

MARIA MAJEWSKA

528.563.089.6

Cechowanie laboratoryjne małego zakresu pomiarowego grawimetru Sharpe nr 228G metodą nachylenia

W miesiącach styczniu i lutym 1969 r. przeprowadziłam w laboratorium grawimetrycznym Instytutu Fizyki Ziemi Akademii Nauk ZSRR w Moskwie laboratoryjne cechowanie małego (100 mgal) i dużego (5000 mgal) zakresu pomiarowego grawimetru, produkcji kanadyjskiej firmy Sharpe model geodezyjny nr 228G metodą nachylenia. Grawimetr ten jest własnością Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie i został sprowadzony do Polski w styczniu 1968 r.

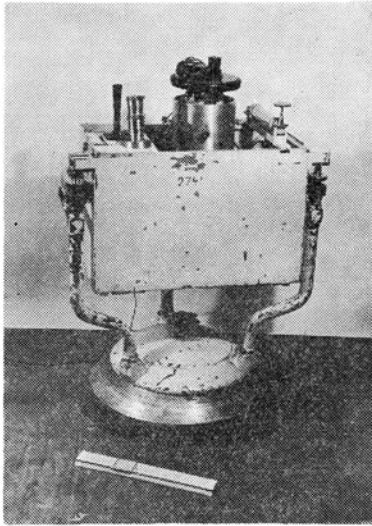
W niniejszej pracy omawia się cechowanie małego zakresu pomiarowego przy zastosowaniu urządzenia radzieckiego zwanego ramą GAE (rys. 1). Rama GAE stanowi korpus grawimetru GAE-3, z którego wyjęto system pomiarowy i termostaty. Całe urządzenie ustawiono na statywie typowym dla grawimetru GAE.

W celu przeprowadzenia laboratoryjnych pomiarów cechujących w ramie, grawimetr Sharpe wyjęto z zewnętrznej obudowy i termosu, a następnie umieszczono w specjalnym cylindrze metalowym (rys. 2). Cylinder ten, wraz z grawimetrem, umocowano w ramie na jej osi obrotu. Oś obrotu ramy jest mechanicznie złączona z urządzeniem kątomierzczym — kołem poziomym teodolitu OT-02, które znajduje się w położeniu pionowym. Grawimetr może więc być nachylany za pomocą śruby mikrometrycznej ramy o określony kąt. Zastosowane koło poziome daje możliwość pomiaru kątów nachylenia ramy z dokładnością rzędu $0,2 \div 0,3''$.

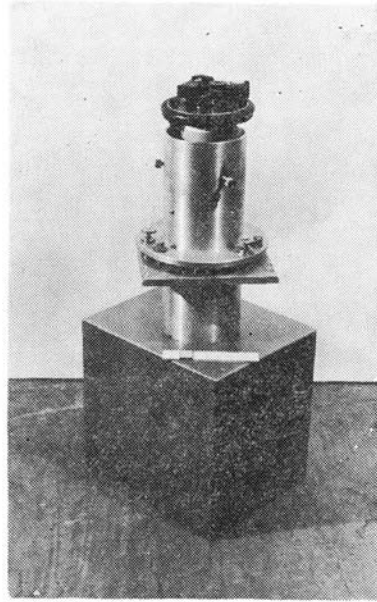
Po przeprowadzeniu regulacji grawimetru i właściwym ustawieniu go w azymucie, rozpoczęto pomiarowe prace badawcze. Podczas serii obserwacji nie zmieniano położenia bębna pomiarowego dużego zakresu N .

Program badań był następujący: przy odczycie TH koła poziomego teodolitu, który odpowiada poziomemu położeniu wahadła pomiarowego grawimetru, wykonywano odczyt n_0 na małym bębnie pomiarowym grawimetru Sharpe. Następnie bęben odczytowy grawimetru ustawiono na

odczyt n_i , zgodnie z uprzednio zaplanowanym programem obserwacji, a śrubą mikrometryczną ramy GAE nachylano grawimetr powyżej poziomu do położenia, w którym w okularze grawimetru indeks wahadełka pomiarowego (promień świetlny w polu widzenia okularu) ustawi się na środkowej kresce skali odczytowej. Wówczas na kole wykonywano odczyt $+T_i$. Następnie śrubą mikrometryczną ramy GAE pochylano grawimetr



