



Nazwa instytucji

Książnica Cieszyńska

Tytuł jednostki/Tytuł publikacji

**Grzejniki elektryczne : z 15 rysunkami w tekście / opracował
Jan Olszewski.**

Liczba stron oryginału

36

Liczba plików skanów

36

Liczba plików publikacji

37

Sygnatura/numer zespołu

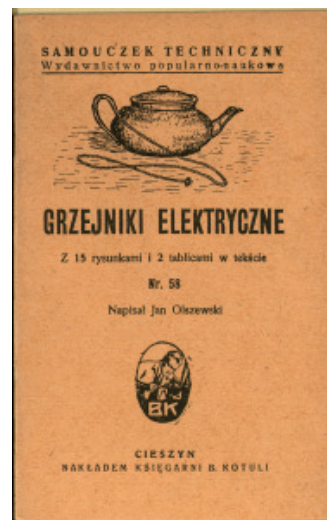
C I 034072

Data wydania oryginału

[1924]

Zdigitalizowano w ramach projektu pt.

**Udostępnienie cieszyńskiego dziedzictwa
piśmienniczego on-line**



**Fundusze
Europejskie**
Program Regionalny



Śląskie.

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



SAMOUCZEK TECHNICZNY
Wydawnictwo popularno-naukowe



GRZEJNIKI ELEKTRYCZNE

Z 15 rysunkami i 2 tablicami w tekście

Nr. 58

Napisał Jan Olszewski



CIESZYN
NAKŁADEM KSIĘGARNI B. KOTULI



Biblioteka
Tadeusza Rejzera

SAMOUCZEK TECHNICZNY
WYDAWNICTWO POPULARNO-NAUKOWE

Nr. 58

GRZEJNIKI ELEKTRYCZNE

Z 15 rysunkami w tekście

Opracował Jan Olszewski



CIESZYN
NAKŁADEM KSIĘGARNI B. KOTULI

683.8:539.3/.69



CD340721

Odbito czcionkami
Drukarni
PAWŁA MITRĘGI
w Cieszynie, Polska

WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

Odkąd tylko odkryto zjawisko prądu elektrycznego, usiłowano spożytkować je praktycznie. Genjusz ludzki zbudował olbrzymie generatory wytwarzające prąd o wielkiej sile, znalazł sposób rozprowadzania jego na wielką odległość i wreszcie skonstruował tę niezliczoną ilość przyrządów, które poruszane tymże prądem oddają nieocenione usługi ludzkości. W dziedzinie elektrotechniki obserwujemy ciągły rozwój; co dzień niemal przybywają nowe wynalazki lub ulepszenia dawnych. Dzięki ulepszeniu maszyn dostarczających prąd elektryczny, umożliwiono korzystanie z tych wynalazków nie tylko ludziom bogatym, ale także w pewnej mierze i biednym. Lampy elektryczne widzimy nie tylko w salonach, ale i w suterrenach. Każdy z nas przyzna pierwszeństwo lampie elektrycznej, przed jakąkolwiek inną. To samo możemy powiedzieć o wielu innych przyrządach elektrycznych. Do doskonałości jednak im wszystkim daleko; każdy z nich posiada oprócz zalet także i wady, które należałoby usunąć. Koszt produkcji i rozprowadzania prądu elektrycznego jest jeszcze zbyt wielki, ażeby bezwzględnie wszyscy mogli korzystać z jego dobrodziejstw. Dlatego też prace elektrotechników idą w tym kierunku, aby obniżyć cenę prądu, bądź przez udoskonalenie prądnic, bądź też przez wyzyskanie sił wodnych, ulepszenie sieci elektrycznej. Dzisiejsza cena prądu jest niejednokrotnie jedyną przeszkodą szerszego zastosowania wielu

przysządów, które mimo swych zalet nie mogą tylko dlatego znaleźć szerszego zastosowania, bo użycie ich wypada zbyt drogo. Do takich też przysządów należą: grzejniki elektryczne t. zn.: przysządy przemieniające energię elektryczną na energię cieplną. Ta energia cieplna jest potrzebną do rozmaitych celów, jak n. p.: do gotowania potraw (grzejniki kuchenne), prasowania (żelazka elektryczne), do celów technicznych i t. d. Używa się więc grzejników: w kuchni, w fabryce, laboratorjach, w szpitalu (w chirurgji) i t. d.

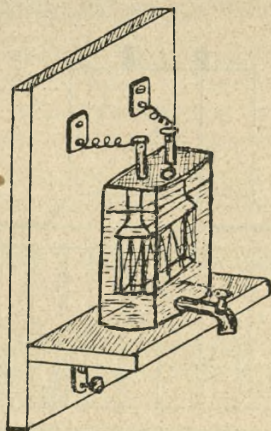
Zależnie od tego co grzejnik elektryczny ma ogrzać, mamy rozmaite jego odmiany różniące się konstrukcją, ale zasada działania u wszystkich jest jednaka.

Wydajność grzejników (t. j. stosunek ilości ciepła wykorzystanego do wytworzonego) jest różna dla grzejników rozmaitej konstrukcji. Tak np. ilość ciepła wykorzystanego w stosunku do wytworzonego, wynosi dla piecyków elektrycznych około 65%, dla naczyń do gotowania 80—95%, dla garnuszków 88%, dla grzejników do pogrążania prawie 100%.

Jak z powyższych cyfr widzimy, grzejniki dzisiejsze nie są doskonałe, zbyt wiele bowiem energii cieplnej, a więc pośrednio elektrycznej, marnuje się dla nas bezużytecznie. Ciepło niewykorzystane zużywa się na ogrzanie grzejnika i otoczenia.

Fabrykacja grzejników elektr. nie dorównała w rozwoju innym gałęziom przemysłu elektrotechnicznego, a to głównie z tego powodu, że grzejników ogół, z powodu zbyt wielkich

kosztów użycia nie używał, a więc nie było bodźca, któryby nakłaniał do intensywniejszej pracy na tym polu. Węgiel kamienny i gaz świetlny jest jeszcze silnym konkurentem prądu elektrycznego w tej dziedzinie, mimo, że n. p. wydajność zwykłej kuchni opalanej węglem jest o wiele mniejszą, niż kuchenek elektrycznych;

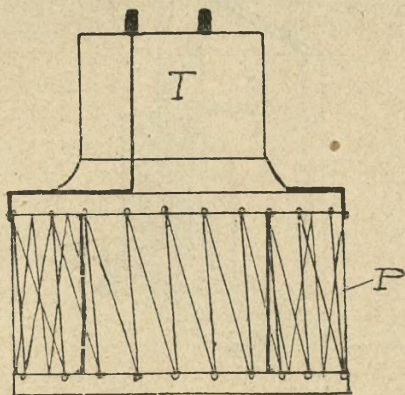


Rys. 1. Grzejnik z r. 1883.

lecz ogrzewanie węglem lub gazem wypada tańiej, bo dostarczona przez węgiel energia cieplna jest tańszą. Grzejniki elektryczne znajdują więc tam zastosowanie, gdzie dla podgrzania jakiegoś ciała nie opłaci się rozpalać ognia, lub gdzie cena prądu jest dostatecznie niska. A przecież grzejniki elektryczne mają tyle zalet: grzeją bez ognia, a więc czysto, nie zanieczyszczają otoczenia, są wysoce higieniczne, dogodne w

użyciu, bezpieczne i t. d. Nic więc dziwnego, że znajdują one coraz więcej zwolenników zwłaszcza zagranicą w Ameryce, Francji, Anglii, Niemczech. Polska pod tym względem pozostaje daleko poza temi państwami, wogóle bardzo mało u nas na tem polu działano.

