

SKALA BEZWZGLĘDNA TEMPERATUR.

Przez Stanisława Patschke.

(Dokończenie do str. 251 w № 20).

5) Wyznaczenie czynnika całkującego. Przypuśćmy, że silnik termiczny wykonywa obieg zamknięty $ABCD$ (rys. 2).

Dla zmiany stanu AD jest: $S = \text{const}$.

Dla zmiany stanu BC jest: $S + dS = \text{const}$.

Z równania 2: $dQ = \frac{1}{J} \lambda dS$ wynika, że przy $S = \text{const}$ jest $dS = 0$, czyli $dQ = 0$ i taka zmiana stanu jest zmianą adiabaticzną.

Zmiany stanu AB i CD niech będą izotermiczne.

Przypuśćmy, że w punkcie A adiabaty $S = \text{const}$ wartość funkcji λ będzie λ_1 , w punkcie zaś D te same adiabaty wartość λ będzie λ_2 .

Dla zmiany stanu AB będzie:

$$dQ_1 = \lambda_1 dS,$$

a dla zmiany stanu DC

$$dQ_2 = \lambda_2 dS.$$

Wartość dS jest dla obu zmian stanu

AB i DC jednakowa, ponieważ obie zmiany stanu odbywają się pomiędzy adiabatami $S = \text{const}$ i $S + dS = \text{const}$.

Dzieląc obydwie ostatnie równania jedno przez drugie, otrzymamy:

$$\frac{dQ_1}{dQ_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \dots \dots \dots (14).$$

Wydajność silnika termicznego, jak to wynika z twierdzenia CARNOT'A, zależy tylko od temperatury źródeł, więc stosunek ilości ciepła pobranej przez ciało czynne ze źródła o temperaturze wyższej do ilości ciepła oddanej źródłu o temperaturze niższej czyli $\frac{Q_1}{Q_2}$ albo $\frac{dQ_1}{dQ_2}$, a co z tego wynika i $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ jest funkcją tylko temperatur źródeł.

Jeżeli temperatury źródeł oznaczymy przez t_1 i t_2 , to stosunki:

$$\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2} \quad \text{oraz} \quad \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{t_1 - t_2}$$

są także funkcjami tylko temperatur źródeł.

Przypuśćmy że zmiana stanu AB zbliża się do zmiany stanu CD tak, iż będzie $t_1 = t + dt$, a $t_2 = t$, wtedy:

$$\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{t_1 - t_2} \quad \text{będzie się} = \left[\frac{\partial \lambda}{\partial t} \right]_{S \text{ const}}$$

a $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2}$ dla takiej nieskończenie małej przemiany kołowej przyjmie wartość

$$\frac{\frac{\partial \lambda}{\partial t}}{\lambda} = \frac{\partial \log \lambda}{\partial t}$$

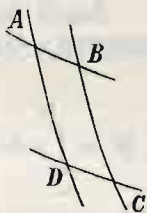
Ponieważ wyraz $\frac{\partial (\log \lambda)}{\partial t}$ jest funkcją tylko temperatur źródeł, więc możemy napisać:

$$\frac{\partial (\log \lambda)}{\partial t} = \psi(t).$$

Całkując to równanie, otrzymamy:

$$\log \lambda = \int \psi(t) dt + \log \varphi(S),$$

gdzie za stałą dowolną całkowania przyjęliśmy pewną funkcję drugiej zmiennej S .



Rys. 2.

Ostatnie równanie możemy przekształcić:

$$\lambda = \varphi(S) e^{\int \psi(t) dt},$$

kładąc otrzymamy

$$e^{\int \psi(t) dt} = f(t),$$

$$\lambda = f(t) \cdot \varphi(S).$$

Czyli funkcja λ jest dla wszystkich ciał iloczynem funkcji temperatury przez funkcję entropii.

Ponieważ $\varphi(S)$ jest stałą dowolną, wprowadzoną w równanie przy całkowaniu, więc możemy nadać jej także wartość:

$$\varphi(S) = 1$$

i wtedy:

$$\lambda = f(t).$$

Z pomiędzy wszystkich wartości czynnika całkującego jest wartość jedna, która jest funkcją tylko temperatury.

Zauważmy, że przy $t = \text{const}$ i $\lambda = f(t) = \text{const}$, czyli dla zmiany stanu izotermicznej $\lambda = \text{const}$.

6) Skala bezwzględna temperatur. Ponieważ istnieje wartość λ , która jest funkcją tylko temperatur ciała

$$\lambda = f(t),$$

to każdej wartości temperatury t odpowiada pewna wartość λ . Przypuśćmy że:

$$\text{temperaturze } t_1 \text{ odpowiada } \lambda_1 = f(t_1) = T_1,$$

$$\text{temperaturze } t_2 \text{ odpowiada } \lambda_2 = f(t_2) = T_2,$$

i wogóle temperaturze t odpowiada $\lambda = f(t) = T$, czyli $f(t)$ jest pewną nową skalą temperatur, którą nazywamy skalą bezwzględną albo skalą termodynamiczną.

Dla zmiany stanu izotermicznej równanie (2) daje się zcałkować, a mianowicie przy $\lambda = T = \text{const}$ będzie

$$\int_{s_2}^{s_1} \frac{dQ}{T} = \int_{s_2}^{s_1} \frac{1}{J} dS.$$

$$\frac{Q_1 - Q_2}{T} = \frac{1}{J} (S_1 - S_2),$$

Dla obiegu zamkniętego CARNOT'A, odbywającego się z dwoma źródłami o temperaturach stałych T_1 i T_2 będzie

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} = \frac{1}{J} (S_1 - S_2),$$

skąd

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \dots \dots \dots (15).$$

Czyli ilości ciepła, które ciało czynne w obiegu zamkniętym Carnot'a pobiera od źródeł lub oddaje im są proporcjonalne do temperatur podług skali bezwzględnej.

Opierając się zatem na twierdzeniu CARNOT'A, możemy wyznaczyć stosunek dwóch temperatur, niezależnie od własności fizycznych ciała, użytego za ciało czynne w silniku termicznym odwracalnym, ponieważ stosunek $\frac{Q_1}{Q_2}$ od własności fizycznych ciała czynnego nie zależy.

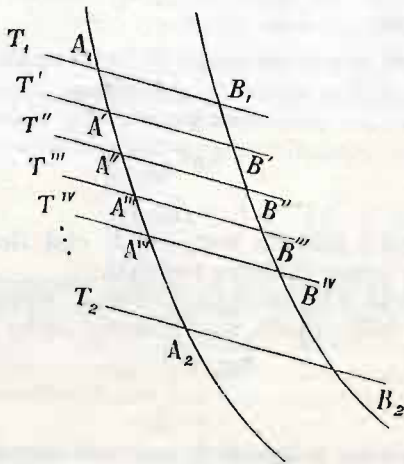
Trudności praktyczne połączone z pomiarem temperatur podług tej metody nie są pokonane, lecz porównanie skali bezwzględnej ze skalą zwykłą może być uskutecznione inną drogą.

Równanie (15) można także napisać w postaci:

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \dots \dots \dots (16).$$

Z równania (16) widać, że im niższa jest temperatura T_2 , to jest im niższa jest temperatura chłodnicy, tem stosunek ilości ciepła przetworzonej przez silnik w pracę do ilości ciepła pobranej ze źródła jest wyższy. Ponieważ silnik termiczny nie może wytworzyć z ciepła więcej pracy niż daje mechaniczny równoważnik ciepła, więc gdybyśmy założyli, że silnik prze-

tworząca w pracę całą ilość ciepła, byłoby $Q_2=0$ czyli $\frac{Q_1}{Q_2} = 1$ i $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$ musiałyby być również $= 1$, co może być tylko przy $T_2 = 0$. Ponieważ wydajność silnika nie może być większa, więc temperatura źródła nie może być niższą, czyli jest to najniższa z temperatur możliwych, t. j. jest zerem bezwzględem.



Rys. 3.

Przypuśćmy, że na rys. 3 krzywa $A_1 B_1$ jest krzywą zmiany stanu izotermicznej, odpowiadającą temperaturze T_1 , a krzywa $A_2 B_2$ krzywą izotermiczną dla temperatury T_2 . Przez punkty A_1 i B_1 przesunięte są adiabaty, odpowiadające stanom A_1 i B_1 .

Różnicę temperatur $T_1 - T_2$ możemy podzielić na dowolną ilość części. Jeżeli różnicę $T_1 - T_2$ podzielimy na n części równych, to z równania (16):

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

albo dzieląc go przez n

$$\frac{(Q_1 - Q_2) \frac{1}{n}}{Q_1} = \frac{(T_1 - T_2) \frac{1}{n}}{T_1}$$

wynika, że różnice temperatur

$$T_1 - T' = \frac{1}{n} (T_1 - T_2); \quad T' - T'' = \frac{1}{n} (T_1 - T_2); \quad T'' - T''' = \frac{1}{n} (T_1 - T_2); \dots$$

wtedy będą równe gdy będą równe pola:

$$A_1 B_1 B' A' = A' B' B'' A'' = A'' B'' B''' A''' = A''' B''' B^{IV} A^{IV} = \dots$$

Zadanie sprowadza się zatem do wykreślenia szeregu izoterm.

Ponieważ wybór liczby n jest dowolny, czyli wybór miary stopni czyli jednostki jest dowolny, więc temperatury bezwzględne ciała mogą wyrażać się różnymi liczbami, zależnie od wybranej jednostki, lecz wybór jednostki nie zmienia położenia izotermi względem izoterm $A_1 B_1$ i $A_2 B_2$.

Jeżeli temperaturze topienia się lodu pod ciśnieniem atmosfery nadamy wartość 273,7, to, jak to wynika z doświadczeń Joule'a i Thomson'a, skala bezwzględna jest bardzo zbliżona do skali termometru gazowego.

7. Zgodność skali bezwzględnej ze skalą termometru z gazem doskonałym. Rozpatrzmy nieskończenie małe zjawisko CARNOT'A, złożone z izoterm AB i CD , i adiabat BC i AD . Przypuśćmy, że AB (rys. 4) jest izotermą dla temperatury t , a CD izotermą dla temperatury $t - dt$. Przypuśćmy, że temperatura t odpowiada temperaturze bezwzględnej T .

Jeżeli z punktu B przeprowadzimy prostą Bb do prostej Aa' i przedłużymy prostą DC (częstkę krzywej przyjmujemy za prostą) do punktu k , to pole $ABCD$ jest równe $Ak \cdot Bb$, czyli jest równe:

$$\frac{\partial p}{\partial t} \cdot dt \cdot dv \dots \dots \dots (17).$$

Ilość ciepła, którą ciało czynne pobiera ze źródła, przy parametrach v i t równa się

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial v} dv + \frac{\partial Q}{\partial t} dt \dots \dots \dots (18)$$

a w przypadku szczególnym, dla zmiany stanu izotermicznej

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial v} \cdot dv \dots \dots \dots (19).$$

Podług twierdzenia CARNOT'A (równ. 16) będzie zatem:

$$\frac{\text{praca wytworzona}}{\text{ciepło pobrane ze źródła}} = \frac{\frac{\partial p}{\partial t} \cdot dt \cdot dv}{J \cdot \frac{\partial Q}{\partial v} dv} = \frac{dt}{T}$$

skąd: $\frac{\partial Q}{\partial v} = \frac{T}{J} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} \dots \dots \dots (20)$

Z równania (19) wynika po uwzględnieniu równania (20):

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial v} \cdot dv = \frac{T}{J} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} dv,$$

skąd:

$$Q = \int_{v_1}^{v_2} \frac{T}{J} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} \cdot dv = \frac{T}{J} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \int_{v_1}^{v_2} p \cdot dv = \frac{T}{J} \cdot \frac{\partial W}{\partial t} \dots \dots (21)$$

jeżeli przez W oznaczymy pracę wykonaną przez gaz.

Jeżeli weźmiemy gaz doskonały, podlegający prawu MARIOTTE'A-GAY LUSSAC'A, to

$$pv = R(a + t)$$

i $W = \int_{v_1}^{v_2} p \cdot dv = \int_{v_1}^{v_2} R(a + t) \frac{dv}{v} = R(a + t) \log \frac{v_2}{v_1} \dots \dots (22),$

skąd $\frac{\partial W}{\partial t} = R \log \frac{v_2}{v_1} \dots \dots \dots (23).$

Jeżeli teraz równanie (21) zastosujemy do gazów, czyli podstawimy otrzymaną dla $\frac{\partial W}{\partial t}$ wartość z równania (23), to

$$Q = \frac{T}{J} \cdot R \log \frac{v_2}{v_1} \dots \dots \dots (24)$$

i podzieliwszy równanie (22) przez (24), otrzymamy:

$$\frac{W}{Q} = J \cdot \frac{a + t}{T} \dots \dots \dots (25).$$

Z równania tego widzimy, że J wtedy tylko będzie mechanicznym równoważnikiem ciepła, gdy

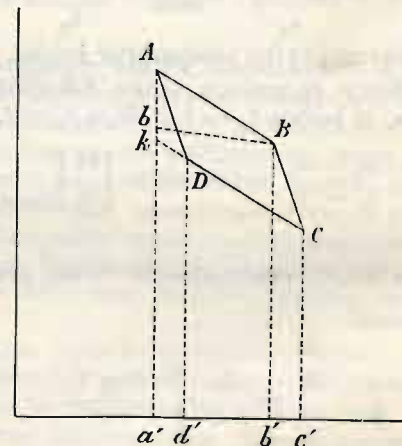
$$\frac{a + t}{T} = 1,$$

czyli gdy:

$$T = a + t.$$

Jeżeli założymy, że temperaturze $t = 0$ odpowiada $T = 273,7$, czyli że $a = 273,7$ wtedy

$$T = 273,7 + t.$$



Rys. 4.

8. Różnice liczbowe pomiędzy skalą bezwzględną a skalą gazową. Różnice liczbowe wyznacza się na podstawie doświadczeń JOULE'A i THOMSON'A.

