

ՀՏԴ 621.1.016.4:536

ԳԻՏԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՎ ՉԱՓԻՉ ՏԵԽՆԻԿԱ

Ա.Ս. ՇԱՂԳԱՍՅԱՆ, Ն.Ա. ՇԱՂԳԱՍՅԱՆ

**ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓՈՒՄՆ ՈւՂՂԱԿԻ ՄԵԹՈԴՈՎ ԵՎ
ՄԽԱԼԱՆՔՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ**

Առաջարկվում են դիմադրության ջերմակերպափոխիչներով (առանց գույգի ընտրության) ջերմաստիճանների տարբերության չափման մեթոդ և մեթոդային սխալանքների հաշվարկի բանաձևեր:

Առանցքային բառեր. ջերմաստիճանների տարբերություն, դիմադրության ջերմակերպափոխիչներ՝ առանց գույգի ընտրության, ջերմաստիճանների տարբերության չափման սխալանքի հաշվարկ:

Ներկայումս ջերմային էներգիայի չափման համակարգերում ջերմաստիճանների տարբերության չափումը բարձր ճշգրտությամբ իրականացվում է պլատինե դիմադրության ջերմակերպափոխիչների (ԴՋ) գույգի միջոցով θ_1 և θ_2 ջերմաստիճանները չափելով և դրանց $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$ տարբերությունը որոշելով [1]: Պլատինե ԴՋ-ների գույգի ընտրությունն իրականացվում է ԴՋ-ներ արտադրող գործարաններում և բավական աշխատատար գործընթաց է [2]: ԴՋ-ների գույգերի կազմավորման նպատակով փորձարարությամբ որոշվում են արտադրված յուրաքանչյուր ԴՋ-ի ստատիկ բնութագրի (աստիճանավորման ֆունկցիայի) պարամետրերը, և այնուհետև ընտրվում են իրար շատ մոտ պարամետրերով գույգ ԴՋ-ները, որոնք հետագայում առաքվում են շահագործման [1,2]: Հարկ է նշել նաև, որ գույգ ԴՋ-ներից մեկի փչանալու դեպքում այն դժվար է փոխարինել համապատասխան ԴՋ-ով, և օբյեկտում օգտագործման համար տեղադրվում է նոր գույգ [1,2]:

Պլատինե ԴՋ-ի ստատիկ բնութագիրը 0 -ից մինչև $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($850\text{ }^{\circ}\text{C}$) տիրույթում արտահայտվում է մոտարկման հետևյալ բանաձևով [3,4]՝

$$R_{\theta} = R_0 W_{\theta} = R_0 \left[1 + A\theta + B\theta^2 \right], \quad (1)$$

որտեղ R_0 -ն ԴՋ-ի դիմադրությունն է $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում, $W_{\theta} = 1 + A\theta + B\theta^2$ - ն՝ ԴՋ-ի դիմադրության ջերմաստիճանային գործակիցը (A և B գործակիցների արժեքները բերված են աղ.1-ում):

Արտադրվող ԴՋ-ների կարևոր բնութագրերն են՝ դիմադրությունը $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում (R_0), հարաբերական ջերմաստիճանային գործակիցը $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում՝ $W_{100} = R_{100}/R_0$ -ը, որոնց արժեքները նորմավորվում են համապատասխան

ստանդարտներով [3,4]: Այդ ստանդարտներով սահմանված են նաև ԴՋ-ների թույլտվածքի դասերը, դրանց համապատասխան R_0 -ի թույլտվածքը, W_{100} -ի թույլտվածքը և թույլատրելի սխալանքների սահմանային արժեքները (աղ.2 և 3) [3,4]: ԴՋ-ների զույգի ընտրությունը կատարվում է այնպես, որ երկու ԴՋ-ների R_0 -ի և W_{100} -ի շեղումներն անվանական արժեքներից լինեն նույն նշանով և իրար շատ մոտ: Անհրաժեշտ է նաև, որ ԴՋ-ների բացարձակ սխալանքներն աշխատանքային պայմաններում լինեն նույն նշանով և մոտավորապես իրար հավասար, իսկ պարբերական ստուգաչափումներից հետո դրանք պետք է տեղադրվեն նույն տեղերում [1,2]:

Պլատինե ԴՋ-ներն արտադրվում են $W_{100}=1,3910$ (Պ տիպի) և $W_{100}=1,3850$ (Ք տիպի) արժեքներով և նույն պարամետրերով: Դրանց հիմնական բնութագրերը բերված են աղ.1- 3-ում:

Աղյուսակ 1

ԴՋ-ի մոտարկման ֆունկցիայի գործակիցների արժեքները

ԴՋ-ի մոտարկման ֆունկցիայի գործակիցները	ԳՕՍՍ 6651-94		ԳՕՍՍ Ռ 8.625-2006	
	$W_{100}=1,3910$	$W_{100}=1,3850$	$W_{100}=1,3910$	$W_{100}=1,3850$
A	$3,9692 \cdot 10^{-3}$	$3,9083 \cdot 10^{-3}$	$3,9690 \cdot 10^{-3}$	$3,9083 \cdot 10^{-3}$
B	$-5,8290 \cdot 10^{-7}$	$-5,7750 \cdot 10^{-7}$	$-5,7750 \cdot 10^{-7}$	$-5,8410 \cdot 10^{-7}$

ԳՕՍՍ 6651-94-ում [3] սահմանված են W_{100} -ի անվանական ($W_{100}=1,3910$ և $W_{100}=1,3850$) և ամենափոքր թույլատրելի արժեքները, իսկ ամենամեծ արժեքը չի սահմանափակված: Այդ ԴՋ-ներն արտադրվում են A, B և C թույլտվածքի դասերով: R_0 -ի թույլատրելի շեղումներն այդ դասերի համար կազմում են համապատասխանաբար 0,05, 0,1 և 0,2 % (աղ.2): ԴՋ-ի դիմադրության թույլատրելի շեղման սահմանային արժեքների (ըստ ջերմաստիճանի) բանաձևերը համընկնում են ԳՕՍՍ 8.625-2006-ով նորմավորված արժեքների հետ: ԳՕՍՍ 8.625-2006-ում [4] ներածված է թույլտվածքի AA դասը: Դրանում բացակայում են W_{100} -ի շեղումների վերաբերյալ պահանջները, իսկ ΔR_0 -ի համար նորմավորվում են թույլատրելի շեղումները 0°C -ում և 100°C -ում՝ $R_0=100$ Օմ համար ($W_{100}=1,3910$):

ՌԴ <<Էտալոն>> գիտաարտադրական ձեռնարկության (ԳԱՁ) հետազոտություններից պարզվել է, որ արտադրվող ԴՋ-ների հիմնական մասը թույլտվածքի A դասով է, մոտավորապես 30 %-ը՝ B դասով և չնչին մասը՝ C դասով [5]:

ԴՋ-ների չափման տիրույթը և թույլատրելի սխալանքի սահմանը

ԴՋ-ի տիպը	Թույլ-տվածքի դասը	Չափման տիրույթը, °C		Թույլատրելի սխալանքի սահմանը, °C
		ԳՕՍՏ 8.625-2006	ԳՕՍՏ 6651-94	
II, Pt	AA	-50-ից մինչև +250	-	$\pm(0,1+0,017 t)$
	A	-100-ից մինչև +400	-220-ից մինչև +850	$\pm(0,15+0,002 t)$
	B	-196-ից մինչև +660		$\pm(0,3+0,005 t)$
	C	-196-ից մինչև +660	-100-ից մինչև +300	$\pm(0,6+0,01 t)$

