



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY
PATENTU TYMCZASOWEGO

145 428

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr ———

Int. Cl.⁴ G01K 7/02

Zgłoszono: 85 08 13 (P. 254961)

Pierwszeństwo: 84 08 13 Czechosłowacja

Zgłoszenie ogłoszono: 86 07 15

Opis patentowy opublikowano: 89 07 31



Twórca wynalazku: ———

Uprawniony z patentu tymczasowego: Výskumný Ústav Jadrových Elektrární,
Jaslovské Bohunice (Czechosłowacja)

Układ do pomiaru różnicy temperatur

Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru różnicy temperatur.

Układy pomiarowe do pomiaru różnicy temperatur są złożone ogólnie z czujników torów pomiarowych i środków pomiarowych. W układach do pomiaru temperatury i różnic temperatur stosuje się często w charakterze czujników termometry oporowe i termoelementy. Środki pomiarowe oparte są na elementach techniki analogowej, względnie cyfrowej. Duży wpływ na dokładność i niezawodność układów pomiarowych przy pomiarze temperatur i różnic temperatur mają czujniki. Porównanie termometrów oporowych i termoelementów pod kątem dokładności i niezawodności pomiaru wykazuje, że charakteryzują się one w stosunku do siebie określonymi zaletami i wadami.

Do zalet termometrów oporowych należy zwłaszcza ich duża dokładność, do wad - mała niezawodność /zwłaszcza przy występowaniu drgań mechanicznych/, brak możliwości dokonywania pomiarów punktowych, duża stała czasowa i konieczność zasilania.

Do zalet termoelementów należy prostota, małe wymiary, mała stała czasowa, brak potrzeby zasilania, duża niezawodność, do wad - stosunkowo niska dokładność.

Dokładność pomiaru temperatury przy pomocy termometrów oporowych i przy pomocy termoelementów w warunkach przemysłowych, jeśli pominąć dalsze błędy w torze przesyłowym i przyrządach pomiarowych, może osiągnąć w przypadku termometrów oporowych wartość w przybliżeniu setnej części stopnia Celsjusza, a w przypadku termoelementów z metali nieszlachetnych - około jednego stopnia Celsjusza. Stosunkowo mała dokładność pomiaru przy pomocy termoelementów jest spowodowana przede wszystkim tym, że nie można odnieść sprawdzonych parametrów termoelementów z laboratorium do rzeczywistych warunków.

Dokładny pomiar temperatury za pomocą termometru oporowego osiąga się dzięki zastosowaniu metody czterech przewodów, gdzie dwa przewody służą do doprowadzenia prądu zasilającego, a dwa pozostałe przewody służą do pomiaru napięcia. Napięcia na zaciskach termometrów oporowych i rezystorach wzorcowych mierzy się za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego. Temperatury są obliczane na podstawie ustalonego napięcia za pomocą dowolnie programowanej maszyny matematycznej, w której są zakodowane stałe wielomianów dla poszczególnych termometrów oporowych. Maszyna taka umożliwia następujące po sobie przyłączenia poszczególnych termometrów oporowych do przetwornika analogowo-cyfrowego oraz oszacowanie ich wartości pomiarowych.

