

Instrukcja użytkownika

Rejestrator temperatury

Testo174 T-Set

(nr produktu: 101340)

Ver. 1.00.PL



Informacje dotyczące bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska oraz informacje odnośnie niniejszego dokumentu




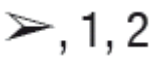

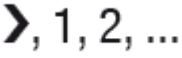
Przed rozpoczęciem użytkowania Rejestratora temperatury , należy bezwzględnie zapoznać się z niniejszą instrukcją obsługi oraz zaznajomić się z samym produktem. Należy zwrócić szczególną uwagę na informację dotyczące bezpieczeństwa oraz porady ogólne, aby uniknąć poważnych uszkodzeń zdrowia oraz uszkodzeń sprzętu poprzez nieprawidłowe jego użytkowanie.

Należy zachować wszystkie dostarczone z produktem dokumenty, wraz z niniejszą instrukcją, tak aby w razie konieczności mieć możliwość sprawdzenia i porównania zawartych w niej informacji z zastaną sytuacją wynikłą w trakcie użytkowania produktu.

Należy przekazać niniejszą instrukcję każdemu, kto będzie użytkował opisaną w niej kamerę termowizyjną.

Ostrzeżenia!!

Należy zawsze zwracać uwagę informację oznaczone podanymi specjalnymi znakami ostrzegawczymi oraz tekstem z treścią ostrzeżenia.

Znak	Znaczenie	Opis
	<p>Informacja o ostrzeżeniu: OSTRZEŻENIE!</p>	<p>Przeczytaj ostrzeżenia oraz porady bardzo dokładnie i podejmij środki zapobiegawcze wskazane w danej poradzie! Brak przestrzegania ostrzeżeń może skutkować powstaniem poważnych obrażeń fizycznych, uszkodzeniem urządzenia, zniszczeniem mienia, ranami lub kontuzjami osób trzecich a także, w skrajnych przypadkach, śmiercią lub kalectwem!</p>
	<p>Informacja o niebezpieczeństwie: UWAGA!</p>	<p>Przeczytaj ostrzeżenia oraz porady bardzo dokładnie i podejmij środki zapobiegawcze wskazane w danej poradzie! Brak przestrzegania ostrzeżeń może skutkować powstaniem średnio-poważnych obrażeń fizycznych, uszkodzeniem urządzenia, zniszczeniem mienia, ranami lub kontuzjami osób trzecich a także, w skrajnych przypadkach, kalectwem!</p>
	<p>Informacja</p>	<p>Po tym znaku można znaleźć przydatne informacji lub wskazówki</p>
	<p>Cele</p>	<p>Jest to wskazanie celu, który ma być osiągnięty poprzez opisane w danym miejscu etapy. Jeżeli w danym opisie są ponumerowane są , należy zawsze i bezwzględnie przestrzegać podanej kolejności!!!!</p>
	<p>Warunki</p>	<p>Warunek, który musi być spełniony, jeżeli dane działanie mogło być przeprowadzone jak w podanym opisie!!!</p>
	<p>Kroki</p>	<p>Kroki, które należy wykonać, aby dana czynność, lub działanie mogło zostać wykonane. Jeżeli w danym opisie są ponumerowane są , należy zawsze i bezwzględnie przestrzegać podanej kolejności!!!!</p>

-	Wynik dokonanej akcji	Tekst, który jest pokazywany na wyświetlaczu urządzenia
MENU	Elementy urządzenia, prezentowane na wyświetlaczu instrumentu lub przy interfejsie programu	Informacje, który przycisk należy wcisnąć
OK	Przyciski sterowania urządzenia lub przyciski interfejsu programu.	Informacje, który przycisk należy wcisnąć
..... 	Funkcje lub dana ścieżka w menu	
„.....”	Przykładowe wprowadzenie danych	

Zapewnienie bezpieczeństwa

Urządzenie może być używana właściwie, tylko i wyłącznie zgodnie z jego przeznaczeniem oraz w zgodzie z parametrami podanymi w specyfikacji technicznej odpowiedniej dla urządzenia. W posługiwaniu się oraz podczas pracy z urządzeniem nie należy używać siły!

Nie wolno używać urządzenia, jeżeli zauważymy na niej jakiegokolwiek ślady uszkodzenia na obudowie, elementach zasilających lub liniach danych.

Obiekty, które będą badane, jak również ich otoczenie (bezpośrednie, jak i dalsze) także mogą stanowić ryzyko: Należy mieć na uwadze przepisy bezpieczeństwa obowiązujące w danym miejscu, w którym dokonujemy pomiarów!!

Nie wolno przechowywać produktu wraz z rozpuszczalnikami! Nie wolno stosować żadnych pochłaniaczy wilgoci!!

Można dokonywać przeglądów i napraw urządzenia tylko i wyłącznie opisanych w niniejszej instrukcji. Należy postępować dokładnie według podanych kroków. Do napraw i przeglądów należy stosować tylko i wyłącznie oryginalne części firmy testo!!

Niewłaściwe stosowanie baterii i akumulatorów może spowodować zniszczenie urządzenia oraz doprowadzić do poważnych uszkodzeń ciała i zdrowia, z powodu przepięć prądowych, możliwości powstania ognia, lub wycieków groźnych substancji chemicznych!!

Poniższe instrukcje muszą być przestrzegane, aby uniknąć wielu różnych zagrożeń:

- należy stosować urządzenie zgodnie ze wszystkimi wskazówkami zawartymi w tej instrukcji
- Nie doprowadzać do zwarcia, nie demontować, nie modyfikować!!!!
- Nie narażać na mocne uderzenia, na kontakt z wodą, ogniem lub temperaturami powyżej 60 stopni Celsjusza!
- Nie przechowywać w pobliżu metalowych elementów!

- Nie stosować uszkodzonych, lub „wylanych” baterii lub akumulatorów. W przypadku kontaktu z kwasem zawartym w bateriach, należy oczyścić cały skażony obszar za pomocą dużych ilości wody, umyć miejsc na ciele operatora, które miały styczność z kwasem, w razie konieczności udać się do lekarza na konsultację!
- Urządzenie należy ładować tylko za pomocą specjalnie do tego celu rekomendowanej stacji ładującej!
- Należy natychmiast przerwać proces ładowania, jeżeli po ustalonym upływie czasu proces nie został ukończony!
- W przypadku nieprawidłowego działania lub oznaki przegrzania, należy natychmiast wyjąć akumulator z przyrządu pomiarowy / stacji ładującej. UWAGA: Bateria (Akumulatory może być bardzo gorący!!)