Rys. 1



Rys. 2

poniżej poziomu i wykonywano odczyt $-T_i$. Po zmianie odczytu na bębnie małego zakresu grawimetru na n_{i+1} wykonano w sposób analogiczny kolejno odczyty $+T_{i+1}$, $-T_{i+1}$... Tak postępowano aż do wyczerpania wszystkich przewidywanych programem obserwacji odczytów grawimetru. Dla uwzględnienia chodu grawimetru, na zakończenie serii pomiarowej w położeniu wyjściowym TH koła poziomego wykonywano powtórny odczyt grawimetru n'_o . Z różnicy odczytów $n_o - n'_o$ wyznaczono poprawkę ze względu na chód grawimetru. Ponieważ grawimetr Sharpe nr 228G charakteryzuje się małym i liniowym chodem nie było konieczności kontrolowania go częściej niż na początku i końcu serii pomiarowej. Przeciętna seria pomiarowa trwała około 1,5 godziny.

Cały zakres pomiarowy badanego grawimetru wynosi 1000 działek czyli około 100 miligali, podziałkę odczytową badano więc co 100 działek. Z reguły połowa serii była wykonywana przy odczytach grawimetru według programu 100, 200, 300... 900 a druga połowa — według programu 100, 150, 250... 950.

Przykład dziennika pomiarowego podano w tablicy 1.

Po obliczeniu poszczególnych kątów nachylenia ramy

$$\beta_i = \frac{+T_i - -T_i}{2}, \quad (1)$$

rzeczywista zmiana przyspieszenia siły ciężkości, wynikająca z pochylenia systemu pomiarowego o kąt β wynosi

$$g_{re} = g \cos \beta - g. \quad (2)$$

Wzór (2) z dokładnością do 0,003 mgal można napisać w postaci

$$g_{re} = -g \frac{\beta^2}{2}, \quad (3)$$

bowiem kąty nachylenia ramy podczas cechowania małego zakresu nie przekraczają $40 \div 55'$. Wartości g_{re} w miligalach oblicza się dla wszystkich nastawień grawimetru, posługując się specjalnie do tego celu sporządzonymi tablicami [1].

Po wykonaniu serii pomiarowej oblicza się, stosując metodę najmniejszych kwadratów, wartość współczynnika k według wzoru

$$g_{re} = k n_k + f(n_k) + g_{ro} \quad (4)$$

gdzie g_{re} — rzeczywista zmiana przyspieszenia siły ciężkości spowodowana nachyleniem, k — wartość w miligalach jednej działki skali małego zakresu grawimetru, n_k — odczyt grawimetru, $f(n_k)$ — nieliniowa część skali, g_{ro} — stała związana z serią obserwacyjną, charakteryzująca położenie wyjściowe grawimetru.

Przykład obliczenia wartości k podano w tablicy 2. Wyznaczona w procesie obliczeń funkcja $f(n_k)$, charakteryzująca jakość podziałki odczytowej, może być bardzo pomocna przy wykonywaniu dokładnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości Δg , zwłaszcza w tych przypadkach, kiedy dla pewnych odczytów grawimetru n_k wartości funkcji $f(n_k)$ są duże i przekraczają dokładność pomiarową grawimetru.

Podczas badań grawimetru Sharpe nr 228G w temperaturze $+20^\circ\text{C}$ wykonano łącznie 7 serii pomiarowych. Należy zaznaczyć, że laboratorium grawimetryczne Instytutu Fizyki Ziemi dysponowało urządzeniem zapewniającym stałość temperatury z dokładnością 1°C .

W tablicy 3 podano wartości współczynnika k otrzymane z kolejnych serii pomiarowych, wartość średnią k , odpowiednie poprawki oraz średnie błędy.

W tablicy 4 zamieszczono wartości $f(n)$, średnie z siedmiu serii pomiarowych, dla poszczególnych odczytów grawimetru w badanym zakresie od 100 do 950 działki oraz wyznaczone średnie błędy wartości $f(n)$.

Tablica 1

Dziennik obserwacji

Laboratorium Instytutu Fizyki Ziemi Moskwa

MZ seria b N 690

Obserwator: mgr inż. Maria Majewska

Data 14. II. 1969 r.