W układzie czteroprzewodowym do pomiaru temperatury termometrem oporowym jako tory pomiarowe mogą być jednak zastosowane elektrody termoelementów, dzięki czemu właściwie powstają dwa niezależne od siebie układy, łączące w sobie zalety obu układów. W takich układach, zastosowanych już w praktyce, czujnik lub odpowiednie urządzenie odczytujące stanowi kombinacja termometru oporowego i termoelementu. Przez sprawdzenie w laboratorium uzyskuje się stałe wielomianów dla każdego termometru oporowego, co od początku umożliwia zapewnienie wysokiej dokładności pomiaru temperatury, nawet w warunkach przemysłowych. Przy stosowaniu elektrod termoelementów w układzie czteroprzewodowym mogą powstawać napięcia pasożytnicze, które następnie nakładają się na napięcie użytkowe. Wpływ tego rodzaju napięcia pasożytniczego eliminuje się przez pomiar ze zmianą polaryzacji prądu zasilania lub też przez pomiar tego napięcia w stałych warunkach pracy przy wyłączonym prądzie zasilania, a następnie przez obliczanie według programu mikrokomputera. Przy długotrwałych procesach na skomplikowanych obiektach technologicznych przy pomiarze temperatur i różnic temperatur niezbędna jest pewność, że dokładność pomiaru nie pogorszyła się i pozostaje na wartości początkowej. Każde pogorszenie dokładności oddziałuje bowiem na wynik procesu, w którym mierzy się temperaturę. Stosowane dotychczas układy do dokładnego pomiaru temperatury i różnicy temperatur przy zastosowaniu termometrów oporowych nie mają ani dostatecznej niezawodności w warunkach ekstremalnych, ani możliwości automatycznej kontroli dokładności w ciągu dostatecznie długiego okresu czasu, który wynosi około jednego roku.

Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru różnicy temperatur zawierający termometry oporowe do pomiaru temperatury włączone w układzie czteroprzewodowym z przewodami w postaci elektrod termoelementów, przetwornik analogowo-cyfrowy do przetwarzania sygnałów elektrycznych uzyskiwanych z termometrów oporowych i termoelementów, programowaną elektroniczną maszynę cyfrową do szacowania sygnałów uzyskiwanych na wyjściu przetwornika analogowo-cyfrowego oraz urządzenie wskazująco-rejestrujące do odwzorowywania wyników pomiaru różnicy temperatury. Zgodnie z wynalazkiem końce kompensacyjne termoelementów dołączonych do punktów połączenia włączonych szeregowo termometrów oporowych w każdym punkcie pomiaru różnicy temperatury oraz termoelementów dołączonych do drugich wyprowadzeń termometrów oporowych w każdym punkcie pomiaru różnicy temperatury są umieszczone w komorze izotermicznej. Termometry oporowe są dołączone do źródła prądu zasilania poprzez połączone szeregowo: zestyk rozłączny, rezystor wzorcowy i gałęzie zasilające termoelementów dołączonych do drugich wyprowadzeń termometrów oporowych. Przy tym wyprowadzenia termoelementów oraz rezystora wzorcowego są dołączone do wejścia przetwornika analogowo-cyfrowego poprzez przełącznik punktów pomiarowych.

Korzystnym jest, gdy zestyk rozłączny włączony w obwodzie zasilania termometrów oporowych jest sprzężony z urządzeniem sterującym połączonym z programowaną elektroniczną maszyną cyfrową.

W układzie według wynalazku, gdzie do pomiaru temperatury zastosowano kombinację termometrów oporowych i termoelementów, łączy się w odpowiedni sposób zalety obu rodzajów czujników - dokładność i niezawodność, i osiąga się przy tym nowe, lepsze efekty. Dzięki podwójnemu pomiarowi temperatury i różnicy temperatur przy pomocy termometrów oporowych podwyższa się dokładność pomiaru temperatury i różnicy temperatur. Z pomierzonych różnic temperatury pary termometrów oporowych, które znajdują się w identycznej temperaturze, uzyskuje się możliwość śledzenia dokładności pomiarowej termometrów oporowych w czasie. Przez pięciokrotne próbkowanie temperatury w jednym z miejsc występowania różnic temperatur, gdzie temperatura jest próbkowana, dwukrotnie przy pomocy termometrów oporowych, raz przy pomocy termoelementu dołączonego do punktu połączenia termometrów oporowych i dwukrotnie przy pomocy termoelementów dołączonych do drugich wyprowadzeń termometrów oporowych, osiąga się wyjątkowo dużą niezawodność próbkowania, także w trudnych warunkach eksploatacji. Przy zakłóceniach pomiaru wskutek przerywania działania termometru oporowego, wyjście układu pomiarowego zostaje automatycznie przełączone na pomiar z termoelementami dołączonymi do punktów połączenia termometrów oporowych, które zostały przed zastosowaniem sprawdzone termometrami oporowymi i zostają określone i wypisane adresy przerwanego obwodu pomiarowego. Wykorzystywane w ten sposób termoelementy osiągają dokładność, która się zbliża