Ochrona Środowiska naturalnego

Dysponowanie wadliwymi akumulatorami / zużytymi bateriami musi być w pełni zgodne z obowiązującymi wymogami prawa Państwa, w którym użytkowane jest urządzenie

Pod zakończeniu okresu użytkowania produktu, należy wysłać produkt do selektywnej zbiórki urządzeń elektrycznych i elektronicznych (z zachowaniem lokalnych przepisów prawa odnośnie utylizacji i recyklingu zużytych i uszkodzonych urządzeń elektrycznych i elektronicznych) lub zwrócić produkt do firmy Testo do utylizacji!

Nie należy wyrzucać razem z odpadami z gospodarstwa domowego baterii ani urządzenia!!!!



Produkt ten jest oznaczony zgodnie z wymaganiami Dyrektywy WEEE (2002/96 / WE). Załączona (pokazana) etykieta wskazuje, że ten elektryczny / elektroniczny produkt nie powinien być wyrzucony razem z odpadami gospodarstwa domowego.

Kategoria produktu: Produkt ten jest sklasyfikowany jako urządzenie kategorii 9 ("przyrządy do nadzoru i kontroli") w odniesieniu od kategoryzacji urządzenia zawartego w załączniku I do dyrektywy WEEE.

Skonsultuj się z przedstawicielem handlowym lub odpowiedzialnym biurem sprzedaży jeśli chcesz Uzyskać więcej informacji odnośnie sposobów i możliwości utylizacji produktów. Dodatkowe informacje znajdują się na stronie internetowej producenta.

BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE

Praca urządzenia oraz jego magazynowanie powinny odbywać się w warunkach zgodnych ze specyfikacją urządzenia (patrz poprzednie strony niniejszej instrukcji). W przypadku wystąpienia zwarcia duży prąd może spowodować poważne oparzenia. Przed podłączeniem urządzenia należy sprawdzić stan techniczny złącz, użytych przewodów oraz stan samego urządzenia. Urządzenie musi być włączone do sieci za pomocą przewodów trzyżyłowych, z prawidłowym zachowaniem zgodności połączeń wyprowadzeń. Nieprawidłowe podłączenie grozi porażeniem. Urządzenie odprowadza prąd upływowy od odbiorników poprzez przewód ochronny – całkowity prąd upływowy nie powinien jednak przekraczać 3,5 mA. Wszelkie czynności naprawcze dokonywane przez użytkownika są zabronione i grożą utratą zdrowia lub życia. Wszystkie naprawy oraz wymiana baterii modułu baterijnego powinny być dokonywane wyłącznie przez wykwalifikowany personel serwisu.

Specyfikacja urządzenia:

Rejestratory danych Testo 174 są używane do zapisu i odczytu pomiarów indywidualnych i serii pomiarów. Odczyty są mierzone i zapisywane przez testo 174 i przesyłane do komputera PC poprzez właściwy interfejs, gdzie mogą być odczytywane i poddane ocenianiu za pomocą oprogramowania testo ComSoft. Rejestrator można także zaprogramować indywidualnie za pomocą oprogramowania.

Przykłady zastosowań:

testo 174T idealnie nadaje się do pomiaru temperatury w lodówkach, w zamrażarkach, w chłodniach i dla zimnych półek (lady do przechowywania produktów).

testo 174H monitoruje warunki klimatyczne, na przykład w magazynach, biurach oraz w sektorze produkcyjnym.

Dane techniczne urządzenia pomiarowego:**Testo 174T**

Charakterystyka	Wartość
Typ sondy pomiarowej:	Wewnętrzny czujnik pomiarowy temperatury typu NTC
Zakres pomiarowy:	-30 to +70 °C
Dokładność:	± 0.5 °C (-30 to +70 °C)
Rozdzielczość:	0.1 °C
Temperatura pracy:	-30 to +70 °C
Temperatura przechowywania:	-40 to +70 °C
Rodzaj baterii:	2 x 3 V bateria (2 x CR 2032 litowa)
Żywotność:	500 dni (przy zachowaniu cyklu pomiarowego 15 min, przy temper. +25 °C)
Stopień ochrony:	IP 65
Cykle pomiarowe:	Do wyboru 1 min - 24 h
Pamięć pomiarowa:	16,000 odczytów
Oprogramowania:	Oprogramowanie można zainstalować pod systemami: Windows XP, Vista, Win7
Standardy i normy:	Urządzenie jest zgodne z normami i dyrektywami Unii Europejskiej a w szczególności normie 2004/108/EC w zgodności z dyrektywą EN 128302
Gwarancja:	Producent oraz dostawca udzielają 24 miesięcznej gwarancji dla klientów końcowych, przy zachowaniu wszystkich przepisów prawnych obowiązujących w dniu zakupu towaru na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

Testo 174H

Charakterystyka	Wartość
Typ sondy pomiarowej:	Wewnętrzny czujnik pomiarowy temperatury typu NTC oraz czujnik wilgotności
Zakres pomiarowy:	0 to 100 % RH (bez kondensacji) -30 to +70 °C
Dokładność pomiaru wilgotności:	± 3 % RH (2 % RH do 98 % RH) ± 1 cyfra +0.03 % RH/K
Dokładność pomiaru temperatury:	± 0.5 °C (od -20 do +70 °C)
Rozdzielczość:	0.1 % RH, 0.1 °C
Temperatura pracy:	-30 to +70 °C
Temperatura przechowywania:	-40 to +70 °C
Rodzaj baterii:	2 x 3 V bateria (2 x CR 2032 litowa)
Żywotność:	1 rok (przy zachowaniu cyklu pomiarowego 15 min, przy temper. +25 °C)
Stopień ochrony:	IP 20
Cykle pomiarowe:	Do wyboru 1 min - 24 h
Pamięć pomiarowa:	2 x 8,000 odczytów
Oprogramowania:	Oprogramowanie można zainstalować pod systemami: Windows XP, Vista, Win7
Standardy i normy:	Urządzenie jest zgodne z normami i dyrektywami Unii Europejskiej a w szczególności normie 2004/108/EC w zgodności z dyrektywą EN 128302
Gwarancja:	Producent oraz dostawca udzielają 24 miesięcznej gwarancji dla klientów końcowych, przy zachowaniu wszystkich przepisów prawnych obowiązujących w dniu zakupu towaru na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

Pierwsze kroki z urządzeniem pomiarowym:

Ustawienie, zabezpieczenie rejestratora danych.

