ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1967
Seria: AUTOMATYKA z. 8 Nr kol. 192

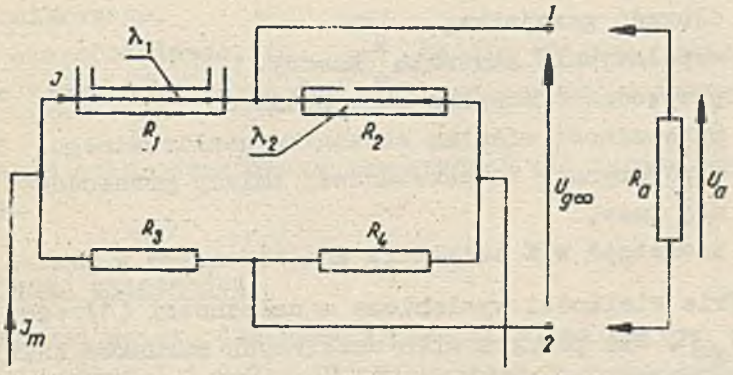
JERZY FRĄCZEK
Katedra Miernictwa Przemysłowego

O KOMPENSACJI WPŁYWU ZMIANY TEMPERATURY OTOCZENIA NA CZUŁOŚĆ ANALIZATORA TERMOKONDUKTOMETRYCZNEGO x)

Streszczenie. Rozpatrzono dwa układy kompensacji wpływu zmiany temperatury otoczenia na czułość analizatora termokonduktometrycznego z elementami kompensacji po stronie wyjścia mostka pomiarowego. Podano wzory i wykresy dla określenia wszystkich elementów układów kompensacji. Porównano oba układy. Przeliczono przykład.

1. Wstęp

Zasada działania analizatora termokonduktometrycznego polega na porównaniu strat ciepła, a zatem i temperatur dwu grzejników umieszczonych w komorach 1 i 2 (rys. 1). Straty ciepła



Rys. 1. Zasada działania analizatora termokonduktometrycznego

x) Praca niniejsza powstała w związku z potrzebami wprowadzenia kompensacji temperatury otoczenia w termokonduktometrycznym analizatorze H_2. Analizator wykonano jako iskrobezpieczny z przeznaczeniem do kontroli procesu chłodzenia wodorowego generatorów wielkiej mocy.

grzejników zależą głównie od przewodności cieplnych λ_1 i λ_2 gazów wypełniających komory. Porównania temperatur dokonuje się w układzie mostka Wheatstone'a przez porównanie oporów grzejników R_1 i R_2, których wielkości zależą od wspomnianych temperatur. Ponieważ napięcie nierównowagi mostka $U_{g\infty}$ jest proporcjonalne do różnicy oporów R_1 i R_2, zatem jego wielkość daje informacje o różnicy przewodności cieplnych gazów w komorze 1 i 2. Pośrednio daje informacje o składzie gazu w komorze 1 (pomiarowej) gdy w komorze 2 (porównawczej) znajduje się gaz o znanym składzie. Wartość oporów grzejników jest zależna od wielu parametrów, co można zapisać w postaci ogólnej funkcji [1] ,[2]:

$$R_{1,2} = f_{1,2}(r_o, \alpha, t_o, I, l, K, \lambda_o, \lambda, \beta, \varphi), \qquad (1)$$

gdzie:

- r_o - opór grzejnika w temperaturze 0^oC liczony na jednostkę długości grzejnika,
- α - współczynnik temperaturowej zmiany oporności,
- t_o - temperatura otoczenia grzejników (przetwornika),
- I - prąd grzejnika,
- l - długość grzejnika,
- K - współczynnik kształtu komory,
- λ_o - przewodność cieplna gazu nośnego,
- λ - przewodność cieplna składnika analizowanego,
- β - współczynnik temperaturowej zmiany przewodności cieplnej gazu,
- φ - zawartość w % składnika analizowanego w gazie.

Wszystkie wielkości wymienione w zależności (1) powodują zmianę $U_{g\infty}$. Dla pewnych więc ustalonych warunków zasilania mostka pomiarowego oraz φ = const. zmiana temperatury otoczenia powoduje zmianę napięcia $U_{g\infty}$, gdyż jest ono funkcją wielkości: t_o, α i β .

Jeżeli mostek pomiarowy będzie nieobciążony to wpływ zmiany temperatury otoczenia zaznaczy się tylko poprzez zmianę na-

pięcia $U_{g\infty}$. Natomiast w przypadku gdy mostek pomiarowy obciąży się oporem R_a to napięcie jakie się na nim ustali U_a będzie się zmieniało wraz ze zmianą temperatury otoczenia z powodu: a) zmiany napięcia $U_{g\infty}$, b) zmiany dynamicznego oporu wewnętrznego mostka R_m. Opór wewnętrzny dynamiczny mostka R_m jest oporem mierzonym między zaciskami 1, 2 (rys. 1) nieobciążonego mostka przy danym prądzie zasilającym mostka I_m.

Eliminację wpływu zmian tempetatury otoczenia można przeprowadzić następującymi sposobami:

1. Termostatyzacja [3],
2. Wprowadzenie elementów kompensacyjnych po stronie zasilania mostka pomiarowego [3],
3. Wykonanie układu pomiarowego w postaci komparatora napięcia z dwoma mostkami [4],
4. Wprowadzenie elementów kompensacyjnych po stronie wyjścia z mostka pomiarowego [5].