do dokładności pomiaru termometrami oporowymi. Przy jednoczesnych zakłóceniach w działaniu termometrów oporowych i tych termoelementów, mogą być wykorzystane, po przełączeniu, do pomiaru różnic temperatur, termoelementy dołączone do drugich końców termometrów oporowych.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony na rysunku, który przedstawia schemat układu do pomiaru różnic temperatur, termoelementy dołączone do pomiaru różnicy temperatur według wynalazku.

Układ do pomiaru różnicy temperatur według wynalazku zawiera czujniki temperatury, które są umieszczone w punktach pomiarowych 1 występowania różnicy temperatur, przy czym każdy czujnik temperatury zawiera dwa termometry oporowe 2, jeden termoelement 3 włączony między termometrami oporowymi 2 i dwa termoelementy 4 dołączone do drugich końców termometrów oporowych 2. W izotermicznej komorze 5 są umieszczone termostatycznie końce kompensacyjne termoelementów 3 i końce termoelementów 4. Źródło prądowe 6 poprzez zestyk rozłączny 7, wzorzec oporności 8 i gałęzie zasilające termoelementów 4, zasila termometry oporowe 2.

Układ pomiarowy zawiera ponadto listwę zaciskową 9, przełącznik 10 punktów pomiarowych, przetwornik analogowo-cyfrowy 11, element sterujący 12, programowane urządzenie 13 do przetwarzania danych oraz przyrząd wskazująco-rejestrujący 14. Przełącznik 10 punktów pomiarowych, przetwornik analogowo-cyfrowy 11, element sterujący 12 i przyrząd wskazująco-rejestrujący 14 stanowią urządzenia peryferyjne swobodnie programowanego urządzenia 13 do przetwarzania danych.

Układ pomiarowy może pracować w trzech rodzajach pracy, stosownie do stanu technicznego czujników temperatury: w pierwszym, podstawowym rodzaju pracy, gdy nie występuje przerwa w działaniu termometrów oporowych 2, w drugim, kiedy jest uszkodzony jeden, względnie więcej termometrów oporowych 2 i układ wykorzystuje do pomiaru termoelementy 3 oraz w trzecim rodzaju pracy, kiedy występuje przerwa jednocześnie w termometrach oporowych 2 i termoelementach 3 i układ wykorzystuje do pomiaru termoelementy 4. W podstawowym rodzaju pracy w każdym cyklu pomiarowym mierzone są spadki napięć na termometrach oporowych 2, sygnały napięciowe z termoelementów 3 i spadek napięcia na wzorcu oporności 8. Przed przetworzeniem danych pomiarowych, zebranych w cyklu pomiarowym, swobodnie programowane urządzenie 13 do przetwarzania danych oblicza na podstawie spadków napięcia na termometrach oporowych 2 i spadku napięcia na wzorcu oporności 8, temperatury wszystkich termometrów oporowych 2, różnice temperatur w punktach pomiarowych 1 występowania różnic temperatur i różnice temperatur mierzone przez pary termometrów oporowych 2, które znajdują się w identycznych temperaturach. Następnie oblicza ono na podstawie sygnałów napięciowych z termoelementów 3 różnice temperatur punktów pomiarowych 1 występowania różnic temperatur.

