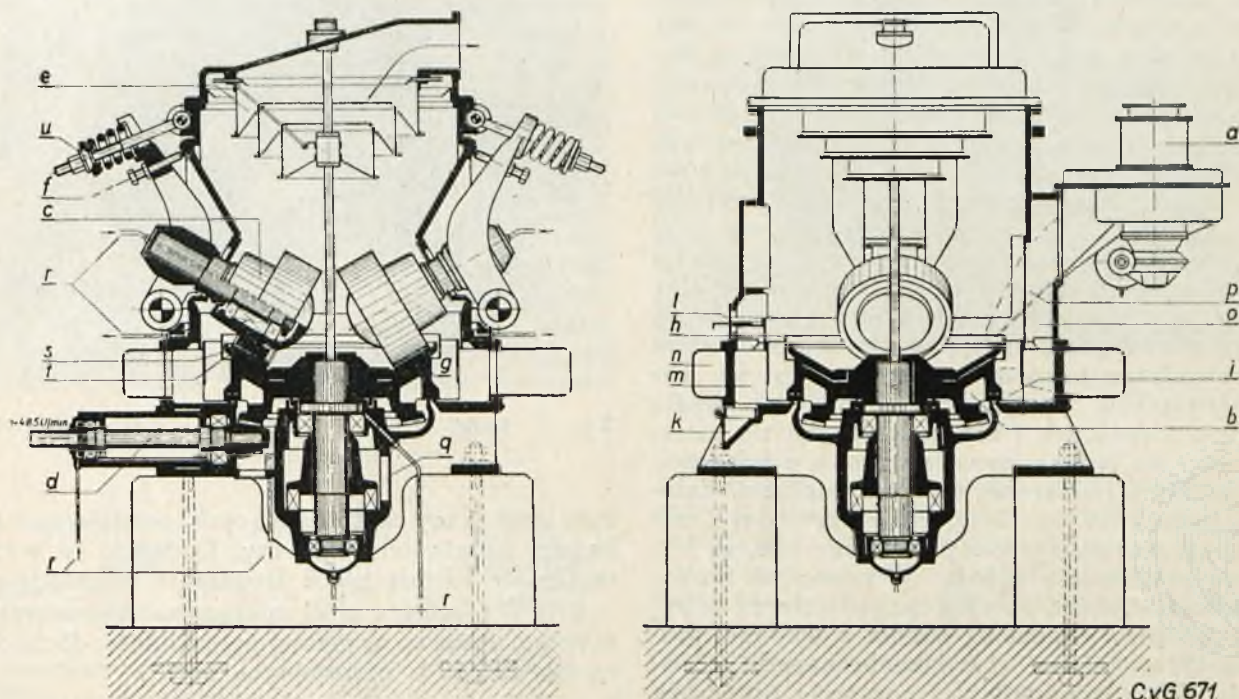
do młyna do powtórnego zmielenia. Konstrukcja młynów Fuller-Bonnot jest tego rodzaju, że w miarę zużycia kul stalowych, nowe kule dosypuje się do bębna podczas ruchu młyna. Na podkreślenie zasługuje również brak w tym młynie specjalnego separatora, oddzielającego wszelkie kawałki żelaza, jakie razem z węglem mogą przedostać się do młyna, gdyż każdy taki kawałek żelaza bierze udział w procesie mielenia, stając się automatycznie objektem trącym. Konieczność takiego separatora przy innych systemach młynów nastęrcza konstruktorom wiele kłopotów i komplikacji w budowie. Przy młynach syst. Fuller-Bonnot daje się łatwo przeprowadzić suszenie węgla podczas procesu mielenia ciepłem zasysanego przez sam młyn gorącego powietrza lub gazów kominowych.

³⁾ Polskie Zakłady Babcock-Zieleniewski S. A. w Sosnowcu (dawniej Fitzner—Gamper).

Zasadniczą zaletą młynów kulowych wogóle są niskie koszty, powodowane zużyciem części mielących i ich wymianą. Koszty te rzadko przekraczają kwotę 20—30 groszy na 1 t zmielonego węgla.

Wadą poważną młynów kulowych jest natomiast duża ich bezwładność, polegająca na tym, że proces mielenia węgla w takim młynie trwa kilkanaście minut. Bezwładność ta jest ujemną stroną młynów kulowych jedynie przy zastosowaniu ich jako młynów indywidualnych, gdyż utrudnia natychmiastowe dostosowanie zapotrzebowania gotowego pyłu do nagłych zmian obciążenia

nych młynowniach, gdzie młyn ten, ze względu na niskie koszty przemiału, jest przeważnie bezkonkurencyjnym. Znacznie mniejszą bezwładność posiada inny rodzaj młyna wolnobieżnego, a mianowicie młyn walcowy. Tego rodzaju młyny miela węgiel przez rozgniatanie go pomiędzy toczącymi się po sobie, w ten czy inny sposób ukształtowanymi walcami, wykonanymi z twardego, odpornego na ścieranie żeliwa lub staliwa. Pomimo, że szybkości obrotowe w młynach walcowych są znacznie wyższe, niż w młynach kulowych, zaliczam je jednak jeszcze do młynów wolnobieżnych, gdyż zarówno pod względem charakteru pracy,



Rys. 2. Młyn syst. „Loesche”

a podawacz
b talerz
c rolki
d przekładnia
e wirujący separator pyłu
f śruba nastawcza

g odstęp pomiędzy rolkami i talerzem
h organy, odrzucające
i nazewnątrz młyna kamienie i trudne
k do zmielenia ciła.

l kanały dla powietrza i gorących gazów spalinyowych
o kanał podawacza
p rynna podawacza
u regulacja docisku rolek do talerza.

kotła, a specjalnie jest przykra w wypadkach automatycznej regulacji paleniska. Oczywiście brak ten można usunąć przez zainstalowanie, na drodze pomiędzy młynem i palnikami, małego zbiornika pyłu o pojemności kilkunastominutowego zapotrzebowania. Przy takim rozwiązaniu jednak, pomijając koszt dodatkowych zbiorników, może budzić pewne obawy niemiłe bądź co bądź magazynowanie niewielkiej zresztą ilości gotowego pyłu.

Do ujemnych stron młynów kulowych zaliczyć można też ich hałaśliwą pracę, co w specjalnie eleganckich nowoczesnych kotłowniach może niekiedy budzić pewne zastrzeżenia, oraz — teoretycznie uzasadniona, chociaż praktycznie mało prawdopodobna możliwość eksplozji pyłu w samym młynie, spowodowanej iskrą, wykrzesaną przez wzajemne zderzające się i ścierające kule stalowe. Te wszystkie charakterystyczne cechy młynów kulowych powodują, że znajdują one zastosowanie przede wszystkim w wielkich central-

jak i zakresu stosowania młyny walcowe zbliżone są bardzo do młynów wolnobieżnych.

Jednym z najbardziej znanych młynów walcowych jest młyn systemu „Loesche”¹⁾.

Młyn systemu Loesche (rys. 2) składa się zasadniczo z talerza (b), obracającego się około pionowej osi z szybkością ok. 125 obr/min i napędzanego przez silnik elektryczny za pośrednictwem wałka i przekładni zębatej (d), oraz trzech luźno obracających się cylindrycznych lub stożkowych rolek (c), toczących się po talerzu (b) i przyciskanych do niego za pomocą śrub i sprężyn (u). Węgiel jest podawany zapomocą podawacza (a), napędzanego przez oddzielny motorek zazwyczaj prądu stałego, dla osiągnięcia łatwej zmiany obrotów i związanej z tem regulacji ilości dostarczanego do młyna węgla. Z podawacza węgiel zsypuje

¹⁾ Curt von Grueber — Maschinenbau Aktiengesellschaft, Berlin u. Teltow bud. firma: „Erste Brüner Maschinenfabrik” Brno, Czechosłowacja.

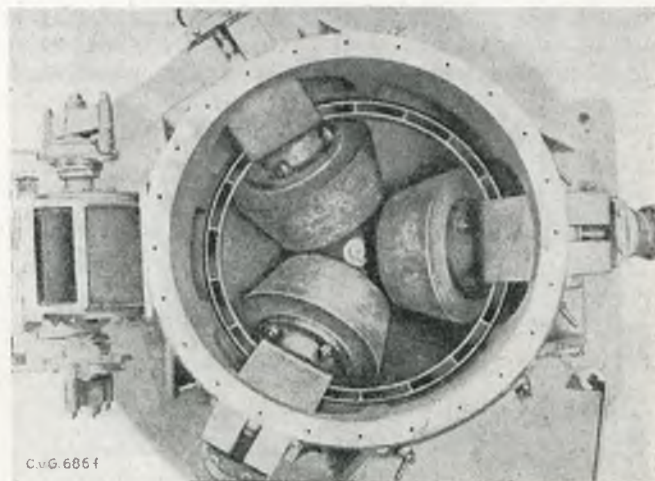
się po rynnie (p) do wnętrza młyna i wpada na talerz, gdzie jest rozginiaty i mielony przez toczące się po talerzu rolki. Zmielony dostatecznie pył węglowy jest odsysany zapomocą oddzielnego wentylatora do góry w kierunku strzałki i transportowany do palników. W górnej części młyna są umieszczone obracające się separacyjne sita (e), których zadaniem jest selekcja pyłu i odrzucenie z powrotem na talerz kawałków większych, niedostatecznie zmielonych. Węgiel jest suszony podczas procesu mielenia ciepłem gazów spalinowych, zasysanych przez wentylator z popielnika lub z ostatniego kanału dymowego w pewnym stosunku do powietrza świeżego i przeciąganych przez komorę mielenia. Wentylator, będący jednocześnie pompą pyłową, jest napędzany przez ten sam motor, który służy do napędu młyna (nie pokazany na rysunku); silnik ten w tym celu musi mieć dwa wolne końce wałka, z obu stron stojana, oraz dwa sprzęgła. Młyn syst. „L o e s c h e” nie posiada również urządzenia do oddzielania drobnych kawałków żelaza, kamieni i t. p. twardych przedmiotów, gdyż nie stanowią one niebezpieczeństwa dla organów mielących. Nie poddające się zmieleniu i niepalne te ciała, w miarę zbierania się w większej ilości, są wypychane przez specjalne otwory pod talerz i odprowadzane kanałami nazewnątrz młyna. Takie rozwiązanie kwestji oddzielania od węgla twardych niepalnych i nie poddających się zmieleniu ciał ma jednak poważne braki, a mianowicie odpadki te, zbierając się pod talerzem, działają hamująco na jego bieg, zdzierają czopy i panewki, zwiększają zużycie prądu oraz niszczą kosztowną przekładnię zębatą. W nowszych wykonaniach młynów L o e s c h e napęd talerza odbywa się od góry, zapomocą silnika z wałkiem pionowym. Przy takim rozwiązaniu napędu odpada cała dolna przekładnia i ogromnie upraszcza się konstrukcja obrotowego podparcia talerza. Na rys. 3 pokazane są części mielące, t. j. rolki i talerz od góry, przy zdjętej górnej części młyna.

