

PRÍKLAD Kalibrácia váh s neautomatickou činnosťou, Max = 3000 kg, preložením polynómu 3. stupňa cez namerané chyby a výpočet neistôt podľa Euramet cg 18

Slovenský metrologický ústav Bratislava, laboratórium hmotnosti

Záznam o meraní - protokol o kalibrácii váh - Dôverné

VÝSLEDKY KALIBRÁCIE NEAUTOMATICKÝCH VÁH - vyrovnané mnš

dátum : 01-01-2009
 názov váh : KE 3000
 výrob číslo : 123456
 Max = 3000 kg, dielik = 5g
 teplota : 24 C, tlak : 98300 Pa, rel vlhk: 41 %
 vlastník váh : SMU
 kód úlohy : 654321
 číslo certifikátu :
 cesta a názov súboru : c:\qbasic\bmsv11.txt
 Metoda merania : Pracovný postup PP05/220/verzia 2009
 Použite etalóny hmotnosti SMU : Etalóny hmotnosti SMU 50 kg
 Cesta a názov súboru : c:\qbasic\xxxx.txt
 program quick basic : MNSVV9G.bas

Skúška opakovateľnosti
 zataženie pre skúšku opakovateľnosti : 1000 kg
 údaje váh UV(0), UV(Z), UV())....(kg)
 0 1000.005 0 1000.01 .005 1000 0
 opakovateľnosť váh je 0.0045kg

Skúška excentricity (údaje váh v kg)
 zataženie pre skúšku excentricity : 616 kg
 616.735 , 616.73 , 616.725 , 616.73 , 616.74 , 616.73 , kg
 chyba excentricity je : 0.0075kg

polynóm 3. Stupňa, Ch(Z)- chyba váh v g pri zataž Z v kg, $Z_p = \text{Max}/2 - (\text{mnad} - \text{mpod})$, $Z_v = \text{Max}/2$

$$\text{Ch}(Z) = z(0) + z(1) \cdot ((Z - Z_p)/Z_v)^1 + z(2) \cdot ((Z - Z_p)/Z_v)^2 + z(3) \cdot ((Z - Z_p)/Z_v)^3$$

Matica merania a namerané hodnoty

panel 10						
8.00000	-8.77924	9.63438	-10.57281	=	0.00000	8
4.00000	-4.12295	4.24968	-4.38031	=	15.00000	4
2.00000	-1.92814	1.85887	-1.79208	=	30.00000	2
1.00000	-0.89740	0.80534	-0.72271	=	45.00000	1
1.00000	-0.83074	0.69013	-0.57331	=	50.00000	1
1.00000	-0.76407	0.58381	-0.44607	=	65.00000	1
1.00000	-0.69740	0.48637	-0.33920	=	75.00000	1
1.00000	-0.63074	0.39783	-0.25093	=	65.00000	1
1.00000	-0.56407	0.31818	-0.17947	=	65.00000	1
1.00000	-0.49740	0.24741	-0.12306	=	15.00000	1
1.00000	-0.43074	0.18554	-0.07992	=	45.00000	1
1.00000	-0.36407	0.13255	-0.04826	=	25.00000	1
1.00000	-0.29740	0.08845	-0.02631	=	-20.00000	1
1.00000	-0.23074	0.05324	-0.01228	=	-30.00000	1
1.00000	-0.16407	0.02692	-0.00442	=	-110.00000	1
1.00000	-0.09740	0.00949	-0.00092	=	-115.00000	1
1.00000	-0.03074	0.00094	-0.00003	=	-160.00000	1
1.00000	0.03593	0.00129	0.00005	=	-210.00000	1
1.00000	0.10260	0.01053	0.00108	=	-290.00000	1
1.00000	0.16926	0.02865	0.00485	=	-335.00000	1
1.00000	0.23593	0.05566	0.01313	=	-455.00000	1
1.00000	0.30260	0.09156	0.02771	=	-510.00000	1
1.00000	0.36926	0.13635	0.05035	=	-630.00000	1
1.00000	0.43593	0.19003	0.08284	=	-755.00000	1
1.00000	0.50260	0.25260	0.12696	=	-820.00000	1
1.00000	0.56926	0.32406	0.18447	=	-935.00000	1
1.00000	0.63593	0.40441	0.25717	=	-1055.00000	1
1.00000	0.70260	0.49364	0.34683	=	-1195.00000	1
1.00000	0.76926	0.59176	0.45522	=	-1330.00000	1
1.00000	0.83593	0.69878	0.58413	=	-1480.00000	1
1.00000	0.90260	0.81468	0.73532	=	-1630.00000	1