ԴՋ-ների պարամետրերի թույլատրելի շեղումները

ԴՋ-ի տիպը	Թույլ-տվածքի դասը	W ₁₀₀ -ի թույլատրելի շեղումները			δR ₀ , %		ΔR ₁₀₀ , Օւժ (R ₀ =100 Օւժ) ԳՕՍՏ 8.625
		ԳՕՍՏ 6651	ԳՕՍՏ 8.625	“Էտալոն” ԳԱՀ [5]	ԳՕՍՏ 6651	ԳՕՍՏ 8.625	
II	AA	-	-	+0,0005, -0,0004	-	±0,04	±0,1
	A	-/-0,0005	-	±0,0011	±0,05	±0,06	±0,13
	B	-/-0,0010	-	-	±0,10	±0,12	±0,31
	C	-/-0,0015	-	-	±0,20	±0,24	±0,62
Pt	AA	-	-	+0,0005, -0,0003	-	±0,04	±0,1
	A	-/-0,0005	-	±0,0011	±0,05	±0,06	±0,13
	B	-/-0,0010	-	-	±0,10	±0,12	±0,31
	C	-/-0,0015	-	-	±0,20	±0,24	±0,62

ԴՋ-ների զույգ արտադրող ձեռնարկություններում զույգերի ընտրությունը կատարվում է անհատական աստիճանավորման ֆունկցիաների պարամետրերը որոշելով, ինչը կարող է կատարվել 4 մեթոդով [2]։

Մեթոդ 1. ԴՋ-ի մոտարկման ֆունկցիայի R₀, A և B գործակիցների որոշումը կատարվում է աստիճանավորման երեք կետերում դիմադրությունների ճշգրիտ չափման միջոցով։ Այս մեթոդն ամենաճշգրիտն է, սակայն շատ թանկ արժե։

Մեթոդ 2. Ստուգաչափումները կատարվում են աստիճանավորման երկու կետում՝ 0 °C և 100 °C ջերմաստիճանների մոտակայքում, օգտագործվում է B գործակցի ստանդարտացված արժեքը, և հաշվարկվում են R₀-ն և A-ն։ Այս մեթոդն ամենակուպիտն է, սակայն ամենապարզն ու ամենաեժանր։

Մեթոդ 3. Տարբերվում է նախորդից նրանով, որ որոշակի խմբաքանակով ԴՋ-

ների համար օգտագործվում է B գործակցի արժեքը: Սա հատկապես նպատակահարմար է օգտագործել թաղանթային զգայուն տարրով ԴՋ-ների համար, որովհետև B գործակցիցը նախապես որոշվում է որոշակի քանակով ընտրանքի համար: Այս մեթոդի ճշգրտությունը նախորդի համեմատ բարձր է:

Մեթոդ 4. Ստուգաչափումը կատարվում է աստիճանավորման մեկ կետում ($\theta_w \approx 100^\circ C$), և հաշվարկվում են անհատական աստիճանավորման ֆունկցիայի գործակցիցները՝

$$W(t) = 1 + A_w \theta + B_w \theta^2,$$

որտեղ

$$A_w = (1 + a) A_{90}, \quad B_w = (1 + a) B_{90},$$

$$a = \frac{[W(\theta_w) - W_{90}(\theta_w)]}{[W_{90}(\theta_w) - 1]},$$

$W_{90}(\theta_w)$ -ն ստանդարտացված ֆունկցիայի արժեքն է θ_w ջերմաստիճանի համար:

Վերը նշվածից հետևում է, որ զույգ ԴՋ-ների ընտրությունը բավական աշխատատար և թանկարժեք գործողություն է [2]: Ջերմաստիճանների տարբերության չափման սխալանքը զգալիորեն է կախված նաև սառը (կամ տաք) խողովակաշարի ջերմաստիճանից, այդ պատճառով ԴՋ-ների զույգի վրա նշվում է, թե որ (տաք թե սառը) խողովակաշարի մեջ պետք է այն տեղադրվի [1]:

Ջերմաստիճանների տարբերությունը ուղղակի մեթոդով կարելի է չափել կամրջակային սխեմայով, որի հարևան ճյուղերում միացվում են համապատասխան ԴՋ-ները, սակայն չափման սխալանքը մեծ է և ջերմային էներգիայի հաշվիչներում այն չի օգտագործվում [1]:

Ջերմաստիճանների տարբերությունը ուղղակի մեթոդով չափելու համար առաջարկվել է չափիչ կերպափոխիչի սխեմա [6], որի հիմքում ընկած է տվյալ զույգ ԴՋ-ների վրա լարման անկումների տարբերության չափումը (նկ.), երբ դրանցով անցնում է որոշակի կայունացված հոսանք (I_0): Չափիչ կերպափոխիչի էլքային լարումը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [6]՝

$$U_t = K_m (I_0 R_{01} W_{\theta 1} - I_0 R_{02} W_{\theta 2}),$$

որտեղ $K_m = -R_2 / R_1 = -R_2 / R_3$ -ը գումարող ուժեղարարի ուժեղացման գործակցիցն է:

Սխեմայի կարգաբերումը առաջարկված եղանակով [6] իրականացնելուց հետո էլքային լարումն ստացվում է համեմատական այդ ԴՋ-ների անվանական ջերմաստիճանային գործակցիցների տարբերությամբ՝

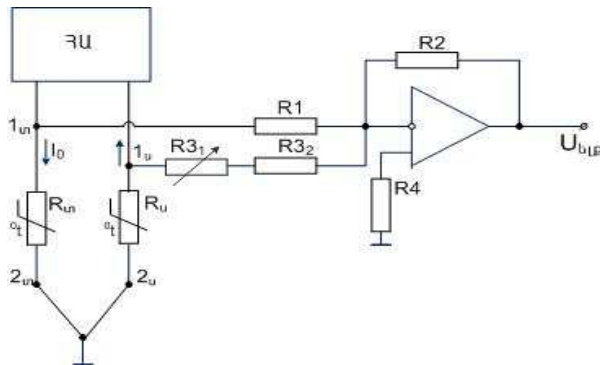
$$U_t = K \cdot \Delta W_\theta:$$

Ջերմամատակարարման համակարգերում ջերմաստիճանների տարբերության չափման սխալանքը նորմավորվում է ըստ EN1434.1-5-1997 եվրոպական ստանդարտների, որոնք ընդունված են ՌԴ-ում (ԳՕՍՏ Ռ ԵՄ 1434.1-5-2006) [7,8]: Այդ սխալանքի սահմանային արժեքները կախված են ջերմաստիճանների տարբերությունից ($\Delta\theta$) ու դրա ընդունված ամենափոքր արժեքից ($\Delta\theta_{min}$) և բերված են աղ.4-ում:

$$\Delta\theta_u = \pm(0,005\Delta\theta + 0,03\Delta\theta_{min}),$$

որտեղ $\Delta\theta_{min}$ -ն ընտրվում է (1,3,5,10) °C շարքից, ստանդարտով հանձնարարվում է ընտրել $\Delta\theta_{min}=3$ °C:

Ջերմային էներգիայի հաշվիչների համար ջերմաստիճանների տարբերության ($\Delta\theta = \theta_{տաք} - \theta_{սառ}$) չափմանը ներկայացվող պահանջները բերված են աղ.4-ում:



Նկ. Ջերմաստիճանների տարբերության չափման սխեման

Որոշենք ԴՋ-ների ջերմաստիճանային գործակիցների տարբերության (ΔW_θ) ու ջերմաստիճանների տարբերության ($\Delta\theta$) միջև կախումը և գնահատենք ΔW_θ -ի միջոցով $\Delta\theta$ -ի չափման սխալանքը: Բանաձև (1)-ից այդ կախման համար կստանանք՝

$$\Delta W_\theta = A(\theta_m - \theta_u) + B(\theta_m^2 - \theta_u^2) = A \left[1 + \frac{B}{A}(2\theta_m - \Delta\theta) \right] \Delta\theta = A[1 + \zeta] \Delta\theta, \quad (2)$$