Wyobraźmy sobie długą rurkę zanurzoną w wodzie o temperaturze stałej (warunkuje to przemianę izotermiczną). W pewnym miejscu rurki umieszczona jest przepona z materiału przepuszczalnego, np. wełny.

Przez rurkę tę zostaje przy pomocy pompy przetłaczane powietrze. Założmy przytem, że cała praca, wykonywana

przez pompę, zużywa się na pokonanie oporów tarcia, które powietrze spotyka przy przejściu przez przeponę, tak iż powietrze po przejściu przez przeponę posiada prędkość bardzo małą. Zakładamy dalej, że ruch jest ciągły, to jest iż w ciągu sekundy wchodzi do rurki i wychodzi ta sama ilość powietrza.

Przypuścimy, że w dowolnym odstępie czasu do rurki wtłoczona zostaje objętość powietrza u o prężności p (rys. 5) i że powietrze to po przejściu przez przeponę zajmie objętość u' o prężności p' .



Rys. 5.

Dla wtłoczenia u objętości powietrza o prężności p pompa musi wykonywać pracę: pu , po przejściu przez przeponę gaz wykona pracę $p'u'$, czyli dla przetłoczenia gazu przez przeponę należy zużyć pracę:

$$pu - p'u'.$$

Praca zewnętrzna, którą powietrze wykonywa przy rozprężaniu się od u do u' równa się:

$$\int_u^{u'} p dv.$$

Ponieważ cała praca wytwarzana przez pompę zużywa się na tarcie, przeto cała praca powyższa może ujawnić się tylko jako równoważna tej pracy ilość ciepła:

$$\frac{1}{J} \left[\int_u^{u'} p dv + pu - p'u' \right] \dots (26).$$

Gaz rozszerza się w rurce izotermicznie, a przy rozszerzaniu się izotermicznym, gaz pochłania ilość ciepła podług równania (21)

$$\frac{T}{J} \int_u^{u'} \frac{\partial p}{\partial t} dv.$$

Tę ilość ciepła musimy odjąć od wartości (26).

Okazało się, że w powyższym doświadczeniu następuje zawsze pewne oziębienie gazu. Jeżeli oziębienie to oznaczymy przez δ , a przez K oznaczymy ciepłik właściwy całkowitej ilości gazu, który w jednostce czasu przechodzi przez przeponę, to musi być

$$-K\delta = \frac{1}{J} \left[\int_u^{u'} p dv + pu - p'u' \right] - \frac{T}{J} \int_u^{u'} \frac{\partial p}{\partial t} dv,$$

lub po uwzględnieniu równań (21) i (22):

$$-K\delta = \frac{1}{J} \left[W + pu - p'u' \right] - \frac{T}{J} \frac{\partial W}{\partial t} \dots (27).$$

Równanie to wyraża, że ciepło wytworzone przez pracę zewnętrzną nie zupełnie wystarcza, aby pokryć ilość ciepła pochłanianą przez gaz przy rozszerzaniu się.

Dla gazów doskonałych byłoby $\delta=0$, ponieważ energia wewnętrzna gazów doskonałych zależy tylko od temperatury gazu, więc oziębienie się gazu wskutek rozprężania musi się pokryć ciepłem wytworzonym przez tarcie przy przejściu gazów przez rurkę.

Ponieważ podług prawa MARIOTTE'A dla gazów przy rozprężaniu izotermicznym $pu = p'u'$, a nadto: na podstawie równań (23) i (24) będzie:

$$W = R(a+t) \log \frac{v_2}{v_1}$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = R \log \frac{v_2}{v_1},$$

więc równanie (27) dla gazów doskonałych przyjmuje postać

$$0 = \frac{1}{J} \left[R(a+t) \log \frac{v_2}{v_1} \right] - \frac{T}{J} \cdot R \log \frac{v_2}{v_1},$$

skąd $T = a + t$,

co jest zgodne z wynikami otrzymanymi w № 7.

Jeżeli zaś δ nie jest zerem, wtedy równanie (27) możemy napisać w postaci

$$T = \frac{1}{J} \left[W + pu - p'u' \right] + K\delta \frac{\partial W}{\partial t}$$

i przy pomocy wyrazów $pu = R(a+t)$

$$p'u' = R(a+t')$$

można wyznaczyć doświadczalnie jaka wartość skali termodynamicznej odpowiada każdej temperaturze skali gazowej.

JOULE i THOMSON otrzymali następujące wartości dla skali bezwzględnej przy $a = 273,7$:

| $T - 273,7$ | t |
|-------------|--------------|
| 0° | 0° |
| 20 | 20 + 0,0298 |
| 40 | 40 + 0,0403 |
| 60 | 60 + 0,0366 |
| 80 | 80 + 0,0223 |
| 100 | 100 + 0,0 |
| 120 | 120 - 0,0284 |
| 140 | 140 - 0,0615 |
| 160 | 160 - 0,0983 |
| 180 | 180 - 0,1382 |
| 200 | 200 - 0,1796 |
| 220 | 220 - 0,2232 |
| 240 | 240 - 0,2663 |
| 260 | 260 - 0,3141 |
| 280 | 280 - 0,3610 |
| 300 | 300 - 0,4085 |

Różnice liczbowe pomiędzy skalą termodynamiczną a skalą bezwzględną gazową są więc bardzo nieznaczne.

PIŚMIENNICTWO TECHNICZNE POLSKIE.

I. Architektura.

(Ciąg dalszy do str. 253 w № 20 r. b.)

Zmarłego GRZYWIŃSKIEGO zastąpił w redakcji JULIUSZ ŚWIECICANOWSKI (ur. 1834, zm. 1900 r.), autor wydanej w 1877 r. w Berlinie niemieckiej broszury o skali muzycznej w architekturze¹⁾ Był to system podobny do, wspomnianego przez SZULCA w 1802 r., ujęcia w prawa harmonijne wymiarów członków architektonicznych. Prawa te sprawdzały się na wielu pomnikach starożytnego budownictwa, autor jednak przeceniał ich znaczenie i usiłował odnajdywać je wszędzie. Przedstawiwszy swe poglądy w artykule: „Trzy pytania: czy istnieje bezwzględne piękno, czy Grecy znali jego prawa, w jaki sposób jest możebnem odrodzenie sztuki?“, rozwijał je

dalej w artykułach: „Co wpływa na stosunki wymiarów przestrzeni architektonicznych“, „Skala estetyczna budownictwa greckiego i rzymskiego“ (1879 r.), „Kapitel koryncki monumentu Lysikratesa w Atenach“ (1880 r.), drukując przytem inne drobniejsze²⁾. Po wejściu do redakcyi nie pisał już o skali, o której wydał oddzielne broszury³⁾ i tylko w 1883 r.

²⁾ „Co wpływa na rozwój piękna każdej miejscowości geograficznej wogóle a w szczególności na użycie barw w malarstwie“ (1879 r.), „Piec do wentylacji i osuszania mieszkań“, „Doprowadzanie powietrza do przyrządów do ogrzewania mieszkań służących“ (1880 r.).

³⁾ Skala muzyczna w wszechświecie przez Juliusza Świecicanowskiego architekta. Z dwiema tablicami. Cena kop. 30. Warszawa 1883. Nakł. Redakcyi czasopisma „Inżyniera i Budownictwo“, 8°, str. 15. Dedykowane Julianowi Zachariewiczowi.

Essai sur l'échelle musicale comme loi de l'harmonie dans l'univers et dans l'art suivi d'un appendice sur l'Architecture classique et de la façade d'un Monument projeté pour la ville de Rome.

¹⁾ Die musikalische Scala in der Welt, mit einem Auszug aus dem gekrönten Werke: „Die aesthetische Scala der griechischen und römischen Baukunst“. Autor powołuje się w tej broszurze na rozprawę swą: „Drei Fragen“, ogłoszoną w tymże 1877 r. w czasopiśmie Rombergs Zeitschrift.

podał rzecz „O piecach służących do ogrzewania, wentylacji i oznaczania wilgotnych mieszkań“. Jednocześnie propagował skalę w *Przeglądzie Technicznym* w artykule „Kapitele z kwiatów rodzimych“ (1883 r.). Później w temże piśmie podał swój projekt: „Ołtarz wielki do kościoła w Strzegocinie pod Kutnem, harmonizowany przez W. KRZESIŃSKIEGO“ (1893 r.). W końcu, w wydanem oddzielnie studjum: „Architektura męzka i żeńska starożytnej Grecyi“¹⁾ doszedł do wniosków, którym bud. KONSTANTY WOJCIECHOWSKI dać musiał stanowczą odprawę²⁾.

Dalszy rozwój działu architektury zawdzięczała *Inżynierji i Budownictwu* bud. STANISŁAWOWI ADAMCZEWSKIEMU. W 1880 r. podał on projekty: „Kościół parafialny w osadzie Targoszyce pow. Bendzińskim“ i „Projekt konkursowy synagogi w Warszawie“, w 1881 r. „Campo santo. Projekt konkursowy budowy cmentarza dla Warszawy z zastosowaniem do palenia ciał“, w 1882 r. artykuł „Z powodu konkursu na pomnik narodowy dla Wiktora Emanuela w Rzymie“. Bud. ADAMCZEWSKI przyjmował udział w tym konkursie³⁾ a wogóle brał się chętnie do pióra, poza obrębem spraw budowniczych⁴⁾. W pocztku 1882 r. wymieniany był na okładce *Inż. i Bud.* jako redaktor, wspólnie z inż. STANISŁAWEM SZAFARKIEWICZEM (ur. 1853, zm. 1885 r.), który od numeru 19 przejął pismo na siebie, zamieniając je na popularne, przeznaczone dla szerszego koła czytelników.

Gorliwa i pełna poświęcenia praca redaktorska SZAFARKIEWICZA, nie uwzględniała już architektury w tym zakresie w jakim traktowaną była w *Inżynierji i Bud.* w pierwszych trzech latach wydawnictwa, zwracając się więcej do budownictwa wiejskiego i przemysłu. Sam on drukował artykuły: w 1882 r. „O lodowniach“ i „O cemencie portlandzkim“, a w 1883 r. „Z przyczyny pożaru Ring teatru w Wiedniu“, „Obliczenie wymiarów komina fabrycznego“, „Budowa dworców wiejskich“. W tymże roku, przy *Inżynierji i Bud.* wydawać zaczął *Dodatek dla ślusarzy*⁵⁾, który zanim się przemienił na *Dodatek dla ślusarzy i mechaników*, objął wiele szczegółów dotyczących dawnego i nowego ślusarstwa artystycznego. W 1885 r. *Inżynierja i Bud.* wychodziła już bez dodatku, poświęcona głównie ziemianom przemysłowcom. W sierpniu tego roku SZAFARKIEWICZ upadł pod brzemieniem trudności, z jakimi przechodziło mu walczyć nieustannie. Z wydanych siedmiu roczników czasopisma, trzy pierwsze obejmują najwięcej prac odnoszących się do budownictwa, o których przyjdzie nam wspominać, mówiąc o autorach. Tu tylko wymieniamy prace autorów, których nazwisk nie spotyka się w dalszym ciągu, mianowicie: ADAMA DREWNOWSKIEGO „Projekt oszczędnej stodoły“ (1879 r.), ks. WINCENTEGO WITKOWSKIEGO „Projekt przekształcenia górnej części facyaty kościoła W. Świętych w Warszawie“ (1883 r.).

Rozwój działu architektury w *Inżynierji i Budownictwie* sprawił, że i *Przegląd Techniczny* zwrócił na ten dział baczniejszą uwagę. W r. 1881, wydawnictwo podtrzymy-

wane dotąd przez luźne grono ofiarodawców, przejął inż. WŁADYSŁAW KRONENBERG (ur. 1850, zm. 1892 r.), zmienił format ósemkowy na wielki i urozmaicił podawanie staranych tablic rysunków. Redakcyja odwołała się do budowniczych warszawskich, których przedstawiciele weszli do jej grona. Byli to budowniczowie: EDWARD CICHOCKI, WŁADYSŁAW HIRSZEL, ZYGMUNT KISLAŃSKI i KONSTANTY WOJCIECHOWSKI.

EDWARD CICHOCKI (ur. 1833, zm. 1899 r.), starszy budowniczy m. Warszawy, przyczynił się do podniesienia działu architektury w *Przegl. Techn.* rozległym wpływem, jaki posiadał w gronie kolegów, opartym na wysokich zaletach charakteru i umysłu. Sam pisał mało. Zamieścił artykuły: „Wynagrodzenia budowniczych“ (1882 r.), „Wniosek w kwestyi budowy pasażu na gruncie dawnej poczty, między Krakowskim Przedmieściem a Nowo Senatorską w Warszawie“ (1883 r., wspólnie z S. STARYNKIEWICZEM, bratem ówczesnego prezydenta miasta), „Przebudowa pomnika Króla Zygmunta III w Warszawie“ (1889 r.), „Kąpiele ludowe natryskowe“ (1889 r.), „Rozporządzenia policyjno-budowlane, dotyczące budowy i urządzenia teatrów, cyrków i lokali na zebrania publiczne w Państwie Pruskim“ 1890 r.). Wspólnie z bud. EDWARDEM LILPEPEM, CICHOCKI przyjmował udział w konkursie na budowę domu dla Towarzystwa Kredytowego m. Warszawy, a projekt nagrodzony tych dwóch budowniczych, ogłoszony był w *Inż. i Bud.* w r. 1879. Projekt CICHOCKIEGO „Kościoła pod wezwaniem św. Piotra i Pawła w Ciechocinku“ podał Z. KISLAŃSKI w *Przegl. Techn.* z r. 1885.