Ażeby ogół ludności mógł grzejników elektrycznych używać należy przedewszystkiem



Rys. 2. Ogrzewacz grzejnika z r. 1883.
T trzonek porcelanowy, P drut platynowy.

zniżyć cenę prądu. W Niemczech obniżyły niektóre elektrownie cenę prądu, właśnie w tym celu i nic na tem nie straciły, owszem konsumpcja prądu się zwiększyła, a zwłaszcza za dnia, kiedy przedtem o tej porze była minimalną.

Elektrownia pracuje intensywnie tylko wieczorem, kiedy zapotrzebowanie światła jest naj-

większe, przez cały zaś przeciąg dnia dostarczają małą ilość energii. Z chwilą gdy konsumenci zaczną używać grzejników elektrycznych (kuchenek, żelazek i t. d.), konsumpcja za dnia wzrośnie, elektrownia wyprodukuje większą ilość energii, a więc mogą rozłożyć dochód i amortyzację urządzenia, na większą ilość energii może ją też taniej sprzedać.

Pierwszy aparat, który można nazwać grzejnikiem elektrycznym, wystawiono w r. 1883 na Wystawie Elektrochemicznej we Wiedniu. Konstrukcja jego była bardzo prostą.

Drut platynowy spiralnie skręcony, przymocowany do porcelanowego trzonka zanurzono we wodzie (rys. 1 i 2). Prąd elektryczny przepływający przez drut wytwarzał energię cieplną (patrz niżej: „Zasada działania grzejników“), którą za pośrednictwem drutu oddawał wodzie. Grzejnik powyższy praktycznie nie miał żadnego znaczenia. Wnet jednak pojawia się szereg patentów rozmaitych grzejników, wśród których, pod względem zasadniczej konstrukcji, można rozróżnić 3 typy.

Pierwszy typ grzejników stanowią grzejniki pogrążone w cieple, które chcemy ogrzać. Wydajność ich wynosi prawie 100%. Grzejniki tego typu służą przedewszystkiem do ogrzewania cieczy.

Drugi typ grzejników to grzejniki, w których ciało ogrzewane, jest otoczone ciałem grzejącym. Do tego typu grzejników należą garnuszki kuchenne. Wydajność tych grzejników waha się między 80 a 98%.

Do ostatniego, trzeciego typu należą grzejniki, w których rozgrzewana jest pewna część powierzchni tego grzejnika, od której rozgrzewamy żądane ciało. Do tego typu należą wszelkiego rodzaju kuchenki, żelazka do prasowania, kolby do lutowania i t. p. Wydajność tych grzejników jest najmniejsza, wynosi bowiem 65° dla kuchenki, 80% dla żelazek, 70% dla kolb.

Pierwszą firmą, która rozwinęła najżywszą działalność w kierunku konstrukcji grzejników, była firma „Otto Schulze“ w Strasburgu. Skonstruowano tam szereg grzejników służących do rozmaitych celów. Rysunek 3-ci przedstawia pierwszą kolbę do lutowania, skonstruowaną w tejże firmie. Lecz mimo bardzo dobrych na owe czasy (działalność tej firmy przypada w okresie Wystawy Wiedeńskiej w r. 1883 aż do 1890) wyników, ogół z wyżej wymienionych powodów grzejników nie używał, tak że z powodu małego zbytu, firma ta produkować grzejniki zaprzestała.

Na większą skalę rozpoczęła fabrykację grzejników firma Berlińska „A. E. G.“, „Schindler—Jenny“ w Bregencji, „Paul Stotz & Co.“ w Stuttgarcie, „Prometheus“ we Frankfurcie n. M., „Elektra“, „Hellberger“ w Monachimu, „Crompton & Co.“ w Londynie i wiele innych.

Patenty powyższych firm różnią się między sobą nietyle konstrukcją ile doborem materiału z jakiego zostały sporządzone.

Poszczególne grzejniki tych firm rozważymy w rozdziale pod tyt.: „Konstrukcja grzejników“, najpierw musimy poznać dokładnie jaka jest:

ZASADA DZIAŁANIA GRZEJNIKÓW.

Prąd elektryczny płynąc w przewodniku, o pewnym oporze, wydziela ciepło. To zjawisko wydzielania ciepła przez płynący prąd, możemy sobie wytłomaczyć tarciem naboii elektrycznych, o przewodnik, na co zużyta energia elektryczna wydziela energję cieplną.

Im większy opór natrafia prąd płynący w przewodniku, to znaczy im większe jest tarcie naboii o przewodnik (co zależy od właności ciała, z którego ten przewodnik jest sporządzony nazwanej oporem), tem większą ilość ciepła wydzieli prąd elektryczny. Jasnem jest również, że ilość ciepła wydzielonego przez prąd, zależy będzie od siły prądu i od tego, przez jaki czas przez przewodnik będzie prąd przepływał. Z siłą prądu i czasem wzrasta ilość ciepła wydzielonego. Wykazał to pierwszy fizyk Joule, którego prawo brzmi:

Ilość ciepła C , wydzielonego przez prąd o natężeniu J amperów, przechodzącego przez przewodnik, o oporze R omów, w czasie T sekund, jest wprost proporcjonalna, do kwadratu natężenia prądu, oporu przewodnika i czasu trwania przepływu. Prawo to wyrażamy wzorem:

$$C = S \cdot J^2 R \cdot T \dots\dots\dots 1)$$

gdzie S jest współczynnikiem proporcjonalności.

Jeżeli we wzór 1) wstawimy za $J = 1$ amper, za $R = 1$ om, za $T = 1$ sek. to jak doświadczenie wykazało:

$$C = 0,24 \text{ kalorii gramowych.}^1)$$

0,24 jest więc współczynnikiem proporcjonalności. Równanie 1) przyjmie więc następującą formę:

$$C = 0,24 \cdot J^2 \cdot R \cdot T \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Ponieważ z prawa Ohma wynika że:

$$J \cdot R = E \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

więc wstawivszy tę równość w równanie drugie otrzymamy:

$$C = 0,24 \cdot E \cdot J \cdot T \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

Iloczyn $E \cdot J \cdot T$ wyraża pracę prądu. Prąd o napięciu 1 wolta, natężeniu 1 ampera, w czasie 1 sek. wykonywuje pracę 1 joula (czytaj: dżula). Jeden joul przedstawia więc pracę wykonaną, przez 1 kulomb ilości elektryczności, przy napięciu 1 wolta

$$W = E \cdot J \cdot T = E \cdot K \text{ w joulach} \quad . \quad . \quad 5)$$

gdzie K oznacza ilość kulombów²⁾ elektryczności. Z wzorów 3) i 5) otrzymujemy:

$$W = J^2 \cdot R \cdot T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

wstawivszy zaś ostatnią równość we wzór 2) otrzymamy

$$C = 0,24 W \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Jeden joul na 1 sekundę równa się jednostce dzielności pracy, nazwanej na cześć wynalazcy

¹⁾ Kalorja gramowa t. zw. mała, jest to ilość ciepła potrzebna do ogrzania 1 grama wody o 1° Celsiusza.