Grawimetr: Sharpe nr 228 G

Temp. +19,8°C

n	czas h m	T ⁺		T ⁻		̢	gre
		o ,	działki mikrom.	o ,	działki mikrom.		
965,80							
965,90	15 00	44 50	41,5				0,0
966,00							
950	05	45 58	05,2	44 44	44,8	0 12 20,4	
	10		04,9		44,8	20,1	
						0 06 20,2	- 1,67
850	15	45 08	26,2	44 34	27,5	0 32 58,7	
	25		26,3		27,8	58,5	
						0 16 58,6	-11,98
750	30	45 14	31,5	44 28	21,2	0 46 10,3	
	35		31,8		21,4	10,4	
						0 23 10,4	-22,31
650	40	45 18	57,4	44 22	57,0	0 56 00,4	
	45		57,0		56,9	00,1	
						0 28 00,2	-32,56
550	50	45 24	00,4	44 18	53,4	1 04 07,0	
	52		00,4		53,6	06,8	
						0 32 06,9	-42,84
450	55	45 26	49,6	44 16	02,6	1 10 47,0	
	57		49,8		02,8	47,0	
						0 35 47,0	-53,17
350	16 00	45 30	27,6	44 12	23,1	1 18 04,5	
	05		28,2		23,8	04,4	
						0 39 04,4	-63,39
250	10	45 32	60,4	44 08	52,4	1 24 08,0	
	15		59,9		52,4	07,5	
						0 42 07,8	-73,71
150	20	45 36	25,6	44 06	28,4	1 28 57,2	
	25		25,3		28,4	56,6	
						0 44 57,0	-83,89
100	30	45 38	06,3	44 04	48,2	1 32 18,1	
	35		06,0		48,3	17,7	
						0 46 17,9	-89,00
966,00							
966,10	16 44	44 50	41,5				
966,00							

Tablica 2

Obliczenie współczynnika k

Laboratorium Instytutu Fizyki Ziemi Moskwa

MZ seria b N 690

Obliczyła: mgr inż. Maria Majewska

Data 14. II. 1969 r.

Grawimetr: Sharpe nr 228 G

Temp. +19,8°C.

i	n_i	$g_{re\ i}$	$a_i = \bar{n} - n_i$	$li = g_{re} - g_{re\ i}$	k'	$k'a_i$	$li' = l_i - k'a_i$	$a_i a_i$	$a_i l'i$	$a_i \Delta k$	$f(n_i) = a_i \Delta k - l_i$	
1	965,90	0,00	-419,00	-43,14	+0,103	-43,16	+0,02			+0,09	+0,07	
2	950	-1,67	-403,10	-41,47		-41,52	+0,05				+0,08	+0,03
3	850	-11,98	-303,10	-31,18		-31,22	+0,06				+0,06	0,00
4	750	-22,31	-203,10	-20,83		-20,92	+0,09				+0,04	-0,05
5	650	-32,56	-103,10	-10,58		-10,62	+0,04				+0,02	-0,02
6	550	-42,84	-3,10	-0,30		-0,32	+0,02				0,00	-0,02
7	450	-53,17	96,90	+10,03		+9,98	+0,05				-0,02	-0,07
8	350	-63,39	196,90	+20,25		+20,28	-0,03				-0,04	-0,01
9	250	-73,71	296,90	+30,57		+30,58	-0,01				-0,06	-0,05
10	150	-83,89	396,90	+40,75		+40,88	-0,13				-0,08	+0,05
11	100	-89,00	446,90	+45,87		+46,03	-0,17				-0,09	+0,08
Σ	6015,90	-474,52	0,00	-0,02		+0,01	-0,01	+975451	-200,79	+0,01	0,00	

$$\text{średnia } +546,90 \quad \frac{-43,14}{n} \quad \frac{g_{re}}$$

$$\Delta k = \frac{[a_i l_i]}{[a_i a_i]} = -0,000206$$

$$k = k' + \Delta k = +0,102794$$

Tablica 3

Nr serii	Temp. data	k mgal/działkę	V mgal/działkę
1	+20°C	0,102 900	-18 · 10 ⁻⁶
2		901	-19 „
3	I, II 1969	922	-40 „
4		837	+45 „
a		894	-12 „
b		794	+88 „
c		928	-46 · 10 ⁻⁶
		śr. 0,102 882	

$$M_k = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} = \pm 0,000018 \text{ mgal/działkę}$$