WŁADYSŁAW HIRSZEL (ur. 1829, zm. 1889 r.), uczeń MARCONI'EGO, napisał „Przewodnik dla mularzy“⁶⁾, wydawany dwukrotnie w *Bibliotece Rzemieślnika Polskiego*. Książka ta, którą w kilka lat po drugim wydaniu szczegółowo rozbił TELESFOR SZPADKOWSKI⁷⁾, przyznając jej wiele zalet, oddała ważne usługi, jako jedyny przez długie lata podręcznik do nauki mularstwa. W *Przegl. Techn.* zamieścił HIRSZEL: „Projekt kościoła we wsi Lesznie, powiecie Błońskim“ (1881 r.) i „Rzut oka na projekt kaplicy pomnikowo-grobowej dla ś. p. Karola Scheiblera, wykonany przez budowniczych P. BRUKALSKIEGO i M. TOŁWIŃSKIEGO“ (1884 r.).

Żywą działalność dziennikarską rozwijał ZYGMUNT KISLAŃSKI (ur. 1834, zm. 1897 r.), również uczeń MARCONI'EGO, kierujący budową kościoła W. Świętych w Warszawie. W *Inż. i Bud.* pomieścił „Kilka słów o ozdabianiu domów w Warszawie“ (1879 r.) a w *Przegl. Techn.* pisał o „Ukończeniu budowy katedry w Kolonii“ i opracowywał rubrykę „Ruchu budowlanego“ (1880 r.). Wszedłszy do redakcyi stał się głównym współpracownikiem działu architektury i podał znaczną liczbę sprawozdań, krytyk i polemik. Niepodobna tu podawać długiego szeregu tytułów tych artykułów z lat 1881—1897, zajmującego prawie całe dwie stronicie *Bibliografii*⁸⁾ i poprzestać trzeba na orzeczeniu, że w ciągu całego tego czasu KISLAŃSKI nie tylko wspierał gorliwie *Przegl. Techn.* swemi pracami, ale i nie szczędził starań aby dział architektury w piśmie należycie się rozwijał. O niektórych jego sprawozdaniach z wydawnictw lub projektów, przyjdzie nam jeszcze wspominać.

Bud. KONSTANTY WOJCIECHOWSKI, znany ze swych prac w dziedzinie architektury kościelnej, podał „Projekt kościoła parafialnego we wsi Zierzno, pow. Warszawskim“ (1881 r.), pisał o „Wystawie konkursowej z działu architektury“ (1894 r.), o wspomianej „Architekturze męzkiej i żeńskiej ŚWIECIANOWSKIEGO“ (1894 r.), wreszcie o „Mieszkaniach dla robotników“ (1896 r.). Przez narysowanie trzech tablic do dzieła MATLAKOWSKIEGO „Budownictwo ludowe na Podhalu“, o którym będzie mowa w dalszym ciągu, przyjął udział w najpierwszych usiłowaniach zwrócenia uwagi ogółu budowniczych naszych na chatę zakopiańską. Powołała go też na swego członka Komisya do badania hist. sztuki Akad. Um. w Krakowie.

⁶⁾ Przewodnik dla mularzy, czyli krótki zbiór najcenniejszych wiadomości do nauki mularstwa należących, z 214 drzeworytami w tekście, podług najnowszych źródeł, z zastosowaniem się do potrzeb miejscowych. Warszawa 1873, 8°, k. 2, str. 345 i VI. Wydanie drugie, Warszawa 1878, 8°, str. 381 i VI.

⁷⁾ *Inżynierja i Budownictwo*, 1884, t. VI, str. 196.

⁸⁾ Bibliografia trzydziestu siedmiu tomów *Przeglądu Technicznego* za lat XXV, Edw. Wawrykiewicza, Warszawa 1903.

Avec sept planches par... et publié par la Rédaction du journal „Le Génie et l'Architecture. Prix 10 fr. Varsowie chez Gebethner et Wolff 1881. Folio, str. 18 + XII i siedem tablic. Na tabl. V i VI zastosowanie skali do momentu Lysikratesa a na tabl. VII do elewacyi pomnika dla Wiktora Emanuela, z projektu bud. St. Adamczewskiego.

¹⁾ Warszawa. Teodor Paprocki i S-ka. R. 1894.

²⁾ *Przegląd Techniczny* 1894, t. XXVI, str. 86. Świecianowski ogłosił także w 1895 r. broszurkę: „W drodze do prawdy. Studium nad wpływem woli“ (8°, str. 41), traktującą nieco o spirytyzmie. Na okładce tej broszurki, drukowanej w Warszawie u Noskowskiego, wymienione są dzieła autora: „La loi de l'harmonie dans l'art grec et son application à l'architecture moderne. Paris 1888“, „Die Religion als Grundlage der Gesetze einer allgemeinen Harmonie. Berlin 1891“, „The Egg of Columbus and the Laws of Nature 1893“, oraz jako będące pod prasą: „Jajko Kolumbowe wobec praw natury“ i „Trigonus, palenisko o doszczętnem spalaniu, dla każdego paliwa, funkcyjujące bez wysokich kominów“.

³⁾ Por. przyp. ³⁾ str. 275.

⁴⁾ Oto tytuły jego broszur: Nowa Jerozolima w łonie cywilizacyi świata, rzecz na prawach odwiecznej logiki. Kraków 1897, 8°, str. 43 z ryciną. Międzynarodowa reforma finansów na prawach natury. Warszawa—Kraków, 8°, str. 27.

⁵⁾ *Dodatek dla ślusarzy*, wydawany od 1-go października jako dodatek dla ślusarzy i mechaników. Pismo półmiesięczne, ilustrowane, popularne, redagowane przez St. Szafarkiewicza. Rok I. Warszawa 1883, 4°, str. 216, z rysunkami w tekście i 23 tabl. *Dodatek dla ślusarzy i mechaników* i t. d. Rok II. Warszawa 1884, 4°, str. 204 i 17 tabl. Roku III wyszło 6 numerów z 4 tabl.

Od r. 1881 do ostatnich czasów, redakcja *Przegl. Techn.* wielokrotnie się zmieniała. Był także czas (1896—1900 r.) powrotu wydawnictwa do małego formatu utrudniającego podawanie prac architektonicznych. W redakcji wszakże zasiadał zawsze przedstawiciel architektury. Oprócz wymienionych należeli w różnych czasach do redakcji budowniczo- wie: JAN HEURICH ojciec, STEFAN SZYLLER, JÓZEF DZIEKOŃSKI, BRONISŁAW ROGÓYSKI, CZESŁAW DOMANIEWSKI i MIKOŁAJ TOŁWIŃSKI.

O poprzednich pracach HEURICHA była już mowa. Ożywienie ruchu piśmienniczego pociągnęło go znów do pióra i podał w *Przegl. Techn.* artykuł „O środkach bezpieczeństwa w teatrach“ (1882 r.) a w *Inż. i Bud.* obszerną pracę „Ogniotrwałość materiałów budowlanych, podług SPILLNERA i innych autorów“ (1884 r.). Wszedłszy w 1883 r. do redakcji *Przegl. Techn.*, pisał oprócz drobnych artykułów: „O budowie szkół“ (1883 r.). W szeregu odczytów technicznych w Resursie Obywatelskiej wygłosił rzecz p. t. „Rozwój historyczny architektury budowli mieszkalnych“ (1884 r.), przedstawiając w krótkim streszczeniu niektóre wyniki badań nowszych historyków architektury. Nad słownictwem pracował gorliwie i zostawił bogaty materiał¹⁾.

Bud. STEFAN SZYLLER, jeszcze jako stypendysta akademii petersburskiej, ogłaszał w *Przegl. Techn.* ze swych podróży artystycznych: „Zmiany w budowie teatrów proponowane przez Tow. Asphaleia“ (1883 r.), „Londyn i jego budowlę. Szkice z podróży“ (1885 r.). Po wejściu do redakcji podał: „Z Paryża do Hiszpanii, szkice z podróży“, „Jak mogą wyglądać przyszłe hale targowe m. Warszawy“, „Trzy zakłady lecznicze w kantonie Aargau w Szwajcarii“ (1887 r.), „Środki dostarczania budynkom ciepła i światła słonecznego“ (1888 r.). Później zamieszczał w *Przegl. Techn.* niektóre ze swych licznych i ogólnie cenionych projektów: „Projekt kościoła parafialnego dla Dłutowa w Mławskim“ (1894 r.), „Budynki Szkoły Politechnicznej w Warsz.“ „Halle targowe w Warsz.“, „Dom Kasy Przemysłowców“ (1901 r.), „Projekt nagrodzony powiększenia gmachu Muzeum P. i R. w W.“, „Szkice do projektu kościoła w Sielcach pod Sosnowicami“ (1903 r.). Inne ogłaszane były w *Architekcie* krakowskim: „Gmach Tow. Zachęty Sztuk Pięknych“ (1900), „Dom dochodowy (Br. bar. Lessera)“ (1903 r.), „Politechnika Warszawska, Pawilon Fizyki i Elektrotechniki“ (1904 r.), „Kościół w Charłupi małej“, „Kościół w Ciepeliowie“, „Ambona w Płocku“ (1905 r.). „Dom dochodowy Warszawskich Teatrów Rządowych“, „Dom dochodowy w Warszawie, Nowowiejska 19“ (1906). Bud. SZYLLER należy obecnie do Komisji redakcyjnej działu „Architektura“ w *Przegl. Techn.*

Bud. JÓZEF DZIEKOŃSKI podawał początkowo swe projekty w *Inż. i Bud.*: „Nowy kościół w Zakopanem“ (1879 r.), „Szkic do projektu Ateneum dla Warszawy“ (1880 r., wspólnie z bud. F. BRAUMANEM), „Fabryka wyrobów z gliny palonej“ (1881 r.). W *Przegl. Techn.* zamieszczone były w 1887 r. projekty nagrodzone kościoła na Pradze a na ich czele projekt bud. DZIEKOŃSKIEGO, który otrzymał pierwszą nagrodę. O rozpoczęciu budowy pisał także bud. DZIEKOŃSKI w 1888 r. Wszedłszy do redakcji pisał o dokonywanej wtedy restauracji wnętrza „Kościoła N. P. Maryi w Krakowie“, o „Przebudowie kościoła Ś. Aleksandra i budowie kościoła praskiego“ według własnych projektów i znów rozbiegając opisy W. ŁUSZCZKIEWICZA o „Restauracji wnętrza prezbiterium kościoła N. P. Maryi w Krakowie“ (1889 r.). Później podał „Szkic do projektu dworca drogi żel.“ (1892 r.), „Kościół w Będkowie“, „Przebudowa domu № 1722 w Alei Ujazdowskiej w Warszawie“ (1894 r.), „Kościół pod wezwaniem Zbawiciela w Warszawie“ (1901 r.). W *Architekcie* podane były jego projekty: „Kościół Św. Floryana na Pradze“, „Kościół w Grybowie“, projekt wykonany wspólnie z bud. PANZAKIEWICZEM (1900 r.), „Mauzoleum ś. p. Karola Scheiblera na cmentarzu ewang. w Łodzi“, wspólnie z bud. E. LILPOPEM (1902 r.), „Kościół Zbawiciela w Warsz.“ (1901 r. z bud. PANZAKIEWICZEM i ŻYCHLIEWICZEM), „Przebudowa kościoła Ś. Aleksandra w Warsz.“ (1903 r.), „Kościół Ś. Stanisława na Woli“ (1905 r.). W *Przegl. Techn.* w artykule „Architekt profesor ODRZYWOŁSKI“ (1907 r.) uwydatnił umiejętnie zasługi architekta krakowskiego.

¹⁾ Druk tego materiału rozpoczęty był w *Przegl. Techn.* w r. 1903, w rubryce prac nad słownictwem.

Artykuł „Kościół w Będkowie“ stanowił uzupełnienie wydanej przez bud. DZIEKOŃSKIEGO w 1893 r. „Monografii kościoła parafialnego w Będkowie“²⁾. O tej pięknej pracy pisali z uznaniem: Z. KIŚLAŃSKI w *Przegl. Techn.*³⁾ i WŁ. EKIELSKI w *Czasop. Techn.* krakowskim⁴⁾. Rozbierał ją i uzupełniał badaniami archiwalnymi WŁ. ŁUSZCZKIEWICZ⁵⁾. Bud. DZIEKOŃSKI jest członkiem Komisji Akad. Umiej. do badania historii sztuki w Polsce.

Bud. BRONISŁAW ROGÓYSKI bierze udział w redakcji *Przegl. Techn.* od r. 1896. Pisał: „Kilka słów o nowych kierunkach w architekturze dzisiejszej“ (1897 r.), streszczając poglądy ZANNONI'EGO, PLANAT'A, a głównie CLOQUET'A, krytykując nadmiar ozdób i częstą ich niestosowność. Krytykę poparł Z. KIŚLAŃSKI⁶⁾, dorzucając poglądy innych estetyków francuskich. Z projektów bud. ROGÓYSKIEGO podawane były: „Budynki Szkoły Politechnicznej“ (1901 r.), „Dom firmy Drzewiecki i Jeziorański“ (1905 r.), „Projekt konkursowy dojazdu do nowego mostu“ (1906 r.), a w *Architekcie* projekt konkursowy (wspólnie z bud. J. MAZURKIEWICZEM) domu na placu Ś. Aleksandra w Warszawie (1900 r.), „Klub wioślarzy w W.“ (1901 r.), „Dom (róg Foksalu i Wróblej) w W.“ (1905 r.). Od roku zeszłego należy także do Komisji redakcyjnej działu architektonicznego i podał w nim swój projekt „Dom księgarni nakładowej Gebethner i Wolff w Warszawie“ (1907 r.).

Bud. CZESŁAW DOMANIEWSKI należał do redakcji *Przegl. Techn.* w latach 1896—1900 i opracowywał szczegółowe kwestie odnoszące się do budownictwa w artykułach: „Piec kafłowy“ (1897 r.), „Układanie posadzek w domach nowych“ (1898 r.), „Składy na siano. Typy normalne w posiadłościach księcia Lichtenstein'a w Austrii“, „Wydaźność cementu portlandzkiego“ (1899 r.), „Sposoby oznaczania wilgoci muru na zaprawie cementowej“ (1901 r.), wspólnie z bud. JANEM HEURICHEM synem „Projekt konkursowy dojazdu do nowego mostu miejskiego na Wiśle w Warszawie“ (1906 r.). Jako członek Komisji redakcyjnej działu architektonicznego podał artykuł „Nowy dworzec dróg żelaznych w Hamburgu“ (1907 r.). W *Architekcie* podał razem z bud. DZIEKOŃSKIM: „Prawidła konkursów architektonicznych“ (1901 r.) a następnie projekt własny „Domu Zarządu warsztatów dr. żel. Warsz.-Wied. w Żbikowie pod Pruszkowem“ (1902 r.). Wspólnie z MARYANEM WAWRZENIECKIM wydał broszurę popularną: „Rozróżnianie stylów w architekturze, dla poświęcających się sztuce stosowanej oraz do użytku ogółu“⁷⁾.