Rejestrator danych zostaje dostarczony w stanie zabezpieczonym.

Rozłożenie i przygotowanie rejestratora danych do pracy:



1. Wciśnij oba zamki w dolnej części uchwytu ściennego urządzenia i przesuwaj je na zewnątrz.
2. Wsuń rejestrator danych z uchwytu ściennego.

Zabezpieczanie rejestratora danych:



1. Wsuń rejestrator danych do uchwytu ściennego.
2. Wciśnij oba zamki w dolnej części uchwytu ściennego urządzenia i przesunij je do wewnątrz.

Umieszczenie baterii w urządzeniu:

1. Odwróć urządzenie pomiarowe tyłem do przodu.



2. Otwórz pokrywę komory baterii z tyłu rejestratora danych przez obrót w lewo i wyjęcie.

Można wykorzystać do tego monetę!



3. Włóż dostarczone baterie (3 V baterię guzikowe, CR 2032 litowe) tak, aby biegun dodatni (+) był zawsze widoczny.
4. Umieścić pokrywę komory baterii rejestratora na swoim miejscu, obracając zamek w prawo.

Można wykorzystać do tego monetę!

Na wyświetlaczu wyświetlona zostanie aktualna wartość temperatury.

Podłączenie rejestratora danych do komputera klasy PC:

1. Instalacja oprogramowania testo ComSoft:

Oprogramowanie jest dostępne w sieci Internet i można je bezpłatnie pobrać (po dokonaniu rejestracji) ze strony: www.testo.com, International Service Support | Download Center (centrum pomocy i serwisu | Centrum pobrań).

Instrukcje instalacji i obsługi oprogramowania można znaleźć w instrukcji obsługi testo ComSoft, który jest pobierany wraz z oprogramowaniem.

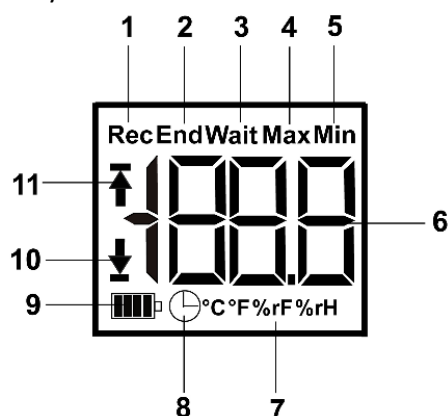
Oprogramowanie można zamówić na płycie CD (tylko bezpośrednio u producenta), jeżeli nie ma możliwości pobrania go z Internetu.

2. Podłącz kabel łączący z interfejs do wolnego portu USB w komputerze.
3. Podłącz rejestrator danych do wspornika interfejsu.
4. Konfiguracja rejestratora danych jest dostępna w oddzielnej instrukcja obsługi do oprogramowania ComSoft testo.

Wyświetlacz i elementy sterujące:

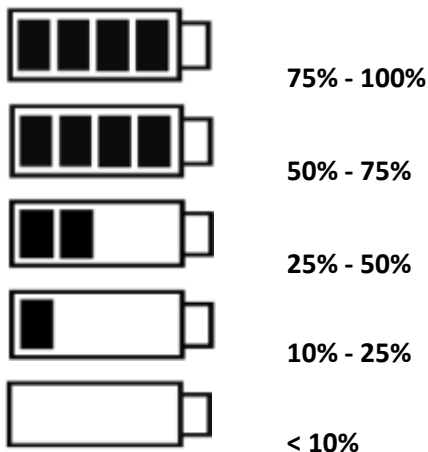
Wyświetlacz urządzenia:

W zależności od stanu pracy, mogą różne informacje mogą być prezentowane na wyświetlaczu. Szczegółowy opis informacji, które mogą być wywołane można znaleźć w odpowiednim paragrafie w instrukcji obsługi która jest dołączona do każdego rejestratora danych.



- 1 Uruchomiony aktualnie program pomiarowy,
- 2 Przygotowany program pomiarowy,
- 3 Oczekiwanie na rozpoczęcie programu pomiarowego,
- 4 Najwyższa zmierzona wartość pomiarowa
- 5 Najniższa zmierzona wartość pomiarowa
- 6 Aktualny odczyt
- 7 Jednostki pomiarowe
- 8 Kryteria Data / godzina rozpoczęcia programu pomiarowego
- 9 Pojemność akumulatora (baterii)

Ikona stanu baterii: Stan baterii



10 Dolna wartość alarmowa:

- Miga: zaprogramowana wartość alarmu jest pokazywana
- Świeci się: wartość zaprogramowanego alarmu została osiągnięta

11 Górna wartość alarmowa:

- Miga: zaprogramowana wartość alarmu jest pokazywana
- Świeci się: zaprogramowana wartość alarmowy został przekroczone

Szybkość wyświetlania wyświetlaczy ciekłokrystalicznych jest spowalniona w temperaturze poniżej 0 ° C (o ok. 2 sekundy w temperaturze -10 ° C, o ok. 6 sekund w temperaturze -20 ° C) z przyczyn technicznych wynikających z konstrukcji kryształów. Nie ma to jednak wpływu na dokładność dokonywanych pomiarów.

Opis funkcji poszczególnych klawiszy:

✓ Stan pracy **Wait** (Czekaj) i rozpoczęcie wybranego kryterium zaprogramowanego za pomocą przycisk Start.

> Naciśnij i przytrzymaj przycisk GO przez około 3 sekundy, aby uruchomić program pomiarowy.

- Program rozpoczyna pomiar i pojawia się na wyświetlaczu Rec. (nagrywanie).

✓ Stan pracy Stan pracy **Wait** (Czekaj):

> Naciśnij przycisk START, aby zmienić pomiędzy wyświetlaczami górnego progu alarmowego, niższej wartości alarmowej, żywotność baterii i ostatniego odczytu.

- Są one przedstawione w określonej sekwencji na wyświetlaczu.

✓ Stan pracy Rec. (Nagrywane) lub End. (Koniec):

> Naciśnij przycisk Go w celu zmiany pomiędzy wyświetleniami o najwyższej zapisanej wartości odczytu, a najniższą zapisywaną wartością odczytu, górną wartością alarmową, dolną wartością alarmową, żywotnością baterii i wartością ostatniego odczytu.

- Są one przedstawione w określonej sekwencji na wyświetlaczu.

Zastosowanie produktu:

Programowanie rejestratora danych.

W celu dostosowania oprogramowania rejestratora danych do indywidualnych potrzeb, można wykorzystać oprogramowanie testo ComSoft. Oprogramowanie jest dostępne w sieci Internet i można je bezpłatnie pobrać (po dokonaniu rejestracji) ze strony: www.testo.com, International Service Support | Download Center (centrum pomocy i serwisu | Centrum pobrań).

Instrukcje instalacji i obsługi oprogramowania można znaleźć w instrukcji obsługi testo ComSoft, który jest pobierany wraz z oprogramowaniem. Oprogramowanie można zamówić na płycie CD (tylko bezpośrednio u producenta), jeżeli nie ma możliwości pobrania go z Internetu.

Zamocowanie uchwytów naściennych:

Materiały montażowe (np.: kołki rozporowe, śruby kotwiące) nie są zawarte w dostawie i muszą zostać zakupione oddzielnie!!

✓ Rejestrator danych musi zostać usunięty z uchwytu ściennego (patrz części „Rozłożenie i przygotowanie rejestratora danych do pracy” na poprzednich stronach niniejszej instrukcji).

1. Uchwyt ścienny należy umieścić w żądanym miejscu pary urządzenia,
2. Za pomocą długopisu lub czegoś podobnego, zaznacz lokalizację dla śruby mocującej,
3. Przygotowanie miejsca mocowania do instalacji musi być odpowiednie dla danego materiału montażowego (np.: wywiercić otwór pod montaż kołka rozporowego, następnie zainstalowanie samego kołka wraz z kotwiczką mocującą),
4. Uchwyt ścienny przymocować za pomocą odpowiedniej śruby.

Odczyt danych pomiarowych:

Rejestrator danych służy do odczytywania i akwizycji danych, które są dalej przetwarzane za pomocą oprogramowania ComSoft testo - patrz oddzielna instrukcja obsługi dołączona do oprogramowania.

Utrzymanie i konserwacja Rejestratora danych:

Wymiana baterii zasilających:

Uruchomiony program pomiarowy zostanie zatrzymany, gdy baterie są zmieniane. Jednakże zachowane w pamięci dane nie są utracone.

1. Odczyt zapisanych danych, patrz instrukcji oprogramowania testo ComSoft
Zawarta w oddzielnej instrukcji, pobieranej wraz z oprogramowaniem.
✓ Jeśli nie jest możliwe by odczytać zapisane dane, ponieważ pojemność baterii jest zbyt niski należy:
 - > Wymienić baterie, a następnie odczytać zapisane dane.
2. Umieść rejestrator danych na jego przodzie (tyłem do przodu).
3. Otwórz pokrywę komory baterii z tyłu rejestratora danych, obracając w lewo. Użyj do tego monety,



4. Wyjmij zużyte baterie z komory baterii,
5. Włóż dwie nowe baterie (3 V CR2032 ogniwa guzikowe, litowe) do rejestratora, tak aby biegun dodatni + był widoczny,



- Należy używać wyłącznie nowych oryginalnych baterii. Po włożeniu baterii częściowo rozładowanych, obliczanie pojemności akumulatora nie będzie wykonane prawidłowo!!
6. Umieścić pokrywę komory baterii z powrotem na komorze baterii i zabezpieczyć przez obrót w prawo. Użyj do tego monety.
- Bieżący odczyt jest pokazywany na wyświetlaczu.
Rejestrator musi być prawidłowo skonfigurowany. Aby to zrobić musi być zainstalowane na komputerze Oprogramowanie testo ComSoft i rejestrator musi być podłączony do interfejsu łączącego z komputerem (patrz Podłączanie rejestratora danych do PC na poprzednich stronach niniejszej instrukcji).

7. Podłącz rejestrator danych do wspornika interfejsu,
 8. Uruchom oprogramowanie testo ComSoft i otwórz połączenia z rejestratorem,
 9. Aby zmienić konfigurację rejestratora danych lub zainstalować poprzednio przechowywaną konfigurację, patrz oddzielna instrukcja dołączona do oprogramowania testo ComSoft,
- Rejestrator danych jest ponownie gotowy do użycia.

Czyszczenie rejestratora danych:

UWAGA!! Możliwość uszkodzenia czujnika pomiarowego!!!!

Podczas czyszczenia urządzenia pomiarowego należy bezwzględnie pamiętać, aby żaden płyn nie dostał się do wnętrza rejestratora! Przedostanie takie może uszkodzić urządzenie!

Jeżeli obudowa urządzenia jest brudna, należy ją przetrzeć miękką szmatką .

Nie należy stosować żadnych agresywnych środków czyszczących lub rozpuszczalników!

Mogą być stosowane delikatne detergenty do czyszczenia domu lub mydliny.

Porady ogólne i wskazówki dotyczące użytkowania:

Pytania i odpowiedzi:

Jeżeli masz jakiegokolwiek pytania związane z użytkowaniem lub problemami z Rejestratorem Danych, możesz zasięgnąć naszej porady w dziale **Obsługi Klienta Conrad Electronic Polska**, lub z działem pomocy technicznej producenta firmy Testo, dane kontaktowe znajdują się na stronie internetowej www.conrad.pl lub www.testo.com/service-contact.

Ostrzeżenie !!

Aby uniknąć porażenia prądem, obrażeń ciała lub śmierci, należy zapoznać się z poniższymi uwagami i zasadami bezpieczeństwa pracy:

- Należy używać miernika w sposób określony w niniejszej instrukcji, gdyż w przeciwnym wypadku ochrona zapewniana przez miernik może być osłabiona.
- Nie używać miernika w warunkach dużej wilgotności.
- Sprawdzić, czy miernik nie jest uszkodzony przed użyciem. Nie używaj miernika, jeżeli wydaje się, że uszkodzony.
- Sprawdzić przewody pomiarowe przed użyciem. Nie należy ich używać, jeśli izolacja jest uszkodzona lub części metalowe (przewodzące) są odsłonięte. Sprawdź przewody pomiarowe pod kątem zachowania ciągłości. Należy bezwzględnie wymienić uszkodzone przewody pomiarowe przed zastosowaniem ich do wykonania pomiarów.
- Należy sprawdzić działanie miernika poprzez pomiar znanego napięcia przed i po użyciu go. Nie należy używać miernika, jeśli działa on nieprawidłowo. Ochrona może być osłabiona. W razie wątpliwości należy oddać miernik do serwisu.
- Zawsze, gdy jest prawdopodobne, że zabezpieczenia, lub ochrony zostały naruszone, należy odłączyć miernik i zabezpieczyć go przed przypadkowym włączeniem.
- Konserwacja miernika powinna być wykonywana przez wykwalifikowany personel.
- Nie należy podłączać napięcia wyższego niż napięcie znamionowe podane na mierniku, pomiędzy zaciskami lub pomiędzy dowolną końcówką pomiarową a uziemieniem.