որտեղ $\Delta\theta = (\theta_m - \theta_u)$, $\zeta = \frac{B}{A}(2\theta_m - \Delta\theta)$:

Հետևաբար, $\Delta\theta$ -ի և ΔW_θ -ի միջև կախումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով՝

$$\Delta\theta = \frac{1}{A(1 + \zeta)} \Delta W_\theta = \frac{1}{A} \Delta W_\theta (1 + \eta), \quad (3)$$

որտեղ $\eta = -\zeta / (1 + \zeta)$:

Ջերմաստիճանների տարբերության չափմանը ներկայացվող պահանջները

Պարամետր	ԳՕՍՏ Ռ 8.591-2002		ԳՕՍՏ Ռ ԵՄ 1431-1-5-2006	ԳՕՍՏ Ռ 51649-2000
	Հավելված A	Հավելված B		
$\theta_{\text{տ, min}}, ^\circ\text{C}$	40	40	-	-
$\theta_{\text{տ, max}}, ^\circ\text{C}$	100/200	100/200	-	90/200
$\Delta\theta_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$	13	2	1,2,3,5,10	1,2,3,5,10
$\Delta\theta_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	95/195	95/195	95/195	95/195
$K_{\text{min}}=\Delta\theta_{\text{min}}/\theta_{\text{տ, min}}$	0,33	0,05	-	-
$\Delta(\Delta\theta)_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$	0,2	0,11	-	-
$\Delta(\Delta\theta)_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	0,005 $\Delta\theta$ +0,1		0,005 $\Delta\theta$ +0,03 $\Delta\theta_{\text{min}}$	-

Տաք խողովակաշարով անցնող ջրի ջերմաստիճանի ($\theta_{\text{տ}}$) $40\text{ }^\circ\text{C}$ -ից մինչև $100\text{ }^\circ\text{C}$ տիրույթի և ջերմաստիճանների տարբերության $3\text{ }^\circ\text{C}$ -ից մինչև $95\text{ }^\circ\text{C}$ տիրույթի համար հաշվարկներ կատարելով՝ ընտրվել է դ գործակցի որոշակի միջին արժեք ($\eta_{\text{միջ}}$), և որոշվել են դրա շեղումներն այդ արժեքից ($\Delta\eta$), որի արդյունքում բանաձև (3)-ը բերվել է հետևյալ տեսքի՝

$$\begin{aligned}\Delta\theta &= \frac{1}{A} \Delta W_{\theta} (1 + \eta_{\text{միջ}} + \Delta\eta) = \frac{1}{A} \Delta W_{\theta} (1 + \eta_{\text{միջ}}) \left[1 + \Delta\eta / (1 + \eta_{\text{միջ}}) \right] = \\ &= C \Delta W_{\theta} \left[1 + \Delta\eta / (1 + \eta_{\text{միջ}}) \right] \approx C \cdot \Delta W_{\theta},\end{aligned}\quad (4)$$

որտեղ $C = \frac{1}{A} (1 + \eta_{\text{միջ}})$:

Ջերմաստիճանների տարբերության և ԴՋ-ների ջերմաստիճանային գործակիցների տարբերության միջև կախման սխալանքը ջերմաստիճանի միավորներով կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով՝

$$\Delta(\Delta\theta) \approx \Delta\eta \cdot \Delta\theta: \quad (5)$$

Աղ.5-ում բերված են ($\Delta(\Delta\theta)$)-ի արժեքները $\eta_{\text{միջ}}$ -ի տարբեր արժեքների դեպքում, որտեղից հետևում է, որ նպատակահարմար է ընտրել $\eta_{\text{միջ}}=0,0175$:

Աղ.6-ում բերված են C գործակցի արժեքները W_{100} -ի տարբեր արժեքների դեպքում: Աղյուսակից հետևում է, որ գործնականում կարելի է ընտրել $C=256,349$ ($W_{100}=1,3910$ դեպքում, ԳՕՍՏ 6651-94), $C=256,362$ ($W_{100}=1,3910$ դեպքում, ԳՕՍՏ Ռ 8.625-2006) և $C=260,343$ ($W_{100}=1,3850$ դեպքում):

Ջերմաստիճանների տարբերության չափման սխալանքի ($\Delta(\Delta\theta)$) արժեքները $\eta_{\text{միջ}}$ -ի տարբեր արժեքների դեպքում և թույլատրելի սխալանքի սահմանային արժեքները տարբեր $\Delta\theta_{\text{min}}$ -ի դեպքում

$\theta_{\text{տ}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta,$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta(\Delta\theta)$ -ի արժեքները $\eta_{\text{միջ}}$ -ի հետևյալ արժեքների դեպքում, $^{\circ}\text{C}$			$\Delta\theta$ -ի արժեքները $\Delta\theta_{\text{min}}$ -ի հետևյալ արժեքների դեպքում, $^{\circ}\text{C}$		
		0,0180	0,0175	0,0173	3 $^{\circ}\text{C}$	5 $^{\circ}\text{C}$	10 $^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8
40	3	-0,019	-0,018	-0,017	0,105	0,165	0,315
40	5	-0,033	-0,031	-0,030	0,115	0,175	0,325
40	10	-0,074	-0,069	-0,067	0,140	0,200	0,350
40	20	-0,179	-0,169	-0,165	0,190	0,250	0,400
50	3	-0,010	-0,008	-0,008	0,105	0,165	0,315
50	5	-0,018	-0,016	-0,015	0,115	0,175	0,325
50	20	-0,118	-0,108	-0,104	0,190	0,250	0,400
50	30	-0,223	-0,208	-0,202	0,240	0,300	0,450
60	3	-0,001	0,001	0,001	0,105	0,165	0,315
60	5	-0,003	0,000	0,001	0,115	0,175	0,325
60	10	-0,013	-0,008	-0,006	0,140	0,200	0,350
60	20	-0,057	-0,047	-0,043	0,190	0,250	0,400
60	30	-0,132	-0,117	-0,111	0,240	0,300	0,450
60	40	-0,237	-0,217	-0,209	0,290	0,350	0,500
70	3	0,009	0,010	0,011	0,105	0,165	0,315
70	5	0,013	0,015	0,016	0,115	0,175	0,325
70	10	0,018	0,023	0,025	0,140	0,200	0,350
70	20	0,004	0,014	0,018	0,190	0,250	0,400
70	30	-0,040	-0,025	-0,019	0,240	0,300	0,450
70	40	-0,114	-0,094	-0,086	0,290	0,350	0,500
70	50	-0,220	-0,195	-0,185	0,340	0,400	0,550
90	3	0,027	0,029	0,029	0,105	0,165	0,315
90	5	0,044	0,046	0,047	0,115	0,175	0,325
90	10	0,080	0,085	0,087	0,140	0,200	0,350
90	20	0,129	0,139	0,143	0,190	0,250	0,400
90	30	0,147	0,162	0,168	0,240	0,300	0,450
90	40	0,133	0,153	0,161	0,290	0,350	0,500
90	50	0,089	0,114	0,124	0,340	0,400	0,550
90	60	0,013	0,043	0,055	0,390	0,450	0,600
100	3	0,037	0,038	0,039	0,105	0,165	0,315
100	5	0,060	0,062	0,063	0,115	0,175	0,325