Bud. MIKOŁAJ TOŁWIŃSKI, profesor Politechniki Warszawskiej, należał do redakcji w latach 1902—1905. W *Przegl. Techn.* podany był w 1884 r. jego projekt kaplicy pomnikowo-grobowej dla K. Scheiblera (wspólnie z bud. P. BRUKAŁSKIM), w 1895 r. projekt konkursowy na budowę gmachu Tow. Zach. Szt. P., a w 1905 r. „Dom № 3 przy ul. Służewskiej“. W *Architekcie* zamieścił „Projekt na Kościół we wsi Kampinos“ (1903 r.).

Z inżynierów biorących udział w redakcji *Przegl. Techn.*, dwaj pracowali także w zakresie piśmiennictwa budowniczego. Inż. KAZIMIERZ OBRĘBOWICZ, dla wydawnictwa rolniczego pod redakcją AL. TRYLSKIEGO napisał w 1886 r. „Krótki zarys budownictwa wiejskiego“⁸⁾. Książka podobna była wtedy nader pożądaną, gdyż wydane poprzednio „Budownictwo wiejskie“ HARRIS'A⁹⁾, pomimo licznych usterek wykazywanych przez poważnych recenzentów¹⁰⁾, zostało wyczerpane. Podręcznik inż. OBRĘBOWICZA napisany był przystępnie, zwięźle i ze znajomością przedmiotu¹¹⁾.

Inż. JAKÓB HEILPERN drukował w *Inż. i Bud.* artykuły odnoszące się do budownictwa: „Obliczenie dachów, kolumn, wież i kominów ze względu na ich ciężar własny, ciężar śniegu i nacisk wiatru“ (1882 r.), „Łączenie piorunochronów z rurami gazowymi i wodociagowymi w miastach“ (1883 r.). W *Przegl. Techn.* zdawał sprawę z broszury W. W. CHARZA-

²⁾ Kraków i Petersburg 1893, 4^o, str. 8, z 6 tabl.

³⁾ R. 1893, t. XXX, str. 238.

⁴⁾ R. 1894, t. VIII, str. 68.

⁵⁾ *Przegląd Polski* za grudzień 1893 r.

⁶⁾ *Przegl. Techn.* 1897, t. XXXV, str. 147.

⁷⁾ Warszawa 1900, 8^o większe, str. 19 z 200 rys.

⁸⁾ Warszawa 1886, 8^o, str. 245 i II.

⁹⁾ Przekład z niemieckiego. Warszawa 1883, 8^o, str. 383.

¹⁰⁾ J. Heurich w *Przegl. Techn.* 1883, str. 37, F. Szpadkowski w *Inż. i Bud.* 1884, str. 147, 172.

¹¹⁾ Recenzja Z. Kiślańskiego w *Przegl. Techn.* 1886, str. 156.

nowskiego o budowlach i ceglach wapienno-piaskowych¹⁾, podnosząc jej znaczenie i zalety (1883 r.). Podjąwszy pracę napisania „Nauki Mularstwa“ w szerokim zakresie, wydał w 1894 r. część pierwszą tomu I²⁾, obejmującą wiadomości z nauk zasadniczych, mianowicie: matematyki, mechaniki

¹⁾ Budowla mieszaniną wapna z piaskiem oraz sposób robienia cegieł wapienno-piaskowych z objaśnieniami i ilustracjami dla użytku budownictwa wiejskiego, podał Wincenty Wiktor Chrzanowski. Włocławek, nakł. i dr. H. Neumana 1883, str. 58, II i I tabl. rys.

²⁾ Warszawa 1894, wielkie 8°, 527 str., z 825 drzeworytami i tablicą chromolitografowaną. Wydawnictwo Zgromadzenia mularzy w Warszawie.

i chemii. Część druga tomu I³⁾, wydana w dwa lata później, traktuje o materiałach mularskich. Doborem treści i sumiennością opracowania obie wydane części tomu I dzieła inż. HEILPERNA zaliczają się do cennych nabytków naszego piśmiennictwa technicznego⁴⁾, wypełniając zdawna odczuwany brak w danym zakresie. Żałować wypada, że wskutek naszych trudności wydawniczych dalsze części dzieła dotąd nie wyszły.

(C. d. n.)

Feliks Kucharzewski.

³⁾ Warszawa 1896, wielkie 8°, 586 str., z 148 drzew. w tekście.

⁴⁾ Por. recenzje inż. K. Obrębowicza w *Przeł. Techn.* r. 1894, str. 260 i r. 1896, str. 20.

KRÓTKI ZARYS MECHANIKI

w języku wektorów.

Przez Ludwika Silbersteina.

(Ciąg dalszy do str. 255 w № 20 r. b.).

Odtąd możemy we wszystkich wzorach napisać p zamiast q . Równanie różniczkowe ruchu (86) będzie tedy:

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \rho \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2} = \rho \mathbf{F} - \mathbf{i} \operatorname{div} \mathbf{p}_1 - \mathbf{j} \operatorname{div} \mathbf{p}_2 - \mathbf{k} \operatorname{div} \mathbf{p}_3 \quad (87).$$

Zawiera ono w sobie trzy równania skalarne powszechnie znane, z których wystarczy tu napisać pierwsze:

$$\rho \frac{dv_1}{dt} = \rho F_1 - \operatorname{div} \mathbf{p}_1 = \rho F_1 - \left(\frac{\partial p_{11}}{\partial r_1} + \frac{\partial p_{12}}{\partial r_2} + \frac{\partial p_{13}}{\partial r_3} \right) \quad (87^a).$$

Dla płynu lub w szczególności cieczy, pozbawionych tarcia wewnętrznego, ciśnienia styczne znikają, ciśnienia zaś normalne są jednakowe dla wszelkich kierunków \mathbf{n} , to jest:

$$p_{23} = p_{31} = p_{12} = 0, \\ p_{11} = p_{22} = p_{33}, \text{ powiedzmy } = p.$$

Operator liniowy, poprzednio już oznaczony przez p , staje się zwykłym skalarem, t. j. skalarną funkcją położenia i czasu; elipsoida ciśnień przybiera postać kuli. W tym najprostszym przypadku równanie (87^a) redukuje się do

$$\rho \frac{dr_1}{dt} = \rho \frac{dv_1}{dt} = \rho F_1 - \nabla_1 p,$$

a więc równanie wektorowe (87) do

$$\rho \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2} = \rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \rho \mathbf{F} - \nabla p \quad (88).$$

Podstawowem tem równaniem *Hydrodynamiki* wypadnie nam zająć się w następnym dziale.

Dla cieczy lub (ogólniej) dla płynów *lepkich* i dla *sprężystych ciał stałych* wysiłk traci tę idylliczną prostotę, ciśnienie lub napięcie nie jest już ani izotropowe ani wogóle normalne, a staje się takim dla pewnych tylko, trzech wybitnych kierunków. Należy wówczas wrócić do równania (87), uwzględniając sześć różnych składowych wysiłku $p_{11}, \dots, p_{23}, p_{33}$, które zależą wogóle w sposób dość zawiły od odkształcenia elementów ciała. Ograniczymy się tu do krótkiej tylko uwagi, że dla odkształceń nieskończenie małych ciśnienia normalne i styczne posiadają *potencjał*, czyli dają się wyrazić przez pochodne cząstkowe jednej i tej samej funkcji skalarniej f względem sześciu wielkości określających odkształcenie. Oznaczając mianowicie przez \mathbf{D} przesunięcie, jak wyżej, i wprowadzając dla wydłużeń i strzyżeń symbole x_{11} i t. d.¹⁾:

$$\nabla_i D_i = x_{ii},$$

$$\nabla_i D_x + \nabla_x D_i = x_{ix} = x_{xi},$$

mamy

$$p_{ii} = \frac{\partial f}{\partial x_{ii}}, \quad p_{ix} = \frac{\partial f}{\partial x_{ix}} = \frac{\partial f}{\partial x_{xi}} = p_{xi}, \quad i, x = 1, 2, 3, \quad (89),$$

gdzie f jest funkcją jednorodną 2-go stopnia sześciu wielkości x_{ii}, x_{ix} . Funkcja ta, wzięta ze znakiem *ujemnym*, stanowi więc tak zwaną *energię odkształcenia*, na jednostkę objętości. Korzystając z uwagi, że praca wirtualna ciśnienia wyraża się przez δf , można równania różniczkowe ruchu ciała sprężystego wyprowadzić z zasady HAMILTON'A. Zauważmy wreszcie, że

¹⁾ U Kirchhoff'a: $x_x, y_y, z_z; y_x, z_x, x_y$.

dla płynów pozbawionych tarcia czyli lepkości energia odkształcenia zależy jedynie od $x_{11} + x_{22} + x_{33}$, czyli od rozszerzenia sześciennego, co też prowadzi bezpośrednio do $p_{ix} = 0$, $p_{11} = p_{22} = p_{33}$, jak być powinno.

Hydrodynamika.

Równania i pojęcia zasadnicze.

Dla płynu pozbawionego lepkości, czyli dla t. zw. *płynu doskonałego*, którego dynamiką obecnie zająć się mamy, wysiłk sprowadza się, jak wspomniano poprzednio, do ciśnienia p czysto normalnego i izotropowego zarówno w stanie równowagi, jak w stanie ruchu.

W tych warunkach zachodzi równanie różniczkowe (88), w którym \mathbf{v} jest prędkością, ρ gęstością płynu, \mathbf{F} siłą zewnętrzną na jednostkę masy. Ograniczymy się tu do tak zwanej postaci EULER'OWSKIEJ²⁾ równań hydrodynamicznych, obierzemy więc jako zmienne niezależne czas t i jakiegokolwiek trzy spólrzędne, które wyznaczają położenie punktu w przestrzeni względem pewnego układu odniesienia nie biorącego udziału w ruchu płynu.

Rozumiejąc tedy przez ∇ gradient w tej właśnie przestrzeni i korzystając ze związku (74^a), otrzymamy podstawowe równanie różniczkowe hydrodynamiki:

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \nabla) \mathbf{v} = \mathbf{F} - \frac{1}{\rho} \nabla p \quad (90).$$

Oprócz tego mamy *równanie ciągłości*, według (78) i (78^a):

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div} \mathbf{v} = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \mathbf{v}) = 0 \quad (91).$$

Jeżeli znany jest związek między ciśnieniem a gęstością:

$$\mathcal{F}(\rho, p) = 0 \quad (92),$$

charakteryzujący dany płyn, natenczas mamy ogółem trzy równania: jedno wektorowe i dwa skalarne, dla jednego wektora \mathbf{v} i dwóch skalarów p, ρ . Dane więc początkowe \mathbf{v}_0, ρ_0 i odpowiednie p_0 , obok ewentualnych danych, które dotyczą powierzchni granicznych, wyznaczają więc zupełnie cały przebieg zjawiska w czasie. Siły bowiem \mathbf{F} uważamy jako dane dla każdego punktu i dla wszelkich czasów.

Zauważmy zresztą, że do związku między ciśnieniem a gęstością wogóle wpleść się też może temperatura; wówczas oczywiście równania powyższe nie stanowią same przez się układu zupełnego. Założymy atoli, że związek (92) zachodzi między *samemi* p, ρ (z jedynym wyjątkiem, w ciągu dalszym, przy rozważaniu własności wirów).

Jeżeli płyn jest nieściśliwy, mamy poprostu $\rho = \text{const.}$, a więc też $\operatorname{div} \mathbf{v} = 0$.

Powierzchnia swobodna ograniczająca płyn, o ile takowa istnieje, składa się z tych samych zawsze cząstek; jeżeli więc równanie jej jest $f = 0$, mamy $\frac{df}{dt} = 0$,

²⁾ W odróżnieniu od tak zwanej *Lagrange'owskiej*, którą tu pominiemy, a w której zmiennymi niezależnymi są a_1, a_2, a_3, t .

czyli $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \nabla f = 0.$

W punktach ściany nieruchomej, ograniczającej płyn częściowo lub zupełnie, prędkość jest styczna do ściany, tak, iż $\mathbf{v} \mathbf{n} = 0$, gdzie \mathbf{n} jest wektorem normalnym do ściany. Jeżeli w płynie porusza się bryła sztywna, natenczas w punktach jej powierzchni $\mathbf{v} \mathbf{n}$ równa się składowej normalnej prędkości tej bryły

Równanie różniczkowe linii prądu (line of flow), wskazującej w każdym swym punkcie kierunek prędkości, będzie, w postaci wektorowej

$$d\mathbf{s} = \lambda \mathbf{v} ds,$$

gdzie $d\mathbf{s}$ oznacza jeden z jej elementów, pojęty wektorowo, zaś λ wielkość skalarną.

Droga czyli linia ruchu indywidualnej cząstki (stream line) posiada równanie różniczkowe

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{v},$$

w którym \mathbf{r} należy uważać jako niewiadomą funkcję czasu.