²⁾ Kulomb tj. jednostka ilości elektryczności. Z definicji ampera wynika, że 1 amper = $\frac{1 \text{ kulomb}}{1 \text{ sek.}}$ a z tego 1 kulomb = 1 amp. $\times$ 1 sek.

maszyny parowej Jamesa Watta, watem; wyrażamy to wzorem:

$$D = W/T \text{ we watach} \dots\dots\dots 8)$$

a zatem ze wzorów 7 i 8 otrzymujemy:

$$C = 0,24 \cdot D \cdot T \dots\dots\dots 9)$$

Jeżeli D wynosi 1 wat, T jedną sekundę, to iloczyn D.T wyraża jedną jednostkę energii zwaną wato sekundą. Jest to zbyt mała ilość energii, abyśmy nią mogli mierzyć wielkie ilości energii, jakimi rozporządzamy w praktyce. Do mierzenia większych ilości energii używa się pospolicie większych jednostek jak watogodzina, lub jeszcze większa kilowatogodzina

$$\begin{aligned} 1 \text{ watogodzina} &= 1 \text{ wat} \times 3600 \text{ sekund} = \\ &= 3600 \text{ watosekund} \end{aligned}$$

$$1 \text{ kilowatgodzina} = 1 \text{ kilowat} \times 3600 \text{ sekund};$$

a ponieważ

$$1 \text{ kilowat} = 100 \text{ watów, więc}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kilowatgodzina} &= 100 \text{ watów} \times 3600 \text{ sekund} \\ &= 360000 \text{ watosekund} = 1000 \text{ watogodzin.} \end{aligned}$$

Ze wzoru 9) możemy zawsze obliczyć jaką ilość ciepła otrzymamy z danej ilości energii.

Przykład 1: Ile wydzielili ciepła grzejnik zużywając 1 kilowatgodzinę?

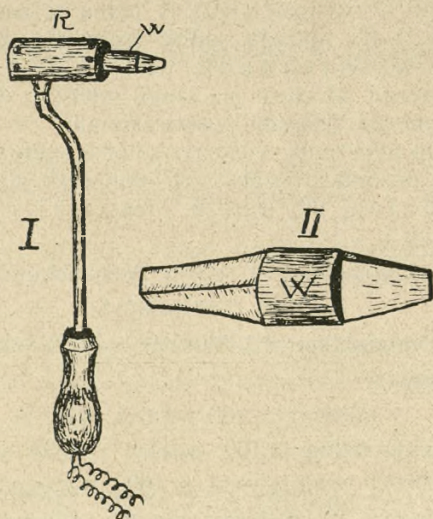
Stosując wzór 9) piszemy:

$$\begin{aligned} C &= 0,24 \cdot D \cdot T = 0,24 \cdot 1000 \cdot 3600 = \\ &= 0,24 \cdot 3600000 = 864000 \text{ kal. gr.} \end{aligned}$$

Tą ilością ciepła można ogrzać o 1°C : 864

litrów wody, lub zagotować 8,64 litrów wody o początkowej temperaturze 0°C .

U w a g a: W powyższe i następne wzory, wstawiamy zawsze wartości w jednostkach mierniczych, np.: woltach, omach, amperach, watach, sekundach, kalorjach gramowych i t. p.;

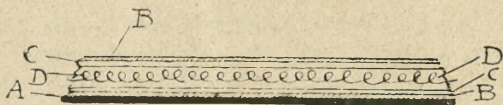


Rys. 3. Elektryczna kolba do lutowania firmy „Otto Schulze” z r. 1885.
W wkładka miedziana, R ogrzewacz wkładki, I kolba, II wkładka W
w powiększeniu.

podobnież rozwiązanie otrzymujemy zawsze w odpowiednich jednostkach mierniczych. Dlatego też w powyższym przykładzie zamieniamy 1 kilowatgodzinę na iloczyn złożony z jednostek mierniczych $= 1000 \text{ watów} \times 3600 \text{ sekund}$.

Powyższe zjawisko rozgrzewania przez prąd elektryczny przewodnika, jest wyzyskane dla celów praktycznych w budowie grzejnika elektrycznego. Zasadniczą więc częścią grzejnika jest przewodnik o odpowiednim oporze. Tą zasadniczą część posiadał pierwszy grzejnik z wystawy we Wiedniu, tą samą część posiadają i dzisiejsze najnowsze konstrukcje grzejników.

Ze wzoru 1) widzimy, że od oporu i natężenia prądu zależy ilość ciepła wydzielonego, w pewnym okresie czasu, przez prąd elektryczny.



Rys. 4. Ogrzewacz grzejnika firmy „Crompton Comp.”.
A płytka żelazna; B emalia trudno topliwa; C emalia łatwo topliwa; D opornik.

Przykład 2: Aby zagotować 1 litr wody o temperaturze 15°C (zwykła temperatura w pokoju) w przeciągu 10-ciu minut; zanurzono we wodzie, opór 20 omów (grzejnik typu pierwszego). Obliczyć potrzebne natężenie prądu i napięcie w klubach grzejnika.

Jeden litr wody waży 1000 gr; aby podnieść jego temperaturę o $100 - 15^{\circ}\text{C} = 85^{\circ}\text{C}$, potrzeba $80 \times 1000 = 85000$ kal. gr. W przeciągu 10 minut to jest $10 \times 60 = 600$ sekund musi aparat wydzielić 85000 kalorii gramowych. Ponieważ jest mowa o grzejniku typu pierwszego, więc wydajność jego wynosi 100%. Tyleż też

przyjmujemy [Tak jest teoretycznie, w praktyce grzejnik powinien wydzielić nieco więcej ciepła (patrz niżej)].

Stosując wzór 2 mamy:

$$C = 0,24 J^2 RT$$

$$85000 = 0,24 \cdot J^2 \cdot 20 \cdot 600$$

a z tego $J^2 = 45,21$, zaś $J = \sqrt{45,21} = 6,72$ amp.

Aby otrzymać prąd 6,75 amperów, przy oporze 20 omów, potrzebne napięcie według wzoru 3: $E = J \cdot R$ wynosi:

$$E = 6,72 \cdot 20 = 134,4 \text{ woltów.}$$

U w a g a: Wzór 2 jest ścisły tylko dla grzejników, których opór nie zależy od temperatury (bliżej o tem patrz w rozdziale: „Konstrukcja grzejników elektrycznych“).

Przykład 3: Obliczyć zużycie energii dla jednorazowego zagotowania 1 litra wody, powyższym grzejnikiem.

We wzór 9: $c = 0,24 DT$ wstawiamy za C ilość ciepła jaką wydzieli grzejnik dla zagotowania 1 litra wody $= 85000$ kal. gr. Iloczyn $D \cdot T$ oznacza potrzebną energję w watosekundach, oznaczamy ją przez M :

$$85000 = 0,24 \cdot M$$

a z tego $M = 85000/0,24 = 354166$ watosekund $= 354,166$ kilowatsekund $= 0,098$ kilowatgodziny; w przybliżeniu 0,1 kilowatgodziny.

Przy dzisiejszej cenie energii elektrycznej (Kraków, początek stycznia r. 1924) 840 tys. mkp. za 1 kilowatgodzinę, koszt ogrzania 1 litra wody od $15^{\circ} C$ do $100^{\circ} C$ wynosiłby 84 tys. mp.