Jako wielką zaletę młynów syst. L o e s c h e podkreślić należy znakomity przemiał, dający za ledwie 8—10% pozostałości na sicie No. 70 (4900 oczek na 1 cm²). Przemiał ten jest praktycznie niezależny od stopnia zużycia części mielących, gdyż jest dowolnie regulowany stopniem docięcia rolek do żelaza, co się osiąga za pomocą śrub i sprężyn (u) oraz śruby nastawczej (f), jak to bardzo dobrze widać na rys. 2.

Również dzięki swoistemu sposobowi mielenia młyn L o e s c h e jest mniej, niż inne systemy młynów, czuły na stopień wilgotności węgla. Dzięki znacznej elastyczności, młyn ten nadaje się najlepiej ze wszystkich wolnobiegów do ustawienia bezpośredniego przed kotłem, to też równie często znajduje zastosowanie w centralnych młynowniach, jak też i jako młyn indywidualny.

Co się tyczy zużycia części mielących, to zużyciu podlegają tylko talerz i rolki. Wymiana tych części, ze względu na ich wagę, jest dosyć żmudna, a mianowicie wymiana rolek trwa około 3 godzin, a wymiana talerza — około 5 godzin. Na zużycie tych części największy wpływ ma twardość węgla, czyli zawartość pirytów i innych części niepalnych.

Młyny L o e s c h e, zainstalowane na węglu polskim, w pierwszym okresie swej pracy wykazały się stosunkowo niewielką wytrzymałością części mielących, które po 600—700 godzinach ruchu nie nadawały się już do użytku. Koszt wymiany tych części na jednostkę zmielonego węgla był skutkiem tego bardzo wysoki, gdyż dochodził do 1,60 zł/t. Jednak kilkumiesięczne doświadczenia i celowe wysiłki wydatnie przedłu-



Rys. 3. Rolki mielące i talerz młyna syst. „L o e s c h e”, widoczne z góry.

żyły czas pracy części mielących, zmniejszając tym samym koszt ich wymiany. Dodatkowo te wyniki osiągnięte zostały kilku drogami, a mianowicie:

1) Wszystkie części mielące zaczęto wyrabiać w kraju, przez co uzyskano oszczędność, dochodzącą do 40—50% pierwotnych cen.

2) Zastosowano materiał bardzo twardy, wysokoodporny na ścieranie, a mianowicie stal laną ze znaczną domieszką manganu.

3) Przebudowano nieznacznie młyn w celu odizolowania dolnych ruchomych części talerza i jego siedliska od trudnych do zmielenia odpadków, które, będąc odrzucane dawniej pod talerz, działały hamująco i niszcząco na talerz oraz części napędne.

Osiągnięte rezultaty są bardzo poważne, gdyż obecnie rolki wytrzymują około 1 200 — 1 300 godzin, a talerz — 1 600 — 1 700 godzin ruchu, natomiast koszt wymiany tych części wynosi około 70 groszy na 1 tonnę zmielonego węgla.

Zużycie energii w tym młynie jest dość znaczne, gdyż wynosi około 27 kWh na 1 t pyłu.

Podając powyższe cyfry dla przykładu, zaznaczyć muszę, że należy je traktować orjentacyjnie; absolutne wartości zależne są zawsze od warunków miejscowych. Przy węglu miękkim, kruchym, nie zanieczyszczonym pirytami, kamieniami i t. p. twardymi zanieczyszczeniami, łatwo mogą być osiągnięte wyniki o kilka, kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt procentów lepsze i odwrotnie.

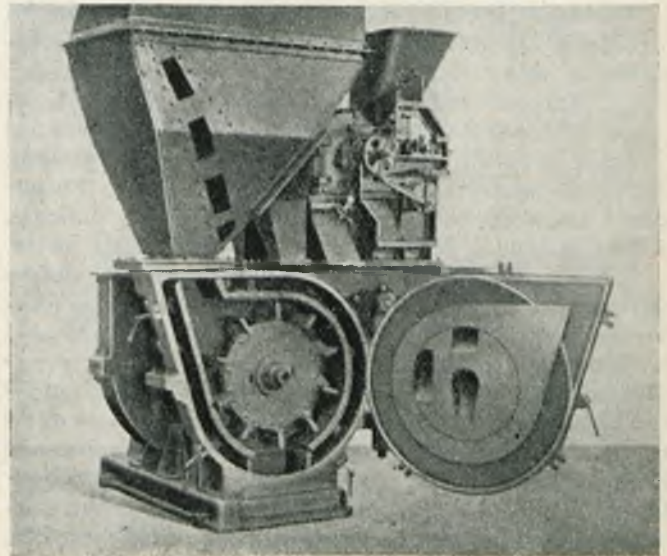
Odrębną zupełnie grupę, zarówno pod względem zasady działania, jak też i zakresu stosowania stanowią młyny szybkobieżne. Tego rodzaju młyny miela węgiel przez rozbijanie go zapomocą

łopatek czy innych wystających części wirujących ze znaczną prędkością.

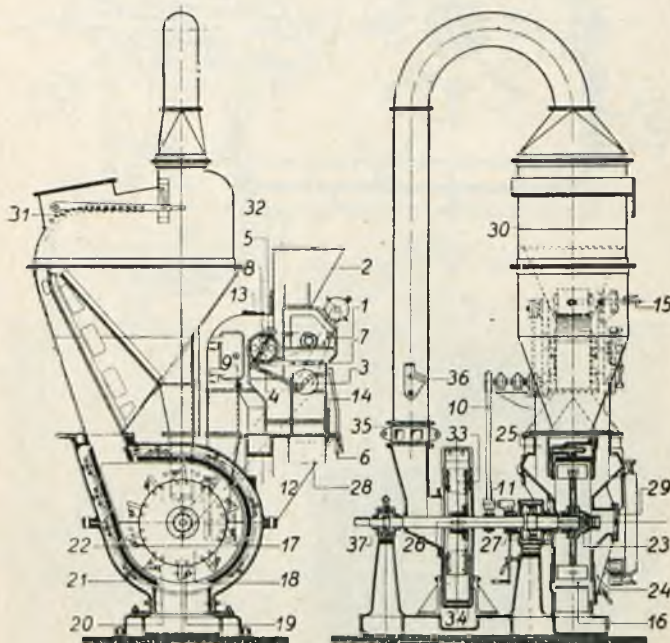
Ogromną zaletą wszystkich młynów szybkoobieźnych, dającą tak wielką przewagę paleniskom pyłowym, jest niezwykła ich elastyczność pod względem możliwości i szybkości przystosowania paleniska do wszelkich zmian obciążenia kotła. Ponieważ proces mielenia węgla w młynie szybkoobieźnym trwa bardzo krótki okres czasu, więc każde przesunięcie rączki regulatora na dopływie węgla, niemal natychmiast powoduje odpowiednie zmiany w produkcji kotła. Każdy, kto miał do czynienia z młynami szybkoobieźnymi, wie, z jaką łatwością, dosłownie w przeciągu kilku minut, można osiągnąć efektowne zmiany, przystosowując kocioł w każdej chwili do każdego obciążenia, oczywiście w granicach jego wydajności. Ma to specjalne znaczenie w wypadku automatyzacji paleniska, o czym już mieliśmy sposobność wspominać wyżej.

Tą zaletą młynów szybkoobieźnych tłumaczy się w zupełności stosowanie ich przede wszystkim i wyłącznie jako młynów indywidualnych, ustawianych bezpośrednio przed kotłem. Wadą młynów szybkoobieźnych jest natomiast szybkie zużywanie się części mielących, które dzięki udarowemu systemowi mielenia i znacznej szybkości obwodowej ulegają silnemu żdzieraniu. Związane

z tym koszty utrzymania młynów są często wielokrotnie wyższe od analogicznych kosztów młynów wolnobieżnych. Dążeniem konstruktorów młynów szybkoobieźnych w ostatnich czasach jest właśnie obniżenie tych kosztów i trzeba powiedzieć, że wysiłki te nie pozostały bez skutku.



Rys. 5. Młyn syst. „Resolutor” z otwartą komorą mielenia.



Rys. 4. Młyn syst. „Resolutor”

- | | |
|--|---|
| 1—Aparat podawacza | 18—Wirnik |
| 2—Kosz podawacza | 19, 20, 21, 22—Łopatk |
| 3, 4, 5, 6, 7—Napęd podawacza | 23—Umocowanie wirnika |
| 8—Taśma podająca i elektromagnetyczny bęben separatora | 24—Drzwi komory mielenia |
| 9—Kłapa regulacyjna dla powietrza | 25—Kanał dla odrzuconych przez separator niezmielonych kawałków |
| 10—Przeniesienie pasowe do napędu podawacza | 26—Wał wirnika |
| 11—Naprzęzacz pasa | 27—Łożysko kulkowe |
| 12—Zbiornik na odrzucone żelazo | 28—Wlot gorących gazów do suszenia węgla |
| 13, 14, 15—Regulacja skoku napędu podawacza | 30, 31, 32—Separator pyłu |
| 16—Komora mielenia | 33, 34—Wentylator |
| 17—Pancerz | 35—Wlot dla pierwotnego powietrza |
| | 36—Przepustnica |
| | 37—Łożysko kulkowe. |

Jednym z najstarszych szybkoobieźnych młynów węglowych jest młyn systemu „Resolutor”⁵⁾ pokazany w przekroju na rys. 4.