$$\frac{M_k}{k} = \pm 1,7 \times 10^{-4}$$

Tablica 4

n	f(n) mgal	M _{f(n)} mgal	n	Dla t = 20°C	
				f(n) mgal	M _{f(n)} mgal
100	+0,06	±0,008	550	-0,01	±0,010
150	+0,02	0,015	600	-0,01	0,003
200	-0,02	0,011	650	-0,03	0,016
250	-0,04	0,017	700	+0,02	0,020
300	-0,02	0,009	750	-0,03	0,014
350	+0,01	0,012	800	0,00	0,009
400	-0,01	0,016	850	-0,01	0,010
450	-0,04	0,012	900	0,00	0,013
500	-0,02	0,005	950	+0,02	0,010

$$M_f(n)_{\text{śr}} = \pm 0,011$$

W celu zbadania wpływu temperatury na wartość współczynnika k przeprowadzono laboratoryjne cechowanie grawimetru Sharpe nr 228G w termokomorze udostępnionej do tych prac przez radziecką służbę geodezyjną.

Pomiary w termokomorze wykonano w temperaturach +5°C oraz +35°C.

Przed tymi pomiarami grawimetr pozostawał w termokomorze około 20 godzin w celu przyjęcia temperatury otoczenia. Ponieważ grawimetr wyjęty z termosu można założyć że system pomiarowy przyjął po tym czasie temperaturę panującą w termokomorze. Było to szczególnie ważne po transporcie grawimetru z Instytutu Fizyki Ziemi do termokomory, bowiem wówczas temperatura powietrza w Moskwie wynosiła około -30°C. Ter-

mokomora była wyposażona w automatycznie działające urządzenia, utrzymujące stałą, zadaną temperaturę z dokładnością 1°C . Dla uniknięcia pionowego gradientu temperatury w termokomorze pracowały nieprzerwanie dwa wentylatory umieszczone bezpośrednio nad słupami pomiarowymi, a temperaturę kontrolowano na różnych wysokościach za pomocą suchych termometrów z psychrometru Assmanna.

Należy zaznaczyć, że warunki obserwacji, mimo doskonałej jakości słupów pomiarowych, były bardzo uciążliwe, a hałas wentylatorów utrudniał pracę i męczył obserwatorów. Zarówno w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$, jak i $+35^{\circ}\text{C}$ wykonano po 6 serii badawczych przy czym metodyka badań była analogiczna jak omówiona powyżej.

Zestawienie wartości współczynnika k , wartości średniej k , średnich błędów oraz wartości funkcji $f(n)$ dla temperatury $+5^{\circ}\text{C}$ podano w tablicach 5 i 6.

Tablica 5

Nr serii	Temp. data	k mgal/działkę	V mgal/działkę $\cdot 10^{-6}$
1	5°C I, II. 1969	0,102 722	+96
2		833	-15
3		—	—
4		865	-47
5		828	-10
6		843	-25
		śr. 0,102 818 mgal/działkę	

$$M_k = \pm 0,000025 \text{ mgal/działkę}$$

$$\frac{M_k}{k} = \pm 2,4 \cdot 10^{-4}$$

Tablica 6

n	$f(n)$ mgal	$M_{f(n)}$ mgal	Dla $t = 5^{\circ}\text{C}$		
			n	$f(n)$ mgal	$M_{f(n)}$ mgal
100	+0,03	$\pm 0,011$	550	-0,01	$\pm 0,005$
150	-0,04	0,007	600	0,00	0,005
200	-0,04	0,018	650	-0,01	0,015
250	+0,02	0,007	700	-0,01	0,023
300	+0,04	0,025	750	0,00	0,014
350	+0,01	0,007	800	-0,02	0,013
400	-0,01	0,023	850	-0,01	0,030
450	+0,01	0,009	900	0,00	0,003
500	0,00	0,069	950	+0,05	0,010

$$M_{f(n)}_{\text{śr}} = \pm 0,012$$

Wyniki badań w temperaturze $+35^{\circ}\text{C}$ zestawiono w tablicach 7 i 8.

