PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom XLIV. *Warszawa, dnia 30 sierpnia 1906 r.* № 35.

Dwudziestopięciolecie żarówki elektrycznej.

(Ciąg dalszy do str. 384 w № 33 r. b.).

Ze wszystkiego powyższego wynika, że ilość energii świetlnej, wysyłanej przez różne ciała, zależy od dwóch niezależnych od siebie czynników: ich właściwości fizycznych, zdolności promieniowania i temperatury. Zdolność promieniowania jest dla każdego ciała inną i zgodnie z Weberem nazywamy ją „stałą promieniowania świetlnego" (n. „constante des Leuchtungsvermögens"), zależność zaś energii całkowitej, maksymalnej i świetlnej od temperatury jest dla wszystkich ciał jednakową i daje się wyrazić prostym wzorem matematycznym; należy zaś zauważyć, że nowsze badania Lummer'a i Pringsheim'a dowiodły błędności rozpowszechnionego dotychczas ogólnie mniemania, że energia świetlna wzrasta proporcyonalnie do 5-ej potęgi temperatury absolutnej. Mianowicie badacze ci znaleźli, że całkowita energia promieniowania wzrasta zgodnie z prawem Stefan'a i Bolzman'a proporcyonalnie do 4-tej potęgi temperatury, a maximum energii—proporcyonalnie do 5-tej potęgi temperatury; co się zaś tyczy energii świetlnej, to zależność jej od temperatury wyraża się wzorem $\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^x$, gdzie H_1 i H_2 oznaczają energię świetlną, T_1 i T_2 odpowiednie temperatury absolutne, x zaś jest wielkością zmienną i zależną od temperatury. Lummer zestawił dla x następującą tabliczkę:

Tabl. III.

Temp.	900	1000	1100	1200	1400	1600	1900
x	30	25	21	19	18	15	14

a więc w pobliżu rozżarzenia czerwonego ogólna energia świetlna wzrasta proporcyonalnie do 30 potęgi temperatury, przy rozżarzeniu do białości proporcyonalnie do 14-tej potęgi; przy wyższych temperaturach x zbliża się asymptotycznie do 12. Oznacza to, że (przy wysokich temperaturach wyżej 1900° abs.) jeżeli temperatura wzrasta dwukrotnie (np. z 2000° na 4000°), to energia świetlna wzrasta 2^{12} razy, a więc o wiele prędzej, niż całkowita energia promieniowania i niż przypuszczano dotychczas.

Przytoczone powyżej badania teoretyczne wyraźnie już formułują zadania techniki świetlnej i właściwości, które powinnyby posiadać używane do celów oświetlenia materyały; a więc: 1) ciało idealne, które ma być użyte jako palnik, powinno pochłaniać w stanie zimnym wszystkie promienie świetlne, a odbijać lub przepuszczać wszystkie promienie cieplne; ciało takie przy rozżarzeniu będzie wysyłało tylko promienie świetlne; 2) powinno ono wytrzymywać jaknajwyższe temperatury przez dłuższy czas bez uszkodzenia. Mamy w ten sposób wskazane dwie drogi, dwa kierunki, którymi dążąc możemy przy zużyciu mniejszej energii otrzymać większe ilości światła, czyli wytworzyć oszczędniejsze źródła światła. Jakie postępy zrobiliśmy dotychczas w oszczędnościowem zużyciu energii dla otrzymania światła przy pomocy rozżarzenia ciał do wysokiej temperatury, wskazuje następująca tablica IV, zestawiona przez prof. Wedding'a i podająca sprawność różnych źródeł światła w procentach:

Tabl. IV.

	η
Światło naftowe	0,029
„ spirytusowe żarowe	0,0063
„ gazowe Auer'a	0,018
„ gazowe pod ciśnieniem / „ Lucasa / „ Millenium	0,065—0,096
„ żarówki węglowej	0,2—0,48
„ „ osmowej	0,62
„ „ tantalowej	0,866
„ „ Nernst'a	0,85
„ łukowe / „ „ płomienne	0,298—0,338

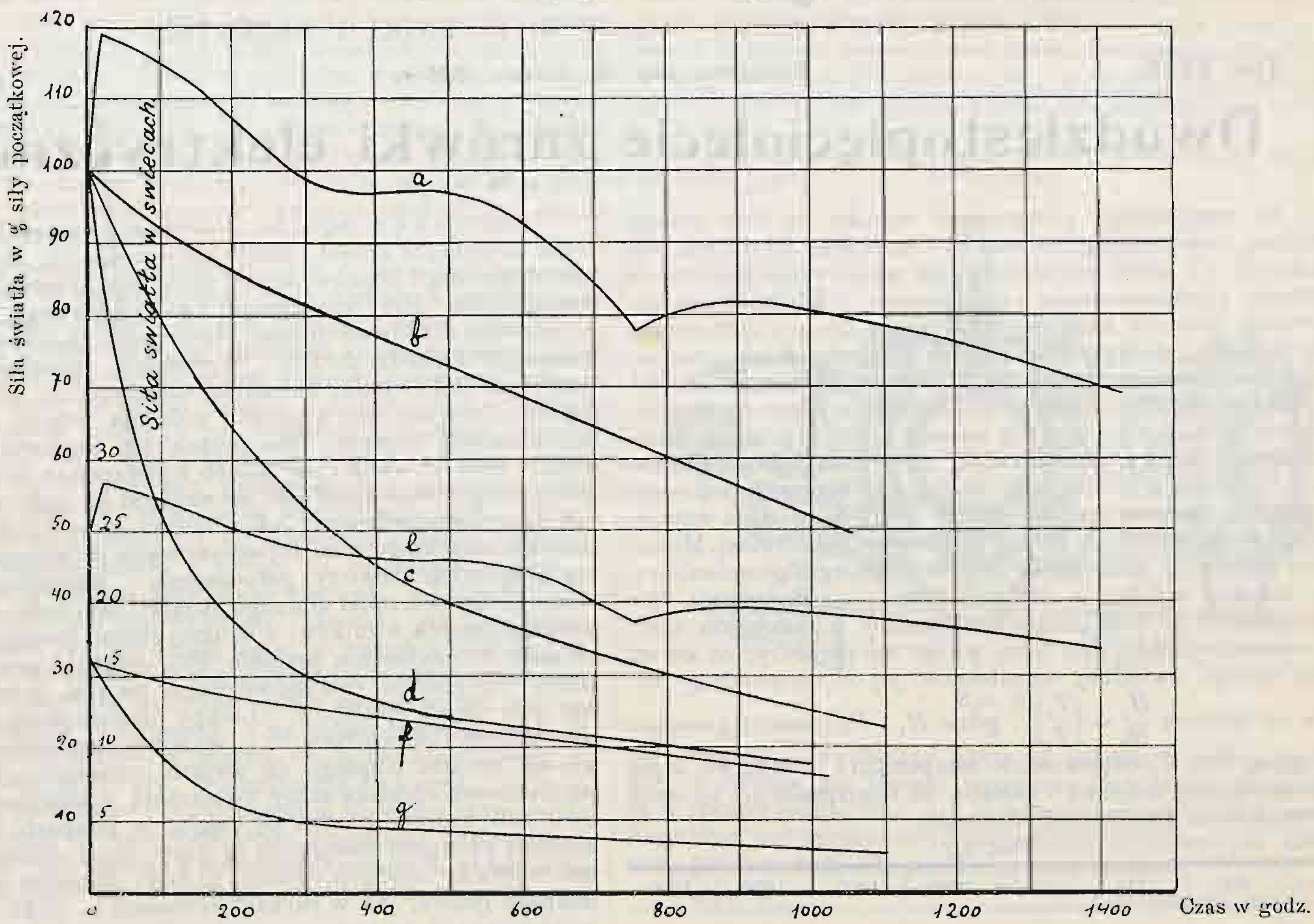
Okazuje się z tego, że sprawność wszystkich używanych dotychczas źródeł światła nie dosięga 1%, czyli że przeszło 99% energii doprowadzonej ginie bezużytecznie dla pożądanego celu. Przy sposobności zwrócimy uwagę, że tablica ta prostuje rozpowszechnione mniemanie, że sprawność lamp łukowych dochodzi do 10%. Wprawdzie sprawność elektrycznych źródeł światła, zwłaszcza najnowszych, jest o wiele lepsza od innych, lecz z punktu widzenia teoryi, są i one niżej wszelkiej krytyki. Nie można też odmówić słuszności zdaniu prof. Lummer'a, że sposób wytwarzania światła za pomocą rozgrzewania ciał jest, ze względu na jego oszczędność, tak samo bezsensownym, jakim byłby sposób otrzymywania jednego wysokiego tonu fortepianowego za pomocą naciśnięcia wszystkich klawiszy jednocześnie. Widzieliśmy, że dążenia do wytworzenia zimnego światła nie dały dotychczas zadawalających wyników; z drugiej strony światło cieplne pochłania bezużytecznie przeszło 99% energii—powstały więc próby otrzymania oszczędniejszego światła przez połączenie tych dwóch sposobów. Lampy łukowe płomienne i lampy rtęciowe Cooper-Hewitt'a stanowią już poniekąd przejście od światła ciepłego do światła zimnego. W lampach płomiennych efekt świetlny zwiększają rozżarzone pary różnych soli, któremi nasyca się węgle, w lampach rtęciowych źródłem promieni świetlnych są pary rtęci; zbliżamy się zatem o tyle do zimnych świateł, że ciało świecące jest w tych lampach gazem, jak w rurkach Geissler'a, tylko że gazy te wytwarzane są za pomocą wysokich temperatur, co znów niweczy ich oszczędność, i obie te lampy mają również sprawność mniejszą niż 1%; bądź co bądź, stanowią jednak dowód, że za pomocą świecenia się gazu można otrzymać światło praktyczne.

Opierając się na tych podstawach teoretycznych, możemy przejść do oceny starej żarówki węglowej i nowych pomysłów w dziedzinie oświetlenia żarowego i ich wartości w wykonaniu praktycznem.