Przy obliczaniu temperatur na podstawie danych z termometrów oporowych 2 niezbędne jest uwzględnienie pasożytniczych napięć termoelektrycznych w torach pomiarowych, które nakładają się na spadki napięć na termometrach oporowych 2. Wartość pasożytniczego napięcia termoelektrycznego w torach pomiarowych określa się przy przerywaniu obwodu prądowego zasilania termometrów oporowych 2 przy pomocy zestyku rozłącznego 7. Częstotliwość dokonywania pomiaru pasożytniczych napięć termoelektrycznych zależy od szybkości zmiany temperatur na długości torów pomiarowych w czasie. Uruchamianie zestyku rozłącznego 7 w zależności od częstotliwości dokonywania pomiarów pasożytniczych napięć termoelektrycznych może być realizowane przy pomocy elementu sterującego 12 programowanego urządzenia 13 do przetwarzania danych, względnie ręcznie. Z obliczonych danych dotyczących temperatur dla cyklu pomiarowego w podstawowym rodzaju pracy, otrzymywane są dane dotyczące temperatur i różnicy temperatur punktów pomiarowych 1 występowania różnic temperatur, które są obliczane na podstawie danych z termometrów oporowych 2 i są podawane do przyrządu wskazująco-rejestrującego 14. Dane dotyczące pomiarowych różnic temperatur pary termometrów oporowych 2, które znajdują się w identycznych temperaturach, zostają wykorzystane do obliczania odchylenia standardowego. Odchylenie standardowe charakteryzuje dokładność układu pomiarowego, przy pomocy którego można śledzić dokładność pomiaru przy użyciu termometrów oporowych 2 w czasie. Liczba cykli pomiarowych, dla których przebiegu jest obliczane odchylenie standardowe, zależy od dokładności, z jaką odchylenie standardowe powinno zastąpić średnie odchylenie standardowe układu pomiarowego z termometrami oporowymi 2.

Dane dotyczące różnic temperatur punktów pomiarowych 1 występowania różnic temperatur, które są otrzymywane jednocześnie z termometrów oporowych 2 i termoelementów 3, są wykorzystywane do wyznaczania współczynników korekcyjnych dla termoelementów 3. Współczynniki korekcyjne wyznaczane są dla każdego cyklu pomiarowego i na ich podstawie przez filtrację uzyskuje się wynikowe współczynniki korekcyjne. Liczba cykli pomiarowych, które zostają uwzględnione przy obliczaniu wynikowych współczynników korekcyjnych, zależy od dokładności działania przetwornika analogowo-cyfrowego 11 i od poziomu napięć zakłócających w torach pomiarowych. Uzyskane w ten sposób wynikowe współczynniki korekcyjne są wynikiem sprawdzania termoelementów 3 przy pomocy termometrów oporowych 2 w warunkach rzeczywistych; są one wykorzystywane w przypadku zakłóceń w działaniu termometrów oporowych 2. W przypadkach praktycznych liczba cykli, na podstawie których oblicza się odchylenie standardowe i wynikowe współczynniki korekcyjne, może wynosić od 1 do 100 /jeden cykl pomiarowy dla obliczenia odchylenia standardowego mógłby wystarczać tylko w tym przypadku, gdyby wynikowa różnica była złożona z kilku cząstkowych różnic temperatur/.