matica normálna a pravá strana norm. rovníc

42.000000	-14.757661	23.863119	-16.681984	-11495.000000
-14.757661	23.863119	-16.681984	22.077049	-7473.999512
23.863119	-16.681984	22.077049	-18.997250	-4671.133789
-16.681984	22.077049	-18.997250	22.996593	-4015.440430

matica inverzná k normálnej

0.074928	0.039258	-0.127909	-0.088999
0.039258	0.457299	-0.173445	-0.553816
-0.127909	-0.173445	0.400938	0.404934
-0.088999	-0.553816	0.404934	0.845106

smerodajná odchýlka merania so = 13.5 g

neist z hodnoty dielika udd = 1.4 g

neist zataženia, uzat = neist z certifikátu + neist z driftu + neist z vztlaku

neist excentr, uex = chex * mhz / (6[^].5 * zatex * 5)

zataženie [kg]	chyba nam. [g]	chyba vyp. [g]	differen [g]	uA [g]	uzat [g]	uex [g]	uC [g]
0,	0.0,	-3.0,	3.0,	4.0,	0.0,	0.0,	4.5
100,	15.0,	17.4,	-2.4,	3.2,	0.0,	0.1,	3.8
200,	30.0,	34.7,	-4.7,	3.0,	0.0,	0.2,	3.7
300,	45.0,	48.6,	-3.6,	3.2,	0.0,	0.3,	3.8
400,	50.0,	59.0,	-9.0,	3.6,	0.0,	0.4,	4.1
500,	65.0,	65.5,	-0.5,	3.9,	0.1,	0.5,	4.4
600,	75.0,	68.1,	6.9,	4.1,	0.1,	0.6,	4.6
700,	65.0,	66.4,	-1.4,	4.2,	0.1,	0.7,	4.7
800,	65.0,	60.3,	4.7,	4.2,	0.1,	0.8,	4.8
900,	15.0,	49.5,	-34.5,	4.2,	0.1,	0.9,	4.7
1000,	45.0,	33.8,	11.2,	4.0,	0.1,	1.0,	4.6
1100,	25.0,	13.1,	11.9,	3.9,	0.1,	1.1,	4.5
1200,	-20.0,	-13.0,	-7.0,	3.7,	0.1,	1.2,	4.4
1300,	-30.0,	-44.6,	14.6,	3.6,	0.1,	1.3,	4.3
1400,	-110.0,	-82.0,	-28.0,	3.5,	0.1,	1.4,	4.3
1500,	-115.0,	-125.4,	10.4,	3.6,	0.1,	1.5,	4.4
1600,	-160.0,	-174.9,	14.9,	3.6,	6.5,	1.6,	7.9
1700,	-210.0,	-230.8,	20.8,	3.8,	6.6,	1.7,	8.0
1800,	-290.0,	-293.4,	3.4,	3.9,	6.6,	1.8,	8.2
1900,	-335.0,	-362.8,	27.8,	4.1,	6.7,	1.9,	8.3
2000,	-455.0,	-439.3,	-15.7,	4.2,	6.8,	2.0,	8.5
2100,	-510.0,	-523.0,	13.0,	4.3,	6.9,	2.1,	8.6
2200,	-630.0,	-614.3,	-15.7,	4.3,	6.9,	2.2,	8.7
2300,	-755.0,	-713.2,	-41.8,	4.2,	7.0,	2.3,	8.7
2400,	-820.0,	-820.1,	0.1,	4.1,	7.1,	2.4,	8.8
2500,	-935.0,	-935.2,	0.2,	4.1,	7.1,	2.5,	8.8
2600,	-1055.0,	-1058.6,	3.6,	4.2,	7.2,	2.6,	9.0
2700,	-1195.0,	-1190.6,	-4.4,	4.6,	7.3,	2.7,	9.3
2800,	-1330.0,	-1331.4,	1.4,	5.4,	7.4,	2.8,	9.8
2900,	-1480.0,	-1481.3,	1.3,	6.7,	7.4,	2.9,	10.6
3000,	-1630.0,	-1640.4,	10.4,	8.5,	7.5,	3.0,	11.9