Drogi cząstek zlewają się z liniami prądu wówczas i tylko wówczas, gdy ruch płynu jest stateczny (lub „trwały“), czyli lokalnie nie zmienny, a więc wówczas, gdy $\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} = 0.$

Prędkość wirową oznaczymy, jak poprzednio, przez \mathbf{w} ; napiszemy więc

$$\mathbf{w} = \frac{1}{2} \text{curl } \mathbf{v}.$$

Równanie linii wirowej będzie

$$d\mathbf{s} = \lambda \mathbf{w} ds,$$

przy znaczeniu symbolów objaśnionem powyżej. Rurkowata część płynu ograniczona powierzchnią złożoną (jeżeli tak powiedzieć można) z linii wirowych nazywa się rurką wirową, w szczególności, gdy chodzi o rurkę nieskończenie cienką, włóknem wirowym; iloczyn przekroju poprzecznego i prędkości wirowej, pojętej skalarnie, nazywa się momentem włókna wirowego; dowolną rurkę można zresztą rozłożyć na włókna, a momentem rurki wirowej będzie suma, lub całka, momentów elementarnych wszystkich włókien. Ponieważ $\nabla \nabla \cdot \mathbf{v} = 0$, czyli

$$\text{div curl } \mathbf{v} = 0, \text{ identycznie,}$$

przeto mamy

$$\text{div } \mathbf{w} = 0,$$

a więc dla wszelkiej powierzchni zamkniętej τ :

$$\int \mathbf{w} \mathbf{n} ds = 0,$$

gdzie \mathbf{n} jest normalną do τ . Stosując to do części rurki wirowej zawartej między dwoma dowolnymi przekrojami poprzecznymi i uwzględniając, że na poboczniczy rurki jest $\mathbf{w} \mathbf{n} = 0$, przekonamy się łatwo, że moment jest jeden i ten sam, czyli staty wzdłuż całej rurki wirowej.

Jest to własność kinematyczna, zgoła niezależna od własności dynamicznych płynu. Z tych dopiero, t. j. z równań (90)–(92), wynika (przy pewnych założeniach dodatkowych) słynne twierdzenie HELMHOLTZA o niezmienności momentu wirowego w czasie, twierdzenie, z którym zapoznamy się w niedalekiej przyszłości.

Częstokroć dogodnie jest rozważać całkę liniową prędkości \mathbf{v} wzdłuż dowolnej krzywej s pomyślanej w płynie; dla krzywej zamkniętej całka ta, którą oznaczymy przez I :

$$I = \int \mathbf{v} ds,$$

nazywa się cyrkulacją, czyli krążeniem płynu, wzdłuż tej krzywej. Przez $\frac{dI}{dt}$ rozumiemy będziemy zmianę krążenia, na jednostkę czasu, wzdłuż krzywej składającej się zawsze z tych samych cząstek płynu, czyli krócej: wzdłuż włókna płynnego, pomyślanego indywidualnie.

Według twierdzenia STOKES'A, mamy identycznie

$$I = \int \mathbf{v} ds = \int \mathbf{n} \text{curl } \mathbf{v} \cdot ds = 2 \int \mathbf{w} \mathbf{n} ds \quad (\text{XVIII}),$$

gdzie σ jest powierzchnią jakąkolwiek, ograniczoną przez s ; dla widza, patrzącego w kierunku normalnej \mathbf{n} do σ , obieg dodatni drogi całkowania s jest zgodny z kierunkiem ruchu strzałek zegarowych.

Wynika stąd bezpośrednio, że krążenie I wzdłuż wszystkich krzywych oplatających (jedyny raz) daną rurkę wirową,

np. w kierunku dodatnim, posiada jedną i tę samą wartość, a mianowicie równą podwójnemu momentowi rurki; dla krzywej, oplatającej rurkę taką N razy, mamy $I = 2N \times$ moment rurki wirowej; krzywa taka daje się bowiem łatwo zastąpić przez N krzywych, z których każda oplata dany wir jedynie tylko raz. Wszystkie te własności są, oczywiście, niezależne od dynamiki płynu.

Wróćmy teraz do równania hydrodynamicznego (90). Oznaczając składowe wszelkich wektorów w kierunkach $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ przez wskaźniki 1, 2, 3, mamy

$$\begin{aligned} (\mathbf{v} \nabla) \mathbf{v} &= \mathbf{i} (\mathbf{v} \nabla) v_1 + \dots = \mathbf{i} \{v_1 \cdot \nabla_1 v_1 + v_2 \cdot \nabla_2 v_1 + v_3 \cdot \nabla_3 v_1\} + \\ &+ \mathbf{j} \{ \dots \} + \mathbf{k} \{ \dots \} = \\ &= \mathbf{i} \left\{ \nabla_1 \left(\frac{v^2}{2} \right) + v_2 (\nabla_2 v_1 - \nabla_1 v_2) + v_3 (\nabla_3 v_1 - \nabla_1 v_3) \right\} + \dots = \\ &= \mathbf{i} \left\{ \nabla_1 \left(\frac{v^2}{2} \right) + 2 (w_2 v_3 - w_3 v_2) \right\} + \mathbf{j} \{ \dots \} + \mathbf{k} \{ \dots \}, \end{aligned}$$

t. j. identycznie, dla dowolnego wektora \mathbf{v} :

$$(\mathbf{v} \nabla) \mathbf{v} = \nabla \left(\frac{v^2}{2} \right) + 2 \mathbf{V} \mathbf{w} \mathbf{v} \dots \quad (\text{XIX}),$$

gdzie $\mathbf{w} = \frac{1}{2} \text{curl } \mathbf{v}$. Zamiast (90) możemy przeto napisać:

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \frac{1}{2} \nabla (v^2) + 2 \mathbf{V} \mathbf{w} \mathbf{v} = \mathbf{F} - \frac{1}{\rho} \nabla p \dots \quad (\text{a}).$$

Odtąd założymy, że siły przyłożone posiadają potencjał skalarny (niekoniecznie zresztą jednowartościowy), t. j. że

$$\mathbf{F} = - \nabla \Phi,$$

i że gęstość ρ jest dana jako funkcja samego ciśnienia, tak iż będzie

$$\mathbf{F} - \frac{1}{\rho} \nabla p = \nabla Q,$$

gdzie Q jest skalarem, a mianowicie

$$Q = - \Phi - \int \frac{dp}{\rho},$$

a więc np. dla cieczy nieściśliwej $Q = - \Phi - p/\rho$.

Równanie różniczkowe ruchu będzie przeto

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \nabla Q \dots \dots \dots \quad (\text{93}),$$

czyli według (a):

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + 2 \mathbf{V} \mathbf{w} \mathbf{v} = \nabla (Q - \frac{1}{2} v^2) \dots \dots \dots \quad (\text{93}^a).$$

Przy spełnieniu wymienionych dopiero co warunków przyspieszenie $\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}$ posiada więc potencjał skalarny, a mianowicie Q , tak, iż curl przyspieszenia jest stale równy zeru.

Zachowanie energii.

Rozważmy dowolną część płynu τ , wyodrębnioną myślowo z całej masy płynu, a ograniczoną przez powierzchnię σ . Jeżeli $f = 0$ jest równaniem tej powierzchni, mamy

$$\frac{df}{dt} = \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \nabla f = 0,$$

albowiem σ zarówno jak całe τ składają się zawsze z tych samych cząstek płynu.

Energia kinetyczna tej masy płynu będzie

$$L = \frac{1}{2} \int f v^2 \rho d\tau,$$

gdzie całka obejmuje wszystkie elementy części τ ; przyrost zaś jej na jednostkę czasu wyrazi się, ze względu na $\frac{d}{dt} (\rho d\tau) = 0$, przez

$$\frac{dL}{dt} = \int f \rho \mathbf{v} \frac{d\mathbf{v}}{dt} d\tau,$$

a więc, według (90), przez

$$\frac{dL}{dt} = \int f \rho \mathbf{v} \mathbf{F} d\tau - \int \mathbf{v} \nabla p \cdot d\tau.$$

Lecz pierwsza całka po prawej stronie wyraża pracę sił przyłożonych \mathbf{F} wykonaną na płynie, na jednostkę czasu; oznaczmy ją przez P ; zaś co do drugiej całki, mamy $\mathbf{v} \nabla p = \text{div} (p\mathbf{v}) - p \text{div } \mathbf{v}$, a więc, rozumiejąc przez \mathbf{n} normalną

do σ zwróconą ku wnętrzu τ :

$$- \int \mathbf{v} \nabla p \, d\tau = \int p \mathbf{v} n \, d\sigma + \int p \operatorname{div} \mathbf{v} \cdot d\tau = \int p \mathbf{v} n \, d\sigma + \int p \frac{d}{dt} (d\tau), \quad \text{według (77).}$$

Będzie przeto ostatecznie:

$$P + \int p \mathbf{v} n \, d\sigma = \frac{dL}{dt} - \int p \frac{d(d\tau)}{dt} \quad (94),$$

a równanie to możemy przeczytać w sposób następujący:

Praca sił zewnętrznych, czyli przyłożonych, więcej praca ciśnienia na powierzchnię σ równa się przyrostowi energii kinetycznej więcej praca pochłonięta przez płyn przy ściskaniu jego cząstek, — wszystko na jednostkę czasu.

Ostatni wyraz w tem równaniu energii, odpowiadający mianowicie „energii odkształcenia“ elementów płynu, możemy zresztą napisać, dla każdego elementu, w postaci

$$- p \operatorname{div} \mathbf{v} \cdot d\tau = p \frac{d \lg \rho}{dt} \cdot d\tau.$$

Skoro gęstość ρ zależy jedynie od ciśnienia p , mamy

$$p \frac{d \lg \rho}{dt} = \rho \frac{du}{dt}, \quad \text{gdzie } u = - \int p \, d\left(\frac{1}{\rho}\right),$$

a więc:

$$P + \int p \mathbf{v} n \, d\sigma = \frac{dL}{dt} + \int \frac{du}{dt} \cdot \rho \, d\tau;$$

ponieważ zaś $\frac{d}{dt} (\rho \, d\tau) = 0$, możemy ostatecznie napisać:

$$P + \int p \mathbf{v} n \, d\sigma = \frac{d}{dt} (L + U) \quad (94^a),$$

gdzie $U = \int u \rho \, d\tau$.

Suma $L + U$ odgrywa więc rolę energii całkowitej rozważanej masy płynu; U jest jej „energją odkształcenia“; na jednostkę masy mamy

$$u = - \int p \, d\epsilon \quad (95),$$

gdzie $\epsilon = 1/\rho$ jest objętością właściwą płynu.

Praca sił przyłożonych, łącznie z pracą ciśnienia na powierzchnię σ równa się przyrostowi energii całkowitej płynu ograniczonego tą powierzchnią.

Obliczając $\frac{\partial L}{\partial t}$, zamiast $\frac{dL}{dt}$, czytelnik łatwo będzie mógł zdać sprawę ze zmian lokalnych energii, t. j. ze zmian energii zawartej w danej dziedzinie przestrzeni, przez którą przepływają coraz to inne masy płynu.

Zanim przejdziemy do rozważenia wniosków szczególnych wynikających z różniczkowych równań hydrodynamicznych, podamy tu jeszcze w postaci wektorowej przekształcenie ich, które nauka zawdzięcza CLEBSCH'OWI, a które pod niejednym względem jest godne uwagi.

Przekształcenie Clebsch'a.

Jakikolwiek wektor, o dowolnem rozmieszczeniu w przestrzeni, a więc też powyższą prędkość \mathbf{v} , można wyrazić w postaci

$$\mathbf{v} = \nabla \varphi + \lambda \nabla \psi \quad (96),$$

gdzie φ, λ, ψ są trzema funkcjami skalarnymi położenia w przestrzeni i (w naszym przypadku) czasu t . W hydrodynamicie uczynił to CLEBSCH (1856—1858), w języku skalar-nym, przekształcając odpowiednio równania różniczkowe¹⁾.

Pisząc $\operatorname{curl} = \nabla \nabla$ i pamiętając, że $\nabla \nabla \cdot \nabla \psi$ czyli $\operatorname{curl} \nabla \psi$ znika identycznie, otrzymamy stąd natychmiast dla prędkości wirowej przejrzysty wzór

$$\mathbf{w} = \frac{1}{2} \nabla \nabla \lambda \cdot \nabla \psi \quad (97),$$

który jest wcieleniem wektorem trzech wzorów skalarnych CLEBSCH'A: $w_1 = \frac{1}{2} (\nabla_2 \lambda \cdot \nabla_3 \psi - \nabla_3 \lambda \cdot \nabla_2 \psi)$, t. j. w zwykłych współrzędnych x, y, z : $w = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial y} \frac{\partial \psi}{\partial z} - \frac{\partial \lambda}{\partial z} \frac{\partial \psi}{\partial y} \right)$ i t. d.

Ponieważ wektory $\nabla \lambda, \nabla \psi$ są normalne do powierzchni $\lambda = \text{const.}$, względnie $\psi = \text{const.}$, przeto wektor \mathbf{w} jest styczny do obydwu, tak, iż z (97) odczytujemy niemal bezpośrednio, że linie wirowe są przecięciami powierzchni

$$\lambda = \text{const.}, \quad \psi = \text{const.}$$

Jeżeli w szczególnym przypadku, powierzchnie te zlewają się ze sobą, tak, iż ψ jest funkcją samego λ , mamy we-

dług (97) $\mathbf{w} = 0$. Zresztą, w (96) można wówczas napisać $\lambda \nabla \psi = \nabla \varphi'$, gdzie φ' jest łatwo wyznaczyć się dającym skalarem, tak iż \mathbf{v} posiada potencjał skalarny $\varphi + \varphi'$, jak być powinno. Jeżeli więc ψ jest funkcją samego λ , ruch jest irrotacyjny czyli niewirowy i odwrotnie.

Ponieważ tedy wogóle ruch płynu może być wirowy, należy pomyśleć sobie λ, ψ jako funkcje (położenia i czasu) wzajemnie niezależne. Trzecia funkcja φ jest też od nich wogóle niezależna.

Zauważmy mimochodem, że z (96) i (97) wynika bezpośrednio

$$\mathbf{w} \mathbf{w} = \frac{1}{2} \nabla \varphi \nabla \nabla \lambda \cdot \nabla \psi \quad (98),$$

czyli = $\frac{1}{2}$ objętości równoległościanu zbudowanego na wektorach $\nabla \varphi, \nabla \lambda, \nabla \psi$, skąd nietrudno jest odczytać, że linie prądu tworzą z liniami wirowymi sieć ortogonalną wówczas i tylko wówczas, gdy powierzchnie $\varphi = \text{const.}, \lambda = \text{const.}, \psi = \text{const.}$ posiadają wspólne linie przecięcia, innymi słowy: gdy linie wirowe leżą na powierzchniach $\varphi = \text{const.}$ ²⁾.