Wybór sposobu kompensacji w analizatorze wykonanym jako iskrobezpieczny [6] zależny będzie od mocy potrzebnej do zasilania układu pomiarowego po wprowadzeniu kompensacji [7]. Z wymienionych sposobów najbardziej odpowiedni jest czwarty sposób z punktu widzenia minimum mocy potrzebnej do zasilania układu pomiarowego.

Można się spodziewać, że $\frac{dU_a}{dt_o}$ będzie większe, mniejsze lub równe zeru. Oczywiście dwa pierwsze przypadki wymagają kompensacji.

W dalszym toku opracowania rozpatrywać się będzie mostek obciążany.

2. Podstawowe zależności

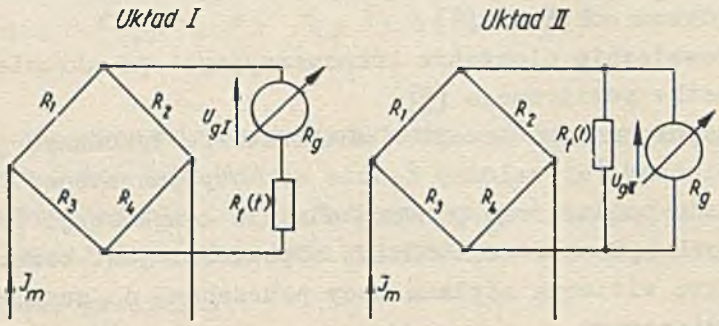
Do rozpatrywań wzięto dwa układy przedstawione na rys. 2 oznaczone jako: układ I i układ II. Elementami kompensacyjnymi są opory zmieniające się ze zmianą temperatury otoczenia. Układy różnią się między sobą miejscem podłączenia tych oporów względem miernika. Zakłada się przy tym, że zarówno R_m i $U_{g\infty}$ są liniowo zależne od zmian temperatury otoczenia. Przyjmuje się także, że elementy kompensacyjne zmieniają swe parametry ze zmianą temperatury otoczenia liniowo.

Za odniesienie przyjmuje się wartość napięć i oporów zależnych od temperatury dla pewnej temperatury otoczenia t_o. Oznaczono je jako:

$$U_{g\infty}(t) = U_{g\infty o}(1 + \eta \cdot \Delta t_o)$$

$$R_m(t) = R_{mo}(1 + \gamma \cdot \Delta t_o) \qquad (2)$$

$$R_t(t) = R_{to}(1 + \alpha \cdot \Delta t_o),$$



Rys. 2. Układy kompensacji po stronie wyjścia mostka

gdzie:

współczynnik η, γ i α są zdefiniowane:

$$\eta = \left(\frac{1}{U_{g\infty}(t)} \cdot \frac{dU_{g\infty}(t)}{dt}\right)_{t_o};$$

$$\gamma = \left(\frac{1}{R_m(t)} \cdot \frac{dR_m(t)}{dt}\right)_{t_o}; \qquad (3)$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_t(t)} \cdot \frac{dR_t(t)}{dt}\right)_{t_o}.$$

Δt_o - przyrost t w punkcie t_o.

Wyrażenia (2) są słuszne jeżeli zachodzi: $(\eta, \gamma, \alpha) \cdot \Delta t_o \ll 1$. Praktycznie warunek ten jest spełniony. Współczynniki η i γ są dane z pomiaru. Ich wielkość zależy od: rodzajów gazów analizowanych (λ, β) [8], konstrukcji grzejników i kształtu komór pomiarowych oraz od parametrów zasilania. (Dyskusja nad tymi zagadnieniami, a głównie nad sposobem pomniejszania η i γ drogą doboru odpowiednich konstrukcji czy też parametrów zasilania wykracza poza ramy niniejszej pracy i nie będzie tu przytaczana).

W układach przedstawionych na rys. 2 sygnałem wyjściowym jest napięcie na mierniku U_g o oporze R_g. Wyrażenia na U_g mają postać

- w układzie I:

$$U_{gI} = \frac{U_{g\infty}(t) \cdot R_g}{R_m(t) + R_t(t) + R_g} \tag{4}$$

- w układzie II:

$$U_{gII} = \frac{U_{g\infty}(t) \cdot R_t(t) \cdot R_g}{\left[\left(\frac{R_t(t) \cdot R_g}{R_t(t) + R_g} + R_m(t)\right) \cdot \left[(R_t(t) + R_g)\right]\right]} \cdot \tag{5}$$

Po wprowadzeniu do równań (4) i (5) zależności (2) otrzymamy następujące warunki kompensacji:

- w układzie I:

$$\left(\frac{\alpha}{\eta}\right)_I = \frac{a+1}{1-b}\left(1 - \frac{a}{a+1} \cdot \frac{\gamma}{\eta}\right) \tag{6}$$

- w układzie II:

$$\left(\frac{\alpha}{\eta}\right)_{II} = \frac{1 - \frac{a}{a+1} \cdot \frac{\gamma}{\eta}}{\frac{1 + \frac{a}{b}(1 + \gamma \cdot \Delta t_o)}{a+1} - (1 + \eta \cdot \Delta t_o)}, \tag{7}$$

gdzie:

$$a = \frac{R_{mo}}{R_{ao}}; \qquad b = \frac{R_g}{R_{ao}}$$

R_{ao} - opór obciążenia mostka przy t_o.