Żarówka węglowa. Nie zatrzymując się nad historyą rozwoju i fabrykacyi żarówki węglowej, co nie jest celem niniejszego szkicu i było zresztą wielokrotnie i szczegółowo roztrząsane [1]), zaznaczę tylko w krótkości stan obecny tej gałęzi przemysłu elektrotechnicznego i cechy charakterystyczne obecnej żarówki węglowej, co stanowić będzie materyał porównawczy do oceny nowych, dążących do jej wyparcia, lamp żarowych. O rozwoju fabrykacyi świadczy najlepiej fakt, że obecnie wyrabia się rocznie przeszło 30 milionów żarówek w Europie i przeszło 20 milionów w Ameryce i że obliczają do 150 000 różnych typów i rodzajów żarówek, gdyż została ona zastosowana do najrozmaitszych celów: w telefonii zastosowano z doskonałym skutkiem lampki żarowe do otrzymywania sygnałów zamiast dawnych klapek; najrozmaitszych postaci wymaga marynarka, cele dekoracyjne; przyrządy medyczne zostały zaopatrzone w małe lampki do oświetlania pewnych wewnętrznych części ciała, zjawiły się lampy mikroskopowe i kinetoskopowe i t. d., i t. d. W oświetleniu mieszkań żarówka stanowi dotychczas rdzeń oświetlenia elektrycznego, dzięki nieporównanym swoim zaletom. A jednak, zdaje się, że wchodzimy w okres upadku żarówki węglowej, co stwierdziłoby tylko ogólne prawo, że wszystko, co nie jest zdolne do dalszego rozwoju i postępu, musi zginąć, chociażby wydawało się nam najdoskonalszem, musi ustąpić formom mniej może doskonałym na razie, ale wnoszącym z sobą nowe, ożywcze pierwiastki i możność przystosowywania się do zmieniających się wciąż warunków życia. Dla wytrzymania konkurencyi z innymi rodzajami oświetlenia, światło elektryczne musi stać się tańszem i to nie tylko dzięki stałemu obniżaniu ceny produkcyi energii elektrycznej, lecz głównie dzięki zmniejszeniu w bardzo wielkim stopniu

[1]) Por. Szapiro: Oświetlenie elektryczne.

Krzywe charakterystyczne żarówki węglowej.



Krzywa *a*: Zależność siły świetlnej od czasu w % początkowej siły dla lampy 3,44-woltowej.
„ *b*: „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ 3,38 „
„ *c*: „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ 2,76 „
„ *d*: „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ 1,72 „
„ *e*: „ „ „ „ „ „ świecach dla lampy 3,44-woltowej.
„ *f*: „ „ „ „ „ „ „ „ „ 3,32 „
„ *g*: „ „ „ „ „ „ „ „ „ 1,72 „

Rys. 3.

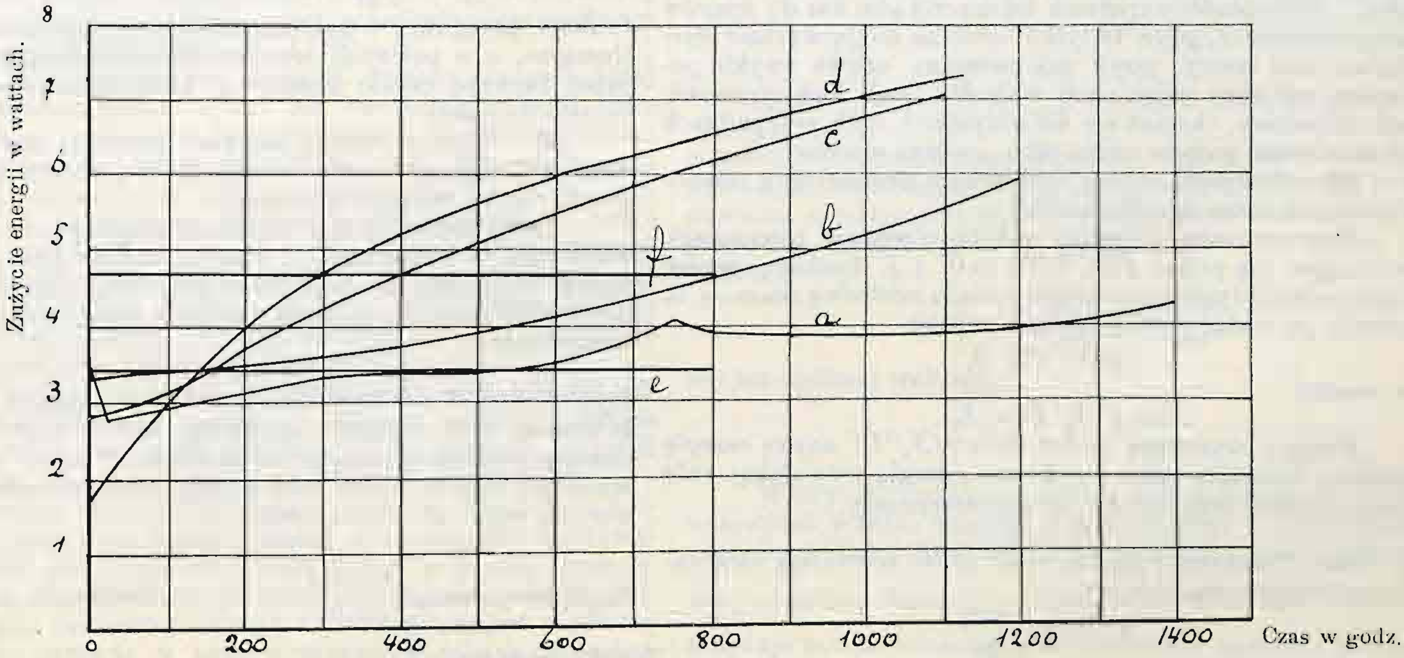
zużycia energii elektrycznej przy wytwarzaniu światła. I tu leży główny szkopuł. Teorya wskazuje nam, że może to być osiągnięte tylko za pomocą podniesienia temperatury żarzenia się ciała świecącego (dla jednego materyału); obecnie temperatura węgielka lampy żarowej wynosi 1580°—1730° C., czyli przewyższa już temperaturę, przy której rozpoczyna się parowanie węgla (1300° C.), które wywołuje odrywanie się cząsteczek nitki i osiadanie ich na gruszce szklanej. Zjawisko to pociąga za sobą cały szereg szkodliwych dla lampy następstw: nitka staje się cieńszą, opór jej większy, prąd słabszym, ilość doprowadzanej energii elektrycznej i^2w zmniejsza się, a wraz z nią siła świetlna lampy; nitka ochładza się wskutek otrzymywania mniejszej ilości energii, co znów powoduje zwiększenie się oporu węgla, gdyż współczynnik temperatury dla węgla jest ujemny, to jest opór jego zmniejsza się ze wzrastaniem temperatury. Następnie powierzchnia węgla staje się chropowatą i w tym stanie bliższą jest w swoich właściwościach co do wysyłania i pochłaniania promieni do ciała czarnego, zatem stosunek wysyłanych promieni cieplnych do świetlnych zwiększa się, oszczędność zmniejsza się; wreszcie gruszka staje się mniej przezroczystą, co również nie pozostaje bez pewnego wpływu na siłę światła, chociaż wpływ ten jest stosunkowo nieznaczny i bywa o wiele przeceniany. Doświadczenia prof. Wedding'a, który zamieniał gruszki poczernione od dłuższego palenia się świeżemi bez uszkodzenia węgielka, dowiodły, że siła świetlna tych samych włókien w nowych gruszkach podnosiła się zaledwie o ułamek procentu. Wszystkie te wpływy, powodujące stałe pogarszanie się lampy węglowej i doprowadzające ją do zupełnej nieużyteczności, stają się tem silniejsze i tem szybciej doprowadzają ją do zniszczenia, im wyższa jest temperatura nitki, ponieważ parowanie jej jest wówczas energiczniejsze. Z teoryi wypływa więc niezbicie, że wszelkie powiększenie oszczędności lampki musi odbić się na jej trwałości, i tak też jest rzeczywiście; możemy zmieniać trwałość i oszczędność żarówki węglowej w szerokich granicach, lecz zawsze jedną kosztem drugiej. Lampę $3^1/_2$-wattową o trwałości mniej więcej 800 godzin i 16 świecach możemy doprowadzić do oszczędności 0,16 watta i przeszło 2000 świec, zato trwałość jej będzie się liczyła na sekundy. Współczesne żarówki węglowe charakteryzuje tablica V i odpowiadające jej krzywe (rys. 3 i 4), zestawione z badań Herzog'a i Geldman'a, prof. Wedding'a i in.

Tabl. V.

Godziny	Siła światła w świecach	Siła światła w % początkowej siły	Oszczędność w w./św.	Rodzaj lampy	Godziny	Siła światła w świecach	Siła światła w % początkowej siły	Oszczędność w w./św.	Rodzaj lampy
0	16	100	3,32		0	16	100	1,72	
100	14,8	93	3,4		100	8,1	52	3,0	
200	13,9	87	3,5		200	5,9	38	4,0	
300	13,2	82	3,6	110 v.	300	5,0	30	4,7	110 v.
400	12,4	78	3,75	16 św.	400	4,5	27	5,2	16 św.
600	11,1	69	4,1	3,32 w./św.	600	3,7	23	5,9	1,72 w./św.
800	9,6	61	4,65		800	3,2	20	6,5	
1000	8,3	52	5,2		1000	2,9	18	7,0	
1200	7,0	44	5,9						
0	16	100	2,76		0	23,9	100	3,44	
100	13	81	3,2		21	28,4	119	2,79	
200	10,2	64	3,7		44	28,3	118	2,80	
400	7,1	45	4,6	110 v.	110	27,2	114	2,94	
600	5,9	36	5,4	16 św.	223	24,9	104	3,17	110 v.
800	4,8	30	6,2	2,76 w./św.	344	23,2	97	3,36	25 św.
1000	4,0	25	6,8		489	23,3	97	3,34	3,44 w./św.
					609	22,0	91	3,52	
					757	18,7	78	4,06	
					850	19,5	81	3,85	
					1420	16,6	69	4,38	

Widzimy z nich przedewszystkiem, że lampy tak zwane oszczędnościowe, nizkowattowe, są takiemi tylko w ciągu kilkunastu pierwszych godzin, i stosując do nich słuszne wymaganie, aby lampy były wymieniane wówczas, gdy siła światła spadnie o 20%, musielibyśmy zamieniać lampy 1,72-wattowe już po 25 godzinach, a 2,76-wattowe po 110 godzinach. Taka jest więc praktyczna trwałość tych lamp; w interesie zaś rozwoju przemysłu elektrotechnicznego jest stawianie wymagania zamiany lamp po utracie 20% początkowej siły światła, gdyż w przeciwnym razie konsument otrzymuje złe światło i woli przejść do gazu, który dostarcza mu stale pewną żądaną ilość światła. Dlatego też w Ameryce coraz bardziej rozpowszechnia się przekonanie, że żarówka jest częścią aparatów i urządzeń instalacyi świetlnej, i dbałość o zamianę w swoim czasie starej lampy na nową musi być pozostawiona firmie, dostarczającej energii, nie zaś konsumentom, gdyż ci starać się będą zawsze możliwie długo używać swoich lamp i w ten sposób unicestwią wszelkie starania przedsiębiorców o dostarczenie dobrego światła; w znacznej części tej okoliczności trzeba przypisać fakt, że Ameryka tak bardzo wyprzedziła stary świat pod względem oświetlenia żarowego. Przy tym warunku jednak trudno byłoby używać lamp nizkowattowych i zmieniać je co 25 lub 100 godzin i zresztą, pomijając już związany z tem przy większych instalacyach znaczny kłopot, tak częsta zmiana lamp nie opłacałaby się nawet przy najwyższych cenach prądu. Dlatego też przeważnie, stawiając za warunek zmniejszenie się siły światła nie więcej niż o 20%, możemy używać tylko żarówek wysokowattowych (3,2—3,5 w./św.), których praktyczna trwałość dochodzi do 800 godzin. Stałe dążenie do podniesienia napięcia w sieci dla zaoszczędzenia kosztu przewodników doprowadziło do fabrykacyi żarówek 220 v., o których twierdzono początkowo, że nie ustępują one w dobroci 110—120-voltowym; szczegółowe jednak badania nie potwierdziły tej opinii.

Krzywe charakterystyczne żarówki węglowej.



Krzywa *a*: Oszczędność lampki 3,44-wattowej
„ *b*: „ „ 3,32 „
„ *c*: „ „ 2,76 „
„ *d*: „ „ 1,72 „
} w zależności od czasu.

Linia *e*: Przeciętna oszczędność lampki 3,44-wattowej
„ *f*: „ „ „ 1,72 „
} w ciągu 800 godzin.

Rys. 4.

(C. d. n.)

E. Potempski, inż.

Podstawy energetyki.

Napisał **H. Czopowski**, inż.

(Ciąg dalszy do str. 387 w № 33 r. b.).

50. Przeprowadźmy obecnie analogię pomiędzy równaniem przesunięcia równowagi w przykładzie wyżej przytoczonym na energię ruchu i równaniem wyrażającem przebieg wyładowania butelki lejdejskiej (wogóle naładowanego kondensatora).

Równanie przesunięcia równowagi energii ruchu przedstawiło się nam w postaci:

$$\Sigma N'' \cos (\nu_x - \varphi) = m \cdot p,$$

równanie zaś przesunięcia równowagi elektrycznej przedstawia się w postaci:

$$\frac{Q}{C} = -L \frac{d^2 Q}{dt^2},$$

gdzie Q oznacza ładunek (ilość energii) kondensatora, C zaś pojemność tegoż kondensatora, a więc $\frac{Q}{C}$ wyraża napięcie; wyraz ten odpowiada wyrazowi: $\Sigma N'' \cos. (\nu_x - \varphi)$. Wyraz $m \cdot p$ jest nie innym niż $\frac{d^2 (m \cdot s)}{dt^2}$, czyli wyraża drugą pochodną pracy podług czasu, co też w równaniu drugiem przez wyraz $\frac{d^2 Q}{dt^2}$ zostaje uwzględnione; współczynnik L został wprowadzony dla zidentyfikowania wymiarów obydwóch stron równania, gdyż lewa strona równania, jakeśmy to już zauważyli, wyraża napięcie, prawa zaś strona $\frac{d^2 Q}{dt^2}$ wyraża energię; należało więc wprowadzić współczynnik L, który musi być funkcyą pojemności, i rzeczywiście L zależy tylko od postaci i rozmiarów obwodu, jest więc wielkością stałą dla danego układu i jest współczynnikiem analogicznym do pojęcia masy w energii ruchu.

51. Zauważymy tutaj, iż równanie energetyczne wyładowania kondensatora elektrycznego jest ogólniejsze od takiegoż równania energii ruchu, gdyż wyraża ono zmianę energii w zależności od czasu i przesunięcia, z tego też równania wyprowadzić możemy równanie ruchów wogóle. Pojęcie ruchu przez powyższe rozpatrywanie zostaje znacznie uogólnione. Pod słowem ruch nie należy teraz rozumieć tylko faktyczną *zmianę położenia* danego układu w *przestrzeni*, gdyż pojęcie takie może być stosowane tylko do szczegółowego wypadku energii ruchu czy też pracy mechanicznej, w przykładzie zaś np. elektryczności nie mamy już najmniejszego prawa utożsamiać przebieg wyładowania elektryczności z ruchem rzeczywiście wykonywanym w przestrzeni. Chcąc zaś się ściślej wyrazić o przebiegu wyładowania elektryczności, powinniśmy powiedzieć objektywnie, iż pewne właściwości, występujące w przestrzeni otaczającej przewodniki, występują peryodycznie, lub też są funkcyą trygonometryczną czasu. Ten sposób wyrażania się doprowadzi nas do wzorów matematycznych, gdyż te tylko ostatnie mogą wyrazić *objektywnie* stan rzeczy, język zaś potoczny używa zwykle porównań; mówimy więc: ruch wahadła, ruch elektryczności, ruch umysłowy, chociaż nie we wszystkich tych przypadkach jest stosowane pojęcie ruchu jako „*zmiana miejsca*".

52. Wszystko wyżej wyłożone o przesunięciu równowagi da się w ten sposób streścić:

Podstawowem pojęciem jest tu równanie równowagi, wyrażające się przez: $f(N_1{}'\delta[P]) = 0$, t. j. funkcyę napięć i pojemności; gdy równanie takie posiada *swobodną zmienną* to możemy jej nadać pewną wielkość, ażeby:

$$f(N_1{}''P) \gtrless 0,$$

lub inaczej

$$f(N_1{}''P) = E_r.$$

Energię wyrażoną przez wzór $f(N_1{}''P)$ nazwę *energią swobodną* i oznaczę przez E_s, E_r zaś energią wywołaną; wzór więc powyższy przekształci się na następujący:

$$E_s = E_r.$$

53. Powyższe rozpatrywania (§ 50) pozwalają nam napisać równanie różniczkowe:

$$E_s = K \cdot \frac{d^2 E_s}{dt^2},$$

gdzie K jest stałą wielkością dla danego układu.

Doświadczenie jednakże nas uczy, że nie wszystkie przesunięcia równowagi w świecie fizycznem odbywają się podług tego ostatniego wzoru, lecz podług ogólniejszego wzoru:

$$E_s = \Sigma K_n \cdot \frac{d^n E}{dt^n},$$

gdzie n jest wielkość zależna od właściwości danego układu i wyrażająca rząd pochodnej. Uogólnienie to nie zmienia naszych energetycznych zapatrywań na przyrodę, a może jedynie uzupełnić je i uogólnić.

Opór. Prawo rozszczepiania się energii. 54. Powróćmy do naszego doświadczenia z butelką lejdejską. Równanie 5 (Przegl. Techn. № 31 z r. 1905) wykazuje nam, iż faktyczny przebieg przesunięcia równowagi wyraża się przez wzór:

$$Q = -(C \cdot R)\frac{dQ}{dx} - (CL)\frac{d^2 Q}{dt^2},$$

który w przyjętem przeze mnie znakowaniu wyrazi się przez

$$E_s = K_1 \frac{dE_s}{dt} + K_2 \frac{d^2 E_s}{dt^2}.$$

Wzór ten wyraża, iż swobodna energia układu zostaje rozszczepioną; rozszczepia się ona w danym razie na dwie inne energie, posiadające naturalnie różne postacie, gdyż matematyczne ich wyrazy są różne.

Wyraz: $\frac{d^2 E_s}{dt^2}$ wyraża samoindukcyę układu, zaś $\frac{dE_s}{dt}$ t. zw. opór w obwodzie; takie są w danym wypadku fizyczne znaczenia pochodnych: $\frac{d^2 E_s}{dt^2}$ oraz $\frac{dE_s}{dt}$.

W energii ruchu pochodne te będą miały następujące znaczenia: $\frac{d^2 E_s}{dt^2}$ odpowiada energii kinetycznej układu, i jest matematycznym wyrazem przyspieszenia ruchu; $\frac{dE_s}{dt}$ będzie wyrażało opór, jakiemu podlega ruch, gdy wielkość energii zużytej na przezwyciężenie tego oporu proporcyonalną jest do prędkości tegoż ruchu.

Z doświadczeń jest nam wiadomo, iż opór ruchu bywa proporcyonalny do różnych potęg prędkości, a więc wzór na przesunięcie się równowagi o tyle się jeszcze uogólnia, że należy przyjąć różne potęgi pochodnych, w zależności od zadania; z tego sądzić możemy jakim licznym prawom podlega rozszczepianie się swobodnej energii i w jakich różnorodnych postaciach przedstawiać się może wywołana energia.

Póki przejście równowagi wyraża się przez równanie:

$$E_s = K \frac{d^2 E_s}{dt^2},$$

którego całka jest funkcyą trygonometryczną czasu, otrzymamy ruch energii wahadłowy, gdy zaś do tego równania dodamy wyraz: $K \frac{dE_s}{dt}$, całka tego równania zbliża się do funkcyi potęgowej i wahania zostają z biegiem czasu przytłumione, a w pewnych warunkach ruch energii wyrazi się przez funkcyę czysto potęgową, która przebiega asymptotycznie do czasu.

55. Weźmy obecnie przykład spadania ciał pod wpływem przyciągania ziemi i wyjdźmy z ogólnych zasad energetyki, wyżej wyprowadzonych.

Ażeby pewne ciało o ciężarze G mogło pozostawać w równowadze w przestrzeni, t. j. ażeby mogło pozostawać bez ruchu, winniśmy do tego ciała przytknąć siłę N działającą pionowo do góry; na zasadzie równania energetycznego, (§ 38) winno być:

$$(G - N)\,\delta[P] = 0,$$

czyli $N = G$; N i G są w danym układzie napięcia, gdyż mała zmiana tych wielkości spowoduje ruch. Ażeby otrzymać energię swobodną, należy wielkościom N lub G nadać inne wielkości, niż te które zaspakajają równanie energetyczne; uczynię więc: $N = 0$, a wtedy

$$G \cdot \delta[P] = E_s.$$

Napięcie tej energii $\frac{G \cdot \delta[P]}{\delta[P]} = G$ (co odpowiada w elektryczności wyrazowi: $\frac{Q}{C}$).

Jeżeli przebieg jest bez oporu, otrzymamy wtedy na zasadzie wyżej wyprowadzonych wzorów

$$G = K_2 \cdot \frac{d^2 E_s}{dt^2}.$$

Zauważymy, że $\delta[P]$ jest drogą, którą przebiega ciało, mogę więc oznaczyć $\delta[P] = x$, a wtedy ostatnie równanie przyjmie postać:

$$G = K_2 \cdot G \cdot \frac{d^2 x}{dt^2};$$

po zcałkowaniu otrzymamy:

$$x = \left(\frac{1}{K_2}\right)\frac{t^2}{2},$$

co odpowiada znanemu wzorowi: $s = \frac{1}{2} pt^2$.

56. Jeżeli teraz przypuścimy że spadanie odbywa się przy oporze, to ogólne równanie będzie:

$$G = K_1 \cdot \left[\frac{d\,(G \cdot x)}{dt}\right]^n + K_2 \cdot \frac{d^2\,(G \cdot x)}{dt^2};$$

po skróceniu przez G i po podstawieniu $\frac{dx}{dt} = v$, otrzymamy:

$$1 = K_1\,(v)^n + K_2 \frac{dv}{dt}$$

i zauważywszy, że:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot v,$$

otrzymamy z tego ostatniego równania:

$$1 = K_1 \cdot v^n + K_2 v \cdot \frac{dv}{dx};$$

przyjąwszy $n = 2$, otrzymamy równanie określające nam prawa spadania ciał w powietrzu; wzór ten wyprowadziłem w Prz. Techn. (№ 29 r. 1905) i oznaczyłem № 3[1]), wychodząc ze szczegółowych twierdzeń mechaniki o ruchu ciał; teraz zaś przedstawia nam się on jako wynik ogólnych pojęć energetycznych.

57. W powyższych rozpatrywaniach może być dużo niedopowiedzianego, wiele pytań pominiętych, wogóle wiele niedokładności, wykończenie więc tego przedmiotu pozosta-

---

[1]) Po podstawieniu we wspomniany wzór № 3: $a = 0$ i $c = 0$, otrzymamy identyczny wzór $1 = K_1 v^2 + K_2 v \frac{dv}{dx}$.

wiam tymczasowo otwarte, celem zaś moim było wykazać *możliwość* identyczności przebiegu energetycznego w różnych grupach zjawisk, nie uciekając się do tak zwanych modeli, czyli do porównań rzeczowych.

58. Zauważę jeszcze, iż współczynniki K, stosowane w powyższych wzorach, zawierają w sobie jako mnożnik pojemność energii swobodnej; uwydatnia się to przy energii elektrycznej, gdzie przyjąłem np.: $K = -(CL)$; mnożnik ten można wynieść za nawias i wtedy możemy twierdzić, że pojemność swobodnej energii jest równa ilościowo pojemności wszystkich energii rozszczepionych, co jest zgodne z zasadą niezniszczalności pojemności, i jest potwierdzeniem ogólnego wzoru równowagi energii: $\Sigma N \,.\, \delta\,[P] = 0$.

59. Ze względu na ważność wyprowadzonych tutaj pojęć, przytoczę jeszcze wyraz dla swobodnej energii, występującej w *środowisku* energetycznem. Pod środowiskiem wogóle rozumieć należy przestrzeń (1-o, 2-u lub 3-y wymiarową) ograniczoną lub nieograniczoną w swej rozciągłości i napełnioną pewnemi właściwościami, które chcemy rozpatrywać; co do tych właściwości stawiamy warunek, ażeby one były ciągłe, t. j. były funkcyą ciągłą współrzędnych każdego punktu. Środowisko jest to pewien rodzaj układu, stosują się więc do niego wszystkie uwagi wyżej przytoczone o układach.

W energetyce rozpatrywać będziemy środowisko obdarzone właściwościami energii, a więc w każdym punkcie (x, y, z) posiadamy wielkości N_{xyz}, P_{xyz} oraz E_{xyz}, jeżeli x, y, z oznaczają współrzędne obserwowanego punktu.

Stawiam obecnie następujące pytania: 1) kiedy w środowisku takiem jest zupełny spokój, t. j. statyczna równowaga; 2) jaki jest wyraz swobodnej energii w danym punkcie.

60. Odpowiedź na pierwsze pytanie mieści się w ogólnem pojęciu równowagi energii, t. j. układ taki jest w równowadze gdy napięcia w *każdym punkcie* są równe napięciom sąsiednich punktów, czyli gdy:

$$N_{x,\,y,\,z} = N_{x+\Delta x,\,y+\Delta y,\,z+\Delta z},$$

co się daje wyrazić przez wzór:

$$\frac{\partial\, N_{x,\,y,\,z}}{dx} \,.\, \delta x + \frac{\partial\, N_{x,\,y,\,z}}{dy} \,:\, \delta y + \frac{\partial\, N_{x,\,y,\,z}}{dz} \,.\, \delta z = 0,$$

z czego wynika, iż:

$$\frac{\partial\, N_{x,\,y,\,z}}{dx} = 0; \quad \frac{\partial\, N_{x,\,y,\,z}}{dy} = 0; \quad \frac{\partial\, N_{x,\,y,\,z}}{dz} = 0.$$

W takim stanie energetycznym znajduje się ciało posiadające stałą temperaturę we wszystkich punktach; w takim stanie również znajduje się ciało sprężyste posiadające naprężenia równe we wszystkich punktach [1]).

[1]) *Przyjmujemy* zwykle, iż np. pręt obciążony w kierunku swojej osi posiada naprężenia w kierunku tejże osi we wszystkich punktach równe.

61. Jeżeli napięcia będą zmienne w zależności od współrzędnych (x, y, z), w takim razie będzie $\partial\, N_{x,\,y,\,z} \gtrless 0$, lecz wyraz $\partial\, N_{x,\,y,\,z}$ nie przedstawia wartości *napięcia swobodnego* w pewnym punkcie *środowiska*, jak to było w poprzednich przykładach. W środowisku energetycznem każda zmiana napięcia w pewnym punkcie wypływa ze zmiany napięć sąsiednich punktów, każdy punkt *otrzymuje* od sąsiednich punktów napięcia i *udziela* je sąsiednim punktom, swobodne więc napięcie przedstawi jako różnicę wyrazów $\partial N_{x,\,y,\,z}$ w dwóch sąsiednich punktach, t. j.

$$N_s = \partial N_{x,\,y,\,z} - \partial\, N_{x+\Delta x,\,y+\Delta y,\,z+\Delta z} = \frac{\partial^2 N}{dx^2} + \frac{\partial^2 N}{dy^2} + \frac{\partial_2 N}{dz^2}\,.$$

Suma $\dfrac{\partial^2 N}{dx^2} + \dfrac{\partial^2 N}{dy^2} + \dfrac{\partial^2 N}{dz^2}$ nazwana jest w mechanice *parametrem różniczkowym drugiego rzędu* i bywa oznaczana przez $\Delta_2 V$. Posiadając ten wyraz na energię swobodną w środowisku, możemy zastosować wyżej wyłuszczone prawo rozpraszania energii, podług którego będzie w danym wypadku:

$$\Delta_2 V = K_1 \frac{d^2 E}{dx} + K_2 \frac{d^2 E}{dx^2}\,,$$

lub też ogólniej traktując:

$$\Delta_2 V = \Sigma K_n \,.\, \frac{d^n E}{dx^n}\,.$$

Wzory te znajdują liczne zastosowanie do zjawisk wszystkich postaci energii, występujących w środowiskach energetycznych. Jeżeli: $\Delta_2 V = 0$ lub $\Delta_2 V =$ stałej, otrzymujemy równania Laplace'a i Poisson'a. Wzór $\Delta_2 V = K_1 \dfrac{dE_s}{dx}$ znajduje zastosowanie w przewodnictwie cieplnem (równanie Fourier'a); znajduje również zastosowanie w przewodnictwie elektrycznem, gdy przyjmujemy do rachunku pojemność elektryczną przewodników; dalej znajduje on zastosowanie w przewodnictwie sprężystem; jest również podstawą teoryi drgań strun, błon i ciał sprężystych; struny, błony i ciała sprężyste przedstawiają tutaj środowiska energetyczne jedno-, dwu- i trójwymiarowe.

Z warunku sprężystości wynika, iż przebieg energetyczny w takiem środowisku odbywa się bez oporu, a więc pierwsza pochodna $\dfrac{dE_s}{dt}$ nie znajduje w tych ostatnich wzorach zastosowania.

(D. n.)

KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

Neumayr Melchior prof. dr. **Dzieje ziemi**. W opracowaniu prof. d-ra **Wiktora Uhliga**. Tom pierwszy. **Geologia ogólna,** 368 rysunków w tekscie, dwie mapy, 15 tablic, z których dwie kolorowe. Przełożyli z 2-go wydania niemieckiego: **Jan Zaleski, Zygmunt Weyberg, Stanisław Janiszewski.** Z zapomogi Kasy pomocy dla osób pracujących na polu naukowem imienia d-ra Józefa Mianowskiego wydał Józef Morozewicz. Warszawa, skład główny w księgarni E. Wende i S-ka. 1906. Cena rb. 4. XVI i 763 str.

W krajach Europy zachodniej wydanie dobrej książki naukowej jest przedsiębiorstwem zyskownem; u nas wydawcą takich dzieł jest instytucya filantropijna, a autorami ludzie wierzący, że:... „kto nie zna własnej ziemi, nie potrafi jej ani zrozumieć, ani umiłować". Słowa te wyjęte są właśnie z przedmowy do przekładu Neumayr'a „Erdgeschichte", a wyszły z pod pióra inicyatora i wydawcy tego przekładu—prof. J. Morozewicza. Sapienti sat!

Jak się dowiedzieć możemy z przedmowy wzmiankowanej, od r. 1806 do r. b. mieliśmy tylko 15 podręczników geologii, w mowie obecnie będącego nie licząc; z tej liczby nawet połowa nie stała nigdy na wysokości zadania. Ciężki więc niewątpliwie problemat do rozwiązania miał prof. J. Morozewicz, gdy umyślił i postanowił dać literaturze w czasie możliwie najprędszym wartościowy podręcznik geologii. Z jednej strony małe czytelnictwo i co za tem idzie niechęć wydawców, z drugiej strony potrzeba dania czegoś uniwersalnego: tam gdzie jedna książka tylko być może, musi ona być jednocześnie i kursem uniwersyteckim i książką dla młodzieży i lekturą inteligentnego samouka. Nie mógł więc rzeczywiście zrobić prof. J. Morozewicz lepszego wyboru, jak słynne dzieło Neumayr'a. Dlaczego dotąd posługujemy się przeważnie przekładami zamiast dzieł oryginalnych, kwestya to zupełnie odrębna, której piszący słowa niniejsze poruszać nie ma zamiaru, która zresztą czytelnikom z wielu względów jest niewątpliwie jasna i zrozumiała. Piszący daleki jest jednak od myśli krytykowania dzieła tak znakomitego i utalentowanego geologa jakim był Neumayr, jak również całkowicie oddaje słuszność wydawcy i tłumaczom, że to właśnie dzieło nam przyswoili. Zresztą najwymowniejsze chyba są przekłady książki w mowie będącej na wszystkie nieomal języki kulturalne, na obu półkulach rozpowszechnione.

Rzeczywiście podręcznik Neumayr'a w zalety obfituje. Przedewszystkiem cechuje go zupełny brak schematyzmu, nie jest to bowiem zwykły kurs szkolny z samych abstrakcyjnych uogólnień złożony, lecz szereg realnych opisów poszczególnych zjawisk i utworów geologicznych. Tego rodzaju sposób wykładu przedewszystkiem jest dla każdego mniej lub więcej oczytanego człowieka zajmujący, gdyż nie nuży jednostajnością. Następnie pobudza on do samodzielnego myślenia, naukowa bowiem synteza szczegółów wytwarza się stopniowo w umyśle czytelnika pod wpływem opisu umiejętnie dobranych zjawisk charakterystycznych. Następnie Neumayr był nie tylko głębokim uczonym i wytrawnym erudytem, ale i utalentowanym literatem, stąd dzieło jego ma formę zewnętrzną łatwą, przystępną i pociągającą. Nakoniec spokojny a jasny umysł autora książki w mowie będącej dał wyraz swój w zupełnym objektywizmie, ile razy zachodzi potrzeba traktowania poglądów dawniejszych i nowszych i przekonań spornych, a prócz tego czytając „Dzieje ziemi" czytelnik nieustannie przekonywa się o stałości faktów naukowych a zmienności poglądów, teoryi i hipotez.

Gdy do tych trzech zalet kardynalnych dołączymy jeszcze jednolitość i indywidualność tego dzieła, będącego nie dorywczą bezduszną kompilacyą, lecz owocem długoletnich rozmyślań i prac naukowych i nauczycielskich, dojdziemy rzeczywiście do przekonania, że „Dzieje ziemi" jaknajzupełniej zasługują na tę popularność, jaką się cieszą pomiędzy uczącymi i uczącymi się geologii.

Porządek wykładu w pierwszym tomie „Dziejów ziemi" poświęconym geologii fizycznej, dynamicznej i tworzeniu się skał, jest następujący:

Wstęp (przekład prof. p. J. Morozewicza) obejmuje wykład istoty i treści geologii, jej historyę oraz zasadnicze pojęcia, jakiemi operujemy w badaniach geologicznych i wykładach tej nauki (str. 52).

Część pierwsza (tłumaczenie p. J. Zaleskiego) zawiera opis stanowiska ziemi we wszechświecie i własności fizycznych ziemi (str. 80).

Część druga (spolszczona przez p. Z. Weyberga) stanowi wykład o wulkanach, trzęsieniach ziemi, tworzeniu się gór i o działaniu wody i powietrza (str. 500).

Część trzecia (opracowana przez p. S. Janiszewskiego) traktuje o skałach osadowych, masywnych i łupkach krystalicznych.

Wszystko poprzedza wspomniana już przedmowa prof. p. J. Morozewicza, a zamyka skorowidz sporządzony przez p. K. Koziorowskiego.

Ponieważ od daty drugiego wydania oryginału upłynęło lat dziesięć, zaszła potrzeba dopełnień, które jednak przez pietyzm dla klasycznego dzieła dokonano jaknajoględniej w sprawach najważniejszych. Więc naukę o powstawaniu skał dopełnił prof. p. J. Morozewicz współczesnymi poglądami fizykochemicznymi, o kierunku dzisiejszej tektoniki napisał p. M. Limanowski, p. Z. Weyberg dodał ustęp o wybuchach wulkanów na Martynice. Drobniejsze kilkuwierszowe dopełnienia, tu i owdzie wtrącone, wyszły z pod pióra wydawcy. Prócz tego wydawca dodał kilka fotografii p. K. Koziorowskiego i Tow. Tatrzańskiego z kraju, z odpowiedniemi objaśnieniami oraz kilka zdjęć p. K. Sporzyńskiego z Martyniki i swoich z Wysp Komandorskich.

t. g.

Bodaszewski Łukasz J. Teorya ruchu wody na zasadzie ruchu falowego. Część pierwsza, str. 128. Lwów, 1902 r.

Podstawą obrachunku, podanego przez autora, jest wypadek zakłócenia równowagi cieczy w pewnym jej punkcie; to zakłócenie może nastąpić przez stałe odprowadzenie cieczy z danego punktu; dana ciecz wtedy będzie dążyła (lub też się rozchodziła) w kierunku miejsca rozbioru równomiernie ze wszystkich stron; wyrażając się ściśle, powiemy: w danym wypadku zakłócenia równowagi cieczy, linie prądu będą stanowiły wiązkę prostych, wychodzących z danego punktu. Pojmowanie powyższe wskazuje nam kierunek prędkości cząstek cieczy, wielkość zaś tej prędkości zależeć będzie od ilości odprowadzanej cieczy i od miejsca w którem znajduje się obserwowana jej cząstka. Wielkość tej prędkości obliczymy, uwzględniając *nieściśliwość* i *stałość masy cieczy*. Matematycznie zasada ta wyrazi się, iż dla powierzchni kul, zatoczonych z danego punktu o zmiennym promieniu r, *ilość przepływającej cieczy jest stałą*; jeżeli tę ilość oznaczymy przez M i prędkość cząstek, znajdujących się na powierzchni kuli o promieniu r, oznaczymy przez v, otrzymamy stosunek:

$$r^2 . v = C, \text{ inaczej } v = \frac{C}{r^2} .$$

Jeżeli następnie powyższy przebieg wyobrazimy sobie w przestrzeni dwuwymiarowej, t. j. na płaszczyźnie, to wzór ostatni przedstawi się w postaci:

$$v = \frac{C}{r} .$$

Tak się przedstawia matematyczna podstawa teoryi rozwiniętej przez autora w powyższem dziele, a wyłożona tutaj trochę w odmiennej postaci niż to uskutecznił autor. Różnica polega na tem, iż nie mogę użyć wyjaśnienia stosowanego przez autora na str. 5: „trwałość ruchu cieczy wymaga i t. d."; wyrażenie to jest zupełnie nieścisłe; pod trwałością ruchu mogę rozumieć stałość iloczynu $m . v$, lub też $\frac{m . v^2}{2}$, lub też jaką inną funkcyę prędkości lub przyśpieszenia; nie tyle w danym razie idzie mi o wyrażenie, gdyż co do tego możemy się zawsze umówić, lecz wyrażenie powyższe nasuwa mi przypuszczenie, że autor rozumiał tutaj jakąś inną zasadę niż stałość masy cieczy, w takim bowiem razie rozeszlibyśmy się z autorem w poglądach na ten przedmiot. Jeżeli zaś autor rozumie pod trwałością ruchu niezależność prędkości i ciśnienia od czasu (por. J. N. Franke, str. 524), to warunek ten wpływać może tylko na zmianę wyrazu matematycznego, przedstawiającego stałość masy, lecz bynajmniej nie stanowi zasady, na której podstawie możemy budować jakąbądź teoryę.

Ogólne wyrażenie na nieściśliwość i stałość masy cieczy daje nam kinetyka cieczy w postaci [1]):

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

Zmieniwszy w tem równaniu współrzędne prostokątne na biegunowe, powinniśmy otrzymać powyższy wzór: $v . r^2 = C$, lub $v . r = C$, w zależności czy traktujemy zjawisko w przestrzeni 3 czy też 2-wymiarowej. Następnie nie mogę wprowadzać do rachunku pojęcia „impulsu" (str. 9), gdyż niewiem co to pojęcie ma oznaczać i czem ono się mierzy, a mierzyć się musi, gdyż wchodzi do ilościowych stosunków zjawiska. Uważam więc, iż oba te bliżej przez autora nieokreślone pojęcia „trwałości ruchu" i „impulsu" więcej zaciemniają podstawę rachunku, niż go wyjaśniają. Mojem zdaniem, podstawą wzorów $v . r^2 = C$ lub $v . r = C$ jest stałość masy cieczy; tak należy rozumieć te wzory ze stanowiska pojęć mechaniki Lagrange'a.

Następne pojęcie, jakie autor wyprowadza, a które podług mnie jest nie na miejscu, wyraża się na str. 6; autor powiada: „załóżmy w tem równaniu v = stałej, to w takim razie będzie r = stałej; co znaczy i t. d."; pojęcie więc powierzchni falowych jest u autora *wnioskiem* z równania: $v . r^2 = C$, gdy tymczasem pojęcie to było *założeniem*, na którego podstawie zestawiliśmy zasadnicze równanie $v . r^2 = C$; założenie zaś nie może być wnioskiem.

Nazwy stosowane przez autora—centr atrakcyjny, oraz repulsyjny są rzeczywiście bardzo obrazowe, szczególniej dla obeznanych ze zjawiskami elektrycznemi i magnetycznemi, z tych więc względów można je warunkowo uwzględnić; w stosunku zaś do „czystej teoryi" nazwy te są zbyt subjektywne i wprowadzają one antropomorfizm do pojęć ścisłych.

Przystąpmy obecnie do rozbioru treści rozdziału 2-go, str. 9. W rozdziale tym autor rozpatruje wypadek, gdy nie jedno lecz dwa centra działają na pewną cząstkę cieczy i szuka wyrazu na jej prędkości, oraz na jej kierunek. Do rozwiązania tego zadania należałoby znowuż zastosować zasadę stałości masy i wyprowadzić z niej szukane wielkości; przypuszczam, że szukana prędkość i jej kierunek będą oznaczały się przez równoległobok zestawiony z prędkości, jak to uczynił autor, lecz na podobnych przypuszczeniach nie można budować teoryi matematycznych i autor, mojem zdaniem, pozostał nam winien dowodzenie, wykazujące możliwość takiego postępowania. Obliczenie prędkości cząstki przy działaniu dwóch centrów za pomocą równoległoboku poszczególnych prędkości nadzwyczaj ułatwia pojmowanie danych zjawisk

[1]) J. N. Franke: Mechanika teoretyczna, str. 525.

i na tem ułatwieniu polega cała płodność rachunku przedstawionego nam przez autora, lecz możliwość stosowania tego sposobu pozostała niedowiedzioną.

W następnych rozdziałach wyprowadza autor prawa linii prądów, oraz linii potencyalnych w razie działania jednego, dwóch i więcej centrów czy to atrakcyjnych, czy też repulsyjnych, i prawa te opiera autor na stałości masy cieczy, wyrażonej przez wzór $v \cdot r = C$, nie przez $v^2 \cdot r = C$, gdyż działania sił przyjmuje autor w płaszczyznie. Powyższe rozpatrywania nie tyczą się jednakże przyczyn i warunków w których zachodzi dany ruch cieczy, nie uwzględniają one również współczynników tarcia; za pomocą tych obliczeń otrzymują się więc wzory dosyć dalekie od wyrażenia rzeczywistych stosunków, gdzie siły tarcia występują.

W hydraulice warunki ruchu cieczy są wyrażone przez trzy równania Eulera-Lagrange'a, w powyższej zaś pracy autor nie stawia w tym względzie żadnych ogólnych wzorów, lecz jedynie stosuje wzory szczegółowe, stosownie do danego wypadku. Teorya więc powyższa stosuje do swych przykładów ścisły wzór stałości masy, równania zaś ruchu będą zastąpione przez uproszczone wzory.

Zastosowanie powyższej teoryi do przykładów rzeczywistych polega na rozbiciu każdego zjawiska hydrokinetycznego na centra atrakcyjne i na cząstki, na które działają te centra; o ile dany przykład zbliża się do tego idealnego wzoru, o tyle obrachunek będzie więcej zgodny z rzeczywistością.

W przytoczonych przez autora przykładach zostaje przeważnie stosowanym wzór $v \cdot r = C$, czyli dane zjawiska zostają rozłożone na siły działające w płaszczyznie. Do tego rozpatrywania nadaje się zjawisko przypływu wody do studni. Przeprowadziwszy w tym celu płaszczyzny poziome, otrzymamy w każdej płaszczyznie oddzielny przebieg, gdzie osie studni (jeżeli jest ich kilka) oznaczą nam centra działające; na podstawie tego możemy łatwo wykreślić linie potencyalne i linie prądu; lecz rachunek tego rodzaju wikła się ze względu na występującą depresyę; do obliczenia zaś kształtu depresyi należy wprowadzić równania ruchu.

Jako takie podaje autor równanie: $v^2 = 2\,gs$, gdzie s oznacza wysokość depresyi, czyli ciśnienie hydrostatyczne na cząstkę, v zaś odpowiednią temu ciśnieniu prędkość— jest to wzór znany z hydrauliki; lecz autor nie podaje dlaczego ten a nie inny wzór ma odpowiadać danemu zadaniu?

Doświadczalne [1]) dane wskazują nam, iż prędkość w danym wypadku jest proporcyonalną do wysokości, nie zaś do pierwiastku z tej wysokości, jak tego wymaga wzór teoretyczny. Pomijając tę uwagę, mamy jeszcze zasadniczą kwestyę; jeżeli przyjmiemy, iż w każdej warstwie wysokość depresyi oznaczy się przez $\frac{v^2}{2g}$, to jakże pojąć fizycznie przepływ wody z każdej warstwy do studni; gdyż wskutek depresyi woda płynąca w gruncie nie styka się bezpośrednio ze studnią, którędy więc przepłynie ona do studni? Nie możemy więc przyjąć, że cały przebieg dopływu wody do studni odbywa się w płaszczyznach, zachodzi tu ruch wody w kierunku pionowym, którego rachunek powyższy nie uwzględnia, rezultaty więc tego rachunku będą niedokładne, i o tyle więcej będą oddalały się od rezultatów rzeczywistych, o ile większą będzie depresya.

W budownictwie wodnem posiadamy wzór, który uwzględnia warunki depresyi przy przepływie wody i wprowadza do rachunku grubość warstwy wodonośnej jako zmienną wielkość, i wzór ten ma być zgodny z rzeczywistością (Handbuch, j. w. str. 45); czy wzór podany przez p. B. jest zgodny z rzeczywistością, o tem autor nic nam nie mówi.

W rozdz. 14 str. 58 chce autor rozbierać zjawiska ruchu cieczy „w grubej warstwie", t. j. nie dzieli już danego układu na cienkie warstwy, lecz rozpatruje go jako układ w przestrzeni. Wychodząc z tego założenia, nie możemy już stosować wzoru $v \cdot r = C$, jak to czyni autor, lecz należy stosować wzór $v \cdot r^2 = C$, który wyraża dany przebieg w przestrzeni, rachunek więc wyprowadzony przez autora uważać muszę, w danym wypadku, za nieodpowiadający swemu założeniu.

Tenże błąd popełnia autor na str. 72, gdy z wzorów, wyrażających ruch w warstwie, chce przejść do wzoru ruchu w rurze o pewnym skończonym przekroju; w żaden sposób wzory stosowane dla warstw równoległych do osi cylindra nie mogą być stosowane dla przekroju tego cylindra. Pomimo tej matematycznej niemożebności, dochodzi jednakże autor do wzorów na ruch w rurach, wyprowadzając je z wzorów na warstwy i czyni to autor raz w swojem dziele na str. 72, drugi raz w Przegl. Techn. (№ 24 r. b.); lecz w obydwóch tych wypadkach tkwią błędy matematyczne. W dziele swojem na str. 72, objaśnia „pomyślmy sobie całe łożysko wraz z cienką warstwą cieczy obrócone około x, tak ażeby każdy punkt opisał pełne koło, natenczas otrzymamy rurę zamkniętą walcową o przekroju kolistym, wypełnioną przepływającą cieczą".

Otóż ja sobie takiego utworzenia się cylindra z *obrotu warstwy* wyobrazić nie mogę. Jakkolwiekby była cienka warstwa — zawsze ona ma trzy wymiary. Ażeby otrzymać z ciała o 3-ch wymiarach ciało również o 3-ch wymiarach, możemy to uskutecznić tylko przez dodawanie, lecz w danym wypadku, gdy zechcemy dodawać warstwy, nie otrzymamy wtedy geometrycznej postaci rury. Algebraicznie załatwił się autor z daną kwestyą, stawiając nam bez wyjaśnień $p = R^2$.

Rozwiązując znowuż *toż samo zadanie* w Przegl. Techn. (№ 24 r. b.), popełnia autor błąd czysto analityczny. Otrzymany wzór na prędkość: $u = \frac{c}{\pi}$ arc. tg $\left(\frac{\eta}{x}\right)$ należy całkować pomiędzy granicami $(R + r)$ oraz $(R - r)$; po podstawieniu w całkę tych granic, stała, jaka potrzebna jest do zcałkowania, jest już przez te granice oznaczoną, a więc przypisanie w tym razie stałej $\pm C$ do *całki oznaczonej*, jak to czyni autor, jest przeciwne zasadom całkowania; jest to drugi błąd, który czyni autor ażeby wyprowadzić wzór dla ruchu wody w rurach, ze wzorów dla ruchu w warstwie. Dalsze więc wywody matematyczne w tym względzie tracą swoje znaczenie. Z daleko większem powodzeniem wyprowadza autor wzory na depresyę przy przelewie i na współczynnik wydajności przy wypływie cieczy przez otwór w dnie naczynia. W tym ostatnim wypadku wzór na współczynnik μ byłby nawet bardzo interesującym, gdyby autor dał nam więcej porównań cyfrowych, rezultatów otrzymanych z wzoru teoretycznego, wyprowadzonego przez siebie, rezultatami otrzymanymi na drodze doświadczalnej.

Tyle co do szczegółów rachunku p. B. Co się zaś tyczy ogólnego stanowiska jego teoryi wobec mechaniki Lagrange'a, to uważam, iż cały rachunek jest szczegółowem zastosowaniem wzorów Euler'a-Lagrange'a, lecz tylko w innej postaci; pomysłowość zaś tego sposobu polega na wprowadzeniu centrów działających, jak również na zastąpieniu pojęcia stałości masy przez pojęcie prędkości cząstki; w ten sposób zawiły rachunek, jaki dają nam równania hydrodynamiki, ogromnie upraszcza się, sposób więc ten da nam bezwarunkowo możność rozwiązania wielu zadań z hydrodynamiki, których dotychczas za pomocą ogólnych równań rozwiązać nie można było. Jako ogólną uwagę o traktowaniu całej pracy przez utora, pozwalam sobie postawić zarzut zbytniego pośpiechu, co się ujawnia w matematycznych niedokładnościach wyżej przytoczonych, w braku fizycznej interpretacyi wzorów matematycznych, a co najważniejsza, w braku porównań rezultatów doświadczalnych z wyprowadzonymi wzorami; bez tych ostatnich porównań teorya cała schodzi do ładnie opracowanego zadania matematycznego, lecz nie wzbudza zaufania. Bardzo ładnie pod względem matematycznym opracowany jest wzór pionowej paraboli prędkości (§ 20), lecz jakież otrzymujemy rozczarowanie, gdy z obliczenia tego wypada nam, iż największa prędkość w przekroju rzeki znajduje się na głębokości 0,6 wysokości, gdy tymczasem doświadczenia nam wykazują, iż miejsce to znajduje się na 0,3 [1]) tej wysokości; ma to naturalnie swoje przyczyny, pożądanem więc byłoby wskazać te przyczyny i doprowadzić wnioski do wymagań praktycznych.

Wydaną teoryę ruchu wody nazwał autor częścią pierwszą, należy więc nam oczekiwać dalszej pracy, która, prawdopodobnie, dopełni braki pierwszej części, a wtedy w teoryi p. Bodaszewskiego znajdziemy poważne matematyczne narzędzie do badania zjawisk hydrodynamicznych.

H. Czopowski, inż.

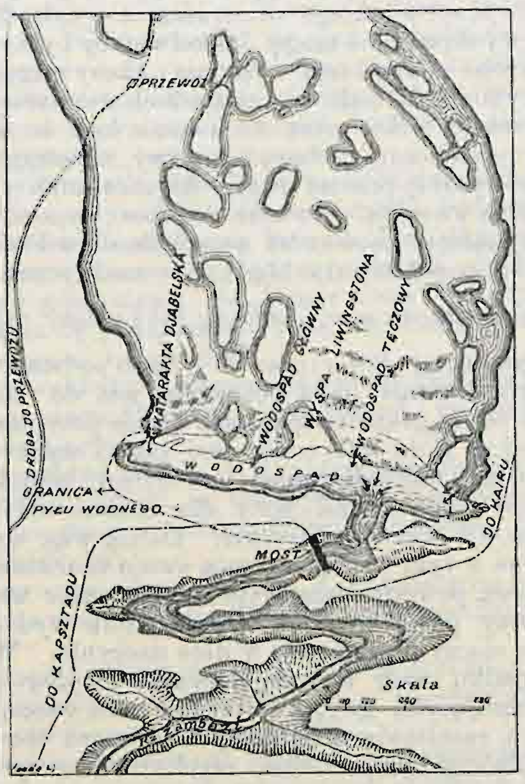
[1]) Handbuch d. Ing. Wissen. D. Wasserbau. Erste Abt. 1 Hälfte, str. 44 i 45.

[1]) Handbuch d. Ing. III. t. I. str. 186.

Wiadomości techniczne i przemysłowe.

Most kolejowy na rzece Zambesi w Rhodesii.

Otwarty dla ruchu w początku września r. z. most przez rzekę Zambesi na budującej się linii Kapsztad Kair, która ma przeciąć wzdłuż cały ląd Afryki na przestrzeni około 9000 *km*, należy do znaczniejszych dzieł sztuki inżynierskiej wzniesionych w czasach ostatnich. Zasługują zwłaszcza na uwagę szczegóły składania tego



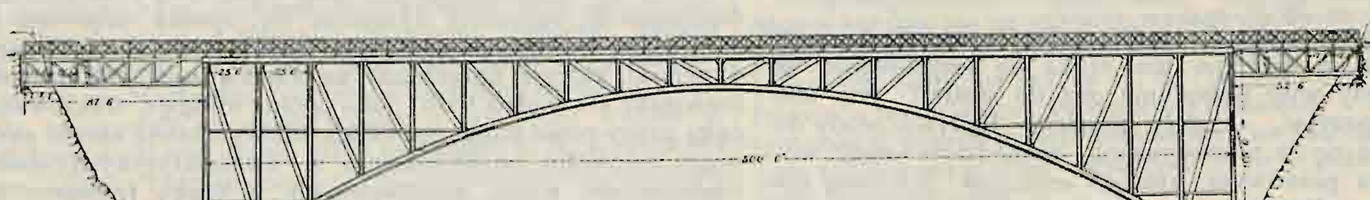
Rys. 1.

mostu na miejscu, ze względu na niezwykłe trudności położenia i dostawy.

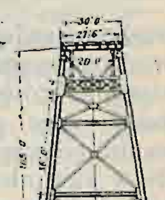
Most jest położony poniżej słynnego wodospadu „Viktorya" (rys. 1), który zaściela tumanem pyłu wodnego miejscowość na kilkanaście kilometrów wokoło. W miejscu tem wody Zambesi po stoczeniu się w przepaść, mkną wązkim i głębokim wąwozem, wyżłobionym w skale.

Kamienne ściany wąwozu tworzą naturalne podstawy dla dwóch przegubów łuku o rozpiętości 152,40 *m* i strzałce 1 : 7, połączonego z brzegami za pomocą dwóch przęseł belkowych o rozpiętości 19 i 26,5 *m* (rys. 2, 3 i 4). Całość, wzniesiona ponad zwierciadło wody o 116,5 *m*, dźwiga dwa tory kolejowe szerokości 1,067 *m* (3'6"). Składanie przęseł belkowych odbywało się sposobem zwyczajnym; złożenia łuku środkowego dokonano bez montowania, prowadząc je jednocześnie od obydwu brzegów w postaci dwóch wsporników (rys. 5 i 6), po odpowiedniem skotwiceniu węzłów oporowych górnych z brzegami. Dla przeniesienia na drugą stronę rzeki [1]) niezbędnego materyału można było skorzystać z przewozu parowego, istniejącego powyżej wodospadu. Mając jednak zarazem na względzie ułatwienie wyzysku poblizkich kopalni miedzi, zarząd dr. żel. zbudował kolejkę linową przez rzekę obok linii mostu. Linę stalową wytrzymałości 275 *t* przeciągnięto ponad wąwozem po linee tymczasowej, która znów była przeciągnięta sznurem, przerzuconym z brzegu na brzeg za pomocą rakiety. Końce liny podparto wieżami z żelaza, przyczem jeden koniec był utwierdzony nieruchomo, a drugi, przerzucony przez blok, dźwigał ciężar, nadający linie stałe napięcie. Po linie biegał wózek o popędzie elektrycznym z podnośnicą o sile nośnej do 10 *t*. Przy zbliżaniu się wózka do brzegu, ciężar podciągał linę i przez to ułatwiał wstępujący ruch wózka. Sprawność przewozowa tej kolejki linowej wynosiła 200 *t* dziennie, co wystarczało do przewożenia obok części mostu jeszcze materyałów do układania toru poza rzeką. Stosownie do siły nośnej wózka, części poszczególne przęsła zaprojektowano tak, iżby ciężar ich nie przekraczał 10 *t*. Dla uniknięcia nieporozumień na miejscu, przęsło łukowe było uprzednio całkowicie złożone na śrubach w warsztacie (Cleveland Company w Darlington w Anglii). Dla ułatwienia składania sposobem wspornikowym, we wszystkich węzłach zaprojektowano dodatkowe sworznie stalowe o wytrzymałości dostatecznej do zniesienia ciężaru świeżo zawieszonego pola. Po znitowaniu węzła sworzeń zostawał jako połączenia dodatkowe. Oprócz tego styki pasów umieszczono nie w samych węzłach, lecz cokolwiek przed nimi, tak, że bezpośrednio po osadzeniu na sworzniach każdej pary słupów pionowych, zóraw umieszczony na pasach górnych mógł być przysunięty do samych słupów i użyty do osadzenia części następnego pola. Szczególną uwagę zwrócono na budowę i ustawienie przegubów (rys. 7 i 8) tak ze względu na znaczne obciążenie tychże, dochodzące do 1600 *t*, jak i na to, że przy składaniu sposobem wspornikowym przeguby oporowe, jako jedyne stałe punkty wyjścia, stanowią o prawidłowości układu całej budowy. Dla ułatwienia dostawy na miejsce, w przegubach zaniechano stosowania ciężkiego odlewu stalowego; natomiast wszystkie części ich wykonano ze sztuk stalowych kutych, które dla utworzenia łożysk, górnego i dolnego, zostały na miejscu skręcone i znitowane za pomocą odpowiedniego kształtu blach płaskich stalowych. Tak samo wykonano płyty oporowe, składające się każda z szeregu dwuteowników przynitowanych pasami do dwóch blach stalowych płaskich.

Rys. 2.



Rys. 4.

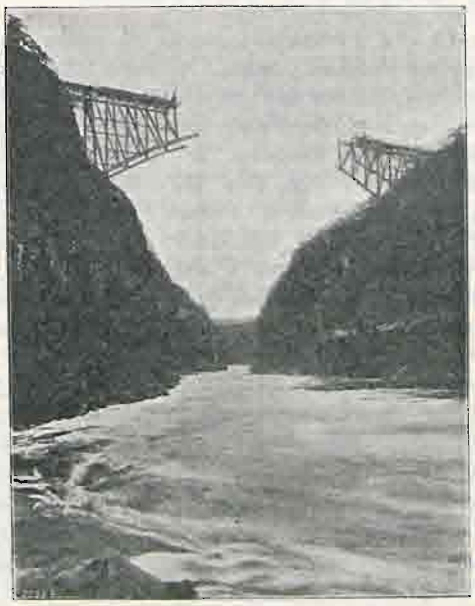


Rys. 3.

Po usunięciu części zwietrzałych powierzchni skały pod każdym przegubem, wykonano odpowiednie podmurowanie z betonu 1 : 2 : 3, wzmocnionego przekładanką ze starych szyn i dwuteowników. Na tak przygotowanej powierzchni ustawiono płyty

[1]) Budowa linii kolejowej postępowała od strony Kapsztadu, t. j. od południa.

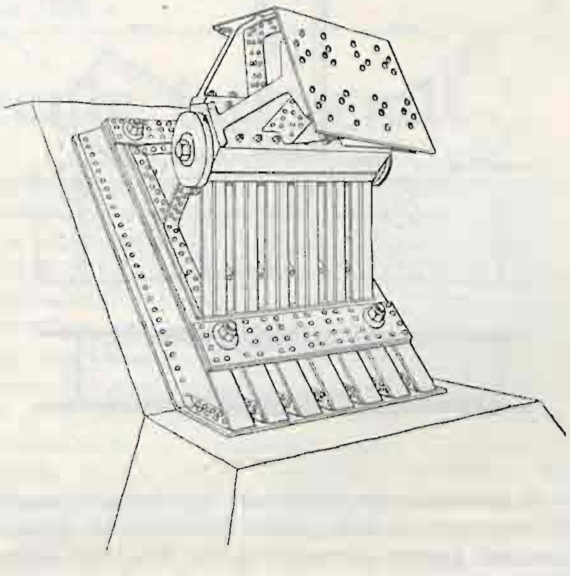
oporowe i po starannem wyważeniu ich za pomocą klinów łożyska dolne przegubów. Potem szczeliny pod płytami i przestrzeń wolną między blachami płyt i łożysk dolnych wypełniono utłoczoną pod ciśnieniem zaprawą cementową, przyciągając jednocześnie nasrubki kotwi osadzonych w podmurowaniu. Po dostatecznem stwardnieniu zaprawy dopiero rozpoczęto składanie przęsła jednocześnie od obydwu brzegów. Dla utrzymaniu w równowadze każdej połowy przęsła, sworzniom węzłów oporowych górnych nadano średnicę i długość dostateczną, ażeby na końce ich, wystające poza ścianki boczne pasów górnych, można było nasadzić strzemiona, do których były przytwierdzone końce lin stalowych idących od kotwi osadzonych w skalistym gruncie brzegów (rys. 9, 10 i 11). Liny te utrzymywały obie połowy przęsła zwisające ponad rzekę aż do chwili, kiedy te się zetknęły w węzłach środkowych dolnych.



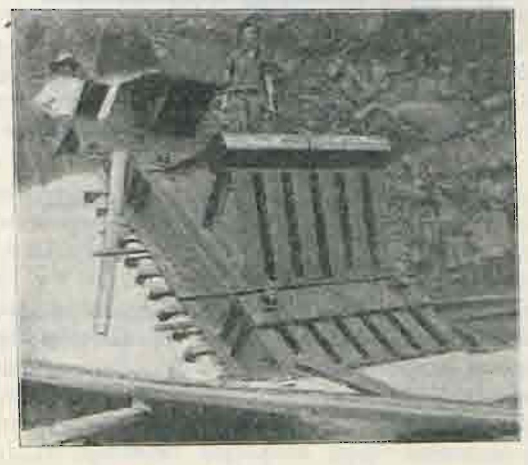
Rys. 5.

Rys. 6.

Wówczas liny odpuszczono i odtąd przęsło stanęło tymczasowo jako łuk trójprzegubowy, gdyż sztorce pasów dolnych w węźle środkowym miały sobie nadany kształt odpowiedni do utworzenia przegubu (rys. 12 i 13). Łącznie z tem w pasach górnych na węźle środkowym zaprojektowano przerwy 200 *mm* długie. Po odpuszczeniu lin przerwy te zmniejszyły się odpowiednio do wielkości zsiadu łuku trójprzegubowego, która, jak wiadomo, jest znacznie większa niż w łuku o dwóch przegubach. Teraz dopiero przystąpiono do zmocowania na stałe węzła środkowego. W tym celu pomiędzy odpowiednio przynitowane odpórki przy końcach pasów górnych założono lewarki hydrauliczne i za pomocą nich nadano pasom tym parcie dodatkowe, wyrównywające przy danej temperaturze różnicę pomiędzy naprężeniem prętów łuku o trzech i o dwóch przegubach. Po doprowadzeniu lewarków do ciśnienia uprzednio starannie obliczonego, wymierzono dokładnie przerwy pomiędzy sztorcami pasów górnych i założono je starannie dobranymi kawałkami stali (rys. 14 i 15). Następnie znitowano za pomocą odpowiednich nakładek węzły górne, a potem węzły dolne środkowe. Robotę na miejscu rozpoczęto 20 października r. 1903, a 1 kwietnia r. 1904 cały łuk stanął na dwóch przegubach.



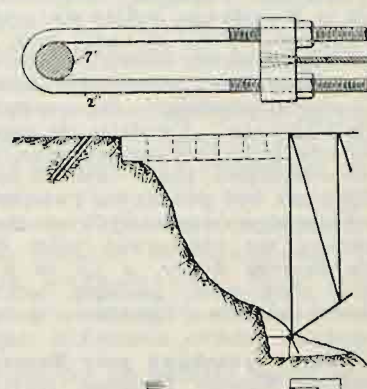
Rys. 7.



Rys. 8.

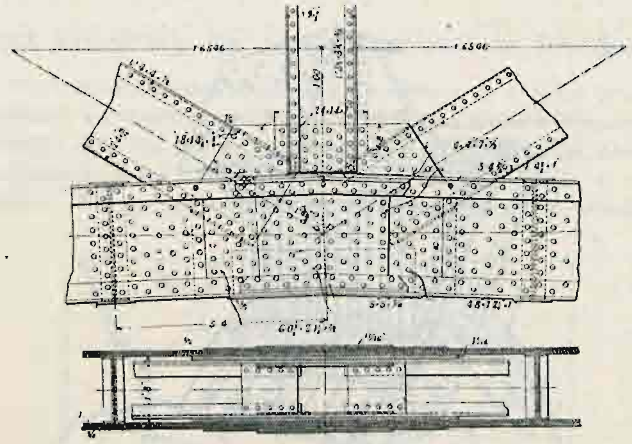
Powyżej objaśniono niektóre szczegóły składania łuku środkowego. Konstrukcya jego przedstawia mniej stron interesujących, gdyż ta, z wyjątkiem części oporowych, nie odstępuje od zwyczajnego typu łuków parabolicznych dwuprzegubowych. Osobliwości konstrukcyi, sworznie w węzłach i styki pasów poprzed węzłami są uwarunkowane jedynie sposobem składania. Pozatem przy projektowaniu części poszczególnych unikano starannie kątów, w których mogłaby się zbierać woda z pyłu wodospadu, baczono też na to, aby wszystkie części mostu były dostępne dla młotka i pędzla.

Konstrukcya metalowa obejmuje 1650 *t* stali i kosztowała na miejscu w fabryce 20 000 f. st. Cały most łącznie z dostawą na miejsce i ustawieniem kosztował 70000 f. st.



Rys. 9, 10 i 11.

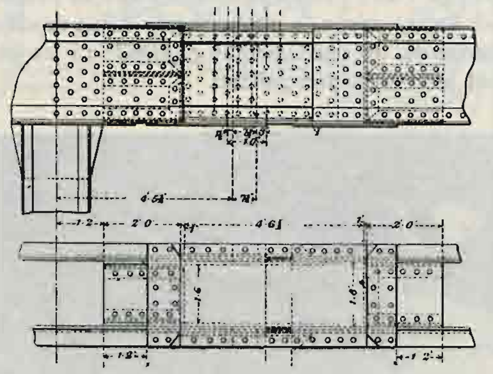
Linia Kapsztad-Kair, która według zamierzeń genialnego Cecil Rhodes'a miała przeciąć wzdłuż jednym nieprzerwanym ciągiem toru kolejowego cały ląd Afryki, obecnie, po śmierci swego inicyatora, dojdzie do urzeczywistnienia w cokolwiek zmienionej postaci. Teraz projektowanem jest doprowadzenie szyn z obu stron do jeziora Tanganijka, po którem na przestrzeni 650 *km* będzie urządzona żegluga parowa. Od jeziora Tanganijka linia nie



Rys. 12 i 13.

pójdzie, jak to pierwotnie projektowano, do Chartumu bagnistą doliną Nilu Białego, ale na około jeziora Rudolfa i na skutek układu z Menelikiem, nad granicą Abisynii i doliną Nilu Niebieskiego.

Charakterystycznym szczegółem jest, że cała ta ogromna linia, z wyjątkiem pierwszych 1000 *km* od północy, jest wązkotorowa. An-



Rys. 14 i 15.

glicy jednak mieli sposobność do wypróbowania sprawności toru 1,067 *m* podczas wojny boerskiej, gdyż tę szerokość toru mają wszystkie linie w Afryce Południowej. Widocznie próba wypadła zadawalająco.

(Engineering. 1905. № 2062, 2064 i 2066.)

—*t*—

Wytrzymałość na rozciąganie rzeczywista i pozorna.

Jest po dziś dzień sprawą sporną, jaki zachodzi stosunek pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie kamieni, cementu i innych podobnych materyałów, oznaczaną przez rozrywanie próbek t. zw. ósemkowych, a wytrzymałością, jaką materyały te w budowli rzeczywiście ujawniają. Wyjaśnieniem tej sprawy zajmowali się: Durand-Claye [1]), Föppel [2]) i Bach [3]), lecz nie doszli do wniosków zgodnych.

Durand-Claye wyraża mniemanie, że wytrzymałość rzeczywista na rozciąganie kamieni i cementów jest o 50% większą od wytrzymałości pozornej, oznaczonej przy rozrywaniu próbek ósemkowych. Föppel, na zasadzie doświadczeń z próbkami kauczukowemi, kształtu ósemkowego, twierdzi, że wytrzymałość rzeczywista na rozciąganie cementów jest dwa razy większą od wytrzymałości pozornej. Bach słusznie zwraca uwagę, że nie można z doświadczeń nad próbkami kauczukowemi wyprowadzać wniosków o wytrzymałości cementu i wypowiada pogląd, że wytrzymałość na rozciąganie rzeczywista jest w żadnym razie nie większą, najprawdopodobniej zaś mniejszą, od wytrzymałości pozornej.

W celu ostatecznego rozstrzygnięcia tych wątpliwości prof. A. Hanisch i inż. O. Mayer wykonali szereg doświadczeń z kamieniami (wapieniami, piaskowcami i granitami) [4]). O ile z wyników tych doświadczeń wnosić można, wytrzymałość rzeczywista na rozciąganie w kamieniach nigdy nie jest większą od pozornej, albowiem w kamieniach najwytrzymalszych (w granitach i twardych marmurach) jest równą wytrzymałości pozornej, w kamieniach średnio wytrzymałych (w piaskowcach) wynosi przeciętnie 0,75, a w kamieniach mało wytrzymałych (w wapieniach) nie przekracza niekiedy 0,5 wytrzymałości na rozciąganie pozornej. Ciż badacze sądzą, że takie same wyniki byłyby z doświadczeń nad cementami; nadto, powołując się na prace Kirkaldy'ego, Barba, Bennet'a, Bach'a, Rudeloff'a i O. Mayer'a, podjęte w celu wyjaśnienia wpływu kształtu próbki na wyniki rozrywania, wyrażają mniemanie, że w metalach również wytrzymałość na rozciąganie rzeczywista nie jest większą od pozornej.

—*jh*—

[1]) Durand-Claye, Sur la limite de la résistance à la rupture par traction des ciments et autres matériaux analogues. An. d. p. et ch. 1888, II, str. 173—211 i 1895, I, str. 604—612.

[2]) Föppel, Scheinbare u. wahre Zugfestigkeit des Zementes. Thonind Ztg. 1896, str. 145-146.

[3]) Bach. Elasticität u. Festigkeit. 1898, str. 116 i nast.

[4]) *Baumaterialienkunde*, z. 15 r. z., str. 209.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Słownik techniczno-wiertniczy. Związek Techników wiertniczych w Borysławiu, podjąwszy myśl ułożenia słownika techniczno-wiertniczego, wybrał ze swego łona, jak również z uproszonych zawodowców, Komitet, któremu powierzył zebranie i ułożenie materyału, zaś specyalnie uproszonemu Komitetowi ma się następnie cały ten materyał przedłożyć do rozpatrzenia, wybrania i zatwierdzenia wszystkich nazw. Uważając, że ziszczenie powyższego projektu może się udać tylko przy szerszem współdziałaniu ogółu, Związek zwraca się do wszystkich, komu czystość mowy ojczystej leży na sercu, by zechcieli mu być pomocnymi i wszelkie materyały nadsyłali do Związku Techników wiertniczych w Borysławiu. Słownik techniczno-wiertniczy ma obejmować prócz działu czysto wiertniczego, także z nim złączone działy, o ile te z przemysłem naftowym są związane, a mianowicie: geologię, technologię naftową, maszyny, kowalstwo, ślusarstwo, ciesielstwo, stolarstwo, elektryczność i t. d., a to w językach: polskim, niemieckim, rosyjskim, rumuńskim i angielskim.

Kursy rysunkowe przy Muzeum Rzemiosł. Zapisy na kursy rysunkowe Muzeum Rzemiosł przyjmowane będą od d. 27 sierpnia r. b. codziennie, za wyjątkiem świąt, od g. 10 do 12 rano i od 4 do 9 wieczorem w kancelaryi Muzeum (Składowa № 3). Rozpoczęcie zajęć tak na kursach dla mężczyzn jak i dla kobiet nastąpi w d. 5 września r. b.

Wystawa pływająca. Doniosłego znaczenia sprawę podjęli przemysłowcy i kupcy amerykańscy, gdyż za ich wspólnem porozumieniem, towarzystwo wywozowe New-Yorskie ma zamiar zbudować olbrzymi statek, mieszczący w sobie obraz całej wytwórczości Stanów Zjednoczonych, który wciąż podróżując, przystawać ma u wszystkich portów kuli ziemskiej. Na okręcie przeto znajdą pomieszczenie okazy wyrobów amerykańskich, oraz przedstawiciele rożnych domów przemysłowych i handlowych, tych zaś zadaniem jest: badanie gruntu dla przyszłej swej działalności, zawiązywanie stosunków w odwiedzanych przez siebie miejscowościach, przyjmowanie zamówień i t. p. Z uwagi, że to nowe przedsiębiorstwo jest tylko rodzajem olbrzymiej i niebywałej dotąd reklamy, zwiedzający pływającą wystawę nie tylko nie będą ponosili żadnych kosztów wstępu, lecz nadto otrzymywać będą wszelkie żądane wyjaśnienia, czyli, że uważani będą za przyszłych odbiorców.

Użyteczna powierzchnia statku, przeznaczona na pomieszczenie próbek towarów, oraz podróżujących przedstawicieli, wyniesie około 7000 m^2; koszta zaś żeglugi, jako też i wszelkie inne wydatki w drodze, mają być pokrywane z sum, powstałych za wydzierżawienie pewnej powierzchni statku, po 250 — 800 fr. za 1 m^2. Do ważniejszych wydatków odnoszą się: wczesne zawiadomienie miejscowej prasy peryodycznej, oraz kupców i przemysłowców, o swem przybyciu, aby nigdzie nie trafić na nieprzygotowanych; drukowanie cenników i t. p.

(W. p. s. № 47—48 r. z.).

sk

Wydawca **Maurycy Wortman.** Redaktor odp. **Jakób Heilpern.**

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