W przypadku, gdy w cyklu pomiarowym po próbkowaniu programowane urządzenie 13 przetwarzania danych stwierdzi, że jeden z obwodów pomiarowych termometrów oporowych 2 jest przerwany, układ przechodzi do drugiego rodzaju pracy. W tym rodzaju pracy programowane urządzenie 13 do przetwarzania danych ustala adresy przerwanego obwodu pomiarowego termometrów oporowych 2 i oblicza różnicę temperatur punktów pomiarowych 1, występowania różnic temperatur już na podstawie danych ze skontrolowanych termoelementów 3. Przyrząd wskazująco-rejestrujący wskazuje i rejestruje adresy przerwanego obwodu pomiarowego termometrów oporowych 2 i różnice temperatur z termoelementów 3. Adres przerwanego obwodu pomiarowego termometrów oporowych 2 zostaje określony na podstawie wielkości spadków napięcia termometrów oporowych 2. W nieprzerwanych obwodach pomiarowych termometrów oporowych 2 zostają pomierzone spadki napięć, które są w przybliżeniu równe zero, podczas gdy w przerwanym obwodzie pomiarowym zostaje pomierzony spadek napięcia, który jest równy napięciu nieobciążonego źródła prądowego 6. Zróżnicowanie temperatur punktów pomiarowych 1 występowania różnicy temperatur określone z termoelementów 3, zostają obliczone z uwzględnieniem wynikowych współczynników korekcyjnych, które są wyznaczane przy pomocy termometrów oporowych 2 w podstawowym rodzaju pracy. W ten sposób zostaje znacznie zwiększona dokładność pomiaru różnicy temperatur termoelementów 3, która zbliża się do dokładności pomiaru różnicy temperatur przy wykorzystaniu termometrów oporowych 2.

W przypadku gdy w jednym względnie obu czujnikach temperatury powstanie przerwa jednocześnie, w termometrach oporowych 2 i w termoelementach 3, układ przechodzi do trzeciego rodzaju pracy. Przy pracy w ten sposób niezbędne jest przełączenie termoelementów 4 w miejsca termoelementów 3 za pomocą przełącznika 10 punktów pomiarowych.

Zastosowanie układu według wynalazku jest szczególnie korzystne w tych przypadkach, gdy różnica temperatur jest mierzona wielokrotnie. Jako przykład można przytoczyć wielokrotny pomiar różnicy temperatur środka chłodzącego reaktora jądrowego w poszczególnych pętlach chłodzenia. W takim przypadku można śledzić dokładność układu pomiarowego przy wykorzystaniu odchylenia standardowego dla poszczególnego cyklu pomiarowego. Przez odpowiedni dobór wzorca oporności w schemacie układu pomiarowego można wyeliminować wpływ błędu systematycznego przetwornika analogowo-cyfrowego na wartość temperatury mierzonej termometrami oporowymi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do pomiaru różnicy temperatur zawierający termometry oporowe do pomiaru temperatury włączone w układzie czteroprzewodowym z przewodami w postaci elektrod termoelementów, przetwornik analogowo-cyfrowy do przetwarzania sygnałów elektrycznych uzyskiwanych z termometrów oporowych i termoelementów, programowaną elektroniczną maszynę cyfrową do szacowania sygnałów uzyskiwanych na wyjściu przetwornika analogowo-cyfrowego oraz

zządzenie wskazująco-rejestrujące do odwzorowywania wyników pomiaru różnicy temperatury, **znamienny tym**, że końce kompensacyjne termoelementów (3) dołączonych do punktów połączenia włączonych szeregowo termometrów oporowych (2) w każdym punkcie (1) pomiaru różnicy temperatury oraz termoelementów (4) dołączonych do drugich wyprowadzeń termometrów oporowych (2) w każdym punkcie (1) pomiaru różnicy temperatury są umieszczone w komorze izotermicznej (5), a termometry oporowe (2) są dołączone do źródła (6) prądu zasilania poprzez połączone szeregowo zestyk rozłączny (7), rezystor wzorcowy (8) i gałęzie zasilające termoelementów (4) dołączonych do drugich wyprowadzeń termometrów oporowych (2), przy czym wyprowadzenia termoelementów (3, 4) oraz rezystora wzorcowego (9, 8) są dołączone do wejścia przetwornika analogowo-cyfrowego (11) poprzez przełącznik (10) punktów pomiarowych.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zestyk rozłączny (7) włączony w obwodzie zasilania termometrów oporowych (2) jest sprzężony z urządzeniem sterującym (12) połączonym z programowaną elektroniczną maszyną cyfrową (13).