Przykład 4: Obliczyć opór grzejnika, którego wydajność wynosi 85%, który przy napięciu 120 woltów, powinien w przeciągu 10 minut zagotować (ogrzzać od 15°C do 100°C) 1 litr wody.

Ilość ciepła potrzebna do ogrzania 1 litra wody, o $100 - 15 = 85^{\circ}\text{C}$, wynosi: $1000 \cdot 85 = 85000$ kal. gr.

Ponieważ wydajność grzejnika wynosi 85%, więc potrzebna ilość ciepła wyniesie:

$$85000 \cdot 100 / 85 = 100000 \text{ kal. gr.}$$

Natężenie prądu obliczamy za wzoru 4:

$$C = 0,24 E \cdot J \cdot T.$$

$$100000 = 0,24 \cdot 120 \cdot J \cdot (60 \cdot 10) \text{ a z tego}$$

$$J = 100000 / 0,24 \cdot 120 \cdot 600 = 5,7 \text{ amperów.}$$

Opór grzejnika znajdziemy ze wzoru 3:

$$J \cdot R = E$$

$$5,7 \cdot R = 120, \text{ a stąd } R = 120 / 5,7 = 21,05 \text{ omów.}$$

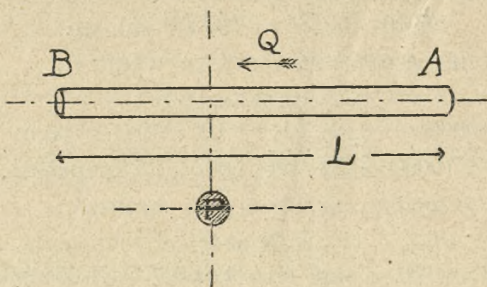
Posługując się powyższymi wzorami, według powyższych przykładów, możemy obliczyć: opór grzejnika, napięcie i natężenie prądu potrzebne dla grzejnika, ilość wydzielonego ciepła i t. d.

KONSTRUKCJA GRZEJNIKÓW ELEKTRYCZNYCH.

Zbudowanie grzejnika elektrycznego nie jest takie łatwe, jakby się to mogło na pierwszy rzut oka wydawać; o ile bowiem zjawisko wydzielania ciepła przez prąd elektryczny jest proste, o tyle zastosowanie jego w praktyce napotyka na dość znaczne trudności. Nie wystarczy obliczyć tylko wielkość oporu, lecz trzeba także rozważyć dokładnie z ja-

kiego materiału ten opór sporządzimy, oraz w jakim środowisku go umieścimy.

Przedewszystkiem, ani opornik (opór), ani środowisko, nie może być sporządzone z materiałów ulegających łatwo spaleniu (utlenieniu); następnie temperatura topnienia opornika i środowiska musi być dostatecznie wysoka, oraz współczynniki rozszerzalności cieplnej dla wszystkich materiałów, z jakich jest grzejnik sporządzony, powinny być możliwie jednakie. Powyższe trzy kardynalne warunki są konieczne ze względu na trwałość grzejnika. Grzejnik bowiem, który rozgrzewa się do dość



Rys. 5.

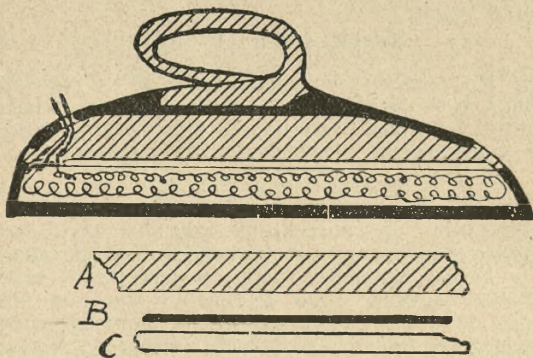
znacznej temperatury, nie może się ani spalić, ani stopić, ani wreszcie pękać; co by nastąpiło gdyby np. środek grzejnika pod wpływem temperatury przybrał większą objętość, mając większy współczynnik rozszerzalności, niż otoczenie.

Przy wyborze materiału i konstruowaniu grzejnika uwzględnia się również wydajność. Jak największą ilość ciepła wydzielonego przez prąd elektryczny powinien grzejnik dostarczyć temu ciału, które ma ogrzać; nie może więc zbyt wielką ilość ciepła, poświęcić dla ogrzania samego siebie, ani też utracić na ogrzanie otoczenia.

Pierwszemu zapobiegamy przez wybór materia-

łów, które są dobrymi przewodnikami ciepła¹⁾, oraz które posiadają małe ciepło właściwe²⁾; drugiemu przez odpowiednią konstrukcję (kształt grzejnika). Wydajność grzejnika jest też tem większa im mniejsza jest jego masa i im bliżej ciała ogrzewanego jest umieszczony opornik.

Przy wyborze materiału na opornik należy także uwzględnić współczynnik cieplny oporu przewodni-



Rys. 6. Przekrój elektryczn. żelazka do prasowania z uwidocznionem rozmieszczeniem dobrych i złych przewodników ciepła. A zły przewodnik ciepła; B i C dobre przewodniki ciepła.

ka. Wiemy bowiem, że opór elektryczny przewodnika zależy od temperatury (bliżej o tem patrz Samouczek „Oporniki elektryczne“ Nr. 51).

Zależność tą określamy współczynnikiem cieplnym oporu, który oznacza zmianę oporu 1 oma, przy zmianie temperatury o 1°C . Opór metali zwiększa się, zaś opór węgla i cieczy zmniejsza się ze wzrostem temperatury; dla metali więc współczynnik jest dodatni dla węgla i cieczy ujemny.

Jak już powyżej zaznaczyliśmy wzór 2):

¹⁾ Przewodnictwo cieplne mierzy się ilością ciepła (w kal. gr.) przechodzącą w czasie 1 sek. przez 1 cm^2 przy spadzie temperatury o 1°C na 1 cm . — ²⁾ Ciepło właściwe jest to ciepło potrzebne do ogrzania 1 gr. jakiegoś ciała o 1°C . Mierzymy je w kal. gr.

$$C = 0,24 \cdot J^2 \cdot R \cdot T$$

przy stałym napięciu E , jest wtenczas tylko dokładny, gdy opór materiału z którego jest opornik sporządzony jest niezależny od temperatury. Takim jest manganin lub nikielin, których współczynniki cieplne oporu (patrz tablice) są nadzwyczaj małe, tak że można je przy rachunku pominąć.