Polynóm bez korekcie na nádobu, mhzp = 1646.107 kg
koeficienty polynómu; stupňa; 3

Ch(z) =

$z(0) + z(1) \cdot ((z - 1646.11)/1500.00)^1 + z(2) \cdot ((z - 1646.11)/1500.00)^2 + z(3) \cdot ((z - 1646.11)/1500.00)^3 +$

z(0) = -199.86774 [g] +/- 3.69052 [g]
z(1) = -835.12604 [g] +/- 9.11727 [g]
z(2) = -732.18152 [g] +/- 8.53697 [g]
z(3) = -122.71152 [g] +/- 12.39426 [g]

Polynóm s korekciou na nádobu, mhzp = 1500 kg
nádobu mnad = 170 kg podložka mpod = 23.893 kg
korekcia chyby pri zohľadnení nádoby chkor = 25.788 g
koeficienty polynómu; stupňa; 3

Chkor(Z) =
 $z(0) + z(1) \cdot ((Z - 1500.00) / 1500.00)^1 + z(2) \cdot ((Z - 1500.00) / 1500.00)^2 + z(3) \cdot ((Z - 1500.00) / 1500.00)^3 +$

zkor(0) = -225.65605 [g] +/- 3.69052 [g]
 zkor(1) = -835.12604 [g] +/- 9.11727 [g]
 zkor(2) = -732.18152 [g] +/- 8.53697 [g]
 zkor(3) = -122.71152 [g] +/- 12.39426 [g]

Chyby údajov váh nameraných a korigovaných o nádobu a podložku

zataženie Z [kg]	chyba vyp. Ch(Z) [g]	rozs neist U [g]	chyba kor Chkor(Z) [g]	neist kor Ukor [g]
0,	-3.0,	9.0,	0.0,	7.5
100,	17.4,	7.6,	15.8,	7.5
200,	34.7,	7.3,	28.1,	8.0
300,	48.6,	7.7,	36.7,	8.5
400,	59.0,	8.3,	41.4,	9.0
500,	65.5,	8.8,	42.0,	9.4
600,	68.1,	9.2,	38.3,	9.5
700,	66.4,	9.5,	30.1,	9.5
800,	60.3,	9.5,	17.1,	9.4
900,	49.5,	9.4,	-0.9,	9.2
1000,	33.8,	9.3,	-24.1,	8.9
1100,	13.1,	9.0,	-52.7,	8.8
1200,	-13.0,	8.8,	-86.9,	8.7
1300,	-44.6,	8.7,	-127.0,	8.7
1400,	-82.0,	8.6,	-173.2,	12.0
1500,	-125.4,	8.7,	-225.7,	15.9
1600,	-174.9,	15.8,	-284.6,	16.2
1700,	-230.8,	16.0,	-350.3,	16.5
1800,	-293.4,	16.3,	-423.0,	16.8
1900,	-362.8,	16.7,	-502.7,	17.1
2000,	-439.3,	16.9,	-589.9,	17.3
2100,	-523.0,	17.2,	-684.7,	17.4
2200,	-614.3,	17.3,	-787.3,	17.5
2300,	-713.2,	17.4,	-897.9,	17.6
2400,	-820.1,	17.5,	-1016.8,	17.8
2500,	-935.2,	17.6,	-1144.2,	18.2
2600,	-1058.6,	17.9,	-1280.2,	19.0
2700,	-1190.6,	18.5,	-1425.2,	20.3
2800,	-1331.4,	19.5,	-1579.3,	22.4
2900,	-1481.3,	21.2		
3000,	-1640.4,	23.8		

z 0 = -199.867737 ucz 0 = 3.692183
 z 1 = -835.126038 ucz 1 = 9.128754
 z 2 = -732.181519 ucz 2 = 8.554380
 z 3 = -122.711525 ucz 3 = 12.406844
 Zp = 1646.10706 Zv = 1500.00000

Meral : Tibenský
 Kontroloval : Spurný

Podklad pre certifikát

Slovensky metrologicky ústav Bratislava, laboratórium hmotnosti

CERTIFIKAT O KALIBRACII

číslo certifikátu :

názov váh : KE 3000
vyrob číslo :
výrobca : Mettler - Toledo
vlastník váh : SMU
kód úlohy : 12345

dátum kalibrácie :

Metrologické parametre váh:
Max = 3000 kg, dielik = 5g

Podmienky okolia:

teplota : 24 C, tlak : 98300 Pa, rel vlhk: 41 %

Nadväznosť :

Použitá etalóny hmotnosti SMU : Etalóny hmotnosti SMU 50 kg
cesta a názov súboru : c:\qbasic\bmsv11.txt

Metóda merania : Pracovný postup PP05/220/06

Metóda priameho zataženia etalónovými závažiami, chyby údajov sú spracované preložením polynómu

metódou najmenších štvorcov, neistoty obsahujú zložku z opakovateľnosti váh, z hodnoty dielika,

z chyby pri excentrickom zatažení, z kalibrácie závaží, z driftu, vztlaku závaží a z náhradného

zataženia. Neistoty sú vyjadrené v zmysle GUM a Euramet cg 18.

Výsledky skúšok

Skúška opakovateľnosti pri 1000 kg
opakovateľnosť váh je 0.0045kg

Skúška excentricity
zataženie pre skúšku excentricity : 616 kg
chyba excentricity je : 0.0075kg

smerodajná odchýlka merania so = 13.5 g

neist z hodnoty dielika udd = 1.4 g

neist zataženia, uzat = neist z certifikátu + neist z driftu + neist z vztlaku

neist excentr, uex = chex · mhz / (6[^].5 · zatex · 5)

Chyby údajov váh

zataženie Z [kg]	chyba kor Chkor(Z) [g]	neist kor Ukor [g]
0,	0.0,	7.5
100,	15.8,	7.5
200,	28.1,	8.0
300,	36.7,	8.5
400,	41.4,	9.0
500,	42.0,	9.4
600,	38.3,	9.5
700,	30.1,	9.5
800,	17.1,	9.4
900,	-0.9,	9.2
1000,	-24.1,	8.9
1100,	-52.7,	8.8
1200,	-86.9,	8.7
1300,	-127.0,	8.7
1400,	-173.2,	12.0
1500,	-225.7,	15.9
1600,	-284.6,	16.2
1700,	-350.3,	16.5
1800,	-423.0,	16.8
1900,	-502.7,	17.1

2000,	-589.9,	17.3
2100,	-684.7,	17.4
2200,	-787.3,	17.5
2300,	-897.9,	17.6
2400,	-1016.8,	17.8
2500,	-1144.2,	18.2
2600,	-1280.2,	19.0
2700,	-1425.2,	20.3
2800,	-1579.3,	22.4

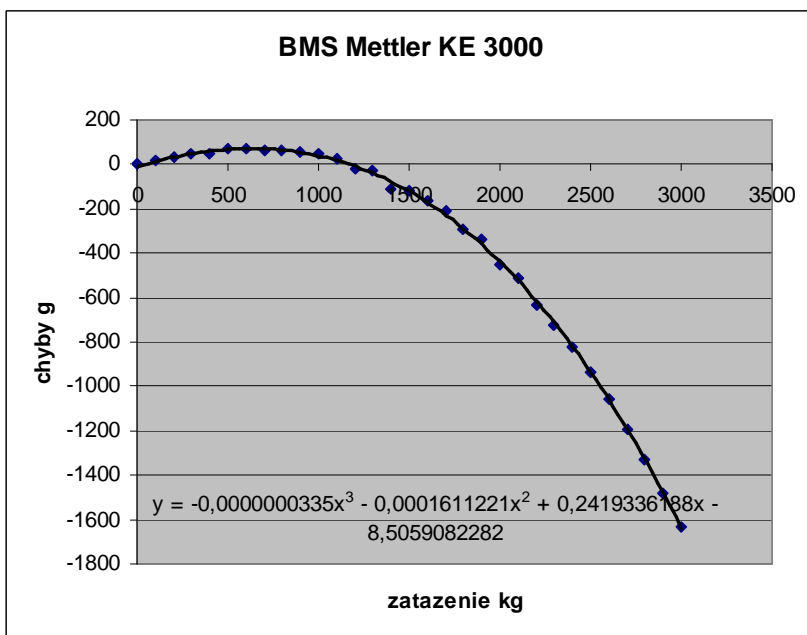
Chyba váh (pripadne korigovaná o nádobu a podložku) Chkor(Z)
pri zatažení Z vyjadrená ako polynóm stupňa : 3

$$\text{Chkor}(Z) = z(0) + z(1) \cdot ((Z - 1500.00) / 1500.00)^1 + z(2) \cdot ((Z - 1500.00) / 1500.00)^2 + z(3) \cdot ((Z - 1500.00) / 1500.00)^3 +$$

koeficienty polynómu; stupňa; 3

z(0) =	-225.65605 [g]	+/-	3.69052 [g]
z(1) =	-835.12604 [g]	+/-	9.11727 [g]
z(2) =	-732.18152 [g]	+/-	8.53697 [g]
z(3) =	-122.71152 [g]	+/-	12.39426 [g]

Rozšírená neistota chyby údajov U je vyjadrená ako dvojnásobok
kombinovanej štandardnej neistoty.



V ďalšom je uvedená forma zadania údajov pre načítanie programom mnsvv9g.bas - vysvetlenie formy je uvedené v programe

Vstupné údaje do programu MNSNN9G.bas

31 ,1				počet zatažení, počet náhradných zatažení
KE 3000 , 123456				typ váh, výrobné číslo
3000 , kg , 5 , g				Max, rozmer zataž, dielik, rozmer dielika a chýb
SMU , 654321				vlastník, kód úlohy
Etalóny hmotnosti SMU 50 kg				použité etalóny
24 , 98300 , 41				teplota °C, tlak Pa, vlhkosť %
1000 , 7				zataž pre skúšku opakov kg, počet snímaných údajov
0 , 1000.005 , 0 , 1000.01 , .005 , 1000 , 0				zataženie pre skúšku excentrickým zatažením kg
616				
616.735 , 616.73 , 616.725 , 616.73 , 616.74 , 616.73				
0 , 0 , 0.0 , 8				zataž kg, chyba g, neist etal g, štatist váhy
100 , 15 , 0.0 , 4				
200 , 30 , 0.0 , 2				
300 , 45 , 0.0 , 1				
400 , 50 , 0.0 , 1				
500 , 65 , 0.1 , 1				
600 , 75 , 0.1 , 1				
700 , 65 , 0.1 , 1				
800 , 65 , 0.1 , 1				
900 , 15 , 0.1 , 1				
1000 , 45 , 0.1 , 1				
1100 , 25 , 0.1 , 1				
1200 , -20 , 0.1 , 1				
1300 , -30 , 0.1 , 1				
1400 , -110 , 0.1 , 1				
1500 , -115 , 0.1 , 1				
1600 , -160 , 1.0 , 1				
1700 , -210 , 1.4 , 1				
1800 , -290 , 1.7 , 1				
1900 , -335 , 2.0 , 1				
2000 , -455 , 2.2 , 1				
2100 , -510 , 2.5 , 1				
2200 , -630 , 2.6 , 1				
2300 , -755 , 2.8 , 1				
2400 , -820 , 3.0 , 1				
2500 , -935 , 3.1 , 1				
2600 , -1055 , 3.3 , 1				
2700 , -1195 , 3.5 , 1				
2800 , -1330 , 3.6 , 1				
2900 , -1480 , 3.7 , 1				
3000 , -1630 , 3.9 , 1				
1, 1500				počet náhr zataž, hodnota náhr zataž kg