Aby wprowadzić funkcje CLEBSCH'A do równania ruchu (93) lub (93^a), utworzymy iloczyn wektorowy wyrazów (96) i (97). Mamy

$$- 2 \mathbf{v} \mathbf{w} \mathbf{v} = \mathbf{v} \mathbf{v} \nabla \nabla \lambda \cdot \nabla \psi = (\mathbf{v} \nabla \psi) \nabla \lambda - (\mathbf{v} \nabla \lambda) \nabla \psi,$$

według (IX), a więc zamiast (93^a), skoro skorzystamy z (96):

$$\begin{aligned} \nabla (Q - \frac{1}{2} v^2) &= \nabla \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \lambda \frac{\partial \psi}{\partial t} \right) + \frac{\partial \lambda}{\partial t} \nabla \psi - \frac{\partial \psi}{\partial t} \nabla \lambda + \\ &+ (\mathbf{v} \nabla \lambda) \nabla \psi - (\mathbf{v} \nabla \psi) \nabla \lambda = \nabla \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \lambda \frac{\partial \psi}{\partial t} \right) + \\ &+ \frac{d\lambda}{dt} \nabla \psi - \frac{d\psi}{dt} \nabla \lambda. \end{aligned}$$

Ostatecznie tedy równanie różniczkowe ruchu płynu będzie:

$$\frac{d\lambda}{dt} \nabla \psi - \frac{d\psi}{dt} \nabla \lambda + \nabla H = 0 \quad (93^b),$$

gdzie H jest skalarem określonym przez

$$H = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \lambda \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{1}{2} v^2 - Q \quad (99).$$

Mnożąc skalarnie przez \mathbf{w} i uwzględniając, że według (97) jest identycznie $\mathbf{w} \nabla \psi = 0, \mathbf{w} \nabla \lambda = 0$, mamy z powyższego równania

$$\mathbf{w} \nabla H = 0,$$

czyli: $H = \text{const.}$ wzdłuż linii wirowej. Ponieważ zaś linia taka jest przecięciem powierzchni $\lambda = \text{const.}, \psi = \text{const.}$, przeto mamy przedewszystkiem

$$H = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \lambda \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{1}{2} v^2 - Q = H(\lambda, \psi, t).$$

Następnie jednak można okazać, że H nie zależy ani od λ ani od ψ , że więc może być funkcją samego tylko czasu t .

Istotnie, stosując do (93^b) operację *curl*, mamy

$$\nabla \nabla \left(\frac{d\lambda}{dt} \right) \cdot \nabla \psi - \nabla \nabla \left(\frac{d\psi}{dt} \right) \cdot \nabla \lambda = 0,$$

a więc, mnożąc skalarnie bądź to przez $\nabla \lambda$, bądź przez $\nabla \psi$ i uwzględniając (97):

$$\mathbf{w} \nabla \frac{d\lambda}{dt} = 0, \quad \mathbf{w} \nabla \frac{d\psi}{dt} = 0 \quad (a).$$

Odtąd możemy powtórzyć tu dosłownie rozumowanie BASSET'A (loc. cit.): Linia wirowa leży, jak wiemy, na powierzchni $\lambda = A = \text{const.}$; według pierwszego równania (a) linia ta leży jednocześnie na powierzchni $\lambda + \frac{d\lambda}{dt} = A$, to zaś jest możliwe

wówczas tylko, jeżeli $\frac{d\lambda}{dt} = 0$; podobnie też mamy $\frac{d\psi}{dt} = 0$.

Równanie (93^b) redukuje się przeto do

$$\nabla H = 0 \quad (93^c),$$

tak, iż H posiada wszędzie jedną i tę samą wartość, zależną jedynie od czasu; innymi słowy, mamy tak zwaną pierwszą całkę równań ruchu:

$$H = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \lambda \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{1}{2} v^2 - Q = H(t) \quad (100).$$

¹⁾ Co do literatury por. A. B. Basset'a: *A treatise on hydrodynamics*, T. I. Cambridge 1888, str. 28.

²⁾ Por. autora „*Twierdzenie hydrokinematyczne*“, dowód którego w języku skalar-nym zapelniał aż trzy stronicie „*Rozpraw Akademii Krak.*“ 1895 r.

Jednocześnie zaś widzimy z równań $\frac{d\lambda}{dt} = 0, \frac{d\psi}{dt} = 0,$ że powierzchnie $\lambda = const.$ oraz $\psi = const.$ składają się zawsze z tych samych cząstek płynu; toż samo więc dotyczy linii wirowej, która jest wzajemnym przecięciem tych powierzchni. Mamy więc jedno ze słynnych twierdzeń HELMHOLTZ'A: Każda

linia wirowa składa się ustawicznie z tych samych cząstek. (Do przedmiotu tego wrócimy jeszcze w ciągu dalszym).

Pamiętajmy, że powyższe wywody opierają się na założeniu, że gęstość jest funkcją samego ciśnienia i że siły przyłożone posiadają potencjał skalarny.

(C. d. n.)

Wiadomości techniczne i przemysłowe.

Miernik rozchodu paliwa ciekłego.

Przy samojazdach dotychczas wyznaczano spożycie paliwa w sposób pierwotny: napełniano bowiem jedynie zbiornik aż do wyczerpania, lecz przy tem nie zdołano osiągnąć żadnych wskazówek kiedy i w jaki sposób otrzymana się oszczędności. Temu zapobiega miernik pomysłu PRUDON'A. Składa się on z dwóch naczyń walcowych A i B (rys.), złączonych rurką środkową C. W naczyniu A znajduje się pływak o poziomie stałym, zdarzającym się zwykle przy nawęglaczach powietrza.

Benzyna, przepływająca ze zbiornika rurką I, podnosi wentylik p, poruszany zapomocą pływaką F i przesącza się w naczynie dolne B, o ile ono nie jest zamknięte igłą stożkową E. Igła ta, przymocowana do pływaką D, podąża za zmianą poziomu benzyny w naczyniu B, lub zamyka rurkę C wówczas, gdy pływak znajduje się na poziomie najwyższym lub też gdy po zatrzymaniu silnika nawęglacz nie puszcza więcej paliwa przez rurkę I.

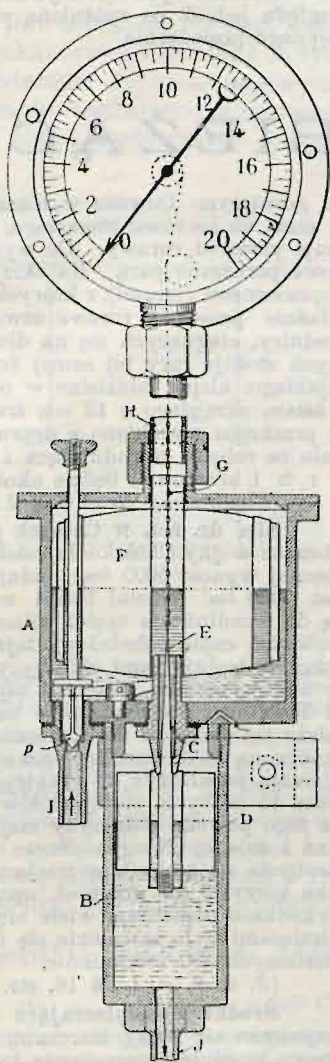
Skoro nawęglacz rozchodzi paliwo, poziom cieczy w B opada, pływak się obniża, igła odsłania otwór w C i benzyna z naczynia A doprowadzana jest w ilości oznaczonej; każde przeto położenie pływaką D jest położeniem równowagi, odpowiadającym pewnemu spożyciu paliwa, rozchód zaś ten jest pokazany na tarczy z podziałką oznaczoną doświadczalnie, zapomocą wskazówki poruszanej łańcuchem G złączonym z igłą E.

Miernik daje się łatwo ustawić na przewodzie prowadzącym paliwo ze zbiornika do nawęglacza, z powodu małych wymiarów przyrządu, nie doznaje on wpływu wstrząśnień części, będących w ruchu, wskutek zaś postaci i umieszczenia igły jest bardzo czuły. Wreszcie pokazuje przesączenie nie pożądane, stanowiące stratę paliwa, które daje się widzieć najlepiej wtedy, gdy samojazd jest w spoczynku.

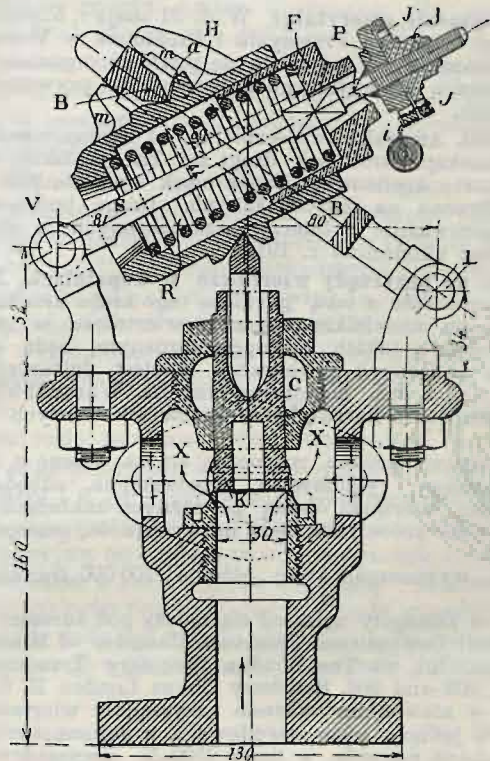
Miernik taki daje się stosować nie tylko w samojazdach, lecz i wszędzie tam, gdzie z paliwem ciekłym mamy do czynienia. (G.-C. № 16 r. b., str. 277). —sk—

Wentyl bezpieczeństwa zrównoważony systemu Manebry

Od czasu gdy o tym wentylu mówiliśmy (por. *Przegląd Techniczny* № 8 r. z., str. 96), został on uproszczony i o tej nowej jego postaci obecnie mówić zamierzamy.



Ciśnienie pary na wentyl K przenosi się na pręt pionowy, zaścięty kliniasto, zapomocą wodzidła B opierający się o pochwę pochylą, oraz pośrednio o tłok F, którego trzon S z jednej strony łączy się z osią stałą V, z drugiej zaś z ostrzem P, wspierającym się na tłoku, do czego przyczynia się sprężyna R. Zmiany w naprężeniu sprężyny dokonywają się zapomocą pokręcenia naśrubka I. Aby się zabezpieczyć od zbaczania wodzidła B, cały układ ruchomy jest kierowany przyłogami m, stanowiącymi jedną całość z pochwą H, przez co linia łącząca ostrza ze sobą, stoi zawsze prostopadle do osi tłoka niezależnie od wzniesienia wentyla.



Zmniejszenie naporu na wentyl w chwili jego wzniesienia, pochodzące od zmiany ciśnienia statycznego na dynamiczne, prawidłowemu działaniu wentyla szkody nie przynosi, równocześnie bowiem zmniejsza się odpowiednio rozprężenie sprężyny, co jest wynikiem ustroju całego układu ruchomego. Najpierw przypuśćmy, że powierzchnia obciążona wentyla ma 30 mm średnicy i że prężność pary w kotle wynosi 6 atm., to ciśnienie pary na wentyl jest 27,51 kg. Założmy teraz, że wentyl otwiera się stopniowo aż do 7 mm wzniesienia, wtedy nacisk sprężyny wzrastać będzie stopniowo do 31,85 k. p. i różnica nacisków będzie 31,85 — 27,51 = 4,34 kg. Lecz gdy sprężynę dobierzemy tak, że różnica ciśnień będzie jedynie 600 g, rozpoczynając się od zera, wtedy para na wentyl zamknięty ciśnię statycznie, na otwarty zaś — dynamicznie i zrównoważenie nastąpi.

(G.-C. № 16 r. b., str. 276) —sk—

Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

Stowarzyszenie Techników w Warszawie. Posiedzenie z d. 15 maja r. b. (Komunikat Wydziału Posiedzeń Technicznych). Po zatwierdzeniu przez zebranych protokołu poprzedniego, zabrał głos inż. E. Świda, jako referent komisji wybranej na posiedzeniu poprzednim w celu opracowania wniosków, dotyczących bezpieczeństwa ruchu

ulicznego wobec tramwajów elektrycznych. Odczytane przez inż. E. Świdę wnioski komisji poddano dyskusji i ostatecznie powzięto następujące uchwały:

1) Osłonę otaczającą koła opuścić niżej a proste jej deski odczołowe zastąpić dwiema deskami w postaci pługa.

2) Wybrać komisję do szczegółowego rozpatrzenia kwestyi siatek ochronnych, pasów bruku asfaltowego wzdłuż torów tramwajowych i szyb osłaniających stanowisko silniczego, oraz do przedstawienia wniosków w tych sprawach.

3) Szybkość maksymalna powinna być uzależniona od szerokości ulic i gęstości ruchu przechodniów, z należytym uwzględnieniem skrzyżowań ulic przy jednoczesnym zastosowaniu przyrządów kontrolujących szybkość.

4) Zderzak oraz ramę go podpierającą należy podnieść możliwie jak najwyżej a talerz zderzakowy cofnąć nieco ku środkowi wagonu.

5) Silniczy powinien mieć możność siedzenia, albowiem nadmierne jego znużenie może stać się przyczyną wypadków.

6) Wejście na platformę przednią powinno być zamykane drzwiczkami składanymi (nie na łańcuszek).

7) Należy wprowadzić bilety przejściowe (korespondencyjne), dające możność wyzyskania przewidzianych kontraktem 4 kilometrów przez przesiadanie się w tramwaje innych kursów, co umożliwi jednocześnie ograniczenie się do mniejszej liczby prostszych kursów przejściowych.