- Podczas dokonywania pomiaru w środowisku Kategoria pomiaru IEC II, nie wolno podłączać napięcia powyżej 600 V AC do wejścia miernika. Patrz "Opis Kategorii Pomiarowych IEC 61010 " w dalszej części tego podręcznika.
- Należy używać przewodu zasilającego i złącza odpowiedniego dla napięcia i dla rodzaju gniazdka stosowanego w danym kraju lub miejscu, w którym urządzenie będzie pracowało.
- Należy zawsze korzystać z przewodu zasilającego z uziemieniem i zapewnić żeby uziemienie było prawidłowo podłączone do systemu dystrybucji energii elektrycznej.
- Usunąć przewody pomiarowe z miernika przed otwarciem obudowy.
- Nie wolno zdejmować pokrywy lub otwierania obudowy miernika bez ówczesnego odłączenia go od źródła zasilania.
- Podczas pracy z napięciami powyżej 30 V RMS AC, 42 (w szczycie) V AC lub 42 V DC należy zachować ostrożność. Napięcia te stwarzają niebezpieczeństwo porażenia prądem.
- Używaj tylko bezpiecznika(ów) podanych w instrukcji.
- Używaj odpowiednich gniazd, funkcji oraz zakresów do dokonania pomiarów.
- Nie używać miernika w obecności gazów wybuchowych, oparów lub pyłów.
- Podczas korzystania z sondy, należy trzymać palce za osłoną.
- Podczas wykonywania połączeń elektrycznych, należy podłączyć przewód pomiarowy wspólny przed podłączeniem przewodu do napięcia; podczas odłączania, odłączyć przewód pomiarowy żywo przed odłączeniem wspólnego przewodu pomiarowego.
- Należy odłączyć zasilanie układu i rozładować wszystkie kondensatory wysokonapięciowe przed testowaniem rezystancji, ciągłości, diod lub pojemności.
- Przed przystąpieniem do pomiaru prądu, sprawdź bezpieczniki miernika oraz wyłącz zasilanie obwodu który będzie badany przed podłączeniem miernika do obwodu.
- Podczas serwisowania, należy używać tylko określonych części zamiennych.
- Aby uniknąć uszkodzenia miernika, nie należy zmieniać położenia przetąacza przód / tył, podczas gdy sygnały są podłączone do zacisków wejściowych przednich lub tylnych.

ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRZY OBSŁUDZE URZĄDZEŃ POD NAPIĘCIEM

UWAGI OGÓLNE:

1. Urządzenia elektryczne (elektroniczne) powszechnie stosowane to najczęściej: elektryczne lub elektroniczne przyrządy pomiarowe, transformatory, maszyny elektryczne, napędy elektryczne, urządzenia grzejne i instalacje elektryczne.
2. Urządzenia elektryczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy określone w Polskich Normach i właściwych przepisach przez cały okres użytkowania.
3. Obsługę urządzeń elektrycznych może prowadzić osoba posiadająca odpowiednie kwalifikacje zawodowe, potwierdzone aktualnym zaświadczeniem kwalifikacyjnym „E”, po sprawdzeniu umiejętności związanych z obsługą oraz znajomością przepisów bhp.
4. Osoby zatrudnione przy urządzeniach elektrycznych powinny być wyposażone w odpowiednią odzież roboczą i rękawice ochronne.
5. Osoby zatrudnione przy urządzeniach elektrycznych powinny ściśle przestrzegać wszelkich przepisów bhp, obowiązujących przy urządzeniach elektrycznych.

PODSTAWOWE CZYNNOŚCI PRZED ROZPOCZĘCIEM PRACY:

1. Przed przystąpieniem do pracy należy zapoznać się z dokumentacją urządzenia elektrycznego oraz przygotować potrzebne narzędzia, przyrządy, tablice ostrzegawcze i niezbędny sprzęt izolacyjny.

2. Sprawdzić stan techniczny urządzeń i instalacji elektrycznych (stan izolacji przewodów i kabli, wtyczek, wyłączników, gniazd), zerowanie, uziemienie, stan zabezpieczeń przeciwporażeniowych, przeciwpożarowych.
3. Sprawdzić stan techniczny zabezpieczeń prądowych (przeciwzwarciowych, przeciążeniowych, przepięciowych), które powinny być opisane.
4. Sprawdzić stan oznakowania przeciwpożarowego urządzeń i instalacji elektrycznych.

CZYNNOŚCI PODCZAS PRACY I PO JEJ ZAKOŃCZENIU:

1. Eksploatować urządzenia elektryczne/elektroniczne zgodnie z przeznaczeniem.
2. W trakcie prowadzenia eksploatacji urządzenia elektrycznego należy prowadzić zapisy w dzienniku eksploatacji urządzenia elektrycznego w sposób określony odrębnymi przepisami.
3. Podczas wykonywania prac przy urządzeniach elektrycznych należy odłączyć napięcie i zabezpieczyć się przed przypadkowym załączeniem urządzenia przez osoby niepowołane lub nie poinformowane o celowym odłączeniu napięcia przez wywieszenie na odpowiednim wyłączniku napisów „Nie włączać”.
4. Sprawdzić czy w odłączonym urządzeniu elektrycznym nie występuje napięcie.
5. Prace konserwatorskie wykonywać zgodnie z instrukcjami eksploatacji oraz konserwacji poszczególnych urządzeń.
6. W razie konieczności pracy pod napięciem stosować narzędzia i sprzęt izolacyjny jak rękawice i kalosze dielektryczne.
7. W razie samoczynnego wyłączenia urządzenia lub przepalenia się bezpieczników, włączyć je powtórnie po usunięciu przyczyny zwarcia i założeniu nowych bezpieczników.
8. Do przyłączenia maszyn i urządzeń należy stosować gniazda ze stykiem (bolcem) uziemiającym.
9. Po zakończeniu pracy usunąć tablice ostrzegawcze, zabezpieczyć urządzenie elektryczne, uporządkować swoje miejsce pracy, narzędzia i sprzęt oraz zgłosić wykonanie pracy przełożonemu.