Աղ. 5-ի շարունակությունը

1	2	3	4	5	6	7	8
100	10	0,112	0,117	0,119	0,140	0,200	0,350
100	20	0,192	0,202	0,206	0,190	0,250	0,400
100	30	0,240	0,255	0,261	0,240	0,300	0,450
100	40	0,258	0,278	0,286	0,290	0,350	0,500
100	50	0,244	0,269	0,279	0,340	0,400	0,550
100	60	0,200	0,230	0,242	0,390	0,450	0,600
100	70	0,124	0,159	0,173	0,440	0,500	0,650
100	80	0,018	0,058	0,074	0,490	0,550	0,700

Աղյուսակ 6

C գործակցի արժեքները W_{100} -ի տարբեր արժեքների դեպքում

ԴՋ-ի ստատիկ բնութագրի գործակիցները	ԳՕՍՏ 6651-94		ԳՕՍՏ 8.625-2006	
	$W_{100}=1,3910$	$W_{100}=1,3850$	$W_{100}=1,3910$	$W_{100}=1,3850$
A	$3,9692 \cdot 10^{-3}$	$3,9083 \cdot 10^{-3}$	$3,9690 \cdot 10^{-3}$	$3,9083 \cdot 10^{-3}$
C=1,0175/A	256,349	260,343	256,362	260,343

Աղ.5-ից հետևում է, որ տաք խողովակաշարով անցնող ջրի ջերմաստիճանի 40°C -ից մինչև 100°C տիրույթում չափման սխալանքը $\Delta\theta_{\min} \geq 3^{\circ}\text{C}$ դեպքում փոքր է սահմանային արժեքներից 1,5 և ավելի անգամ (եթե $\theta_u = \theta_n - \Delta\theta \geq 20^{\circ}\text{C}$):

Աշխատանքը կատարվել է 11A-2b 015 դրամաշնորհային գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Մամիկոնյան Բ.Մ., Շաղգամյան Ն.Ա.** Ջերմաստիճանների տարբերության չափման առանձնահատկությունները // ՀՊՃՀ Լրաբեր.- Երևան, 2011.- Հ.3, N1. - էջ 186-191:
2. **Моисеева Н.П.** Индивидуальная градуировка термометров сопротивления для измерения разности температур // Измерительная техника.- 2010.- N 9.-С. 50-53.
3. ГОСТ 6651-94. Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний.- М.: Изд-во стандартов, 1998.- 27 с.
4. ГОСТ Р 8.625-2006. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.- М.: Стандартиформ, 2007.- 23 с.
5. **Никоненко В.А., Ермаков А.В., Студенок Е.С.** Проблемы при производстве эталонных термопреобразователей и термометров сопротивления и пути их решения // Датчики и системы.- 2010.- N9.- С. 19-22.
6. **Շաղգամյան Ն.Ա.** Ջերմաստիճանների տարբերության չափիչ կերպափոխիչ // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ տեղեկագիր. Տեխն. գիտ. սերիա.- 2010.- Հ. LXIII, N3.- էջ 273-279:

7. ГОСТ Р ЕН 1434-1-2006. Теплосчетчики. Ч1. Общие требования.- М.: Стандартинформ, 2006.- 23 с.
8. ГОСТ Р ЕН 1434-5—2006. Теплосчетчики. Ч5. Первичная поверка.- М.: Стандартинформ, 2006.- 12 с.

ՀԱՃՀ (ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ): Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 01.11.2011:

А.С. ШАХКАМЯН, Н.А. ШАХКАМЯН

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР ПРЯМЫМ МЕТОДОМ И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Предложен метод прямого измерения разности температур в системах с термопреобразователями сопротивления. Получены формулы для расчета погрешностей, оценены их значения.

Ключевые слова: разность температур, термопреобразователь сопротивления, расчет погрешностей.

A.S. SHAGHGAMYAN, N.A. SHAGHGAMYAN

TEMPERATURE DIFFERENCE DIRECT MEASUREMENT AND ERROR CALCULATION

A method is suggested for direct measurement of temperature difference in the systems with resistance thermal converters. Error calculation formulas are obtained.

Keywords: temperature difference, resistance thermal converters, error calculation