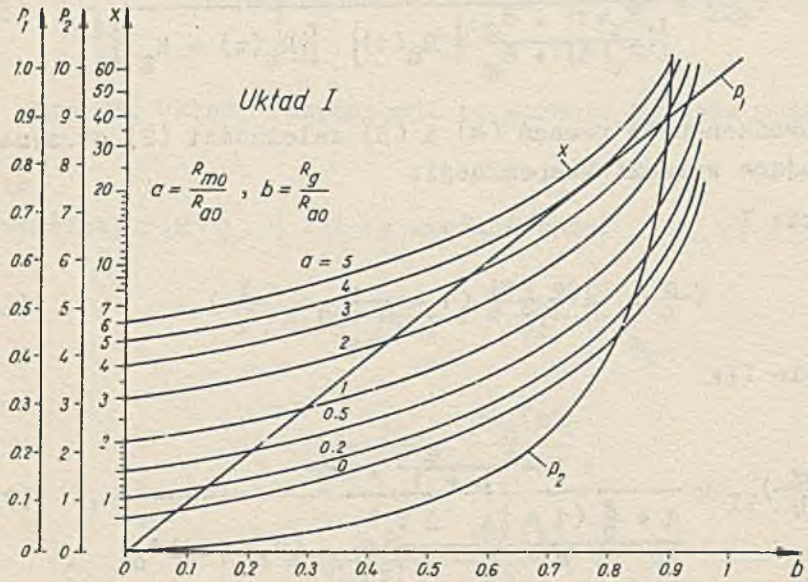
Dla celów praktycznych korzystne będzie przedstawienie zależności (6) i (7) w postaci wykresów. Zależność (6) może być przedstawiona bez uzupełnień zaś w (7) trzeba skorzystać z warunku $(\eta, \gamma, \alpha) \cdot \Delta t_o \ll 1$. Pewną uniwersalność uzyska się po wprowadzeniu w (6) i (7) parametrów skupionych. Ostateczna postać równań jest następująca:

- zależności (6):

$$\left(\frac{\alpha}{\eta}\right)_I = X(1 - Z) \tag{6a}$$

- zależności (7):

$$\left(\frac{\alpha}{\eta}\right)_{II} = Y(1 - Z), \tag{7a}$$



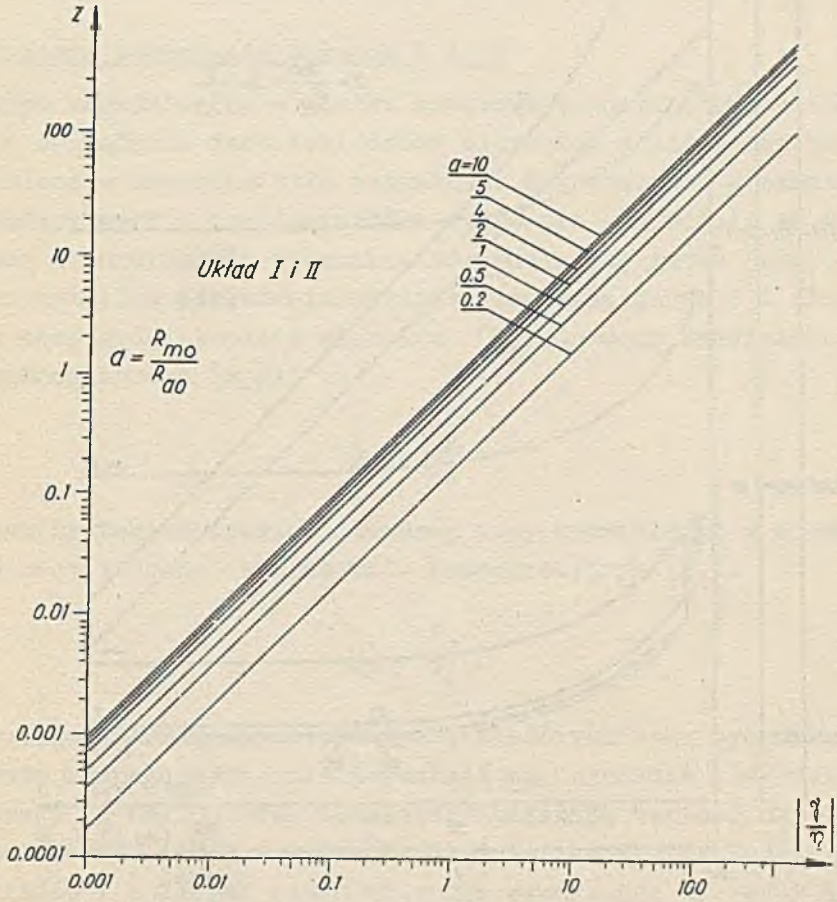
Rys. 3. Zależności X, p_1, p_2, od a i b w układzie I

gdzie:

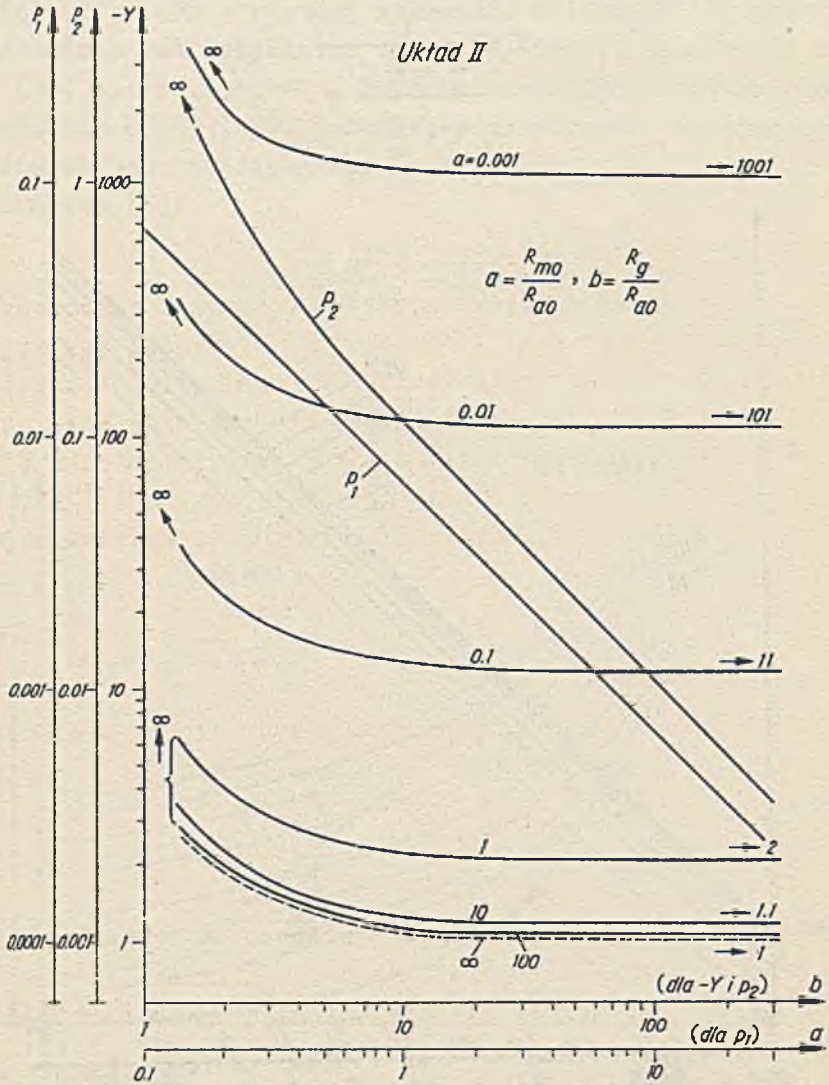
$$X = \frac{a + 1}{1 - b}; \qquad a)$$

$$Z = \frac{a}{a + 1} \cdot \frac{\vartheta}{\eta}; \qquad b)$$

$$Y = \frac{1}{\dfrac{\frac{1}{a} + \frac{1}{b}}{1 + \frac{1}{a}} - 1} \qquad c)$$



Rys. 4. Zależność Z od stosunku $\frac{\vartheta}{\eta}$ i a, w układzie I i II



Rys. 5. Zależność Y, p_1, p_2, od a i b w układzie II

Wielkości: X, Z, Y przedstawiono odpowiednio na rys. 3,4,5. Przy $a \approx 0$ lub $\eta \approx 0$ wielkości X i Y przedstawione na rys. 3 i 5 wprost równają się wielkości $\frac{\alpha}{\eta}$.

Gdy natomiast $\eta = 0$ to otrzymamy:

z równania (6a):

$$\frac{\alpha}{\eta} = -\frac{a}{1-b} \tag{6b}$$

z równania (7a) dla $\eta \cdot \Delta t_o \ll 1$:

$$\frac{\alpha}{\eta} = \frac{b}{b-1}. \tag{7b}$$

3. Kryteria porównania układów I i II

Istotnym zagadnieniem w mostku niezrównoważonym o skończonym oporze obciążenia jest taki dobór elementów układu, aby moc wydzielona w mierniku była optymalna. Wprowadzenie elementów kompensacyjnych w obwód miernika wiąże się oczywiście ze stratą mocy na niekorzyść miernika. Przyjmuje się zatem jako pierwsze z kryteriów porównania układów kompensacyjnych I i II: stosunek mocy wydzielonej w mierniku (P_g) do mocy wydzielonej na przekątnej mostka (P_a):

$$p_1 = \frac{P_g}{P_a}. \tag{9}$$

Jako kryterium drugie: stosunek mocy wydzielonej w mierniku do mocy traconej w elemencie kompensacyjnym (P_t):

$$p_2 = \frac{P_g}{P_t}. \tag{10}$$

Obecnie istniejące materiałych, z których mogą być wykonane elementy kompensacyjne nie pozwalają na uzyskanie (α) dużo większego od 6%/°C.I tak termistory osiągają wartość ok. -6%/°C zaś metale ok. +(0,4 ÷ 0,5)%°C. Stąd też korzystna będzie ocena układów I i II pod kątem widzenia wymaganego α przy danych

η i φ z tendencją wyboru tego układu, w którym uzyska się większe p_1.
Dla tej oceny przyjmuje się trzecie kryterium:

$$k = \frac{\alpha}{\eta}. \tag{11}$$

Określone równaniami: (9), (10), (11) wielkości mają następującą postać:
- w układzie I:

$$p_1 = b \tag{12a}$$

$$p_2 = \frac{b}{1 - b} \tag{12b}$$

$$k \text{ - jak wzór (6a)} \tag{12c}$$

- w układzie II:

$$p_1 = \frac{1}{b} \tag{13a}$$

$$p_2 = \frac{1}{b - 1} \tag{13b}$$

$$k \text{ - jak wzór (7a).} \tag{13c}$$

Zależności (12a) i (12b) naniesiono na rys. 3, zaś zależności (13a) i (13b) na rys. 5.