Opór przewodnika w temperaturze T obliczamy według wzoru

$$R_t = R_0 + R_0 \delta \cdot (T - T_0) \quad . \quad . \quad . \quad 10$$

gdzie K_0 oznacza w temperaturze 15°C (według Tablic), δ = współczynnik cieplny oporu (według Tablic), T_0 temperaturę 15°C . Dla cieczy i węgla, gdy δ jest ujemne przybierze wzór 10) postać:

$$R_t = R_0 - R_0 \delta \cdot (T - T_0) \quad . \quad . \quad . \quad 11$$

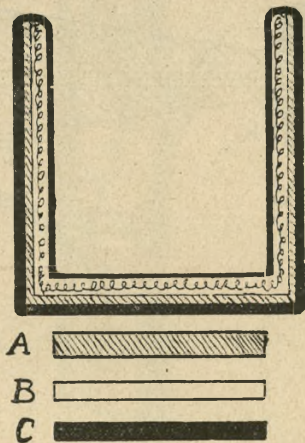
Gdybyśmy na sporządzenie opornika użyli przewodnika o znacznym współczynniku cieplnym oporu, to w każdej następnej chwili, po włączeniu prądu o stałym napięciu, prąd wydzieliłby mniejszą ilość ciepła, niż w chwili poprzedniej. W pierwszej chwili po włączeniu prądu, o natężeniu J amperów, w przewodnik o oporze R omów, wydzieli prąd pewną ilość ciepła C_1 . Przewodnik metalowy się ogrzeje opór jego wzrośnie do R_1 ponieważ zaś napięcie E jest stałe, a opór uległ zmianie, mianowicie wzrósł to aby równość: $E = J \cdot R$ była zachowana musi się natężenie J_2 zmniejszyć. Natężenie prądu jest odwrotnie proporcjonalne do oporu. Jeżeli więc natężenie prądu z powodu zwiększenia oporu spadnie, to jak widzimy ze wzoru 4-tego

$$C_2 = 0,24 \cdot E \cdot J_2 \cdot T$$

przy stałym napięciu E w równej chwili T , otrzymamy mniejszą ilość ciepła, aniżeli w chwili poprzedniej, gdy natężenie było większe a opór mniejszy. Więc $C_1 > C_2 > C_3 > C_4$ i t. d. Z każdą więc następną chwilą wydziela prąd mniejszą ilość ciepła. Aby tego uniknąć używamy przewodników, które posiadają bardzo mały współczynnik cieplny oporu.

Teraz rozpatrzmy jak powyższe warunki spełniły grzejniki rozmaitych konstrukcji.

Pierwszy grzejnik z wystawy wiedeńskiej posiadał opornik sporządzony z drutu platynowego, przytwierdzonego do porcelanowego trzonka. Grzejnik prymitywny, typu pierwszego, narażony na uszkodzenia, nie mógł być użyty do ogrzewania cieczy, które są przewodnikami elektryczności. Nie znalazł też praktycznego zastosowania.

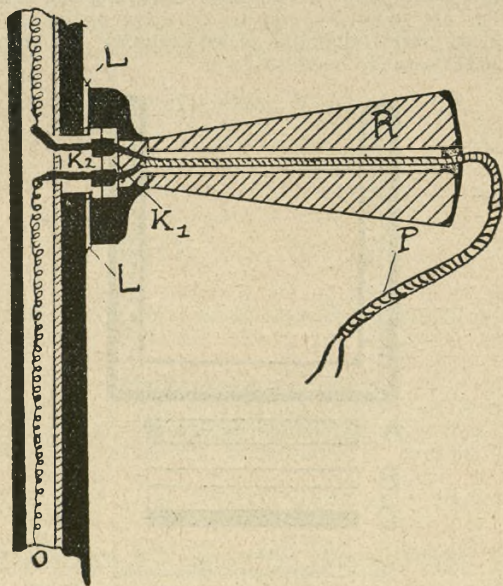


Rys. 7. Przekrój garnuszka elektrycznego. A zły przewodnik ciepła; B i C dobre przewodniki ciepła.

Następne grzejniki skonstruowane we firmach: Otto Schulze, A. E. G., Schindler—Jenny, Paul Stotz & Co, posiadały opornik sporządzony również z platyny. Różnią się one tylko sposobem i materiałem izolacji, umocowaniem do szkieletu grzejnika i zapobiegnięciem rozszerzaniu się opornika. Schindler—Jenny i Paul Stotz izoluje drut platynowy nićmi azbestowymi, następnie go skręca i tak sporządzony opornik, umieszcza w specjalnej ogniotrwałej masie, wyrabianej w formie płyt, rur, krąż-

ków i t. p. Całość otaczano płaszczem metalowym, który ściskano mocno śrubami dla lepszej spoistości wewnętrznej, a tem samem dla lepszego przewodnictwa cieplnego.

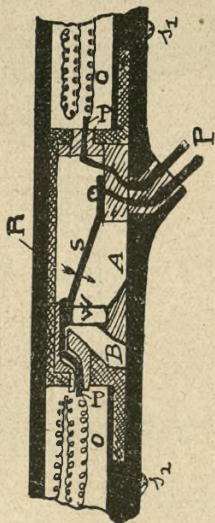
W r. 1893 otrzymały powyższe grzejniki na wystawie w Chicago pierwszą nagrodę. Helberger izo-



Rys. 8. Zabezpieczenie przed zbyt wysoką temperaturą grzejnika.
K₁ i K₂ kontakty; R rączka; P przewód; L metal łatwo topliwy.

luje drut platynowy nanizanemi nań perłami, następnie łączy je specjalnym kitem i umieszcza również w masie ogniotrwalej, t. zw. Chamottenmasse. Firma „Elektra“ pierwsza oblewa grzejniki metalem, który utworzywszy płaszcz, stygnąc ściska wewnątrz. W ten sposób uzyskuje się większą spoistość grzejnika, lepsze przewodnictwo cieplne, oraz większą odporność na wstrząśnienia.

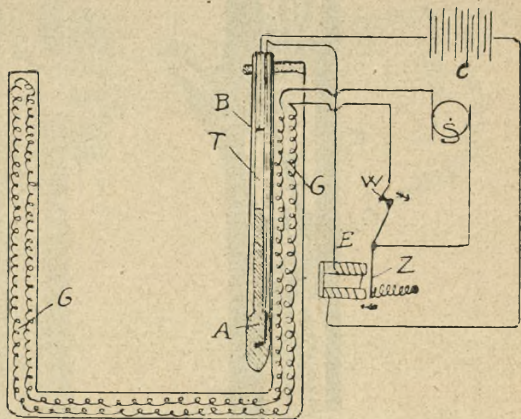
Firma Crompton w Londynie używa do izolacji ogniotrwałej emalii. Płytę żelazną A, (rys. 4) powleka trudno topliwą emalią B, na to nakłada łatwiej topliwą emalię C, następnie w taką wtopiony opornik D i znów warstwy C i B; to wszystko ogrzewa



Rys. 9. Zabezpieczenie sprężynowe przed zbyt wysoką temperaturą grzejnika. A, B otwory do wkładania i usuwania wałka W; O opornik; P przewody; R powierzchnia grzejąca; S sprężyna; s₁, s₂ śruby przytrzymujące nakrywkę otworów A i B; W wałek z metalu łatwo topliwego.

do wysokiej temperatury i stapia w jedną całość, której forma zależy od formy grzejnika. Wszystkie rodzaje emalii muszą mieć dokładnie równy współczynnik rozszerzalności, co trudno uzyskać, tak, że grzejniki te wkrótce się psują, w emalii robią się szczeliny, które się z czasem powiększają, emalia pruszy się, odpada i grzejnik jest nie do użytku. Grzejniki te są jednak tak skonstruowane, że t. zw.

ogrzewacz (pornik w emalii) jest sporządzony w formie wkładu tak, że go można w razie zepsucia łatwo wymienić. Zupełnie inną drogą w konstrukcji poszła firma „Prometheus“, która opornik sporządza z paszków (wstążek) szlachetnych metali (jak złota, platyny) otrzymanych sposobem chemicznych, wtopionych w szkło specjalnego rodzaju, lub osadzonych na płytce z łyszczyku. Grubość tych paszków jest nadzwyczaj mała, dochodzi do $\frac{1}{40000}$ milimetra. Tak

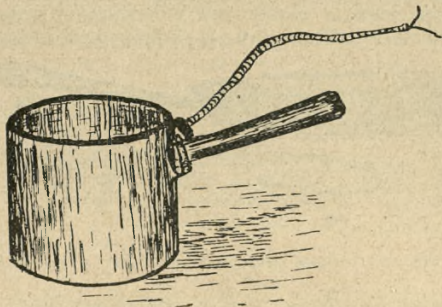


Rys. 10. Schemat termometru regulującego. T termometr; G grzejnik; A i B kontakty w termometrze; C źródło prądu; E elektromagnes; Z zwora elektromagnesu; W wyłącznik; S źródło prądu zasilającego grzejnik.

na przykład ogrzewacz do żelazka do prasowania firmy Prometheus, składa się: z wstążki platynowej długości 240 mm, szerokości 20 mm, o przekroju poprzecznym $\frac{1}{2000}$ mm². Opór tej wstążki wynosi 33 omy. (Grzejnik pracuje pod napięciem 110 woltów, natężeniem 3,3 ampera).