8) Do czasu wprowadzenia tych biletów przejściowych urządzić taki podział kursów, aby korzystający z tramwajów mogli na swój bilet wyzyskać 4 kilometry drogi, licząc od miejsca, w którym wsiadł.

9) Ulicami wązkimi prowadzić tylko jeden tor, kierując tor powrotny przez sąsiednie ulice równoległe (np. Złota-Sienna).

10) Oprócz numerów i napisów, oznaczających kurs, a pomieszczonych na wagonie, należy dodatkowo (ze względu na analfabetów i krótkowidzów) wyróżnić kursy te przez tarcze różnego kształtu i różnych barw.

11) Stopnie przy wagonach wypada zabezpieczyć od ślizkości.

12) Ze względu na bezpieczeństwo ruchu ulicznego tramwaj powinien przystawać przed każdym skrzyżowaniem się ulic w śródmieściu, na przedmieściach natomiast ze względu na wygodę publiczności, przy każdym takim skrzyżowaniu, gdzie wysiadający lub wsiadający tego zażąda.

13) Uprzystępnienie tramwajów klasie pracującej przez wczesne ich wypuszczenie, tak, aby robotnicy podążający do fabryk z nich korzystać mogli, oraz obniżenie ceny biletów w godzinach porannych aż do 9-ej rano a nadto wprowadzenie tanich biletów abonamentowych.

14) W przyszłości wszelkie zamówienia, nie wyłączając wagonów, należy oddawać fabrykom krajowym.

15) Prosić Radę Stowarzyszenia o skierowanie wniosków powyższych na drogę według swego uznania możliwie najskuteczniejszą.

Podczas dyskusji wyłonily się jeszcze dodatkowe wnioski; ze względu jednak na spóźnioną porę rozpatrzenie ich odłożono do następnego posiedzenia.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Stowarzyszenie emerytalne. W d. 31 maja r. b., o godzinie 12-ej w południe, w Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie (Krakowskie Przedmieście 66) odbył się pierwsze organizacyjne zebranie Stowarzyszenia Emerytalnego pracowników prywatnych w Królestwie Polskim.

Droga żel. Amurska rozpocznie się od miejscowości Kuenga na odnodze Karimskaja-Stretiensk drogi żel. Zabajkalskiej; długość zaś drogi aż do punktu krańcowego Chabarowsk wyniesie 2134 km. Koszt całkowity obliczono na 215 260 000 rub. Drogę budować ma skarb przy użyciu przeważnie żołnierzy przeznaczonych do obrony kraju. Budowa ma być ukończona r. 1912. — sk —

Konkurs na przyrządy wiertnicze w kopalniach. Rząd Transwaalu w porozumieniu z izbą górniczą tego kraju urządził na wiosnę r. p. konkurs na niewielkie przyrządy wiertnicze w skale. Typy rozmaite przyrządów takich, o popędzie różnym, będą dopuszczone: do przyrządów pędzonych powietrzem—komitet dostarczy powietrza o sprężeniu 4,2–5,3 atm. manometrycznych. Warunki konkursu wymagają, aby usuwanie kurzu z przyrządów wiertniczych było samoczynne.

Doświadczenia próbne rozpoczną się na wiosnę r. p. i trwać będą sześć miesięcy: tymczasowe, przedwstępne, odbędą się na powietrzu, poczem wiertarki obeszły po różnych zakładach górniczych Transwaalu, gdzie próbowane będą na wydajność, oszczędność, trwałość i t. p.

Nagród wyznaczono dwie: główna 100 000 franków i druga 25 000 fr.

O bliższe szczegóły zgłaszać się należy pod adresem: The Secretary Stope Drill Competition Transvaal Chamber of Mines Johannesburg Transvaal; lub też The London Secretary Transvaal Chamber of Mines 202, 203 and 206, Salisbury Circus London E. C.

Próby w niewielkim zakresie przyrządów wiertniczych urządziło w r. 1907 jedno z pism zawodowych w Johannesburgu i po ich odbyciu przyznano nagrodę w ilości 2500 fr. przyrządowi Gordon'a (Eng. z d. 7 lutego r. b., str. 135) — sk —

Szyny 18 i 24 m długości wprowadzają na drogach żel. francuskich. Dotychczas szyny o długości 18 m ułożono w obrębie drogi żel. Paryż-Lugdun-m. Śródziemne na długości około 300 km, drogi Wschodnie na długości około 500 km. Na drodze żel. Wschodniej jako też na dr. żel. Zachodniej mają stopniowo wszystkie tory główne otrzymać szyny 18 m długie. Szyny o długości 16,5 m są już dotychczas ułożone na drogach żel. państwowych na długości ogólnej około 200 km i na dr. żel. Orleańskiej na długości 900 km.

W ogólności sądy o szynach długości 16,5 m i 18 m są korzystne, natomiast szyny dłuższe niż 20 m są pocytywane za odpowiednie tylko w pewnych warunkach. Jednakże droga żel. Południowa ułożyła na działce próbnej, o długości 17 km, szyny 22 m długie i uznała je za tak dogodne, że zamierza szyny tej długości zastosować do wszystkich torów głównych. Szyny o długości 24 m ułożone są dotychczas tylko na mostach i w tunelach dr. ż. Orleańskiej. — sk —

Przesunięcie dworca w Antwerpii. Ciekawą robotę wykonano w Antwerpii: dworzec stacji Antwerpia - Darse przesunięto poziomo o 25 m, podniesiono o 2 m w górę i oś jego podłużną obrócono o 10°. Budynek ważył 3000 t, do jego zaś uniesienia ponad fundament użyto siły 5000 t, przyczem 23 dźwigi śrubowe były czynne. Przedewszystkiem między mury wstawiono zbudowane w tym celu podpory i działając równomiernie na dźwigi cały budynek wzniesiono o 60 cm, pod spód podsunęto belki żelazne 14 m długie, wsparło je na walcach żelaznych 6 cm średnicy, spoczywających na szynach żelaznych i wtedy dopiero przystąpiono do przesuwania.

Koszt całego przedsięwzięcia okazał się bardzo niewielki: oprócz zaoszczędzenia wydatków na przebudowę, zyskano wiele na czasie, gdyż do wzniesienia nowego takiego budynku potrzeba byłoby dwóch lat. (Z. d. V. d. I. № 43 r. z., str. 1719) — sk —

Budowa przewodu wodnego w Kanadzie. Przy niezwykle trudnych warunkach buduje obecnie towarzystwo Yucan Gold Co. w okrę-

gu górniczym Dowson w Kanadzie, przewód wodny 110 km długi, w czem 65 km rowu otwartego, 32 km złoba drewnianego, resztę zajmuje przewód rurowy. Do wykopania rowu użyto 4 silnice czerpakowe poruszane parą. Na skrzyżowaniach osi kanału z rozpadlinami poprzecznymi (jarami), z których największa jest Klondyke, nłożono właśnie przewody rurowe utworzone z walców żelaznych 1250 mm średnicy, ciągniętych się na długości 9 km. Przy rozpadlinach mniejszych stosują rury tej samej średnicy z drzewa czerwonego kalifornijskiego: klepki oddzielne w odległości 45 mm ściągnięto obręczami z żelaza okrągłego o 12 mm średnicy. Żłób drewniany 2,13 × 1,22 m² w przekroju wyrobiono z drzewa miejscowego i podparto na kozłach. Cała ta robota, zatrudniająca 1400 ludzi, ma być ukończona jeszcze w r. b. i kosztować będzie około 5 mil. rub.

(Engineering News z d. 2 kwietnia r. b.) — sk —

Sieć dr. żel. w Chinach przy znacznym udziale europejczyków, od czasu wojny Chińsko-Japońskiej zwiększa się bezustannie i w chwili obecnej wynosi 5000 km, budują 1800 km, projektowanych wreszcie jest 5000 km. Udział Rosyi w tych przedsiębiorstwach ograniczył się do przedłużenia części północnej drogi Mandżurskiej. Japończycy prowadzą część południową tejże drogi; linię zaś idącą z Pekinu na południe budują sami chińczycy. Drogi żelazne Szantungskie i okolic budują Niemcy, Francuzi zajęli się drogami idącymi na południe od Tonkinu i mają udział w budowie drogi Pekin-Hankou, ciąg zaś dalszy tej drogi aż do Kantonu prowadzą znów chińczycy. Wreszcie ukończoną niedawno linię Szangaj-Nankin, 310 km długą, którą zamierzają przedłużyć do granicy Szantungu, zawiadują Anglicy. Dążenie do pozbycia się żywiołów obcych w Chinach obecnie przeważa i z tego powodu chińczycy mają zamiar linię Yangtse, powyżej Nankinu i działkę Ningpo-Sucz budować na koszt własny. Wobec nieobycia się techników miejscowych z budową dróg żel., gospodarka taka korzyści nie przynosi, oprócz bowiem mitręgi w budowie, przy wykonaniu popełniają wiele błędów, czego przykładem przed kilku miesiącami było zawalenie się tunelu, w którego gruzach było po- grzebanych 180 robotników.

(Z. d. V. d. I. № 16, str. 643) — sk —

Środki zabezpieczające drzewo od gnicia. 1) W 100 l wody rozpuszcza się 10 kg siarczanu miedzi; w roztwór taki zanurza się drzewo zupełnie i pozostawia tam 18–36 godzin, stosownie do grubości, przyczem roztworu rozwadniać nie należy. Siarczan miedzi jako silna trucizna wymaga ostrożności w użyciu. 2) Smoła gazowa otrzymana przy dystalacji węgla w zakładach gazowych nadaje się jedynie do nasycania drzewa miękkiego, drzew bowiem twardych ona nie przenika. 3) Smoła drzewna (zwykła) może być użyta do wszystkich odmian drzewa niezależnie od ich twardości: jest ona wprawdzie droższa niż gazowa, lecz ma tę zaletę, że jednorazowo pociągnięcie drzewa smolą taką gorącą sprawia ten sam skutek co pięciokrotne posmarowanie smolą gazową. Ze jednak drzewa niektóre w następstwie pękają, należy zachować ostrożności. 4) Dobrą powłokę stanowi mieszanina w równych częściach smoły gazowej z terpentyną lub gazoniną; powłoka ta ma barwę czarną i prędko twardnieje; do zabarwień zaś innych dodają ochry surowej lub palonej. Mieszaninę rozprawdza się pendzlem twardym i warstwą możliwie cienką, przenika zaś drzewo miękkie lub twarde, a przylega ściśle do żelaza chroniąc go od rdzewienia. 5) Tissandier zaleca wytwór następujący: 1–16 kg wapna zwietrzałego rozprawdza się w 10 l smoły gazowej, dodaje następnie 0,4 l terpentyny i 0,04 l mocnego octu winnego, w którym gotowano 300 g siarczanu miedzi. 6) Dobry środek ochronny stanowi karbolinum, jeden z przetworów smoły gazowej; drzewo pokryte tym środkiem przeciwnie zabarwia się na brunatno i nie pęka. 7) Mniej skutecznie zachowuje się smoła drzewna przepuszczona przez alembik i zmieszana z farbą dowolną w stosunku ciężarowym 1 cz. farby i 5 cz. smoły. 8) Farba żelazna do pokrywania drzewa, kamienia lub żelaza składa się z bardzo drobnych opilek żelaznych rozprawdanych lakierem z oleju lnianego. (T. W. № 3 r. b., str. 64) — sk —

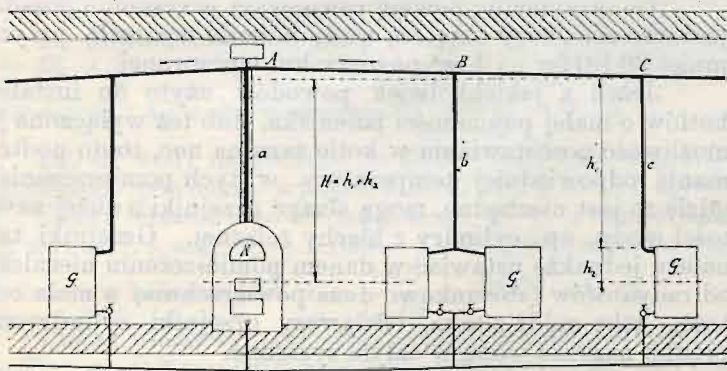
Sprostowanie. W № 21 r. b., na str. 270 w szp. 11-ej, w 48 od dołu, zamiast: elotia, winno być: elotia.

ARCHITEKTURA.

O ogrzewaniach mieszkaniowych.