Tablica 7

Nr serii	Temp. data	k mgal/działkę	V mgal/działkę $\cdot 10^{-6}$
1	+35°C I, II. 1969	0,102 953	-41
2		943	-31
3		866	+46
4		876	+36
5		872	+40
6		961	-49
		śr 0,102 912 mgal/działkę	

$$M_k = \pm 0,000018 \text{ mgal/działkę}$$

$$\frac{M_k}{k} = \pm 1,7 \cdot 10^{-4}$$

Tablica 8

n	$f(n)$ mgal	$Mf(n)$ mgal	n	Dla $t = 35^{\circ}\text{C}$	
				$f(n)$ mgal	$Mf(n)$ mgal
100	+0,06	$\pm 0,008$	550	-0,03	$\pm 0,031$
150	-0,01	0,017	600	-0,03	0,017
200	-0,01	0,011	650	-0,03	0,031
250	0,00	0,003	700	-0,03	0,007
300	-0,03	0,007	750	-0,04	0,017
350	+0,01	0,003	800	-0,01	0,007
400	-0,02	0,016	850	-0,01	0,007
450	+0,04	0,007	900	0,00	0,007
500	-0,01	0,003	950	+0,05	0,010

$$Mf(n)_{\text{śr}} = \pm 0,010$$

Z przeprowadzonych badań zmienności współczynnika k w zależności od temperatury wynika, że współczynnik ten dla będącego w posiadaniu Instytutu Geodezji i Kartografii grawimetru Sharpe zmienia się bardzo nieznacznie.

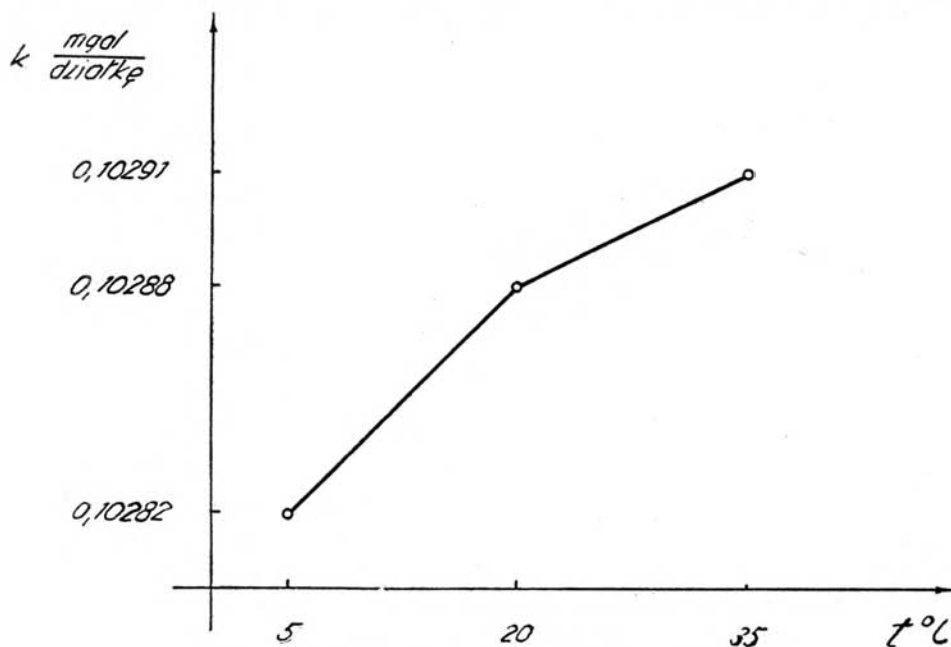
Na rysunku 3 przedstawiono wykres zależności k od temperatury dla grawimetru Sharpe 228G uzyskany w wyniku badań laboratoryjnych.

Z wykresu wynika, że w przedziale temperatury od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+20^{\circ}\text{C}$ zmiana współczynnika k na 1°C wynosi $+0,000004$ mgal/działkę, a w przedziale od $+20^{\circ}\text{C}$ do $+35^{\circ}\text{C}$ — $+0,000002$ mgal/działkę.

Jednak, według posiadanych przez autora informacji, nie wszystkie grawimetry firmy Sharpe charakteryzuje tak mała zmienność współczyn-

nika k . Należy zatem unikać pomiarów, których wyniki mogłyby być skażone wpływem dużych wahań temperatury.

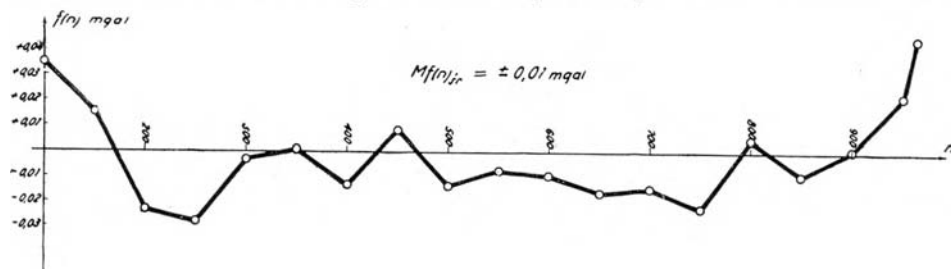
Po przeanalizowaniu wartości $f(n)$ otrzymanych z cechowania w temperaturach $+5^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, $+35^{\circ}\text{C}$ można dojść do wniosku, że wartości te są stałe dla danego grawimetru i nie zależą, w granicach błędu ich wyznaczenia, od temperatury. Charakteryzują one nieliniowość podziałki odczy-



Rys. 3. Zależność współczynnika k od temperatury

towej systemu pomiarowego co jest związane z jakością fabrycznego przygotowania śruby pomiarowej. Wyznaczono więc średnie wartości funkcji $f(n)$ grawimetru Sharpe nr 228G reprezentatywne dla temperatur od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+35^{\circ}\text{C}$.

Na rysunku 4 podano wykres wartości funkcji $f(n)$ wyznaczone jako średnie z cechowań dla wszystkich badanych temperatur.



Rys. 4. Wykres funkcji $f(n)$

Z wykresu tego wynika, że tylko końce podziałki pomiarowej obarczone są stosunkowo dużymi wartościami $f(n)$. Na pozostałym zakresie od 200 do 800 działki nie przekraczają one zasadniczo średniego błędu ich wyznaczenia. W miarę możliwości należy więc unikać pomiarów na końcowych punktach podziałki bądź wprowadzać poprawki wynikające z wykresu.

Jednocześnie z grawimetrem Sharpe nr 228G cechowano w Moskwie metodą nachylenia dwa inne egzemplarze tego modelu grawimetru. Ciągła współpraca, dyskusje wzajemne, na bieżąco prowadzone porównywanie wyników pozwalają stwierdzić, że wszystkie trzy grawimetry dobrze reagowały na tę metodę cechowania i osiągnięto zbliżone pod względem dokładnościowym rezultaty, zarówno dla małego, jak i dużego zakresu pomiarowego.

Badania dużego zakresu pomiarowego grawimetru Sharpe nr 228G przewiduje się przedstawić w jednym z najbliższych zeszytów „Prac IGiK”.

Kilka instytucji w kraju posiada grawimetry typu Sharpe lub GAK. Jest więc godnym rozpowszechnienia laboratoryjne cechowanie ich metodą nachylenia, ze względu na szereg niewątpliwych zalet tej metody w porównaniu z najczęściej stosowaną metodą cechowania na bazach grawimetrycznych. Zasadniczymi z nich są następujące:

W procesie cechowania nachyleniem można szczegółowo badać podziałkę odczytową grawimetru w dowolnej jej części, czego nie można uzyskać cechując na bazach.

Cechowanie nachyleniem jest tańsze i szybsze, nie wymaga bowiem kosztownego transportu samochodowego bądź lotniczego.

Wszystkie współczynniki grawimetru otrzymuje się w jednostkach cgs.

Grawimetr może być wszechstronnie badany np. w termo lub barokomorze. Współczynnik k małego zakresu pomiarowego można określić ze względną dokładnością około $2 \cdot 10^{-4}$.

Na zakończenie czuję się w miłym obowiązku podziękować pracownikom naukowym Instytutu Fizyki Ziemi K.J. Kozjakowej i R.B. Rukawisznikowi za okazaną pomoc przy prowadzeniu badań.

L I T E R A T U R A

- [1] *Bulanże J. D., Kozjakowa K. J.*: Tablicy dla obrabotki nabludienij s gravimetrami GAE-3 i SN-3. Pekin 1958.
- [2] *Chojnicki T.*: Szkoła cechowania metodą nachylenia. Moskwa kwiecień 1967, Przegląd Geodezyjny nr 10, 1967 r.
- [3] *Kozjakowa K. J.*: Etałonirowanije kwarcewych grawimetrov s gorizontальной kruntilnoj nitju, Trudy IFZ nr 31(198), Moskwa 1964.

-
- [4] *Majewska M.*: Sprawozdanie z udziału w szkoleniu na temat laboratoryjnego cechowania grawimetrów, Moskwa, kwiecień 1967, maszynopis.
 - [5] *Romaniuk W. A., Rukawisznikow R. B.*: Etalonirowanije grawimetrow s gorizontalnoj krutilnoj nitju metodom nakłona, MGK AN SSSR, Moskwa 1966.
 - [6] *Rukawisznikow R. B.*: Etalonirowanije metodom nakłona kwarcewnych astazirowanych grawimetrow i gieodieziczeskij astazirowannyj grawimetr GAG. Awto-referat, Moskwa 1969 r.

Recenzował: dr inż. Jerzy Bokun

Rękopis złożono w Redakcji w kwietniu 1969 r.

МАРИЯ МАЕВСКА

ЛАБОРАТОРНОЕ ЭТАЛОНИРОВАНИЕ МИКРОМЕТРЕННОГО
ВИНТА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ГРАВИМЕТРА
ШАРП (SHARPE) № 228G МЕТОДОМ НАКЛОНА

Резюме

В лаборатории Института физики земли в Москве произведено лабораторное эталонирование микрометренного винта измерительного устройства гравиметра Шарп № 228G канадского производства методом наклона.

Этот гравиметр вместе с двумя другими экземплярами гравиметров фирмы Шарп подвергались эталонированию с помощью приспособления советского производства, называемого рамой ГАЭ (рис. 1). Исследовательские работы проводились с использованием опыта советских исследователей К. И. Козяковой и Р. Б. Рукавишников.

В диапазоне микрометренного винта измерительного устройства произведено совместно 19 серий измерений, в том семь измерений при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ и по шесть измерений в термокамере при температуре $+5^{\circ}\text{C}$ и $+35^{\circ}\text{C}$. Коэффициент k гравиметра определялся по формуле

$$g_{ге} = k \cdot n_k + f(n_k) + g_{го},$$

в которой $g_{ге}$ обозначает действительное изменение ускорения силы тяжести, вызванное наклоном, k — цена одного деления шкалы гравиметра в мгл, n_k — снятый отсчет с гравиметра, $g_{го}$ — постоянная величина привязанная к данной серии измерений.

Результаты определений k и $f(n)$ для отдельных температур дано в таблицах 3, 4, 5, 6, 7 и 8.

В результате исследований в термокамере определено зависимость коэффициента k гравиметра Шарп № 228G от температуры (рис. 3). В пределе температур от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$ изменение коэффициента при изменении температуры на 1°C равняется $+0,000004$ мгл/деление, а в пределе от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$ $+0,000002$ мгл/деление.

Качество шкалы отсчета гравиметра характеризует график функции $f(n)$ (рис. 4), значения которой вычислялись как средние из значений полученных при всех исследуемых температурах.

MARIA MAJEWSKA

LABORATORY CALIBRATING OF NARROW RANGE OF SCALE
OF SHARPE'S GRAVIMETER NR 228G BY MEANS
OF THE TILTING METHOD

Summary

In the Laboratory of the Institute of Earth Physics in Moscow the author carried out by means of the tilting method a laboratory calibration of the narrow measuring range of the SHARPE gravimeter nr 228G, of Canadian production.

The author calibrated this gravimeter, as well as two further gravimeters, by using a Soviet-conceived device called the GAE frame (Fig. 1). This examination was based on experiments made by two Soviet experts, K. J. Kozjakowa and R. B. Rukawisznikow.

All in all, the author made 19 series of measurements for the narrow measuring range — seven at +20°C temperature and six each in a thermo-chamber at the temperatures +5°C and +35°C. The gravimeter coefficient k was determined by applying the formula

$$g_{re} = k \cdot n_k + f(n_k) + g_{ro},$$

where g_{re} = the true change in gravity acceleration due to tilting, k = a value given in mgal for one division of the gravimeter scale, n_k = the gravimeter reading, and g_{ro} = a constant characteristic of the given series of measurements.

The values obtained in determining k and $f(n)$ for the different temperatures mentioned are given in tables 3, 4, 5, 6, 7, 8.

As the result of the examinations made in the thermo-chamber the author verified the dependence of coefficient k for the SHARPE gravimeter nr 228G upon the temperature (Fig. 3). In the range from +5°C to +20°C the variability of the coefficient per 1°C was found to be +0,000004 mgal per division, while in the range from +20°C to +35°C it is +0,000002 mgal per division.

The character of the pattern of the scale division of the examined gravimeter is illustrated by a chart for function $f(n)$ (Fig. 4); its values have been calculated as means from the values obtained from all temperatures taken into account.

DZIAŁ TECHNICZNY