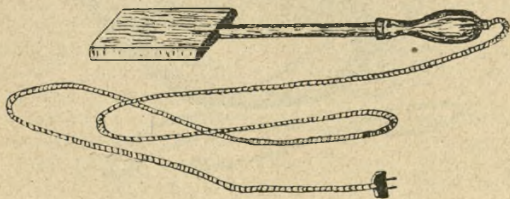
Wstążka ta jest osadzona na płytce łyszczykowej (z miki) wymiarów 130 × 50 × 0,08 mm. Widzimy więc, że cały ogrzewacz posiada masę bardzo małą co sprzyja znacznej wydajności grzejnika.

Z powodu wysokiej ceny szlachetnych metali, starano się zastąpić je metalami nieszlachetnymi, któreby jednak posiadały te same zalety co szlachetne.



Rys. 11. Garnuszek elektryczny. (Grzejnik typu 2-giego.)

Dziś używa się rozmaitych metali i stopów dogodnych dla konstrukcji grzejników, jak np. nikielino-srebrny i t. p. Ażeby zabezpieczyć je przed

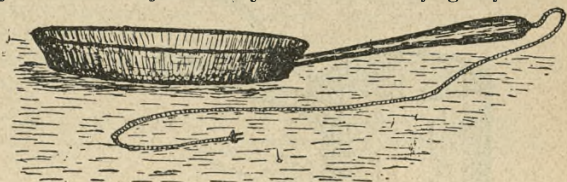


Rys. 12. Grzejnik elektryczny, t. zw. „łopatka” do ogrzewania płynów.
(Typ 1-szy.)

utlenianiem powleka się je warstwą jakiegoś szlachetnego metalu. Wytrzymałość grzejników, których opornik nie jest sporządzony ze szlachetnych metali jest mniejsza, ale za to i koszt mniejszy.

Inni konstruktorzy usiłowali użyć opornika, sporządzonego nie z metalu lecz rozmaitych mieszanin, których głównym składnikiem był węgiel przewa-

źnie w postaci koksu lub grafitu. Bachman we Wiedniu używał masy sporządzonej z grafitu, koolinu i jakiegokolwiek sproszkowanego metalu szlachetnego. Masę jeszcze plastyczną wciskano do form, których kształt był zależny od konstrukcji grzejnika.



Rys. 13. Grzejnik elektryczny „patelnia”. (Typ 2-gi.)

Dzisiaj weszła w użycie olbrzymia ilość grzejników najrozmaitszych konstrukcji, przeważają jednak grzejniki z opornikiem metalowym umieszczonym w izolującym ośrodku.



Rys. 14. Imbryk (czajnik) elektryczny. (Typ 2-gi.)

Powyżej zaznaczyliśmy, że wydajność grzejnika zależy: od przewodnictwa ciepła, jakoteż ciepła właściwego materiału, z jakich jest grzejnik sporządzony.

Wiemy z doświadczenia, że jeżeli zetkniemy dwa ciała, o różnej temperaturze (lub wytworzymy różnicę temperatur w dwóch punktach jakiegoś ciała), to temperatury tych ciał (tych punktów) dążą do wy-

równania, kosztem temperatury wyższej. Zjawisko to nazywamy przewodzeniem ciepła. Większa lub mniejsza zdolność przewodzenia ciepła jest własnością danego ciała.

Jeżeli rozgrzemy metalowy pręt (rys. 5) przy końcu A, to w przecie powstanie prąd ciepła w kierunku AB, który z czasem wyrówna temperaturę obydwóch końców. Mówimy wtedy, że pręt AB przewodzi ciepło z A do B. Ilość ciepła Q przewodzonego przez pręt AB, w czasie T, zależy od różnicy ($T_1 - T_2$) temperatur końców jego, przekroju P, długości L pręta oraz współczynnika C, zależnego do materiału z jakiego ten pręt jest sporządzony. Wyrażamy to wzorem:

$$Q = C \frac{T_1 - T_2}{L} \cdot P \cdot T \dots\dots\dots 12$$

Współczynnik C nazywamy przewodnictwem właściwym (Patrz Tablice).

Konstruując grzejnik musimy zważać na to, aby opornik był połączony z ciałem, które mamy grzać, dobrym przewodnikiem ciepła, oraz aby ze wszystkich innych stron był otoczony ziemi przewodnikami ciepła, w ten sposób bowiem zapobiegamy zbyt szybkiej utracie ciepła. Rysunki c i 7 przedstawiają przekrój grzejników, gdzie zaznaczony jest rozkład dobrych i złych przewodników ciepła.

Wydajność grzejnika jest również tem większą im mniejszą posiada masę ogrzewacz i ośrodek przewodzący ciepło, do ciała, które chcemy ogrzać; oraz im mniejsze jest ciepło właściwe materiałom, z których grzejniki sporządzono.

Ciepło właściwe, jak wiemy; wyraża tą ilość ciepła, którą potrzebujemy do ogrzania jednego grama masy ciała, o jeden stopień Celsjusza. Im mniejszą zatem masę posiada jakieś ciało tem mniej ciepła potrzeba do opdyższenia temperatury tego ciała.

Wyrażamy to wzorem:

$$Q = M S (T - T_0) \dots\dots\dots 13$$

gdzie Q — oznacza ilość ciepła w gr. kal.; M —

masę w gr.; S — ciepło właściwe, T_0 — temperaturę początkową, T — końcową w skali Celsiusza.

Przykład 5.

Obliczyć ilość ciepła jaką powinien wydzielić prąd elektryczny załączony do grzejnika typu 1-szego, aby tenże zagotował 0,5 litra wody. Masa grzejnika wynosi 50 gr., średnie ciepło właściwe 0,05 cal./gr.

Ciepło potrzebne do zagotowania 0,5 litra wody o początkowej temperaturze 15°C wynosi:

$$500 \cdot 85 = 42\,500 \text{ kal. gr.}$$

Ponieważ temperatura grzejnika musi w chwili zagotowania wody wynosić również 100°C , więc ciepło potrzebne do ogrzania do tej temperatury grzejnika, znajdziemy ze wzoru 13-tego:

$$Q = MC(T - T_0)$$

podstawiając wartości otrzymamy:

$$Q = 50 \cdot 0,05 (100 - 15) = 212,5 \text{ kal. gr.}$$

Czyli ilość ciepła potrzebna do ogrzania grzejnika i wody do 100°C wyniesie:

$$42500 + 212,5 = 42712,5 \text{ kal. gr.}$$

Uwzględniając utratę ciepła podczas ogrzewania wody, otrzymamy ilość ciepła, jaką powinien wydzielić prąd elektryczny wynoszącą 42800 kal. gr.