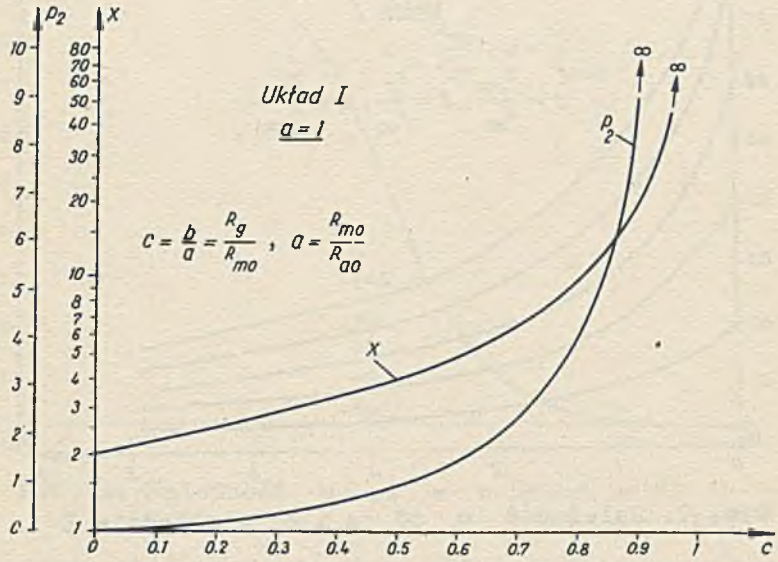
4. Kompensacje w układzie I i II

Układ I: Z układu kompensacji wynika, że wielkości a i b mogą przyjmować wartości:

$$a \begin{cases} \max \mathrel{\hat{=}} \infty \\ \min \mathrel{\hat{=}} 0 \end{cases} \quad \text{zaś} \quad b \begin{cases} \max \mathrel{\hat{=}} 1 \\ \min \mathrel{\hat{=}} 0 \end{cases}.$$

Maksymalne wydzielenie mocy w mierniku nastąpi gdy: $a = 1$ oraz $b = 1$. Stan taki jest jednak niemożliwy do realizacji, ponieważ elementy kompensacyjne mają skończoną wartość α. Stąd też zawsze będzie $b < 1$. Przypadek szczególny $a = 1$ przedstawiono oddzielnie na rys. 6, na którym

$$c = \frac{R_g}{R_{mo}} .$$



Rys. 6. Zależność X i p_2 od c przy a=1 w układzie I

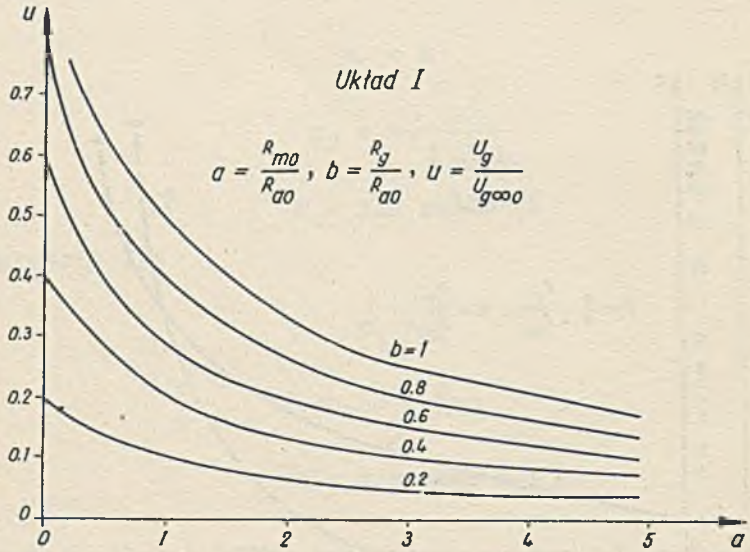
Przy danym $U_{g\infty o}$ i dobranych odpowiednio a i b ustali się na mierniku określone napięcie U_g. W oparciu o (4) można wykazać, że wielkości te są związane zależnością:

$$u = \frac{U_g}{U_{g\infty o}} = \frac{b}{a + 1} . \qquad (14)$$

Zależność (14) uwidoczniona jest na rys. 7.

Dla maksymalnej wartości napięcia nierównowagi mostka $(U_{g\infty o})_{max}$ oraz miernika o zakresie $(U_g)_{max}$ można szacunkowo dobierać elementy kompensacji spełniając zależność (wynika z (4)):

$$(U_{g\infty o})_{max} \geqslant (U_g)_{max} \cdot \frac{a+1}{b} . \qquad (15)$$



Rys. 7. Zależność u od a i b w układzie I

<u>Układ II</u>: Wielkości a i b w układzie II mogą przyjmować wartości:

$$a \begin{cases} \max \mathrel{\hat{=}} \infty \\ \min \mathrel{\hat{=}} 0 \end{cases} \quad \text{oraz} \quad b \begin{cases} \max \mathrel{\hat{=}} \infty \\ \min \mathrel{\hat{=}} 1 \end{cases} .$$

W układzie II u wyraża się zależnością:

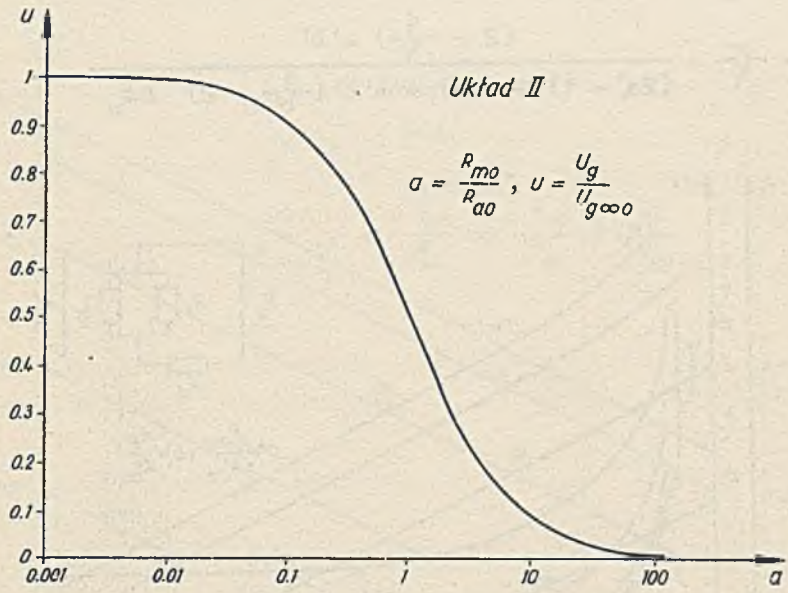
$$u = \frac{1}{a+1} . \qquad (16)$$

Jest ona uwidoczniona na rys. 8.

Warunek możliwości przeprowadzenia kompensacji ma tutaj postać:

$$(U_{g\infty o})_{max} \geqslant (U_g)_{max}\,(1 + a) \tag{17}$$

co wynika z zależności (5) dla $\Delta t_o = 0$.



Rys. 8. Zależność u od a w układzie II

Dopasowanie obciążenia mostka z uwagi na maksimum mocy wydzielonej na przekątnej zachodzi dla a = 1. Jeżeli dla tego przypadku przyjąć R_a takie jak pokazano na rys. 9 oraz dodatkowo przyjąć oznaczenia:

$$R'_{ao} = \frac{R_g \cdot R_{to}}{R_g + R_{to}}; \qquad \frac{R_g}{R'_{ao}} = b'; \qquad \frac{R_{mo}}{R'_{ao}} = a' \tag{18}$$

to przy spełnieniu warunki dopasowania

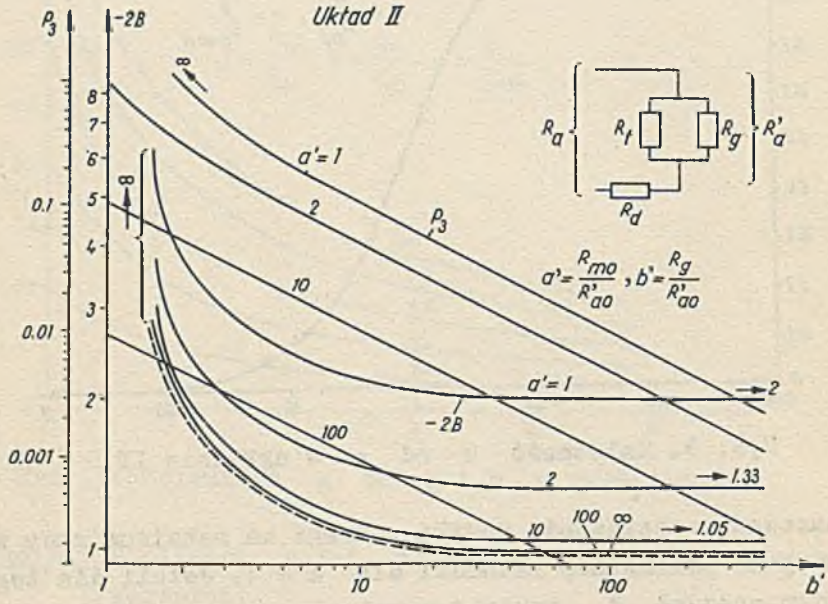
$$R_d = R_{mo} - R'_{ao}$$

otrzymamy następujące interesujące nas zależności:

$$p_1 = \frac{1}{a'\ b'} \tag{20a}$$

$$p_3 = \frac{1}{b' - 1 + (a' - 1)\ b'} \tag{20b}$$

$$k = \frac{\alpha}{\eta} = \frac{(2 - \frac{q}{\eta})\ a'b'}{(2a' - 1)(1 - b') + a'b'(\frac{1}{b'} - 2)\ \Delta t_o}, \tag{20c}$$



Rys. 9. Zależność 2B, p_3 od a' i b' w układzie II dla a = 1

gdzie:

p_3 – stosunek mocy wydzielonej w mierniku do mocy traconej w pozostałych elementach przekątnej mostka.

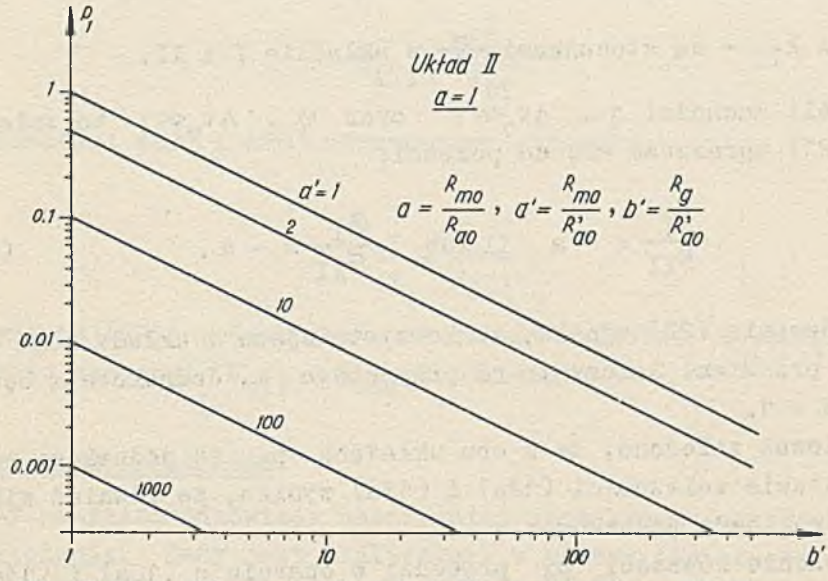
Przy spełnieniu $q \cdot \Delta t_o \ll 1$ oraz $\eta \cdot \Delta t_o \ll t$ można zależność (20c) uprościć do postaci:

$$\frac{\alpha}{\eta} \approx (2 - \frac{q}{\eta})\ B, \tag{20d}$$

gdzie:

$$B = \frac{a'b'}{(2a'-1)(1-b')} .$$

Zależność (20d) oraz wielkość 2B przedstawia rys. 9 zaś zależność (20a) rys. 10.



Rys. 10. Zależność p_1 od a' i b' w układzie II dla a = 1

Wielkość $\frac{\alpha}{\eta}$, przy zadanym a', b' i $\frac{\gamma}{\eta}$ otrzymamy po znalezieniu z rys. 9 wartości 2B i odjęciu od niej wartości $2B \cdot \frac{\gamma/\eta}{2}$.

6. Porównanie układów I i II

Celem porównania jest określenie, dla tych samych wartości p_1 i a w obu układach, w którym α jest łatwiejsze do praktycznej realizacji. Zakłada się, że w obu układach wartości parametrów: η, γ, R_m, Δt_o są jednakowe. Przy tych założeniach,

korzystając z zależności (6), (7), (12a) oraz (13a) otrzymujemy:

$$k_I = \frac{a \cdot d}{\frac{1+ad}{a+1} \cdot \frac{1}{g} - \frac{1}{k_{II}} - \frac{f}{g}}, \tag{21}$$

gdzie:

$$d = (1 + \vartheta \cdot \Delta t_o), \quad f = (1 + \eta \cdot \Delta t_o), \quad g = (1 - \frac{a}{a+1} \cdot \frac{\vartheta}{\eta})$$

k_I i k_{II} - są stosunkami $\frac{\alpha}{\eta}$ w układzie I i II.

Jeżeli zachodzi $\vartheta \cdot \Delta t_o \ll 1$ oraz $\eta \cdot \Delta t_o \ll 1$ to zależność (21) upraszcza się do postaci:

$$\frac{k_I}{k_{II}} = -a \quad \text{lub} \quad \frac{\alpha_I}{\alpha_{II}} = -a. \tag{22}$$

Z równania (22) wynika, że korzystniejsze α układy mogą dawać na przemian. Zależy to od przyjętego a. Jednakowe α będą przy a = 1.

Ponieważ założono, że w obu układach p_1 są jednakowe to na podstawie zależności (12a) i (13a) wynika, że również wielkości p_2 będą jednakowe.

Założenie równości p_1 prowadzi w oparciu o (12a) i (13a) do zależności

$$R_{gI} \cdot R_{gII} = R_{ao}^2, \tag{23}$$

gdzie:

indeksy I i II odnoszą się odpowiednio do układu I i II. Należy przy tym pamiętać, że R_{gI} musi spełniać warunek $R_{gI} < R_a$. Przyjmując, że R_{gI} jest dane obliczymy R_{tI}:

$$R_{tI} = R_{ao} - R_{gI}. \tag{24}$$

Przy założonym R_{gI}, R_{gII} obliczymy z zależności (23). Pozostało więc jedynie do obliczenia R_{tII}. Korzystamy w tym celu z wyrażenia:

$$R_{ao} = \frac{R_{gII} \cdot R_{tII}}{R_{gII} + R_{tII}} . \tag{25}$$

Uwzględniając w (25) obliczone wcześnie R_{gII} oraz R_{tI} otrzymamy

$$R_{tII} = \frac{R_{ao}^2}{R_{tI}} . \tag{26}$$

Z zależności (23) i (26) otrzymujemy stosunki:

$$\frac{R_{gI}}{R_{tI}} = \frac{R_{tII}}{R_{gII}} . \tag{27}$$

Z równania (27) wnioskujemy, że jeżeli zachodzi $R_{gI} > R_{tI}$ to także zachodzi $R_{gII} < R_{tII}$ i odwrotnie.

7. Przykład przeliczeń

Podany przykład odpowiada najczęściej spotykanemu przypadkowi.

Założenia. Dany jest analizator, w którym powierzono: $\vartheta = 0{,}005\ 1/^{o}C$; $\eta = 0{,}005\ 1/^{o}C$; $R_{mo} = 200\Omega$; $(U_{g\infty o})_{max} = 100$ mV.

Należy określić elementy układów I i II przy założeniach:

a) do dyspozycji jest miernik o danych: $(U_g)_{max} = 20$ mV, $R_g = 200\Omega$;

b) w obu układach p_1 winny być takie same;

c) $\Delta t_o = 10^{o}C$.

Obliczenia pomocnicze:

$c = 1 = \frac{b}{a}$; $u = 0{,}2$; $\frac{\vartheta}{\eta} = 1$; $\vartheta \cdot \Delta t_o = \eta \cdot \Delta t_o = 0{,}05$.

Obliczenia

Układ I

a) Wg rys. 8 dla $u = 0,2$ i $\frac{b}{a} = 1$ wynika $\underline{b = 0,25}$

b) Dla $b = 0,25$ i $c = 1$ wynika $\underline{a = 0,25}$

c) Wg rys. 3 dla danych: a i b, wynika $X = 1,6$; $p_1 = 0,25$
$p_2 \approx 0,3$

d) Wg rys. 4 dla danych: a i $\frac{q}{\eta}$ (dodatniego) wynika $Z = 0,2$

e) W oparciu o zależność (6a) mamy: $\frac{\alpha}{\eta} = 1,28$, a stąd $\underline{\alpha = 0.0064\ 1/^{o}C}$

f) Dla danych: R_m i a, $R_a = 800\Omega$, zaś $R_t = R_a - R_g = \underline{600\Omega}$.

Układ II

a) Z warunku $p_1 = \text{const.}$ wynika: $\underline{b = 4}$ (wg 13a)

b) Z rys. 9 dla $u = 0,2$ wynika: $\underline{a = 4}$

c) Z rys. 4 dla danych: a i $\frac{q}{\eta}$ wynika $Z = 0,8$

d) Dla danych: a i b mamy z rys. 5: $Y = -2$; $p_1 = 0,25$; $p_2 \approx 0,3$

e) Wg zależności (7a) mamy: $\frac{\alpha}{\eta} = -0,4$ a stąd $\underline{\alpha = -0,002\ 1/^{o}C}$

f) Dla danych R_m i a, $R_a = 50\Omega$, zaś

$$R_t = \frac{R_a \cdot R_g}{R_g - R_a} = \underline{67\Omega}.$$

Wniosek. Łatwiejszy do realizacji będzie układ II. Jako element o ujemnym α może być użyty termistor o odpowiednio skorygowanej charakterystyce. Wielkość α i oporu R_t nie stanowią problemu. Natomiast w układzie I wykonanie oporu $R_t = 600\Omega$ stanowi problem. Musi to być opór nawijany z żelaza lub niklu (z uwagi na odpowiednie α). Wymiary jego będą znaczne.

W układzie II widać także, że elementem kompensacyjnym może być termistor o α większym niż wymagane. Ta możliwość jest bardzo korzystna bo w ten sposób można powiększyć p_1 przynajmniej kilkakrotnie.

7. Zakończenie

Przedstawione opracowanie, a szczególnie opracowane krzywe stanowią pomoc przy obliczaniu układów kompensacyjnych wg schematów przedstawionych na rys. 2. Podane wykresy ułatwiają w szybkim przeliczeniu i tym samym w podjęciu decyzji co do wyboru układu. Jednoznaczna ocena, który układ jest lepszy zależna jest od postawienia problemu. Wiadomo bowiem, że nie ma praktycznie możliwości wyboru w sposób ciągły wielkości α jak i doboru miernika o dowolnych R_g i U_g. Tak więc, decyzję wyboru układu przeważnie zależeć będzie od posiadanego miernika i możliwości spełnienia wymaganego α, niezależnie od sugestii wynikających z treści niniejszego opracowania.

LITERATURA

[1] DAYNES H.A.: Gas Analysis by Measurement of Thermal Conductivity. Cambridge 1933 Univ. Press.

[2] TURICZIN A.M.: Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych. Warszawa, 1957 PWT.

[3] ROMER E.: Przemysłowe pomiary składu chemicznego w zastosowaniu do automatyki. Gliwice 1966. Skrypty uczelniane Nr 130.

[4] HOŁOV F.M.: Puti povyšenija izbiratelnosti gazoanalizatorav po tiepłoprovodnosti. Z pracy zbiorowej "Avtomatičeskije Gazoanalizatory". Wyd. Centr. Instyt. Naučno-Tech. Inform. Elektrotech. Promyšln. i Priborostrojenia, Moskva 1961 r.

[5] KIEŁTYKA J.: Pracy dyplomowa 1961 r.

[6] FRĄCZEK J.: Analizator termokonduktometryczny do kontroli chłodzenia wodorem generatorów wielkiej mocy. PAK, 1966 r., Nr 8-9, s. 431-432.

[7] KRAVČENKO N.S.: Vospłamieniajemost različnych gazo-parovozdušnych vzryvčatych sred, ich klasyfikacija. Moskva 1964. Kratkij naučnyj otčet. Institut Gornogo Dela.

[8] KRÖNERT J.: Physikalisch - Chemische Analyse im Betrieb. Leipzig 1963.

Rękopis złożono w Redakcji w dniu 6.III.1967 r.

О КОМПЕНСАЦИИ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Р е з ю м е

Рассмотрено две схемы компенсации влияния температуры окружающей среды на чувствительность термокондуктометрического газоанализатора с элементами компенсации со стороны выхода измерительного моста. Приведено формулы и графики для определения всех элементов компенсационной схемы. Сравнено обе схемы. Приведено числовой пример.

THE AMBIENT TEMPERATURE EFFECT ON THE SENSITIVITY OF A THERMAL CONDUCTIVITY ANALYSER AND ITS COMPENSATION

S u m m a r y

The schemes for the compensation the ambiant temperature effects on the sensitivity of a thermal conductivity analyser are given. The compensation elements are placed on the output measuring bridge. Equations and graphs for the calculation of all the compensation elements are given. The two schemes are compared to each other. The example is miscalculated.