Węgiel surowy z bunkra wsypywany jest do kosza zasilającego (2), skąd zapomocą małej taśmy transportowej przechodzi na bęben separatora magnetycznego (8), mającego za zadanie oddzielenie kawałków żelaza, przygodnie zamieszanych w węglu, a mogących uszkodzić szybko wirujące części młyna. Bęben (8) i taśma transportowa są napędzane zapomocą kołka zębatego i zapadki, połączonej dźwignią (4) z przestawialnym urządzeniem korbowym (3), stanowiącym mechanizm, regulujący ilość doprowadzanego węgla. Z bębna (8) węgiel przedostaje się do komory mielenia (16), wyłożonej pancerzem (17), składającym się z oddzielnych wymiennych części. Organami mielącymi są łopatkki udarowe (21), osadzone na wirniku (18). Pancerz i łopatkki, mające kształt zupełnie płaskich prostokątnych płytek (rys. 5), wykonane są ze specjalnego, odpornego na ścieranie się staliwa.

Zmielony węgiel jest odsysany z komory mielenia za pomocą wentylatora (33), przytem przechodzi on przez specjalną komorę (30), gdzie następuje selekcja pyłu i skąd większe kawałki zostają odrzucone zpowrotem do komory mielenia. Wentylator (33) służy jednocześnie jako pompa pyłowa, transportująca pył do palników. Dla osuszenia węgla wentylator zasysa również gorące powietrze (ewentualnie gazy spalinowe z kanałów dymowych lub z koszy popiołowych) i przeciąga je przez komorę mielenia. Przy montażu tego młyna, jak i każdego innego młyna szybkoobieźnego,

⁵⁾ budowany przez firmę A. E. G. Berlin.

koniecznym jest dokładne statyczne wybalansowanie części wirujących, gdyż wobec znacznej liczby obrotów, wszelkie uchybienia pod tym względem powodują silną wibrację całego młyna. Wibracja występuje również w wypadku nierównomiernego zużycia się łopatek, i siła tej wibracji może być wskaźnikiem stopnia zużycia młyna.

Młyn „Resolutor” odznacza się wielką prostotą komory mielenia oraz nadzwyczajną łatwością demontażu i wymiany zużytych części. Najszybszemu zużyciu podlegają łopatki (wytrzymują 200 — 400 godzin ruchu, w zależności od rodzaju węgla), pancierz i wentylator. Wymiana zużytego wirnika na zapasowy trwa około 15 minut i taka operacja może być dokonana podczas ruchu, niemal bez ograniczenia produkcji kotła.

Młyn „Resolutor” daje bardzo dobry przemiał i zużywa niewielką ilość energii, a mianowicie do 20 kWh na 1 t węgla. Koszt wymiany zużytych części jest jednak dość znaczny, przewyższa bowiem niekiedy wielokrotnie analogiczny koszt przy młynach kulowych. Dostawcy tego młyna w ostatnich czasach dążą do zmniejszenia tych kosztów przez stosowanie specjalnych wysokowartościowych gatunków staliwa do wyrobu części, najbardziej podlegających szybkiemu zdarceniu.

Podobnym do młyna „Resolutor” w działaniu i zasadniczych szczegółach budowy jest nowszy młyn syst. „Pneumunit”⁶⁾. Konstruktor tego młyna postawił sobie za zadanie zmniejszenie zużycia części mielących i związanych z tem kosztów przez wprowadzenie celowych zmian w ukształtowaniu komory mielenia i części udarowych. W dążeniu do tego celu została przeprowadzona zasada mielenia przez uderzenia, o ile możliwości „węglem o węgiel” (rysunek 6).

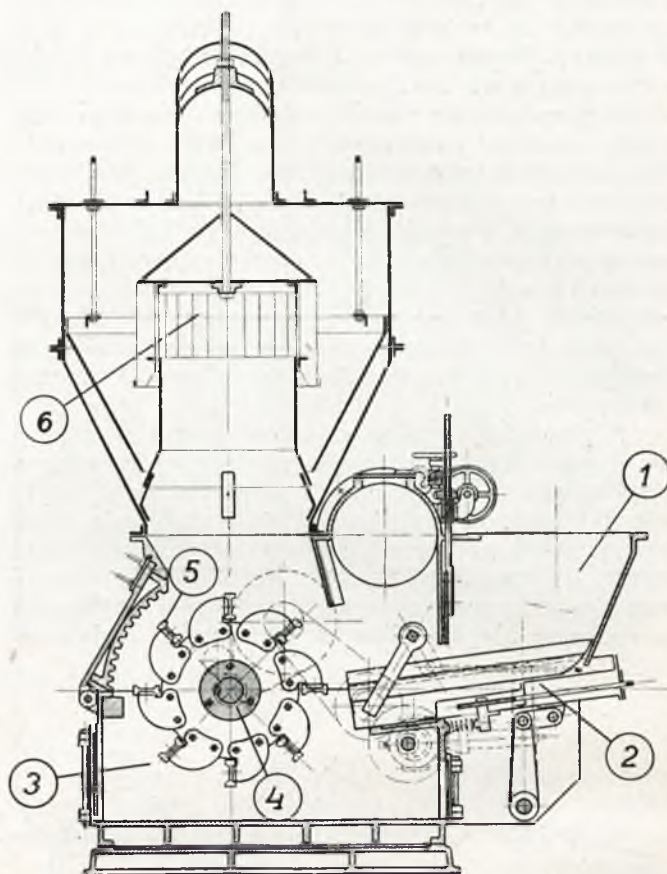
Węgiel surowy z silosu spada do kosza zasilającego (1), skąd zapomocą podawacza (2) jest wrzucany porcjami do komory mielenia (3). Podawacz (2) działa na zasadzie rynny potrząsalnej, praktycznie bez ograniczenia wielkości kawałków, a ilość podawanego węgla jest regulowana samoczynnie, przez zmianę skoku potrząsacza, w zależności od stopnia wypełnienia komory mielenia. Regulacja natomiast ilości węgla w zależności od obciążenia kotła odbywa się już po stronie pyłu zapomocą zwykłej przepustnicy.

Organami mielącymi są tutaj również łopatki (5), umieszczone na kilku wirnikach (4), osadzonych na wspólnej osi. Zmielony węgiel jest odsysany z komory mielenia i analogicznie, jak w młynie „Resolutor”, jest separowany przez separator (6), odrzucający większe kawałki do powtórnego zmielenia. Odsysanie pyłu oraz transportowanie go do palników uskutecznia wentylator, znajdujący się za płaszczyzną rysunku 6, a umieszczony razem z wirnikami młyna na wspólnej osi (rys. 7).

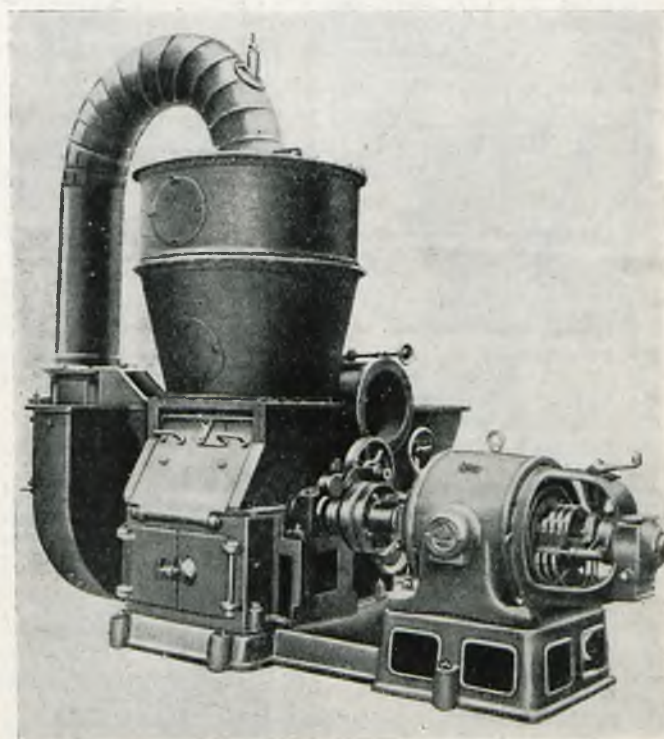
Suszenie węgla w młynie „Pneumunit” odbywa się również podczas procesu mielenia ciepłem zasysanych przez młyn gazów kominowych lub podgrzanego powietrza. Oddzielacza żelaza młyn ten nie posiada, gdyż wobec wielkości ko-

mory mielenia i zasady działania młyna ewentualne kawałki żelaza nie są dla młyna niebezpieczne.

W młynie „Pneumunit” na uwagę zasługuje, w porównaniu z „Resolutorem”, kształt komory mielenia oraz forma łopatek mielących.



Rys. 6. Młyn syst. „Pneumunit”

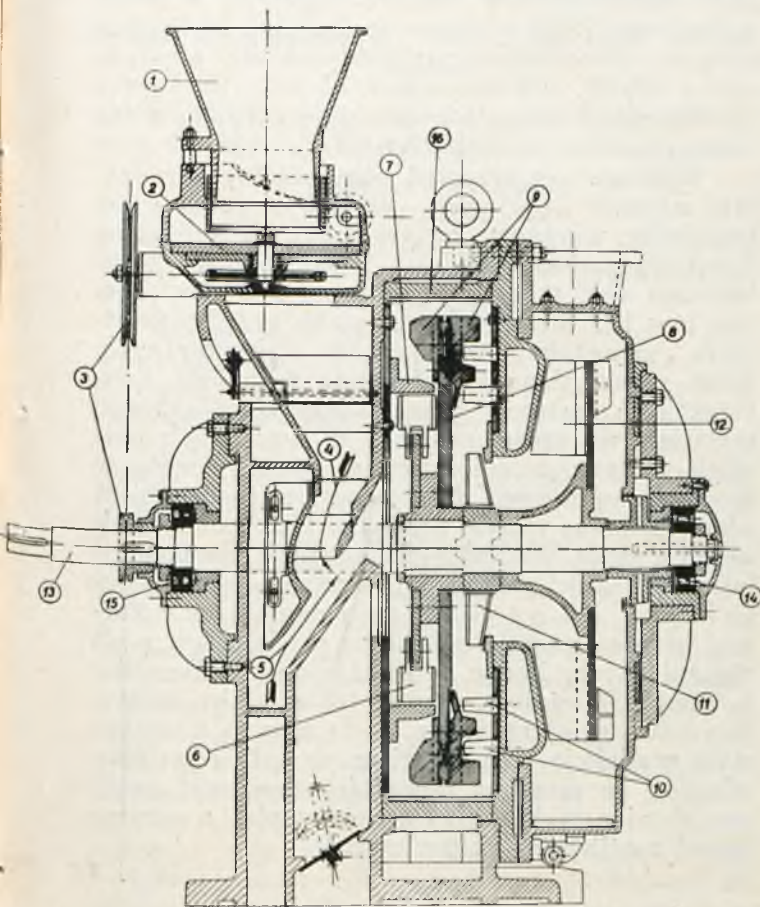


Rys. 7. Widok zewnętrzny młyna „Pneumunit”

⁶⁾ budowany przez firmę Fr. Wiesner — Chrudim, Czechosłowacja.

W myśl zasady tłuczenia węglem o węgiel, zrezygnowano tutaj z szybko się zużywającego i kosztownego w eksploatacji panczerza wewnętrzznego, natomiast znacznie powiększono komorę mielenia i nadano jej formę kańciastą. Cała przestrzeń wolna tej komory wypełnia się węglem, który osiada na ścianach w zbitej masie, wypełniając wszystkie ostre kąty, i tworzy skuteczną naturalną ochronę blaszanych ścian młyna. Łopatkki mielące (5), które są dobrze uwidocznione na rys. 5, mają w profilu kształt I i, będące w dwóch płaszczyznach symetrycznych, pozwalają się czterokrotnie obracać w miarę kolejnego zużywania się krawędzi tłukących. Dzięki takiej formie, każda tłukająca krawędź wytrzymuje, tak jak i łopatkka w „Resolutorze”, 200 — 400 godzin ruchu, cała łopatkka w „Pneumunie” jednak, będąc czterokrotnie obróconą, pracuje 800 — 1000 godzin, zanim zostanie ostatecznie wyrzucona.

Młyn „Pneumunit” odznacza się również wielką prostotą, przewyższając nawet pod tym względem „Resolutor”, posiada wszystkie zalety tego ostatniego, a dzięki pomysłowym zmianom w ukształtowaniu komory i organów mielących daje koszty wymiany części nie o wiele wyższe, niż oszczędne pod tym względem młyny kulowe.



Rys. 8. Przekrój młyna syst. Atritor⁷⁾

Zupełnie odmiennie zbudowany jest dwustopniowy młyn syst. „Atritor”⁷⁾, również jeden z najnowszych młynów szybkoobrotowych (rys. 8).

⁷⁾ budowany przez firmę Ceskomoravska-Kolben-Danek, Praha — Czechosłowacja.

Węgiel surowy z bunkra wpada do kosza zasilającego (1), z którego przedostaje się na podawacz talerzowy (2), napędzany zapomocą pasa (3) z wału głównego młyna (13). Podawacz (2) składa się z zupełnie płaskiego poziomego talerza, obracającego się z niewielką szybkością około osi pionowej, na którym układa się węgiel w warstwie o dowolnie regulowanej grubości. Z talerza podawacza węgiel jest zgarniany za pomocą przesuwalnego noża tak pomyślanego, że im bardziej koniec noża jest zbliżony do środka talerza, tem większa ilość węgla jest zgarniana do komory mielenia. W ten sposób ilość węgla, doprowadzanego do młyna, jest regulowana z jednej strony grubością warstwy na talerzu podawacza, z drugiej — położeniem zgarniacza czyli ilością zagarnianego węgla za jednym obrotem talerza. Ten system regulacji odznacza się wielką precyzją i olbrzymią rozległością skali regulowania w granicach od zera do maksimum wydajności młyna. Jedynym brakiem tego systemu zasilania są wymagania co do wielkości poszczególnych kawałków węgla, które nie mogą przekroczyć 20 mm, gdyż przy większych bryłach podawacz się zacina, a nawet możliwy jest wypadek złamania noża.

Zgarnięty z talerza podawacza węgiel spada na dół w kierunku strzałki (4) i napotyka poprzeczny silny prąd powietrza, zasysanego razem z gazami spalinowymi przez wentylator w celu osuszenia węgla. Ten prąd powietrza, którego kierunek jest pokazany strzałką (5), porywa ze sobą kawałki węgla, przytem prędkości tak są dobrane, że ciała cięższe gatunkowo od węgla, a więc kawałki żelaza lub kamienie, są odrzucane na bok. Ten sposób oczyszczenia węgla działa dobrze i może być periodycznie kontrolowany w ten sposób, że do kosza zasilającego wrzuca się określoną ilość drobnych kawałków żelaza, naprzykład gwoździ, które po upływie kilku minut wszystkie powinny być przez młyn wyrzucone. Ten szczegół młyna wymaga jednak dosyć suchego węgla, gdyż przy wilgotności powyżej 8—10% następuje oblepienie wąskich i ciasnych kanałów węglowych, co powoduje przykre przerwy w ruchu.

Oczyszczony węgiel przedostaje się do pierwszego stopnia komory mielenia, gdzie jest rozbijany przez wirujące młoty (6), odrzucające pokruszone kawałki na nieruchome sita młotowe (7). Po przesianiu przez sita młotowe zgrubsza pokruszony węgiel przechodzi do drugiego stopnia komory mielenia na desintegrator, który tworzą wystające wymienne segmenty (9), osadzone na szybko wirującym wirniku (8), oraz nieruchome palce (10). Z desintegratora zmielony pył jest odsysany przez mały wentylator separujący (11), który wciąga tylko ostatecznie drobne cząsteczki pyłu, natomiast większe kawałki odrzuca zpowrotem na desintegrator. Wentylator (12) podaje ostatecznie gotowy pył do palników. Całość jest zmontowana na wspólnym wale (13), bezpośrednio napędzanym przez silnik z szybkością 1450 obr./min. i osadzonym w precyzyjnych łożyskach kulkowych (14) i (15).

Komora mielenia jest wyłożona panczerem (16), który jest chroniony przed bezpośrednim

udziałem w procesie kruszenia węgla przez sita młotowe (7), dzięki czemu zużycie kosztownego pancerza jest minimalne i pancerz wytrzymuje bez wymiany bardzo długi okres czasu.

Młyn systemu „Atritor” cechuje bardzo staranne, a nawet precyzyjne wykonanie, ściśle dopasowanie części, niewielkie luzy pomiędzy mielącymi częściami i t. p. Ta precyzja wykonania znajduje wyłomaczenie w tem, że „Atritor” został zbudowany dla miękkich, lecz geologicznie starszych, trudniej zapalnych węgla angielskich, wymagających dla swego zupełnego spalania bardzo dobrego przemiału. Dzięki swoistej konstrukcji i precyzji, przemiał w „Atritorze” istotnie jest doskonały; pył z tego młyna daje na sicie No. 70 (4900 oczek na 1 cm²) poniżej 10% pozostałości. Oczywiście, w miarę zużycia części, przemiał ten się pogarsza, jednak utrzymuje się zawsze na bardzo wysokim poziomie. W zastosowaniu do warunków polskich, tak dobry przemiał jest rzeczą zbyt rzadką, gdyż nasze łatwo zapalne węgle spalają się dobrze przy zmieleniu na pył, dającym na sicie No. 70 nawet do 30% pozostałości.

Dążenie do zmniejszenia kosztów utrzymania młyna jest tu przeprowadzone, po za stosowaniem wysokowartościowego, odpornego na żdzieranie materiału, przez podział procesu mielenia na dwa stopnie, przez ochronę kosztownego pancerza przez sita młotowe, a następnie przez nadanie organom mielącym znacznych rozmiarów. Wszystkie części, podlegające zużyciu, a więc: młoty, sita młotowe, segmenty i palce desintegratora, są wykonane jako masywne, grube odlewy, o znacznej masie przeznaczonych do zderzenia metalu.

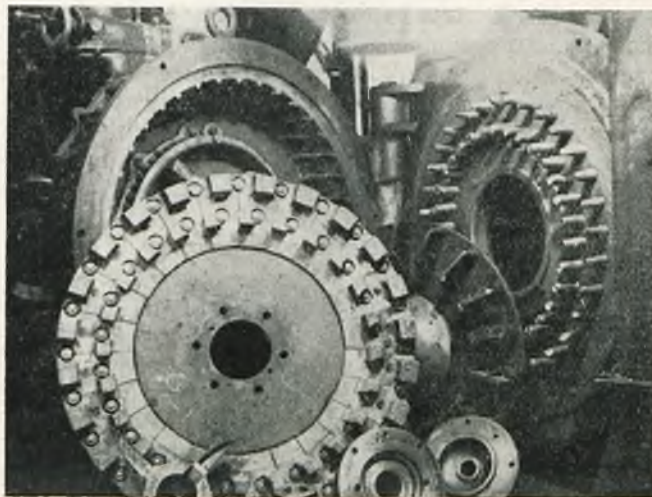
Zasadniczymi wadami młyna „Atritor”, po za ograniczeniami co do wielkości kawałków mielonego węgla i wymaganiami co do niezbyt wielkiej jego wilgotności, jest trudny demontaż i długotrwały proces wymiany części. Wymiana zużytych części na nowe, które muszą być zawczasu przygotowane, zabiera około 1 — 2 godziny czasu, natomiast przygotowanie części zapasowych, t. j. wyważenie ich oraz staranne wybalansowanie wirnika, trwa nawet kilka dni.

Usunięcie tych braków byłoby, moim zdaniem, wdzięcznym zagadnieniem dla konstruktora przy opracowywaniu następnych modeli tego młyna, prowadzącem do dalszego wydatnego obniżenia kosztów jego utrzymania.

Młyny systemu „Atritor” zostały zainstalowane w jednej z górnośląskich elektrowni kopalnianych dla mialu o wymiarach 0 — 5 mm, wilgotności około 6% i dość znacznej zawartości pylek, zwiększającej, jak wiadomo, stopień zużycia młyna. Po 8 miesiącach pracy bez żadnych trudności i wypadków, młyny te wykazały się następującymi wynikami eksploatacyjnymi: Części mielące

wytrzymują bez wymiany 900 — 1 000 godzin ruchu, a koszt wymiany zużytych części wynosi do 50 groszy na 1 t zmielonego węgla, przytem wliczone tu są oprócz wartości samych części, również wszystkie opłaty transportowe, celne i koszty montażu na miejscu.

Zużycie energii w młynie „Atritor” jest trochę większe, niż w innych szybkoobrotowych i wynosi około 27 kWh na 1 t węgla.



Rys. 9. Młyn syst. „Atritor” ze zdemontowaną komorą mielenia.

Na rys. 9 pokazany jest młyn „Atritor” ze zdemontowaną komorą mielenia.

Kończąc ten przegląd poszczególnych rodzajów młynów węglowych, chciałbym jeszcze raz podkreślić wyraźnie zaznaczający się postęp w dziedzinie zmniejszenia najbardziej dotkliwych dotychczas wad młynów węglowych pod względem kosztów ich utrzymania, osiągnany przedewszystkiem, szczególnie w młynach szybkoobrotowych, przez przemyślaną i racjonalnie zmienioną konstrukcję, a następnie przez dobór odpowiedniego materiału na części mielące. W warunkach polskich, dalsze obniżenie kosztów wymiany części w młynach węglowych dałoby się osiągnąć, moim zdaniem, przez rozwój produkcji tych zamiennych części w kraju. Według posiadanych przezemnie informacji, części zamiennie do młynów syst. „Resolutor” i „Loesche” są już wyrabiane w Polsce, przytem części krajowe są o wiele lepsze od zagranicznych, będąc o kilkadziesiąt procentów tańszymi. Należałoby życzyć sobie, ażeby hutnictwo nasze zainteresowało się tą sprawą i rozszerzyło produkcję tych części na wszystkie systemy młynów, co mogłoby poważnie rozszerzyć ramy produkcyjne tych zakładów, stwarzając z czasem nawet możliwości eksportowe.

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

ZARZĄD GŁÓWNY

Ukonstytuowanie się Zarządu Głównego. Na posiedzeniu w dniu 1 lipca b. r. Zarząd Główny S. E. P. ukonstytuował się jak następuje:

Prezes: Kühn Alfons (Warszawa),
I-szy Wiceprezes: Czaplicki Tadeusz (Warszawa),

II-gi Wiceprezes: Jackowski Kazimierz (Warszawa),

III-ci Wiceprezes: Michelis Bronisław (Łódź),

Skarbnik: Arlitewicz Tomasz (Warszawa),

Sekretarz: Tymowski Jan (Bydgoszcz),

Członkowie: Karśnicki Felicjan (Warszawa), Knaus Konrad (Lwów), Moroński Witold (Warszawa), Podoski Roman (Warszawa), Rau Zygmunt (Łódź).

Sekretarz Generalny: Podoski Józef.

Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich na posiedzeniu w dniu 1 lipca 1933 roku uchwalił wyrazić gorące podziękowanie tym wszystkim instytucjom i osobom, które swem przychylnym stanowiskiem i bezpośrednią pomocą przyczyniły się do zorganizowania zjazdu i wycieczki elektryków polskich i czechosłowackich oraz wystawy elektrotechnicznej.

ODDZIAŁ LWOWSKI

PROTOKÓŁ

z zebrania odczytowego Oddziału, odbytego dnia 22 maja 1933 r. w sali Polskiego Towarzystwa Politechnicznego przy ul. Zimorowicza 9.

Zebranie zagał prezes Oddziału inż. Knaus o godz. 18.45, zapraszając inż. Stanisława Jasilkowskiego do wygłoszenia odczytu p. t.:

„Próby na przebicie ułożonych kabli prądu silnego“.

Prelegent zaznaczył, że przepisy PNE-5 z 1932 r. oraz odnośne przepisy państw innych, przewidują między innymi próbę na przebicie ułożonych kabli prądu silnego. Na podstawie podanych przepisów SEP próba ta może być przeprowadzona napięciem stałym lub zmiennym, ze względów praktycznych stosowane jednak bywa w danym wypadku przedewszystkiem napięcie stałe. Urządzenia probiercze, potrzebne do uzyskania odpowiedniego napięcia stałego, wykazują mianowicie w porównaniu z równoważnymi urządzeniami probierzczymi na prąd zmienny szereg zalet, z pośród których może jako najważniejszą wymienić należy małą moc i skutek tego niską cenę tych urządzeń probierczych prądu stałego. Nie zawsze są do dyspozycji specjalne urządzenia probiercze prądu stałego względnie zmiennego. Mało uwzględnia się możliwość przeprowadzenia w wielu wypadkach prób na przebicie kabli ułożonych napięciem zmiennym, przy użyciu maszyn i transformatorów, którymi rozporządzają elektrownie, a które w warunkach normalnych służą do ruchu. Po krótkim omówieniu znanych urządzeń probierczych prądu stałego, podał prelegent dotychczas, zdaje się, w literaturze nigdzie nie omawiane układy, umożliwiające przeprowadzenie prób na przebicie kabli ułożonych napięciem zmiennym, bez zastosowania urządzeń probierczych specjalnych.

W dyskusji zabierali głos: prof. Krukowski, inż. Kozłowski, inż. Knaus i prelegent, który przyobiegał ogłoszenie drukiem referatu.

Sekretarz
Inż. Bronisław Lis.

Prezes
Inż. Konrad Knaus.

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Sprawozdanie z zebrania odczytowego.

W dniu 18 maja r. b. odbyło się zebranie odczytowe Oddziału, na którym inż. Hilczer, kierownik techniczny firmy „Centra”, wygłosił odczyt p. t. „Przemysł bateryjny“.

Prelegent poświęcił kilka uwag wstępnych ogniwo Leclanche'a, które jest prototypem ogniwo suchych. Dalej poświęcił kilka słów rozwojowi historycznemu przemysłu bateryjnego, który jest przemysłem bardzo młodym, bo zapoczątkowanym na szerszą skalę w czasie wielkiej światowej wojny, a opierającym dalszy swój rozwój na rozwoju radjotechniki, która wraz z wojskiem stanowi głównych odbiorców dla ogniwo suchych.

Po momentach natury historycznej rozważył prelegent teoretyczne zjawiska, zachodzące przy fabrykacji i pracy ogniwo suchych, ujmując je w równania chemiczne, omawiając bliżej zjawisko polaryzacji i sposób usuwania takowego, dając przytem cały szereg wskazówek natury praktycznej. Nakoniec stwierdził, że nie wszystko jeszcze w tej dziedzinie jest wyjaśnione teoretycznie, a na przeszkodzie stoją między innymi i tego rodzaju fakty, że fabryki baterji suchych strzegą zazdrośnie swych tajemnic fabrykacyjnych.

Jeśli chodzi o przemysł bateryjny krajowy, to doszliśmy już do tego, że wszystkie surowce mamy rodzimego pochodzenia, a pozatem zdążył się już przemysł ten zaopatrzyć w maszyny i automaty, choć do niedawna fabrykacja odbywała się ręcznie.

Uwagami o pojemności baterji suchych i ich starzeniu się zakończył inż. Hilczer swój nader ciekawy referat, nagrodzony rzesistami oklaskami.

W dyskusji zabrali głos kol. kol.: Buławski, Stanowski i Michalik, prosząc o wyjaśnienia w sprawie gatunku cynku, ewent. amalgowania tegoż, poruszając szczegóły odnośnie przechowywania baterji suchych zwłaszcza w wilgoci oraz w temperaturach niskich, oraz o proporcjach używanych składników i ewent. regeneracji zużytych ogniwo suchych.

Po odpowiedzi wyczerpującej na poruszone kwestje, zaprosił inż. Hilczer zebranych na zwiedzenie fabryki „Centra” w dniu 22.5 1933, na godz. 13-a wyznaczając zbiórkę. Wycieczka ta odbyła się, przyczem uczestnicy mieli możliwość stwierdzić, że fabryka Centra, jak na przemysł młody, jest urządzona bardzo celowo i w dużym stopniu zmechanizowana, opierając się na systemie pracy Taylor'a.

ZARZĄD GŁÓWNY.

Zgłoszenia na członków zbiorowych:

Fabryka Kabli i Drutu, Będzin, ul. Sielecka 3.

Na Walnem Zgromadzeniu reprezentować będzie dyr. A. Goldsztaub.

Towarzystwo Przemysłowe „Kabel” — Warszawa, ul. Wilcza 35.

Na Walnem Zgromadzeniu reprezentować będzie dyr. Tobiasz Rubinstein.

Przyjęci na członków zbiorowych:

Elektrownia Okręgowa Miasta Cieszyńska.

Na Walnem Zgromadzeniu reprezentować będą: inż. Paweł Dombke i inż. Rudolf Duda.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S Kleiman i S-wie — Warszawa, Okopowa 19.

Na Walnem Zgromadzeniu reprezentować będą: dyr. Dawid Kleiman i dyr. Mieczysław Kleiman.

ODDZIAŁ BYDGOSKI.**Przyjęty na członka zwyczajnego:**

Dr. Kasperowicz Konrad, Bydgoszcz, ul. Mickiewicza 17.

ODDZIAŁ ŁÓDZKI.**Przyjęty na członka zwyczajnego:**

Samet Naum, Łódź, ul. Sienkiewicza 33.

ODDZIAŁ RADOMSKI.**Zgłoszenia na członków zwyczajnych:**

Borek Bolesław, Starachowice, Kol. Urzędnicza 167 m. 1.

Grzywacz Marcei, Radom, ul. Piłsudskiego 12.

Kraterski Stefan, Skarżysko Kamienna, ul. Żeromskiego 47.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.**Zgłoszenia na członków zwyczajnych:**

Biernacki Leon, Warszawa, ul. Grójecka 40a m. 5.

Jodko Edmund, Warszawa, ul. Brzeska 2 m. 4.

Kopieczny Bohdan, Warszawa, ul. Opaczewska 46 m. 2.

Lubiński Bohdan, Warszawa, ul. Słoneczna 50.

Morawski Włodzimierz, Warszawa, ul. Żelazna 48 m. 44.

Partum Henryk, Warszawa, ul. Ludwika 8 m. 73.

Sarnowiec Ludwik, Warszawa ul. Czerwonego Krzyża 9 m. 6.

Trajster Bolesław, Warszawa, ul. Hoża 36.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Bobinski Wojciech, Warszawa, ul. Smolna 7 m. 8.

Drewnowski Bronisław, Warszawa, ul. Nowogrodzka 23 m. 17.

Geiringer Ernest, Warszawa, ul. Elektoralna 30 m. 9.

Iwaszkiewicz Witold, Warszawa, ul. Grochowska 29 m. 5.

Jaros Przemysław, Skierniewice, ul. Sienkiewicza 22.

Karczmarczyk Henryk, Zamość, Elektrownia.

Kobryner Herman, Warszawa, ul. Żelazna 75 m. 7.

Kolbiński Kazimierz, Warszawa, ul. Hoża 34 m. 8.

Łazarowicz Jan, Warszawa, ul. Żórawia 19 m. 7.

Richling Zdzisław, Warszawa, ul. Al. 3 Maja 13 m. 1.

Różycki Lech, Warszawa, ul. Rakowiecka 4.

Straszak Czesław, Warszawa - Grochów, ul. Kawcza 43 m. 15.

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.**Zgłoszenie na członka zwyczajnego:**

Wengierow Stefan, Sosnowiec, Huta Milowice.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Goldsztaub Aleksander Henryk, Będzin, ul. Małachowskiego 2.

Ingster Józef, Sosnowiec, ul. Targowa 9.

Ostaszewski Zygmunt, Katowice, ul. Stelmacha, 17, f-ma Hapeka.

Miłobędzki Karol, Katowice, ul. Drzymały 9.

PRZEPISY NA TRANSFORMATORKI DZWONKOWE.

PNE
38—1933

Poprawki do tekstu, ogłoszonego w „Przeglądzie Elektrotechnicznym” Nr. 3 z dnia 1 lutego 1933 r. str. 72—74. (Ogłoszone są tylko te paragrafy, które zostały zmienione bądź uzupełnione).

Między poprzedni paragraf 7 „Uzwojenia” i 8 „Zaciski” wprowadza się nowy paragraf 8 tak, że numeracja dalszych paragrafów ulega zmianie.

§ 8. Dopuszczalne odstęp.

Najmniejszy dopuszczalny odstęp:

— mierzony po powierzchni izolacji między częściami, wykazującymi różnicę potencjału — 3 mm,

— w powietrzu między częściami różnej biegunowości — 3 mm,

— w powietrzu między gołymi częściami, pozostającymi pod napięciem, a metalem transformatora lub ścianą — 3 mm dla strony napięcia wtórnego, 6 mm dla strony napięcia pierwotnego.

§ 10. Uziemienie (dawniej § 9).

Aby umożliwić uziemienie w wypadkach, w których tego wymagają *Przepisy Budowy i Ruchu*, należy przy transformatorach dzwonekowych przewidzieć śrubę o średnicy conajmniej 5 mm.

§ 14. Praca jałowa (dawniej § 13).

Należy zmierzyć zapotrzebowanie mocy dla pracy jałowej w watach przy otwartem uzwojeniu wtórnem, przy znamionowej częstotliwości i znamionowym napięciu pierwotnem. Zapotrzebowanie to nie powinno przekraczać:

— w transformatorach o mocy pozornej wtórnjej do 8 VA — 0,6 W, do 16 VA—1,1 W, do 30 VA—1,75 W, do 48 VA—2,50 W.

Sprawdzić należy przy pracy jałowej wielkość napięcia wtórnego (por. § 4, ostatni ustęp).

§ 16. Próba ciepła (dawniej § 15).

Ostatni ustęp paragrafu otrzymuje brzmienie:

Badania należy wykonać w pionowym położeniu transformatora, umieszczonego na izolującej podkładce (p. § 12).

§ 19. Kolejność badań (dawniej § 18).

Na końcu paragrafu dodana

U w a g a: Przy pomiarach należy uwzględnić zużycie własne przyrządów mierniczych.

§ 22. Tolerancje (dawniej § 21) — skreślić.

*) Uwagi do projektu PNE-38 należy nadsyłać w terminie do dnia 1 sierpnia 1933 r.

BIBLIOGRAFJA.

Transformateur de mesure et relais de protection par Charles Bresson, 294 stron., 199 rys. Paryż, 1932 r. Wydawca Dunaud, 92 rue Bonaparte (VI).

W bogatej literaturze elektrotechnicznej transformatory miernikowe są niezmiernie rzadko traktowane w pismach periodycznych, w wydaniu zaś książkowym, poświęconem specjalnie temu tematowi, jest to w ogóle, jeżeli się nie myli, zaledwie 3 książka, która ukazała się na rynku. To samo możemy powiedzieć i o drugim temacie, którym autor w tej książce się zajmuje, mianowicie o przekaźnikach zabezpieczających.

Wiadomości podane są tem cenniejsze, że pochodzą od autora, który poświęcił się budowie obu rodzajów przyrządów i nad ich doskonaleniem pracuje w laboratorjach fabrycznych.

Dokładne poznanie właściwości oraz warunków pracy transformatorów miernikowych staje się w chwili obecnej koniecznością tem pilniejszą, ponieważ znajdują one bardzo szerokie zastosowanie. Aczkolwiek, jeżeli chodzi o kontynent europejski, nie można tego uogólnić i na przekaźniki, to zauważyć można przenikanie ich w coraz większej ilości do polskich nowoczesnych urządzeń elektrycznych.

Książka dzieli się na dwa odrębne działy. Pierwszy na 120 str. obejmuje transformatory miernikowe, dział drugi w nieco większej objętości, bo na 167 str., poświęcony jest przekaźnikom. Transformatory miernikowe podzielone są na transformatory prądowe i transformatory napięciowe, traktowane oddzielnie.

W dziale pierwszym autor systematycznie i wyczerpująco traktuje podstawowe właściwości transformatorów prądowych, a więc ich dokładność, przeciążalność cieplną, wytrzymałość elektryczną i odporność na zwarcia. Przy omawianiu dokładności autor podaje podstawy teoretyczne, rozważa następnie pomiary laboratoryjne oraz wyniki praktyczne. Jako osobny dział potraktowane jest działanie zwarć i przetężeń na transformatory prądowe, przytem przytoczone są liczne wypadki z praktyki bieżącej. Dział ostat-

ni, dotyczący transformatorów prądowych, obejmuje ich montaż oraz warunki współpracy z przekaźnikami i przyrządami miernikowymi.

Transformatory napięciowe, aczkolwiek ujęte wyczerpująco, to jednak są potraktowane o wiele skromniej od prądowych i zajmują w książce 12 stron. Osobny dział poświęcony jest konstrukcji miernikowych transformatorów specjalnych, stanowiących jedną całość z wyłącznikami wysokiego napięcia, w których do pomiaru natężenia prądu wykorzystane są sworznie przepustowe, do pomiaru zaś napięcia — izolatory zaciskowe, posiadające określoną pojemność.

Część, traktująca o przekaźnikach, składa się z kilku działów, z których wymienimy: zakłócenia w sieciach wysokiego napięcia, nadmiarowe przekaźniki prądowe i zbijaki, włączane bezpośrednio w obwód wysokiego napięcia oraz takie same przyrządy, przeznaczone dla obwodów wtórnych transformatorów prądowych, dalej — niedomiarowe przekaźniki napięciowe i zbijaki. W tej samej części mamy w dalszym ciągu zwrotne przekaźniki mocy, różnicowe przekaźniki prądowe, przekaźniki impedancji, przekaźniki asymetrii oraz impulsyjne zbijaki pomocnicze.

Przechodząc do omówienia układów zabezpieczających, autor omawia oddzielnie zabezpieczenie przekaźnikowe generatorów, transformatorów, szyn rozdzielczych, sieci oraz zabezpieczenia od skutków uziemień.

Ostatni dział traktuje o badaniu przekaźników.

Książka, przejrzysto ułożona, ujmuje w sposób jasny zawiłe zagadnienia, dotyczące właściwości wymienionych przyrządów oraz ich działania w urządzeniach elektrycznych. Autor, przez umiejętne zgrupowanie w książce zarówno wyjaśnień teoretycznych, jak i wielu szczegółów praktycznych, przyczynił się do wzbogacenia dziedziny, bardzo wprawdzie obszernej, a jednak mało znanej szerszym kołem technicznym z powodu braku odpowiedniej literatury.

Pożytecznym uzupełnieniem całości jest podana na końcu bibliografia.

Bolesław Jabłoński.

S Z K O L N I C T W O .

Wydział Elektromechaniczny Państwowej Szkoły Technicznej we Lwowie w bieżącym roku szkolnym 1932—33.

W roku bieżącym okres egzaminacyjny w Państwowej Szkole Technicznej we Lwowie trwał od dnia 4 do dnia 7 września 1932 r.; egzaminy wstępne odbywały się z matematyki, języka polskiego i rysunku odręcznego w zakresie kursu szkoły powszechnej. Zajęcia w Szkole rozpoczęły się w dniu 10 września 1932 r.

W bieżącym roku przyjętych zostało na wydziale elektrotechnicznym do klasy I 82 uczniów (w ubiegłym roku szkolnym — 68 uczniów); liczba drugorocznych uczniów wynosiła 10 (w ub. roku 11). Razem więc uczęszcza do klasy I wydziału elektromechanicznego w bieżącym roku szkolnym 92 uczniów, czyli o ok. 15% więcej, niż w roku ubiegłym.

Do klasy II promowanych zostało w bieżącym roku 49 uczniów (w ub. roku szkolnym 43); na drugi rok w klasie tej pozostało 5 (8); innych wreszcie przyjęto 2. Razem więc w klasie II jest obecnie 56 uczniów — wobec 52 w ubiegłym roku szkolnym.

Do klasy III uczęszczało w bieżącym roku 36 uczniów (w tem 1 drugoroczny) wobec tej samej liczby w roku ubiegłym.

Wreszcie klasa IV liczy w bieżącym roku szkolnym 34 uczniów (w ub. roku 32).

Razem więc na wydziale elektromechanicznym Państwowej Szkoły Technicznej we Lwowie zapisanych jest w bieżącym roku szkolnym 218 uczniów, czyli o 10% więcej, niż w ub. roku (199).

Wobec zwiększonej ilości uczniów w klasie I prowadzona jest ona w bieżącym roku szkolnym jako dwie klasy równoległe.

Ukończyło wydział elektromechaniczny Szkoły z tytułem „technika ruchu“ w ubiegłym roku szkolnym 31 uczniów, czyli o 35% więcej niżeli w roku szkolnym 1930/31. Z liczby absolwentów tego roku otrzymało posady w przemyśle — o ile władzom szkolnym wiadomo — połowę absolwentów.

O ile w ubiegłym roku nie zauważono spadku ilości kandydatów do Szkoły (a jedynie spadek uczniów zamiejscowych), — o tyle w bieżącym roku szkolnym liczba kandydatów do Szkoły (na wszystkie wydziały) zmniejszyła się w porównaniu z rokiem ubiegłym o 20%. Napływ natomiast kandydatów na wydział elektromechaniczny się zwiększył. (n).

Z R U C H U I W Y T W Ó R N I

Przełącznik nadmiarowo-wsteczny.

Używane stałoprądowe przełączniki nadmiarowo-wsteczne mają na wspólnym rdzeniu nawiniętą cewkę napięciową i prądową; amperozwoje cewki napięciowej nie wystarczają do uruchomienia kotwicy; przy normalnym kierunku prądu obie cewki przeciwdziałają sobie. Jeżeli prąd zmieni kierunek (wyzwalanie wsteczne), to cewka prądowa działa zgodnie z napięciową, wzmacnia jej strumień i kotwica ulega przyciągnięciu. Przy pewnej wartości prądu w kierunku normalnym (wyzwalanie nadmierowe) cewka prądowa nie tylko kompensuje działanie napięciowej, ale przewyższa je o tyle, że wytworzony przez nią strumień wystarcza do uruchomienia kotwicy.

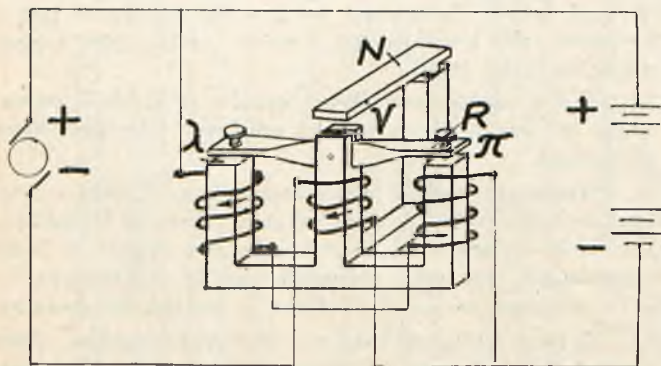
Prosty rachunek wskazuje, że przełącznik taki działa mniej więcej prawidłowo jedynie pod warunkiem, że napięcie jest stałe lub waha się tylko nieznacznie. Nastawianie wartości prądu, wyzwalającego nadmierowo, jest niemożliwe, gdyż każda zmiana warunków pracy kotwicy odbić się musi w tej samej mierze i na wyzwalaniu wstecznym. Wreszcie niemożliwa jest duża czułość wsteczna, a to ze względu na nieuniknione drobne wahania warunków pracy, zwłaszcza napięcia. To też przełączniki tego typu mają z reguły jedną wartość wyzwalania nadmierowego (zwykle 2-krotny prąd nominalny), jedną, dość nieokreśloną, wstecznego (10 — 50% prądu nominalnego) i wymagają napięcia stałego.

W pewnym konkretnym wypadku warunki eksploatacyjne wymagały przełącznika nadmiarowo-wstecznego, odpowiadającego następującym wymaganiom:

- 1) napięcie waha się od 92% do 144% napięcia nominalnego (bateria zasobnikowa z ładownicą);
- 2) wyzwalanie nadmierowe dowolnie nastawiane od 100% do 200% prądu nominalnego;
- 3) wyzwalanie wsteczne przy maksymalnie 5% prądu nominalnego, niezależnie od wahań napięcia (punkt 1) i zmian nastawienia nadmierowego (punkt 2).

Praca nad rozwiązaniem tego zagadnienia doprowadziła do skonstruowania przełącznika nadmiarowo-wstecznego nowego rodzaju^{*}), przedstawionego schematycznie na rys. 1.

Po lewej stronie mamy źródło prądu, np. prądnicę, po prawej — odbiornik, np. baterię zasobnikową, w środku —



Rys. 1.

^{*}) Zgłoszenie patentowe Nr. 40.558 Zakładów Elektrotechnicznych „Elektroautomat” Sp. z o. o. w Warszawie i autora.

przełącznik. Przełącznik ma 3 rdzenie, z których środkowy owinięty jest cewką prądową, zaś oba boczne — cewkami napięciowymi; kierunki owinięcia zaznaczone są na rysunku; dalej ma 2 kotwice: jedną N zwykłą i jedną R, wykonaną na wzór belki wagowej. Uzwojenia i szczeliny są tak dobrane, by strumienie magnetyczne nie nasycyły rdzeni, ani jarzma.

W tych warunkach strumień w szczelinie γ zależy jedynie od amperozwojów cewki prądowej; kotwica N ulegnie przyciągnięciu przy pewnej określonej wartości prądu, nastawianej w jeden ze znanych sposobów, na przykład przez zmianę naprężenia odciągającej ją sprężyny.

Kotwica R podlega działaniu różnicy momentów dwóch sił, wywieranych przez strumienie w szczelinach λ i π . Każdy z nich zależy od wypadkowej amperozwojów cewki prądowej i napięciowej. Przy normalnym kierunku prądu (oznaczonym strzałkami) amperozwoje obu cewek są dla strumienia szczeliny π zgodne, zaś dla strumienia szczeliny λ przeciwnie; pierwszy będzie (przy równych szczelinach) większy, niż drugi i kotwica ma tendencję do obrotu w prawo, znajduje tu jednak opór w śrubie oporowej. Jeżeli natomiast prąd odwróci kierunek, to strumień w λ będzie większy, niż w π , kotwica obróci się wlewo i uruchomi styki.

Układ wsteczny przypomina w działaniu przełącznik spolaryzowany (telegraficzny) lub dzwonek spolaryzowany (telefoniczny), z tą różnicą, że magnes trwały został zastąpiony przez cewkę napięciową.

Konstrukcyjne wykonanie przełącznika podaje rys. 2. Praktycznie osiągalna czułość wsteczna wynosi 1 — 1½% prądu nominalnego i to niemal niezależnie od napięcia.

Zasadniczo zupełnie podobnie skonstruowany przełącznik nadaje się również do pracy przy prądzie zmiennym (rys. 3). Wyjaśnienie jego działania wymaga nieco bliższej analizy rachunkowej.

Wartość chwilowa napięcia niech będzie e , zaś prądu — i . Amperozwoje cewki prądowej będą

$$k_i i,$$

zaś napięciowej, w przypuszczeniu, że jej prąd jest w fazie z napięciem (duży opór szeregowy lub sztuczna kompensacja)

$$k_e e,$$

gdzie współczynniki k_i i k_e zawierają opory, przekładnie i ilości zwojów; strumień magnetyczny szczeliny π jest więc

$$k (k_i i + k_e e)$$

zaś szczeliny λ

$$k (k_i i - k_e e)$$

gdzie współczynnik k zawiera opór magnetyczny szczeliny.

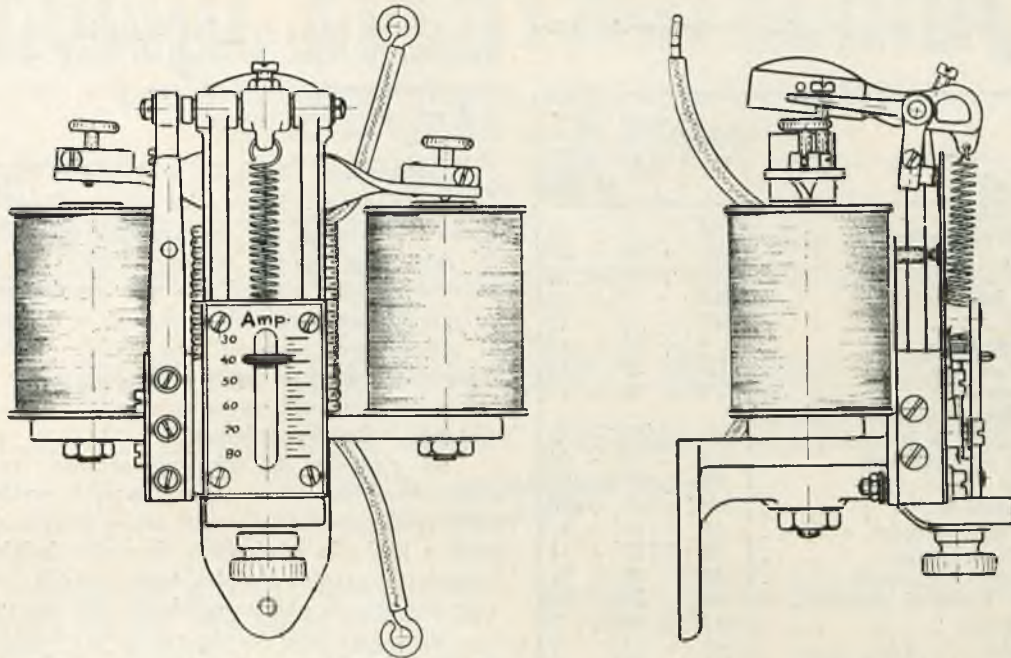
Siła przyciągania magnetycznego jest ceteris paribus proporcjonalna do kwadratu strumienia; wartość chwilowa momentu jest więc (współczynnik K zawiera dane magnetyczne i długość ramienia)

$$K k^2 [k_i^2 i^2 + 2 k_i k_e i e + k_e^2 e^2]$$

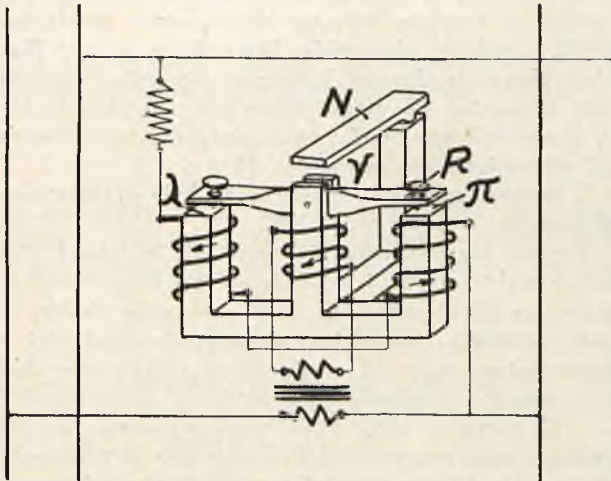
$$- K k^2 [k_i^2 i^2 - 2 k_i k_e i e + k_e^2 e^2]$$

$$= 4 K k^2 k_i k_e i e$$

Wartość chwilowa momentu jest proporcjonalna do iloczynu wartości chwilowych prądu i napięcia, czyli do



Rys. 2.



Rys. 3.

wartości chwilowej mocy. Przy dostatecznie dużej bezwładności kotwicy nie ulega ona zmianom wartości chwilowej momentu, a jej ruch zależy od jego wartości średniej, czyli od wartości średniej mocy elektrycznej, czyli prosto od mocy watawej układu. Kotwica obróci się wlewo, kiedy moc watawa zmieni znak, inaczej mówiąc, kiedy odwróci się kierunek przepływu energii. Przekaznik działa więc jako wsteczny zmiennoprądowy.

Rzecz jasna, że mechaniczne sprzężenie kotwic dwu lub trzech układów tego rodzaju przy odpowiednim połączeniu ich cewek prądowych i napięciowych da przekaznik, reagujący na znak mocy układu trójfazowego, zupełnie analogicznie, jak przy układach dynamometrycznych.

Wreszcie sztuczne przesunięcie faz w jeden ze znanych sposobów pozwoli uzyskać przekaznik, reagujący na znak mocy bezwatawej, również zupełnie analogicznie do układów dynamometrycznych.

Henryk Seidenman.

PRZEMYSŁ I HANDEL.

Zatrudnienie i stan zamówień w przemyśle elektrotechnicznym w marcu 1933 r.

Czynnych zakładów elektrotechnicznych było 46, czyli tyleż, co w poprzednim miesiącu, a o 6 więcej, niż w marcu ubiegłego roku, z ogólną liczbą robotników 3 689, t. j. o 8,7% większą, niż w lutym b. r. i marcu ub. roku przy 4 nieczynnych zakładach elektrotechnicznych. Z ogólnej liczby robotników 91,5% było zatrudnionych przy produkcji. Przepracowano ogółem 126 480 robotniko-godzin, czyli o 6,5% więcej, niż w lutym i o 7,1% mniej, niż w marcu ub. roku.

Na jednego robotnika przypadało 38,2 godzin pracy tygodniowo, t. j. o 0,1 godziny mniej, niż w lutym i o 3,2 godzin mniej, niż w marcu 1932 r. Pod względem wyzyskania sił roboczych przemysł elektrotechniczny stał w marcu b. r. na 13 miejscu w szeregu 16 głównych gałęzi przemysłu, mając poza sobą tylko przemysł maszynowy, włókienniczy i meblowy.

Stan zamówień, zebrany z 37 zakładów o ogólnej liczbie robotników 2 650, doznał w bieżącym miesiącu lekkiej poprawy, wyrażając się w liczbie względnej 115,8 wobec 112,5 w poprzednim miesiącu i stał daleko poza marcem 1932 r., w którym liczba ta wynosiła 144,1.

Produkcja i zbył niektórych artykułów elektrotechnicznych w marcu 1933 r.

Produkcja 24-ch wymienionych w zestawieniu głównego Urz. Statyst. artykułów elektrotechnicznych oceniona była na sumę 3 791 tys. złotych, czyli stanowiła 125% produkcji lutowej, a 91% przeciętnej produkcji miesięcznej ubiegłego roku. Produkcja poszczególnych artykułów wykazana jest w tysiącach złotych. W poniższej tabelicy, przyczem rubryka pierwsza wskazuje wytwórczość w marcu b. r., druga — zwiększenie, wzgl. zmniejszenie wytwórczości w marcu w stosunku do lutego b. r. w procentach, a trzecia

— to samo w stosunku do przeciętnej wytwórczości miesięcznej 1932 roku.

	Marzec 1933	Stosunek do lutego 1933	Stosunek do przeciętnej r. 1932
Maszyny elektryczne	156	- 14	- 15
Przetwornice	25	+260	- 85
Transformatory	51	+ 65	- 19
Akumulatory i ich części	558	- 9	- 30
Ogniwa i części	147	- 2	- 12
Urządzenia rozdzielcze	8	+ 33	- 69
Skrzynki przyłączowe	26	+ 30	- 19
Wyłączniki olejowe	34	+ 12	- 17
Bezpieczn., drobna armatura rozdziel. i instalacyjna	376	+134	+ 88
Liczniki energii elektrycznej	12	- 78	- 89
Rury izolacyjne i części	99	+163	- 22
Świeczniki, żyrandole i t. p.	328	+218	+200
Urząd. i przyrządy domow. użytku	69	+ 15	+ 53
Przyrządy elektromedyczne	10	+233	+ 11
Aparaty telefonicz. i centralki	32	- 76	- 96
Sprzęt pomocn. i części zapasowe	30	+ 25	+ 76
Zarówki elektryczne	813	+ 50	+ 2
Przewodniki gołe	101	+ 37	- 17
Przewodniki izolow. nieobolowione	361	- 20	- 10
„ obolowione	32	+ 86	- 49
Radiosprzęt:			
Aparaty detektorowe	—	—	—
„ lampowe	169	+ 47	+ 12
Kondensatory	36	- 5	—
Transformatoriki	30	+ 11	—

Jedyny wniosek, który daje się wysnuć z całą pewnością z powyższego zestawienia, o ile chodzi o marzec, że ogólna wytwórczość przemysłu elektrotechnicznego nie była dotąd w stanie otrząsnąć się z długotrwałego stanu depresji, przeciwnie, w dalszym ciągu wykazała pewne osłabienie, którego lekceważyć nie należy, bo wynoszące ok. 9%. Można dalej wnioskować ze znacznym prawdopodobieństwem, że niektóre przynajmniej artykuły naszego przemysłu elektrotechnicznego utrzymują swój stan posiadania i są zdolne coraz więcej zaopatrywać w dostatecznym stopniu rynek krajowy. Do takich wyrobów należą: wyłączniki, kondensatory, piorunochrony, odgromniki, bezpieczniki, tablice i przyrządy rozdzielcze, drobna armatura rozdzielcza i instalacyjna, świeczniki i żyrandole, urządzenia i przyrządy domowego użytku, oraz lampowe aparaty radiowe. Zmniejszanie się przywozu oraz wzrastająca produkcja krajowa — to są cechy, dopełniające się wzajemnie i decydujące, czy dany artykuł jest w stanie nasycić rynek krajowy bez pomocy zagranicy.

Zbyt w marcu b. r. był zupełnie zadowalający, jak na dzisiejsze warunki. Wyprzedano poza produkcją bieżącą towarów na sumę ok. 1 480 tys. złot., czyli około 40% ponad marcową ilość produkcji.

Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskim.

W ciągu ostatniego roku sprawozdawczego kryzys gospodarczy wzmógł się zarówno zagranicą, jak i w kraju. W roku poprzednim zakłady elektryczne były dotknięte kryzysem naogół stosunkowo nieznacznie, natomiast w roku sprawozdawczym wpływ kryzysu w dziedzinie gospodarki elektrycznej zaznaczył się silniej. Wskutek ogólnego zubożenia ludności i zastoju w przemyśle sprzedaż energii elektrycznej w roku sprawozdawczym spadła o 7% w stosunku do roku poprzedniego.

W stosunku do roku poprzedniego zużycie energii elektrycznej do celów przemysłowych zmalało o 7%, do oświetlenia mieszkań i innych celów w gospodarstwie domowym o 15%, do oświetlenia dworców kolejowych o 20%, natomiast zużycie dla drobnego napędu wzrosło o 9%, a do oświetlenia ulic pozostało na tym samym poziomie.

Stan zelektryfikowania obszaru, obsługiwanego przez Spółkę, charakteryzują następujące liczby:

Spółka zasilala w poprzednim roku sprawozdawczym 22 gminy, w ostatnim roku sprawozdawczym przyłączono dalszych 6 gmin, a mianowicie: Stare Stawy powiat Biała, Babice, Kwaczała, Poręba - Żegoty, Alwernia i Regulice powiat Chrzanów; do zelektryfikowania powyższych gmin pow. chrzanowskiego Spółka była zobowiązana postanowieniami i urzawnienia rządowego N. 154.

Z końcem roku sprawozdawczego było przyłączonych 8 865 urządzeń o mocy 12 503 kW.

Pragnąc ułatwić ludności korzystanie z dobrodziejstw urządzeń elektrycznych i jednocześnie zwiększyć ilość odbiorców energii elektrycznej, Spółka finansuje drobne instalacje domowe, rozkładając odpowiednie należności na długoterminowe raty. W ciągu okresu sprawozdawczego przyłączono 214 urządzeń wykonanych na raty o mocy 35 kW. Od początku akcji kredytowej wykonano na raty 2 869 urządzeń o mocy 401 kW i sprzedano różnych przyrządów elektrycznych do użytku gospodarstwa domowego 2 279 szt. o mocy 977 kW, w czym żelazek elektrycznych 1 336 szt. o mocy 504 kW.

Ogólna długość szlaków sieci wysokiego napięcia wynosiła w końcu roku sprawozdawczego 141,6 km, a sieci niskiego napięcia 91,8 km. Długość szlaków sieci wysokiego napięcia powiększyła się w ciągu tego roku o 15,6 km, a sieci niskiego napięcia o 5,9 km.

Rodzaj uprawnienia	Ilość mieszkańców obszaru ok.	Powierzchnia obszaru ok. km ²	Ilość sprzedanej energii w 1932 r. kWh	Ilość sprzedanej energii na 1 mieszkańca ok kWh	Ilość sprzedanej energii na 1 km ² ok kWh
a) Obszar, przyznany umowami koncesyjnymi, wzgl. uprawnieniami rządowymi.					
Umowy koncesyjne	39 000	98	6 754 048	173	68 900
Uprawnienia rządowe	82 000	452	15 313 825	187	33 900
Cały obszar	121 000	550	22 067 873	182	40 100
b) Obszar zasilany.					
Umowy koncesyjne	39 000	98	6 754 048	173	68 900
Uprawnienia rządowe	46 000	187	15 313 825	333	81 900
Cały obszar zasilany	85 000	285	22 067 873	260	77 400

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przeгляд Elektrotechniczny”, spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.