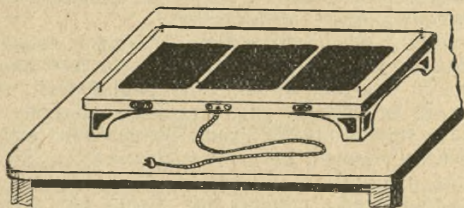
Wydajność grzejnika wyniesie: $42500/42800 = 0,9929$, czyli 99,29%, a więc blisko 100% jak powyżej podano dla grzejników typu pierwszego.

Na wydzielenie 42800 kal. gr. potrzeba energii elektrycznej $42800/0,24 = 178333$ watosekund = 0,047 kilowatgodzin.

Jeżeli do grzejnika załączymy prąd elektryczny, to musimy się postarać, aby odływ wydzielonego ciepła był dostatecznie szybki, w przeciwnym bowiem razie, grzejnik wkrótce osiągnie szkodliwie wysoką temperaturę. Dlatego też przed załączeniem prądu do grzejnika, np. do garnuszka, umieszczamy w nim ciało, które mamy ogrzać. Czasem jednak

może się zdarzyć, że czyto przez zapomnienie, czy też z innych powodów załączono prąd do grzejnika nie postarawszy się uprzednio o należyty odpływ wydzielonego ciepła. Grzejnik się psuje. Ten wypadek musi konstruktor przewidzieć i zaopatrzyć grzejnik odpowiednim zabezpieczeniem.

Takim zabezpieczeniem jest bezpiecznik cieplny konstruowany w rozmaitej formie. Rys. 8 i 9 przedstawia dwa rodzaju takich bezpieczników. Właściwym bezpiecznikiem jest łatwo topliwy metal, którego temperatura topnienia jest wyższą od temperatury w jakiej grzejnik normalnie pracuje, a niższą od temperatury szkodliwej dla grzejnika.



Rys. 15. Kuchenka elektryczna. (Typ 3-ci.)

Gdy grzejnik rozgrzeje się do temperatury topnienia tego metalu, to dopływ prądu się przerywa. Rys. 8-my przedstawia grzejnik, w którym przewód elektryczny zakończony kontaktem K_1 , jest przylutowany metalem łatwo topliwym L, do kontaktu K_2 . Z chwilą gdy grzejnik osiągnie temperaturę w której metal L się topi, kontakty K_1 i K_2 się rozlutowują, K_1 odpada przez działanie własnego ciężaru, dopływ prądu się przerywa.

Na rysunku 9-tym uwidoczniiony jest bezpiecznik innego rodzaju. Działanie jego następujące: Wałek W z metalu łatwotopliwego odchyła sprężynę S, która zamyka obwód prądu. Z chwilą gdy wałek W się stopi, sprężyna od kontaktu się odchyła i obwód prądu się przerywa.

Ponowne użycie grzejnika, z rys. 8, następuje po ponownym przylutowaniu kontaktu K_1 do K_2 ; grzej-



nika z rys. 9 po wymianie stopionego wałka W nowym, co uskuteczniamy przez otwór A.

Innym rodzajem zabezpieczenia służącym również do utrzymywania grzejnika w stałej temperaturze, jest t. zw. termometr regulujący. Schemat takiego termometru przedstawia rys. 10.

Jest to zwykły termometr rtęciowy umieszczony w grzejniku, w którym w miejscach A i B, wtopiono dwa druciki platynowe, z których pierwszy umieszczony w A, styka się stale z rtęcią, drugi w B, tylko wtedy gdy rtęć termometru, pod wpływem temperatury, do tego miejsca skali się podniesie. Druciki w A i B, są włączone w obwód prądu, zawierający źródło C (bateria, akumulatory itp.) i elektromagnes E wyłącznika.

Z chwilą gdy temperatura grzejnika osiągnie tą wartość, w jakiej w skali termometru jest wtopiony drucik B, np. 100°C , to rtęć podniósłszy się do punktu B (z chwilą gdy grzejnik osiągnie temp. 100°C), zamyka obwód prądu co powoduje wzbudzenie elektromagnesu, który przyciągnawszy zbroję Z, wyłącza grzejnik z głównego obwodu prądu. Po wyłączeniu prądu grzejnik już ciepła nie wydziela; gdy zaś jego temperatura spadnie poniżej 100°C , to obwód C A B E C się przerywa, a główny obwód S G S się zamyka, tak, że grzejnik znów ciepło wydziela, tak długo, aż osiągnie znowu temperaturę 100°C . W ten sposób przez regulowanie dopływu prądu, utrzymuje się temperatura w stałej wysokości 100°C .

Rysunki od 11 do 15-tego przedstawiają rozmaite grzejniki, które w praktyce znalazły największe zastosowanie.

Rozmiar niniejszej książeczki nie pozwala się nam zająć dokładniej grzejnikami, uczynimy to w jednych z następnych tomików „Samouczka“ pod tyt.: „Elektryczna kolba do lutowania“ oraz „Elektryczny grzejnik do ogrzewania płynów“.

TABLICE.

Tablica I.

Opór elektryczny.

R = opór 1 m drutu o przekroju 1 mm² w temp. 15° C;

α = współczynnik cieplny oporu.

Materiał	R	α	Materiał	R	α
Argentum (nowe srebro)	0,2—0,3	0,00036	Mosiądz	0,0013	0,07
Cyna	0,142	0,00365	Nikielin	0,3—0,5	0,00028
Cynk	0,059	0,00365	Nikiel	0,7306	0,0036
Glin	0,0287—0,03	0,00388	Ołów	0,2076	0,00387
Konstantan	0,489	0,00001	Platyna	0,0937	0,000243
Manganin	0,43	0,000015	Rtęć	0,95	0,000907
Miedź			Srebro	0,0159	0,00377
chem. czysta	0,0172	0,00445	Stal	0,1843	0,0026
Miedź			Złoto	0,02	0,0035
przewodowa	0,0175	0,004	Żelazo	0,1324	0,0048

Konstanton = 60 części miedzi + 40 części niklu.

Manganin = 84 części miedzi + 12 części manganu
+ 4 części niklu.

TABLICA II.

Stałe termiczne.

α = średni współczynnik rozszerzalności linowej
w granicach 0°—100° C.

c = przewodnictwo właściwe cieplne.

t = temperatura topnienia.

s = ciepło właściwe.

W tablicy spólczynnik d pomnożono przez 10⁹
(10,000.000) dla uniknięcia wypisywania wielu zer.