Na jednym z marcowych posiedzeń Koła Architektów została poruszona między innymi sprawa ogrzewań mieszkaniowych¹⁾. Ponieważ rzecz dla braku czasu nie mogła być obszerniej wyjaśniona, a ogólnie odnosiło się wrażenie zasadniczego uprzedzenia pp. budowniczych do ogrzewań mieszkaniowych, przeto pozwalam sobie zamieścić tutaj kilka uwag w tej sprawie:

1) Zgoła zbyteczną rzeczą jest uciekanie się przy urządzeniu ogrzewania wodnego mieszkaniowego (kocioł i radiatory na jednym poziomie) do systemów szybkoobiegowych, gdyż można niemal zawsze to zadanie techniczne rozwiązać, korzystając z różnicy temperatur słupa wody ponad kotłem



Rys. 1.

i ponad grzejnikiem. Rys. 1 przedstawia schemat takiego ogrzewania (K—kocioł, G—radiatory). Jasną jest rzeczą, że woda gorąca, wychodząca z kotła, zanim dojdzie do radiatorów ulega pewnemu ochłodzeniu w głównej linii poziomej doprowadzającej i w pionach. Schłodzenie to zależy od warunków miejscowych i od odległości radiatora wynosi od 2° do 8° C. Przypuścimy, że woda gorąca, opuszczająca kocioł z temperaturą 85° C., schładza się między punktami A i C o 3° C., w pionie c zaś o 2° C.; średnia temperatura pionu c

będzie zatem wynosiła $\frac{82 + 80}{2} = 81^\circ \text{C}$. Jeżeli woda, odda-

jąc ciepło pomieszczeniu, oziębi się w radiatorze o 30° C. (zwykle warunki), to możemy przyjąć oziębienie w górnej połowie radiatora równym 15° C. (w rzeczywistości górna część schładza się silniej). Mamy zatem nad środkiem kotła słup wody, $H = h_1 + h_2$ o temperaturze 85° C., nad środkiem radiatora zaś słup wody h_1 o średniej temperaturze 81° C.

i h_2 o temperaturze średniej $\frac{80 + 65}{2} = 72,5^\circ \text{C}$. Jeżeli

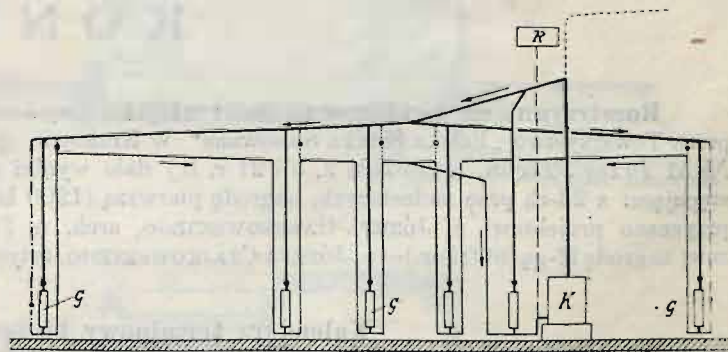
$h_1 = 2,3 \text{ m}$, $h_2 = 0,5 \text{ m}$, to średnia temperatura słupa wody H ponad środkiem radiatora wynosi $\frac{81 \times 2,3 + 72,5 \times 0,5}{2,3 + 0,5} =$

$= 79,5^\circ \text{C}$.

Takiej różnicy temperatur wody przy wysokości 2,8 m odpowiada różnica ciśnienia około 11,5 mm słupa wody. Jak widzimy, siła, wprawiająca w ruch wodę pomiędzy kotłem, a danym grzejnikiem, jest bardzo mała; ale i opory hydrauliczne (tarcie i opory pojedyncze) są też nieznaczne wobec niewielkiej rozległości i wysokości sieci. Różnica ciśnienia 11,5 mm jest np. w stanie przepchnąć ilość wody dostateczną do ogrzania pokoju o ścianie zimnej 4 × 4,5 m o dwu oknach i objętości 100 m³ przez rurę średnicy 20 mm długości 34 m, a więc mniej więcej na odległość 14 m od kotła. To też,

w normalnych warunkach, średnice rur cyrkulacyjnych głównych nie przekraczają 50 mm, zawory regulacyjne zaś mają średnice 14, 20, rzadko zaś 26 mm w świetle. Oczywiście w obliczaniu i urządzeniu instalacji nie można trzymać się szablonu. Ażeby uzyskać możliwie duże ochłodzenie wody w liniach doprowadzających, należy dawać linie poziome górne i piony dopływowe o ile możności grube i prowadzić je we wszelkich pomieszczeniach drugorzędnych (kuchnie, pasáže, korytarze, ustępy i t. p.) po wierzchu; linie powrotne mogą być cienkie (dzięki temu mniejsze zawory). Pożądanym jest też możliwe dokładne izolowanie głównej rury wschodzącej (pion a na rys. 1). Zapuszczenie kotła na kilkanaście cm w podłogę (zazwyczaj możliwe ze względów budowlanych) jest oczywiście rzeczą nader korzystną dla obiegu wody. Zachowanie tych wymagań, dokładne obliczenie i zastosowanie kształtówek, ułatwiających obieg (rozczepki ukośne, kolana o długim promieniu i t. p.) zapewniają prawidłową cyrkulację przy temperaturach radiatorów, zgodnych z wymaganiami higieny (80° C).

Jak dobre rezultaty daje się osiągnąć przez umiejętne wyzyskanie owych, napozór drobnych, różnic ciśnień, może świadczyć następujący przykład: w pewnej willi we Włoszech Północnych²⁾ chodziło o urządzenie ogrzewania wodnego na parterze w gotowym już budynku, przyczem z powodu braku piwnic kocioł musiał stać na równej wysokości z radiatorami. Ponieważ pięknej posadzki nie wolno było zrywać, a progów nie było, więc prowadzenie rur dołem było niemożliwe. Otóż urządzono instalację (rys. 2) w ten sposób, że poprowadzono zarówno rury dopływowe, jak i powrotne góra, przyczem piony od i do radiatorów G ukryto zupełnie za draperiami i t. p., główne rury cyrkulacyjne zaś pod sufity. Do odpowietrzenia odpływów pionowych połączono rurę cyrkulacyjną powrotną w odpowiednich miejscach cienkimi rurkami z rurą doprowadzającą. Mimo bardzo niekorzystnego układu rur, instalacja działa zupełnie prawidłowo. To samo dotyczy całego szeregu ogrzewań mieszkaniowych normalnych w Szwajcaryi, Włoszech Półn. i Niemczech.



Rys. 2.

Tutaj w Warszawie miałem możność współdziałania przy przeróbce kilku systemów szybkoobiegowych na wolnoobiegowe podług powyższych zasad, z dobrym rezultatem.

2) Należy stanowczo zerwać z układaniem rur odpływowych pod posadzką. Jest to niekorzystne ze względów budowlanych, gdyż posadzka w sąsiedztwie gorącej rury łatwo się zsycha i paca, ale też i bardzo niepożądane ze względów instalacyjnych. Przy układaniu podłóg niepodobna upilnować, żeby cieśla nie zgiał rury (następstwem worek—powietrzny), albo nie przygniótł jej (—zwężenie przekroju). Wreszcie, w razie pocięgnięcia, czy też zapchania się rury, dobieranie się do niej pod posadzką jest rzeczą bardzo przykrą.

¹⁾ Por. sprawozdanie z posiedzenia Koła Architektów w № 12 Przegl. Techn. r. b., str. 158.

²⁾ Ges. Ing. 1897, 31, VII.

Dlatego też chyba najlepiej jest przeprowadzać rury powrotne poziome pod sufitem mieszkania niżej położonego.

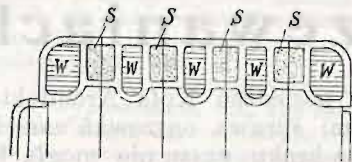
3) Niezmiernie ważnym warunkiem dobrego działania ogrzewania mieszkaniowego jest właściwy wybór kotła. Najczęściej używane są kotły lane: członowe lub całkowite. Zdaje mi się, że do instalacji niewielkich, gdzie różnice w powierzchni kotłów są małe, kotły całkowite nadają się lepiej. Z danymi o kotłach, zawartymi w cennikach różnych fabryk należy być jednakże bardzo ostrożnym. W cennikach takich zazwyczaj jest podana tylko powierzchnia ogrzewana kotła i najwyższa jego wydajność cieplna na godzinę. Są to jednakże dane nie wystarczające, gdyż dla korzystającego z instalacji ważnym jest to, czy *powierzchnia ogrzewana kotła i pojemność paleniska są takie, żeby kocioł przy danym gatunku paliwa był w stanie przez dłuższy (np. ośmiogodzinny) okres czasu między jednym zasypaniem a drugim wydawać stale odpowiednią ilość ciepłotek*. Dlatego też według słusznych uwag K. GRAY'A ¹⁾ kocioł do palenia bez przerwy charakteryzują dostatecznie trzy dane: pojemność paleniska, wydajność i zdolność przewodzenia ciepła.

Jeżeli pojemność paleniska, określoną jego wymiarami geometrycznymi, zmniejszymy o 10—15% (ze względu na resztę konieczną do rozpalania), a następnie podzielimy przez 8, to otrzymamy objętość paliwa, jaka ma się spalać w ciągu jednej godziny w danym kotle, przy zasypywaniu co 8 godzin. Oznaczywszy z objętości paliwa jego ciężar, otrzymamy przy wiadomej wartości opałowej (użytecznej, nie teoretycznej!) wydajność cieplną kotła, która musi być przynajmniej równą największej stracie ciepła mieszkania w ciągu jednej godziny. Tej wydajności musi odpowiadać zdolność przewodzenia ciepła, czyli, innymi słowy, powierzchnia ogrzewana kotła. Powierzchnia ogrzewana w kotłach, o których mowa, składa się z dwóch różnych części: powierzchni przy palenisku, grzanej przez promieniowanie i bezpośrednie zetknięcie z rozżarzoną paliwą, oraz z powierzchni, grzanej przez spaliny; pierwsza z nich (transmisja około 12 000—15 000 ciepł. z 1 m² na godz.) powinna być w dobrym kotle większa od drugiej.

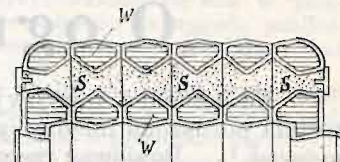
Kotły, odpowiadające tym wymaganiom, nie będą wywoływały słusznych narzekania służby, że „rady sobie dać nie można z dorzucaniem koksu“ i umożliwią utrzymanie odpowiedniej temperatury nocą w mieszkaniu aż do samego rana.

¹⁾ The Plumber 1907. 1, VII.

Gdy już mowa o służbie, to nie można pominąć milczeniem przykrości, jaką sprawiają kotły promieniujące zbyt wiele ciepła, zwłaszcza jeżeli są ustawione w kuchni. Rysunki 3 i 4 przedstawiają boki przekroju poziomego dwóch różnych kotłów członowych. W kotle na rys. 3 kanały pionowe do spalin *S* znajdują się bezpośrednio pod zewnętrzną



Rys. 3.



Rys. 4.

skorupą kotła; ponieważ temperatura spalin wynosi w tej części kotła średnio przynajmniej 350°, więc temperatura skorupy zewnętrznej będzie około $\frac{350 + 70}{2} = 210^\circ \text{C}$. Przeciwnie

w kotle na rys. 4, w którym na zewnątrz jest tylko przestrzeń wodna *W*, średnia temperatura zewnętrznej skorupy będzie około 70° C. Promieniowanie ciepła w pierwszym wypadku będzie 4 do 5 razy większe niż w drugim.

Do otrzymania pewnej równowagi w systemie pożądane jest wreszcie, żeby objętość wody w kotle wynosiła przynajmniej 20 litrów na 1 m² powierzchni ogrzewanej.

Jeżeli z jakichkolwiek powodów użyto do instalacji kotłów o małej pojemności paleniska, lub też wyłączona jest możliwość pozostawiania w kotle żaru na noc, to do podtrzymania odpowiedniej temperatury w tych pomieszczeniach, gdzie to jest niezbędne, mogą służyć grzejniki o dużej zawartości wody, np. cylindry z blachy żelaznej. Grzejniki takie należy jednakże ustawiać w danym pomieszczeniu niezależnie od radiatorów (stosunkowo duża powierzchnia, a mała objętość), żeby móżdż z rana, odciążony grzejniki cylindryczne, szybko nagrzać wodę w całym systemie.

Radbym był niezmiernie, gdyby uwagi powyższe wpłynęły na zmianę zapatrywań pp. budowniczych na ogrzewania mieszkaniowe, które mają tę wielką przewagę nad ogrzewaniami centralnymi, że usuwają źródło nieporozumień i sporów pomiędzy właścicielem i lokatorem. Nie mogąc się jeszcze zdobyć dla szerokich warstw na domek oddzielny, „home“ na wzór angielski, starajmy się przynajmniej o ile możności uniezależnić mieszkanie prywatne.

Franciszek Bąkowski, inż.

KONKURSY.

Rozstrzygnięcie konkursu na dwór wiejski, rozpisane przez Towarzystwo „Polska Sztuka Stosowana“ w Krakowie (por. № 51 *Przeł. Techn.* r. z. i №№ 2, 5 i 21 r. b.) dało wyniki następujące: z 23-ch prac nadesłanych, nagrodę pierwszą (1200 kor.) przyznano projektowi p. JÓZEFA GAŁĘZOWSKIEGO, arch. w Dreźnie; nagrodę II-gą (800 kor.)— p. JÓZEFA CZAJKOWSKIEGO, artysty-

malarza w Krakowie. Pozatem pięć wzmianek zaszczytnych udzielono projektom pod godłami: I-szą— „*Sam*“, II-gą— „*Pod jednym dachem*“, III-ią— „*O-góra*“, IV-tą znak — *trójkąt żółty z 3-ma trójkątami niebieskimi w środku*“ i V-tą— „*O*“. Nadto wyróżniono projekt „*Kość*“—wyłącznie za plany. Protokół sądu konkursowego podamy w numerze następnym.

Kalendarz terminowy bieżących konkursów architektonicznych.

| Kto rozpisuje | Treść zadania | Termin nadesłania | Rodzaj konkursu | Nagrody | Uwagi |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|--|--|
| Komitet budowy muzeum | Muzeum wojenno-histor. | 14 czerwca r. b. | Na Państwo Rosyjskie | 5000, 3000 i 1500 rub. zakupy po 500 rub. | Por. № 3 P. T. r. b. |
| Rząd Grecki | Pomnik | 15 czerw. r. b. | Międzynarodowy. | 5000, 2000 i 3 po 1000 fr. | Por. № 40 P. T. r. z. |
| Argentyńskie minist. rob. publicznych | Gmachy Instytutu Politechnicznego | 1 sierpnia r. b. | Międzynarodowy | 18800, 9400 i 4700 rub. | Por. № 39 i 44 P. T. r. z. oraz № 19 r. b. |
| Komitet budowy w Rewlu | Teatr | 1 sierpnia r. b. | Powszechny | Na 5 nagród 2500 rub., zakupy po 150 rub. | Por. № 21 P. T. r. b. |
| Komitet budowy w Warszawie | Pomnik Chopina | 15 kwietnia 1909 r. | Dla artystów polskich | 2000, 1500 i 1000 rub., zakupy po 300 rub. | Por. № 21 P. T. r. b. |

Wydawca Maurycy Wortman. Redaktor odp. Jakób Hellpern.

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników).