

JAKÓB HEILPERN,

b. Redaktor i Prezes Rady Gospodarczej „Przeglądu Technicznego”, przeżywszy lat 60, zmarł d. 28-go listopada r. b. w Gardonie Rivierze i tamże pochowany został.

Obecnie ograniczamy się na krótkiej wzmiance o ciężkiej stracie, jaką pismo nasze przez śmierć Zmarłego poniosło, nadmieniając, że w jednym z najbliższych numerów „Przeglądu Technicznego” poświęcimy obszerny nekrolog Jego działalności, jako długoletniego kierownika ukochanego przez siebie pisma.

Cześć Jego pamięci!

Redakcja.

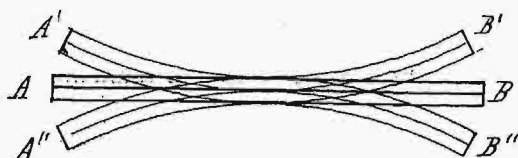
Pirometria (Techniczne mierzenie wysokich temperatur).

Przez J. J. Boguskiego.

(Ciąg dalszy do str. 573 w № 47).

44) Wszystkie opisane przyrządy opierają się na odkształceniach cieczy, lub właściwiej — rtęci, wszakże i rozszerzalność ciał stałych może służyć jako wskaźnik temperatury.

Istotnie obmyślono i wykonano bardzo wiele przyrządów, opartych na rozszerzalności metali. Najpowszechniej używanym jest wykorzystanie niejednakowej rozszerzalności rozmaitych metali. Jeżeli zlutujemy blachę AB (rys. 20) z dwóch różnorodnych materiałów, z których górny posiada większy współczynnik rozszerzalności, aniżeli dolny, to oczywiście, że blacha taka, będzie zupełnie płaska przy pewnej określonej temperaturze t , wygnie się wypukłością ku górze przy temperaturach wyższych od t ($A'B''$), zaś wypukłością ku dołowi ($A' B'$) — przy temperaturach niższych od t . W tym razie odkształcenia objętościowe są nieroz-



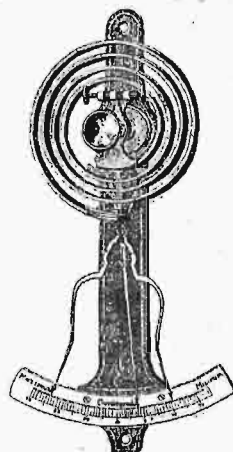
Rys. 20.

walnie związane z odkształceniami postaci na skutek zlutowania obu blach. Opisane tu zjawisko podstawowe służyło dawniej i służy obecnie do budowania termometrów wskaźkowych. Jeden z licznych takich termometrów, do mierzenia temperatury powietrza, przedstawia rys. 21. Widzimy na nim blachę z dwóch różnorodnych metali zwinętą spiralnie. Wewnętrzny koniec spiralnej jest przytwierdzony stale do statywy przyrządu, do zewnętrznego zaś końca spiralnej jest umocowana delikatna wskazówka, znacząca na skali temperatury (rys. 21). Rozpatrując uważniej oboczny rysunek, spostrzegamy, że stanowisko wewnętrzного końca spiralnej możemy regulować zapomocą dwóch śrub mikrometrycznych. Bieg liczb na skali wykazuje, że metal o większej rozszerzalności (miedź) jest zwrócony ku środkowi spiralnej, zaś metal o rozszerzalności mniejszej (żelazo) — ku obwodowi. W przedstawionym przyrządzie widzimy nadto dwie martwe wskazówki, z których jedna wskazuje maksymalną, druga zaś — minimalną temperaturę za cały okres czasu pomiędzy dwiema obserwacjami. Tę szwajcarską formę termometru okiennego podaję tu z tego powodu, że w znacznie zmniejszonej postaci stanowi on czułą część jednego z najnowszych i pierwszorzędnych pirometrów technicznych, a mianowicie pirometru Féry, o którym niżej.

45) Jedną z najpoważniejszych firm warszawskich zapewniała mnie, iż stosunkowo znacznym pokupem cieszą się tak zwane **pirometry grafitowe**. Są to przyrządy oparte na różnicy pomiędzy rozszerzalnością grafitu i żelaza. Na dnie rury żelaznej umieszczony jest elipsoidalny kawałek grafitu, na którym opiera się pręt stalowy. Z górnym końcem rury połączona jest tarcza, a wskazówkę, obracającą się około środka tarczy, wprawia w ruch górny koniec pręta stalowego, opartego o grafitowy elipsoid. Skoro grafit wskutek ogrzania zwiększa swe wymiary, wówczas popycha ku górze pręt stalowy, który, przez tak, lub inaczej, urządzoną przekładnię — porusza wskazówkę cyferblatu.

Łatwość odczytywania pirometrów grafitowych jest niewątpliwie wielką ich zaletą. Jej to zawdzięczają one swe rozpowszechnienie tam, gdzie chodzi o mierzenie temperatur nie wyższych niż $1000^{\circ}C$.

Ja sam osobiście pirometrów grafitowych nie miałem w użyciu, wiadomości zaś o nich mam sprzeczne. Gdy bowiem z jednej strony chwałą je warszawscy ich odbiorcy, to z drugiej strony dane, jakie o nich znajdujemy w literaturze, każą je zaliczać do najgorszych przyrządów. Poniższa tabela zawiera dane temperatur, wskazywanych przez pirometr grafitowy, t , i określonych kalorymetrycznie sposobem Weinholda, τ .



Rys. 21.

t	τ	t	τ	t	τ	t	τ
604	500	775	573	869	553	888	555
650	512	814	535	873	524	906	555
736	520	818	567	874	571	909	558
756	535	835	561	875	594	935	575

Różnice, jak widzimy, są tak wielkie, że raczej pozwalałyby przypuszczać, że badaniu poddano zupełnie popsuty przyrząd, aniżeli zgodzić się na to, że normalnie i dobrze zbudowany może tak wielkie wykazywać niedokładności, a nawet sprzeczności. Bardziej, moim zdaniem, miarodajną, lecz potępiającą pirometr grafitowy jest ta okoliczność, że przyrząd ten, umieszczony w środowisku o mniej więcej stałej

temperaturze, wykazuje z postępem czasu zmiany, które jedynie wadliwość wskazań samego przyrządu może usprawiedliwić. Tak np. Beckert¹⁾ umieszczał trzy grafitowe pirometry w kanałach, doprowadzających ogrzany wiatr do pieców, gdzie temperatura nigdy nie przekraczała 500° C. Po upływie dwóch miesięcy, wszystkie pirometry wskazywały już 800° C., a punkt zera na skali przesunął się o 200° C. z górą. Dalsze podnoszenie się skali nie miało już miejsca jedynie dlatego, że wycinek koła zębatego, przenoszący ruch na wskazówkę—dobiegł już do ostatniego ząbka.

Pirometr Gauntleta, tak samo jak pirometr grafitowy, opiera się na różnicy rozszerzalności dwóch ciał stałych, a mianowicie żelaza i mosiądzu. W rurze żelaznej jest zamiast grafitu umieszczony pręt mosiężny. Pirometr ten, porównywany z termometrem gazowym przez Weinholda, wykazał liczby poprostu zdumiewająco niedokładne:

I-y szereg badań		II gi szereg badań po dłuższym użyciu	
Termometr powietrzny	Pirometr Gauntleta	Termometr powietrzny	Pirometr Gauntleta
507°	325°	407°	310°
13	-10	20	10
328	162	319	200
533	362	441	308
227	98	12	8
330	170	471	345
20	-10	348	220
		12	6
		0	-2

Podobnie sprzeczne i nielogiczne wyniki dał różnicowy **pirometr Bocka**, oparty tak samo na różnicy rozszerzalności mosiądzu i żelaza.

Termometr powietrzny	Pirometr Bocka	Termometr powietrzny	Pirometr Bocka
305°	125°	347°	225°
464	245	478	210
472	250	565	330
526	298	716	400
636	352		

Na podstawie różnicy rozszerzalności platyny i srebra zbudowany jest **pirometr spiralny Oechslego**, który, przy porównywaniu z termometrem powietrznym, zachowywał się w sposób następujący:

Termometr powietrzny	Pirometr Oechslego	Termometr powietrzny	Pirometr Oechslego
277°	325°	257°	275°
272	315	15	-7
273	310	316	336
311	338	362	381
352	372	394	475
404	401	0	-52

Wobec przytoczonych danych, uważałbym za niewłaściwe podawanie rysunków i bliższego opisu budowy tych przyrządów.

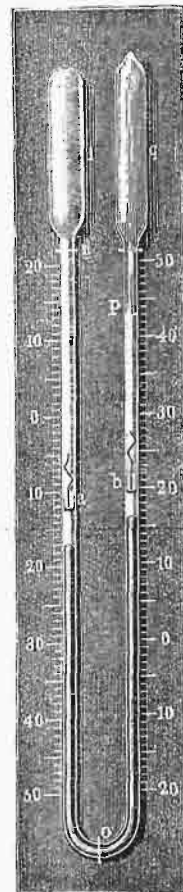
46) Z pomiędzy rozmaitych termometrów, żadne może nie nadają się tak doskonale do budowy przyrządów samopiszących, jak właśnie termometry, oparte na odkształceniach. Istotnie, jeśli do odkształcającego się ciała przytwierdzimy piero, a pod nim będziemy zapomocą mechanizmu zegarowego przesuwali papier, to otrzymamy wykres, wskazujący nam temperaturę w każdej chwili ubiegłego czasu. Lecz z poprzedzającego paragrafu widzieliśmy wyraźnie, jak niedokładnymi są wskazania pirometrów, opartych na rozsze-

rzalności ciał stałych. Budować więc z ich pomocą drogę przyrządy samopiszące byłoby nierozważnem, więc też większość przyrządów samopiszących opiera się na innych zasadach.

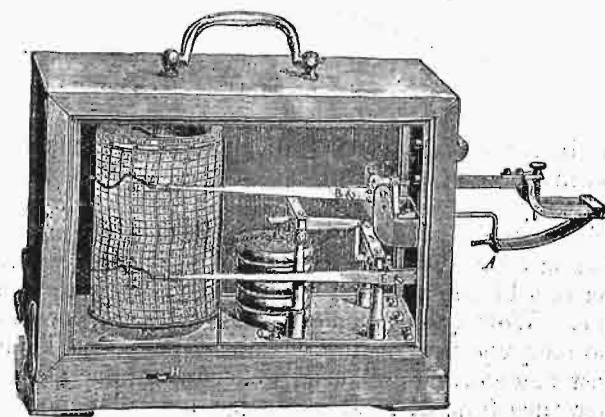
W celach klimatologicznych istnieje od dawna zwyczaj notowania najwyższej i najniższej temperatury powietrza w ciągu doby. W tym celu zbyteczny jest całkowity wykres, wystarczają dwie krańcowe temperatury w ciągu doby. Opisany w § 44 szwajcarski termometr skazówkowy może służyć względnie dobrze, gdy go nie poddajemy zbyt wielkim zmianom temperatury. Ponieważ jednak termometry, oparte na rozszerzalności cieczy, budzą daleko większe zaufanie aniżeli metalowe, przeto budują termometrografy, notujące krańcowe temperatury w ciągu doby, w ten sposób, że rurkę włoskową termometru dają tak szeroką, aby w niej można było umieścić maleńkie, popychane przez rtęć, ciała stałe. Jako ciała stałe biorą zazwyczaj cienki, krótki drucik stalowy, który rozszerzając się rtęć pcha przed sobą, a nieznaczne tarcie o ścianki rurki nie pozwala mu opuszczać się nazad za rtęcią. Po dokonanej obserwacji, wskaźnik żelazny doprowadza się napowrót w zetknięcie z rtęcią zapomocą magnesu.

Lekarskie termometry maksymalne mają rurkę termometryczną tak silnie zwężoną przy wyjściu jej ze zbiornika, że przez jej niezmiernie wąski otwór może się przecisnąć rtęć ku górze pod wpływem potężnych ciśnień sił, rozszerzających rtęć, lecz nie jest w stanie przecisnąć się ku dołowi pod wpływem ciężaru samego słupka rtęci. To też skoro temperatura w takim termometrze spadnie, to rtęć pomimo to pozostaje na dawnym stanowisku maksymalnym w rurce włoskowej.

Bardzo dowcipne połączenie termometru maksymalnego z minimalnym przedstawia rys. 22. Jest to termometr o stosunkowo dużym zbiorniku *d*, wypełnionym kreozotem. Rurka termometryczna łączy się od zbiornika ku dołowi, a następnie zagina się ku górze. Rozszerzający się kreozot popycha przed sobą słup rtęci, doskonale uwidoczny na rysunku. Przy podnoszeniu się temperatury, rtęć, popychana przez kreozot, opuszcza się w lewym ramieniu, a wznosi się



Rys. 22.



Rys. 23.

ku górze w ramieniu prawem. Ponad obu poziomami rtęci znajdują się wewnątrz rurki termometrycznej wskaźniki żelazne, opatrzone maleńkimi sprężynkami, trące się o ścianki rurki i nie pozwalając im opadać na dół. Rzecz prosta, że wskaźnik *a* wskazuje maksymalną temperaturę, zaś wskaźnik *b* — minimalną. Po dokonanej obserwacji, oba wskaźniki doprowadza się do zetknięcia z rtęcią zapomocą magnesu. Dodatkowy, dość duży zbiornik *q*, w którym znajduje się prócz niewielkiej ilości kreozotu, bardzo znaczna ilość powietrza, pozwala na zamknięcie przyrządu, bez obawy, aby

¹⁾ Jüptner Chem. Techn. der. Energien I, 44.

ciśnienie gazów w zbiorniku q ulegać mogło zbyt wielkim zmianom wskutek zmian temperatury. Krezot umieszcza się ponad rtęcią i w prawym ramieniu w tym celu, aby tarcie wskaźników a i b było jednakowe.

Opisany w § 35 talpota-simetr może stanowić doskonały punkt wyjścia do budowy przyrządów samopiszących. Istotnie, jeśli rurkę o eliptycznym przecięciu i krzywodzielnym kanale wypełnimy jakąkolwiek cieczą i jeden jej koniec unieruchomimy, to drugi swobodny jej koniec, w miarę zmian temperatury, będzie się przesuwiał to w jedną, to w drugą stronę. Dość jest ten swobodny koniec rurki połączyć z piórem, pod którym przesuwają się papier, aby otrzymywać wykresy temperatury.

Na tej zasadzie budują termometrografy do niezbyt wysokich temperatur, przeważnie w celach klimatologicznych i tempostologicznych. Rys. 23 przedstawia połączenie ogólnie znanego barografu z termometrografem. Dolna część przyrządu przedstawia barograf, górna zaś — jest termometrografem. Na zewnątrz skrzynki przyrządu widzimy z prawej strony rurkę bardzo płaską, umocowaną zewnętrznie (prawym) końcem do mocnego pręta metalowego, złączonego nieruchomo ze skrzynką. Lewy, swobodnie poruszający się koniec A tej rurki, zapomocą układu drążków czułych porusza ramię B i umieszczone na niem pióro C , notujące temperatury na obracającym się cylindrze, pokrytym papierem, podzielonym poziomymi liniami na stopnie Celsjusza, a pionowymi łukami na dni i godziny. Mechanizm zegarowy, obracający cylinder, mieści się wewnątrz samego cylindra.

47) Do tej samej grupy przyrządów, opartych na odkształceniach, należy niewątpliwie i sławny stary pirometr Wedgewooda, aczkolwiek odkształcenia jego nie stanowią bezpośredniego skutku ogrzewania, lecz są jego trwałym następstwem. Istotnie—pirometr Wedgewooda stanowi zapas ściśle jednakowych, pod względem postaci i pod względem składu chemicznego, bloczków glinianych. Bloczki te, posiadające formę ściętych piramid, są nader słabo wypalone przy temperaturze nie wyższej nad 600°C , są zatem raczej doskonale odwodnione, a nie wypalone. Jeżeli teraz taki bloczek ogrzejemy do bardzo wysokiej temperatury, to stanowiącą go glina stapia się w większym lub mniejszym stopniu i na

skutek tego kurczy się. Jest to powszechnie znane zjawisko kurczenia się glin przy wypalaniu.

Do mierzenia stopnia kurczenia się gliny, Wedgewood używa dwóch z lekka do siebie nachylonych prętów metalowych (por. rys. 24), pomiędzy które bloczek gliniany możemy wsunąć tem dalej, im bardziej się skurczył, a więc im do wyższej temperatury był ogrzany.

Punkt zera na tym pirometrze odpowiada zupełnemu wysuszeniu gliny, a więc temperaturze około 600°C . Wedgewood przyjął, że skurczenie wymiaru liniowego na $\frac{1}{2400}$ pierwotnej wielkości odpowiada jednemu stopniowi jego skali.

Pirometr Wedgewooda oddawał przez całe stulecie wielkie usługi w technice wysokich temperatur, nowsze jednakże badania, przeprowadzone przez prof. Le Chateliera, wykazały, że skurczenia gliny nie są wcale proporcjonalne do różnic temperatury. Z badań Le Chateliera przytaczam tu tablicę porównawczą wskazań pirometru Wedgewooda i termometru powietrznego:

Termometr powietrzny		Pirometr Wedgewooda	
$^{\circ}\text{C}$.	$\Delta^{\circ}\text{C}$.	Stopnie Wedgewooda	$\Delta^{\circ}\text{W}$.
900 ⁰	100	20	10
1000	100	30	40
1100	100	70	60
1200	100	130	22
1300	100	152	8
1400	100	160	

Z tablicy tej widzimy, jak nieprawidłowe jest kurczenie się gliny, szybko rosnące do 1200° , a potem malejące jeszcze szybciej.

Nie należy nadto zapominać, że różnice w składzie chemicznym gliny, z której wyrobione są bloczki Wedgewooda, i sposób, w jaki przeprowadzono jej odwadnianie, wpływają w wysokim stopniu na kurczliwość gliny, będącą skutkiem bardzo złożonych reakcji chemicznych. Le Chatelier badał pod tym względem handlowe bloczki Wedgewooda, oraz wyrobione przez specjalnie z gliny z Mussidan, z porcelany z Limoges, z fajansu z Choisy-le-Roi, z fajansu z Nevers, z kaoliny, oraz z mieszaniny gliny (25%) z kwasem tytanowym (75%), i we wszystkich tych badaniach otrzymał wyniki zupełnie rozbieżne.

Dziś więc pirometr Wedgewooda musimy zapisać jako przyrząd jedynie o znaczeniu historycznym, lecz historycznie pierwszorzędny. Przez długie lata był on przyrządem w tym rodzaju jedynym, a sam wielki ceramik-artysta zdawał sobie zupełnie jasno sprawę ze znaczenia swego wynalazku. Prof. Le Chatelier w swej książce o wysokich temperaturach, podnosząc zasługi Wedgewooda, cytuje uwagi jego dosłownie, dodając od siebie, że wielu fabrykantów i dziś jeszcze nie łatwo byłoby przekonać o słuszności uwag Wedgewooda, ogłoszonych jednak już 130 lat temu. Oto one:

„Większość produktów, otrzymywanych pod działaniem ognia, traci swe piękno lub swą wartość wskutek bardzo małego nadmiaru lub niedomiaru ciepła. Bardzo często artysta nie może niczego wywnioskować ze swych doświadczeń, gdyż nie ma możliwości ocenienia stopnia ciepła, jaki osiągał przy swej pracy. Co więcej, nie może on wcale korzystać z doświadczeń innych pracowników, gdyż jeszcze trudniej porozumieć się ze sobą pod tym względem, gdy prace były wykonane w rozmaitych miejscach i w różnych epokach.“

(C. d. n.)

W sprawie prowadzenia fabryk maszyn.

Napisał Michał Nietyxa, inż.

(Dokończenie do str. 585 w Nr 48).

VIII. Skład materiałów i korzystanie z niego.

Nawet te fabryki, które znajdują się w wielkich miastach, nie mogą obejść się bez składu materiałów do codziennego użytku. Z drugiej strony na zakup materiałów wydatkuje się znaczne sumy nie przynoszące procentu, skutkiem czego skład ograniczony być winien do możliwego minimum. Im dalej położona jest fabryka od miejsc zakupu materiałów i narzędzi, tem oczywiście większy musi mieć skład.

W składzie materiałów przechowywane są: metale, paliwo, narzędzia, smary, drzewo, stal instrumentowa i t. p. Wszystkie te materiały dzielą się na dwie grupy. Do pierwszej należą te materiały, które mają zastosowanie codzienne, jako to: surowka, miedź, paliwo i smary. Doświadczenie wskazuje, w jakiej ilości nabywane być winny te materiały, ażeby fabryka nie doznawała ich braku. Do drugiej grupy należą materiały specjalne, które mogą być użyte tylko do pewnej określonej roboty, lub do pewnego zamówienia.