Materiał	Rozszerzal- ność $\alpha \cdot 10^6$	Przewodnictwo ϵ	Ciepło właściwe		Topnienie	
			w tempera- raturze $^{\circ}$	s	tempera- tura t°	ciepło utajone
Cyna	$\sim$ 23	0,15	15—100	0,056	232	14
Cynk	$\sim$ 29	0,26	„	0,094	418	28
Drzewo jodłowe	4	0,0001—0,0003	—	—	—	—
„ dębowe	5	$\sim$ 0,00059	—	—	—	—
Ebonit	77—84	$\sim$ 0,00037	20—100	0,40	—	—
Glin	23	0,48	„	0,217	657	80
Grafit	8	—	11	0,16	—	—
Miedź	16	1	15—100	0,093	1083	—
Mosiądz	17,9—18,8	$\sim$ 0,29	„	$\sim$ 0,09	$\sim$ 900	—
Nikiel	12,5	0,14	„	0,109	1452	—
Nowe srebro	18	0,10	„	0,095	—	—
Ołów	29	0,08	„	0,031	327	5,6
Platyna	8,8	0,19	„	0,0317 + $t \cdot 10^{-6}$	$\sim$ 1750	27,2
Porcelana	2,5—3	$\sim$ 0,0025	15—953	0,26	960	25
Srebro	18,6	0,96	0—100	0,056	$\sim$ 1375	—
Stal miękka	10,5—11	0,10	—	—	$\sim$ 1400	—
„ twarda	11,7	—	—	—	800—1400	—
Szkło	7,9	$\sim$ 0,002	20—100	0,19	1505	—
Szkło flint	—	$\sim$ 0,0014	—	0,13	—	—
Żelazo	11,4	0,20	20—100	0,115	1505	—
„ lane	8,5—9,8	—	—	—	$\sim$ 1200	—
Złoto	14	0,75	0—900	0,034	1066	—
Gliceryna	48,5	—	15—50	$\sim$ 0,58	— 20	42,5
Oliwa	79,8	—	0—75	0,31	+ 28 + 6	—
Rtęć	18,2	—	0	0,0335	— 38,7	2,8
Powietrze suche	—	—	20—440	0,237	—	—

Znak $\sim$ oznacza wartość przybliżoną.

Dla ciał stałych d oznacza rozszerzalność linjowa, zaś dla cieczy rozszerzalność objętościową. Rozszerzalność objętościowa ciał stałych wynosi 3α .

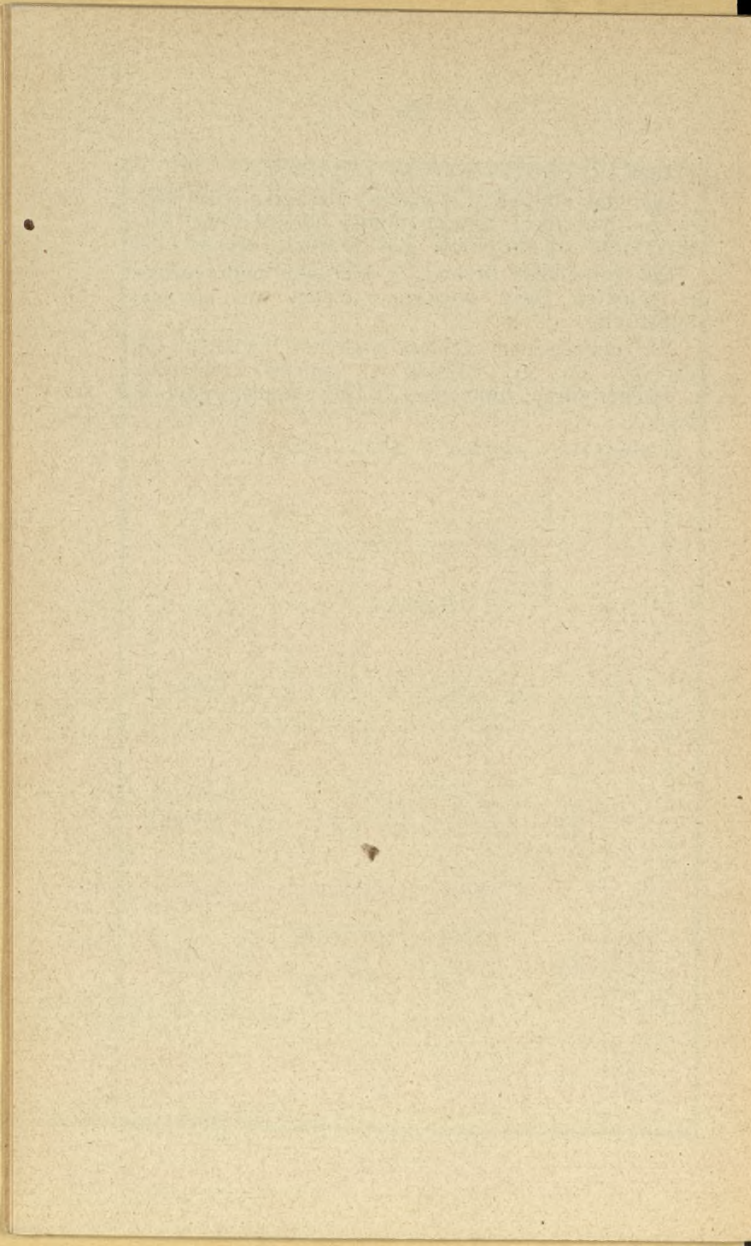
Rozszerzalność drzewa w kierunku poprzecznym do włókien, jest większa, aniżeli w kierunku podłużnym.

W rubryce pod ciepłem utajonem podaliśmy ile potrzeba kal. gr. udzielić 1 gramowi materiału, w temperaturze topnienia T , aby zamienił się na ciecz.

Temperatura podana w skali Celsiusza.

Koniec.





KON

C 034072 T Koup

SCHNETZER-SZYDELSKI.

MŁODY KONSTRUKTOR MASZYN

obejmuje zasady budowy maszyn i modeli i podaje praktyczne wskazówki do sporządzania własnymi środkami samych maszyn. Dzieło to, jedyne polskie w swoim rodzaju, służy jako podręcznik nie tylko dla starszej młodzieży, lecz niemniej dla nauczyciela, rękodzielnika i szerszego ogółu, gdyż — jak widać z umieszczonego poniżej spisu — każdy znajdzie w „Konstruktorze“ użyteczne dla siebie wskazówki.

SPIS RZECZY:

Wstęp. — I. Części maszyn. — II. Przyrządy do przenoszenia pracy. — III. Opór mechaniczny, równoważnik cieplny, sprawność. — IV. Narzędzia i ich użycie. — V. Praca: a) Uwagi ogólne. b) Energia wiatru. c) Energia płynącej wody. d) Ciepło. — VI. Koła wodne. — VII. Wiatrak. — VIII. Maszyna parowa. — IX. Energia elektryczna. — X. Pompy wodne. — XI. Obrabiarki. — XII. Obrabiarki, które sami możemy wykonać: Tokarka. Wiertarka. Tłocznia do dziur z napędem ręcznym. Nożyce drążkowe. Obrabiarki do drzewa. — XIII. Obróbka cieplna. Odlewanie metali. — XIV. Obróbka kamieni i ziemi. — XV. Różne maszyny i aparaty: Silnik spalinyowy. Samochód, zbudowany we własnym zakresie. Budowa łodzi motorowej. Budowa pompy odśrodkowej (wirowej). Budowa sprężarki (kompresora). Budowa gazowego pieca żarowego. Budowa silników ciężarowych. Budowa wagi. — Dodatek: Miary i wagi rozmaitych państw. System metryczny. Ciężar gatunkowy i inne własności niektórych ciał. Wzory do obliczenia powierzchni i obwodu kół. Pomiar temperatury. — Ogólne uwagi.

Dzieło obejmuje 320 stron z 370 rysunkami w tekście.

Cena egzemplarza oprawnego w półpłótno 7 zł.