CZYNNOŚCI ZABRONIONE:

1. Zabrania się dopuszczania do eksploatacji urządzeń elektrycznych bez potwierdzenia skuteczności ochrony przed możliwością porażenia prądem elektrycznym.
2. Nie wolno dokonywać żadnych zmian w obsługiwany urządzeniu przez obsługujących.
3. Zabrania się usuwania ochron, zabezpieczeń, zwierania przełączników, blokowania wyłączników.
4. Zabrania się stosowania prowizorycznych napraw bezpieczników lub stosowania niewłaściwych wkładek bezpiecznikowych.
5. Zakładanie bezpieczników przy włączonej maszynie jest zabronione.
6. Zabrania się ciągnięcia za przewód elektryczny przy wyciąganiu wtyczki z gniazda.
7. Zabrania się eksploatacji gniazd wtykowych oraz wtyczek z uszkodzoną obudową lub wkładką izolacyjną.
8. Zabrania się zastawiania przejść do rozdzielni, tablic rozdzielczych, układów sterowania, wyłączników itp.
9. Zabrania się przeciążania urządzeń elektrycznych ponad dopuszczalną wartość.
10. Nie należy nigdy dotykać części będących pod napięciem.
11. Nie należy dotykać zacisków kondensatorów nawet wówczas gdy są odłączone.
12. Zabrania się pozostawiania bez dozoru włączonych urządzeń elektrycznych.
13. Zabrania się dostępu do urządzeń lub instalacji elektrycznych osobom niepowołanym.

UWAGI KOŃCOWE:

1. Remonty, naprawy, konserwacje urządzeń elektrycznych/elektronicznych, mogą być wykonywane tylko przez przeszkolonych i uprawnionych specjalistów z aktualnymi zaświadczeniami kwalifikacyjnymi.

2. Wszystkie zmiany prowadzone w układach elektrycznych/elektronicznych podczas napraw maszyn i urządzeń powinny być obowiązkowo zaznaczone w dokumentacji technicznej (schematach, układach połączeń, opisie itp.).
3. W sprawach nie uregulowanych niniejszą instrukcją, mają zastosowanie przepisy szczegółowe zawarte w DTR maszyn i urządzeń elektrycznych/elektronicznych oraz przepisy zabezpieczeń przeciw porażeniowych, przeciwpożarowych i od zagrożeń wybuchowych.

Informacje ogólne na temat pomiarów temperatury:

Temperatura ciała jest parametrem jego stanu cieplnego, charakteryzującym zdolność przekazywania ciepła innym ciałom. W odróżnieniu od innych wielkości fizycznych (długość, masa) temperatury nie można zmierzyć bezpośrednio i wyrazić jej w jednostkach absolutnych. Pomiar temperatury badanego ciała można wykonać jedynie metodą pośrednią, tj. przez obserwację zmian wybranej właściwości fizycznej czynnika pomiarowego zwanego ciałem termodynamicznym lub substancją termodynamiczną.

Pomiar temperatury sprowadza się do pomiaru wielkości fizycznych, których zależności funkcyjne temperatury są jednoznaczne, nie zależą od wpływu innych czynników i mogą być stosunkowo łatwo określone. Zasada działania większości przyrządów używanych do pomiaru temperatury termometrów jest oparta na zmianach: rozszerzalności objętościowej lub liniowej, rezystywności, siły termoelektrycznej oraz intensywności promieniowania. Niedokładność określenia zależności funkcyjnej między wykorzystaną właściwością fizyczną a temperaturą, decyduje o dokładności pomiaru.

Pośrednia metoda pomiaru pozwoli jedynie wyznaczyć różnicę między temperaturą mierzonego ośrodka a temperaturą umownie uznaną za zero skali temperatur. Skala temperatur przyporządkowuje określone wartości liczbowe pewnym temperaturom. Do określenia skali temperatur potrzebne są stałe punkty termodynamiczne, odpowiadające odtwarzalnym stanom równowagi międzyfazowej, jak np. zmiana stanu skupienia pewnych substancji. Punktom tym przypisane są pewne wartości liczbowe.

W 1715 roku D. G. Fahrenheit przyjął jako stałe punkty termometryczne:

temperaturę mieszaniny lodu, wody i chlorku amonu (0°F) oraz temperaturę mieszaniny lodu i wody (32°F) i przedział tych temperatur podzielił na 32 równe części. Temperatura wrzącej wody w skali Fahrenheita wynosi 212°F. W 1724 roku A. Celsjusz, astronom i fizyk szwedzki, przyjął temperaturę wrzenia wody za 0°, a temperaturę mieszaniny lodu i wody za 100°, dzieląc ten przedział na 100 równych części. Dopiero w 1850 r. astronom M. Stromer odwrócił te wartości.

Tak rtęć, którą stosował Fahrenheit oraz Celsjusz, jak i inne substancje termometryczne pozwalają określić skale termometryczne tylko w określonym zakresie temperatur, ograniczonym wytrzymałością cieplną zastosowanej substancji, elementów konstrukcyjnych termometrów lub możliwością wykorzystania przyjętej właściwości substancji. Przykładowo zastosowanie termometru rtęciowego jest ograniczone od dołu krzepnięciem rtęci, zaś od góry wytrzymałością szkła kapilary.

W 1848 roku angielski uczyony W. Thomson (późniejszy lord Kelvin), wykorzystując równanie opisujące sprawność odwracalnego obiegu Carnota, ustalił termodynamiczną skalę temperatury, całkowicie niezależną od wyboru substancji termodynamicznej. Skala ta do 1954 roku była parta na założeniu, że różnica temperatury wrzenia wody i topnienia lodu w warunkach normalnych wynosi 100°, a od 1954 roku skalę termodynamiczną temperatury określono przyjmując za podstawę jeden punkt termometryczny – temperaturę równowagi wody w stanie gazowym, ciekłym i stałym, tzw. punkt potrójny wody, który leży powyżej temperatury topnienia lodu o wartość 0,01°C Punktowi temu przyporządkowano wartość temperatury termodynamicznej równą 273,16 K. W 1967 roku (XIII Genewska Konferencja Miar i Wąg) zdefiniowano jednostkę temperatury termodynamicznej jako 1/273,16 część temperatury termodynamicznej punktu potrójnego wody i nadano jej nazwę kelwin (K).

Poza ustaleniem jednostki temperatury ważnym problemem jest odtworzenie skali termodynamicznej. Skale termodynamiczną temperatury Kelwina można odtwarzać za pomocą termometru gazowego pracującego przy użyciu gazu doskonałego. Termometr taki jest kłopotliwy w zastosowaniach. Przeważnie dokładne odtworzenie skali termodynamicznej do celów praktycznych jest bardzo trudne. Powstała konieczność stworzenia praktycznej skali termometrycznej, która odpowiadałaby skali termodynamicznej, lecz bez stosowania termometrów gazowych. Już w 1927 r. powstała międzynarodowa skala temperatury, która opiera się na wartościach temperatur przypisanych pewnej liczbie odtwarzalnych stanów równowagi (punktach stałych definicyjnych) i na określonych przyrządach wzorcowanych w tych temperaturach, które to przyrządy zapewniają odtworzenie skali termodynamicznej jako ciągłej funkcji temperatury.

KLASYFIKACJA PRZYRZĄDÓW DO POMIARU TEMPERATURY

Powszechnie stosowanym kryterium podziału przyrządów do pomiarów temperatury jest sposób przyjmowania ciepła między termometrem a ciałem lub ośrodkiem, którego temperaturę się mierzy. Według tego kryterium przyrządy dzielą się na: stykowe i bezstykowe. Czujnik pomiarowy przyrządów stykowych zwanych termometrami, podczas wykonywania pomiaru znajduje się w bezpośrednim styku z ciałem lub ośrodkiem, którego temperaturę się mierzy i wymienia z nim ciepło głównie na drodze konwekcji i przewodzenia. W bezstykowych przyrządach do pomiaru temperatury, zwanych pirometrami wykorzystuje się zjawisko wysyłania promieniowania temperaturowego (cieplnego) przez ciało lub ośrodek, którego temperaturę się mierzy. Czujnik pirometru przetwarza określoną część wysyłanego promieniowania temperaturowego na inną wielkość fizyczną, która daje się pomierzyć na drodze elektrycznej.

Na rys. 1 i 2 podano podział i zakresy metod i przyrządów do pomiaru temperatur, wykorzystywanych w przemyśle i w laboratoriach badawczych. Oprócz wymienionych metod pomiaru stosowane są wskaźniki temperatury: ciała stałe (stożki Segera) zmieniające kształt oraz kredki, farby termometryczne i ciekłe kryształy 1 zmieniające barwy w określonych wartościach temperatury. Wskaźniki temperatury umożliwiają tylko stwierdzenie czy osiągnięto lub przekroczono określoną temperaturę, nie pozwalają na dokładny pomiar temperatury (rzadko są stosowane).

Termometry termoelektryczne:

Zasada działania :

Zasada działania termometrów termoelektrycznych opiera się na zjawisku fizycznym, polegającym na zależności siły termoelektrycznej ogniwa termoelektrycznego od temperatury. Ogniwo termoelektryczne zwane termoelementem powstaje przez połączenie na jednym końcu dwóch przewodników, wykonanych z dwóch różnych materiałów (metali, stopów lub niemetali). Zjawisko termoelektryczne odkryte w 1821 r. przez T. Seebecka jest wynikiem jednoczesnego występowania:

- zjawiska Peltiera (1834 r.) 1 polegającego na powstaniu pewnej siły elektromotorycznej w punkcie złączenia dwóch różnych metali;
- zjawiska Thomsona (1854 r.) 1 polegającego na powstaniu siły termoelektrycznej w jednorodnym przewodzie metalowym, jeżeli na jego długości występuje pewien gradient temperatury (końce przewodu mają różne temperatury).

Elektronowa budowa ciał wyjaśnia powstawanie siły termoelektrycznej, występowaniem swobodnych elektronów w metalach, ale pozwala tylko na jakościową ocenę tego zjawiska.

Termoelementy:

Materiały na termoelementy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- liniowość, powtarzalność i stałość charakterystyki $E = f(t)$ w czasie eksploatacji,
- wysoka temperatura topnienia i wysoka dopuszczalna temperatura pracy ciągłej,
- duża czułość, czyli duża wartość dE/dt ,
- możliwie mała rezystywność,
- odporność na wpływy spotykane w warunkach eksploatacyjnych,
- niskie koszty i łatwość produkcji (m.in. odpowiednia ciągliwość materiału, co ułatwia formowanie drutów).

Aby otrzymać jak największą wartość siły $E(t)$ na termoelementy należy wybierać zestaw materiałów, które w tzw. szeregu termoelektrycznym znajdują się możliwie daleko od siebie. Szereg termoelektryczny

powstał przez uszeregowanie materiałów według rosnącej wartości siły termoelektrycznej względem platyny. Przyjęcie platyny wynika z jej wysokiej temperatury topnienia, stałości właściwości fizycznych i dużej odporności na wpływy atmosferyczne. Wartość siły termoelektrycznej w szeregu jest wyrażona jako czułość

Ze względu na zastosowany materiał termoelementy można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- a) termoelementy z metali szlachetnych,
- b) termoelementy z metali nieszlachetnych,
- c) termoelementy z niemetali.

Do grup a) zalicza się przede wszystkim te termoelementy, w skład których wchodzi platyna.

W nazwie termoelementu na pierwszym miejscu podaje się zawsze materiał będący elektrodą dodatnią. Z tabeli 3 wynika, że największą czułością odznaczają się materiały nie będące metalami lub ich stopami. Ponieważ termoelementy wykonywane są jako druty, więc od materiału wymagana jest ciągliwość. Tylko w specjalnych wykonaniach buduje się termoelementy z materiałów nie będących metalami. Dla przykładu termoelement z elektrodami Pt1tellur ma czułość 210 $\mu\text{V/K}$, zakres zastosowania do 300°C i jest wykorzystywany w pirometrach optycznych. Termoelement ten nie daje się formować w postaci drutów. Innym przykładem mogą być termoelementy wysokotemperaturowe:

- grafit-wolfram – wykonany jako drut wolframowy umieszczony w rurze grafitowej, zakres pracy do 1800°C,
- grafit-węgiel krzemu – dający dużą siłę termoelektryczną, wynoszącą około 500 mV w temperaturze 1700°C,
- tantal-krzem – pręt tantalu umieszczony w rurze krzemokarbide; siła termoelektryczna wynosi około 500 mV w temperaturze 1400°C.

Termoelement miedź1konstantan, oznaczenie T lub Cu1CuNi, jest stosowany w zakresie od 1200 do +500°C, używany najczęściej w pomiarach laboratoryjnych. Nie może pracować w atmosferze utleniającej. Termoelement chromel-kopel, oznaczenie Chromel1Kopel (NiCr1NiCu), charakteryzuje się największą wartością siły termoelektrycznej spośród termoelementów metalowych, jest stosowany w zakresie od 150 do +600°C (dorywczo do 800°C).

21 Termoelement, żelazo-konstantan, oznaczenie J lub Fe1CuNi (Fe1Konst), jest powszechnie stosowany ze względu na niską cenę, stosunkowo dużą wartość siły termoelektrycznej i możliwość stosowania zarówno w atmosferze utleniającej jak i redukcyjnej. Zakres zastosowania od 1200 do +600°C (dorywczo do +800°C).

Termoelement ten powinien być chroniony od zetknięcia z gazami zawierającymi wilgoć, tlen i siarkę. Bliskim odpowiednikiem termoelementu Fe1Konst jest termoelement Fe-Kopel.

Termoelement nikielchrom1nikielaluminium, oznaczenie K lub NiCr1NiAl jest odporny na atmosferę utleniającą, w wyższych temperaturach jest wrażliwy na atmosferę redukcyjną i na obecność związków siarki.

Termoelement K odznacza się najwyższą temperaturą pracy z wszystkich innych termoelementów z metali nieszlachetnych do 1000°C (nawet do 1100°C). Ma on prawie prostoliniową charakterystykę termometryczną (podobne właściwości ma termoelement Chromel-Alumel). Termoelement ten wyparł powszechnie stosowany NiCr1Ni. Termoelement platynarod1platyna, oznaczenie S lub PtRh101Pt (90% Pt, 10% Rh1Pt) jest stosowany do 1300°C (dorywczo do 1600°C). Jest on najbardziej rozpowszechnionym termoelementem wykonanym z metali szlachetnych. Stosuje się go jako termoelement wzorcowy przy odtwarzaniu międzynarodowej skali temperatur.

Zasada działania termometru oporowego

Ciała stałe mogą występować albo jako substancje amorficzne (np. szkła), albo jako kryształy. Te ostatnie już dawno zwracały uwagę badaczy regularnością kształtu zewnętrznego jak np. kryształy kwarcu, czy soli kuchennej. Okazało się, że jest to spowodowane regularnym ułożeniem atomów, lub grup atomów w całej objętości kryształu. Najczęściej spotykamy materiały zbudowane z drobnych kryształków („kryształitów”), tworzących konglomerat (zlepek). Do takich substancji polikrystalicznych należą np. przewodniki metalowe, choć potrafimy produkować laboratoryjnie z metali także duże próbki o pełnej regularności ułożenia atomów, tzw. monokryształy.

Metale w stanie stałym tworzą sieć krystaliczną zbudowaną z dodatnio naładowanych jonów metalu, zanurzonych w morzu swobodnie poruszających się elektronów. Te elektrony, to „byłe” elektrony walencyjne atomów, które zostały od nich odłączone i które utworzyły wspólny, ujemnie naładowany „gaz elektronowy”. Siły przyciągania pomiędzy elektronami i dodatnimi jonami utrzymują kryształ w równowadze. Ten typ wiązania elementów sieci nazywamy wiązaniem metalicznym. W kryształach metalu elektrony walencyjne, choć mogą poruszać się swobodnie wewnątrz kryształu, nie mogą z niego wyjść na zewnątrz, bez uzyskania dodatkowej energii. Elektrony zachowują się podobnie jak cząsteczki cieczy w głębokim naczyniu, np. cząsteczki H₂O w studni: Mówimy, że elektrony w metalu znajdują się w studni potencjału elektrycznego.

W wielu eksperymentach stwierdzono jednoznacznie, że prąd w metalu przenoszą wyłącznie elektrony. Dokładne pomiary właściwości elektrycznych metali, szczególnie w niskich temperaturach, wykazały, że gaz elektronowy w metalu podlega innym prawom fizyki niż klasyczny gaz idealny. Podlega on prawom mechaniki kwantowej, z której wynika m. in. to, że średnia energia elektronów w gazie kwantowym bardzo słabo zależy od temperatury. Dlatego można pominąć wpływ temperatury na prędkość ruchu elektronów, a obserwowana doświadczalnie zależność oporu elektrycznego metali od temperatury jest spowodowana innymi czynnikami.

Teoria przewiduje, że gdyby sieć jonów była idealna, czyli gdyby potencjał elektryczny wewnątrz kryształu był doskonale periodyczny, to elektrony przepływałyby przez taki przewodnik bez oporu. Jednakże realne jony wykonują drgania wokół położeń równowagi, co zaburza periodyczność potencjału. Każdy jon oddziałuje ze swoimi sąsiadami siłami elektrycznymi, dlatego drgają wszystkie jony w sieci. Takie drgania sieci nazywamy fononami. Do opisu tych drgań, musimy zastosować prawa kwantowe (podobnie jak do elektronów przewodnictwa w metalu). Wynika z nich, że dozwolone energie drgań są skwantowane. Wynika także, że drgania jonów (lub atomów) nie zanikają w temperaturze zera kelwinów, lecz drgają one, z tzw. energią zerową. Dla opisu procesu oddziaływania elektronów z fononami wprowadzono pojęcie tzw. „przekroju czynnego na rozpraszanie”. W tym modelu, drgający jon jest przeszkodą, która stoi na drodze poruszających się elektronów. Im większa jest amplituda drgań, tym większa jest powierzchnia przekroju tej przeszkody, i tym trudniej przelecieć elektronowi obok niej. Elektron zderzający się z nią zmienia kierunek ruchu i nie wnosi pełnego wkładu w uporządkowany ruch ładunków w kierunku pola elektrycznego. Obliczono, że wielkość przekroju czynnego na rozpraszanie elektronów, zależy liniowo od energii drgań sieci, a więc od temperatury metalu. Dlatego wartość oporu właściwego metalu

w przedziale temperatur powyżej kilkudziesięciu kelwinów, zależy liniowo od temperatury, co opisuje znany wzór¹:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (2)$$

gdzie ρ jest oporem właściwym w temperaturze t , ρ_0 oporem właściwym w temperaturze początkowej równej np. $t = 0$ °C, zaś α jest temperaturowym współczynnikiem oporu. W niskich temperaturach przybliżenie liniowe nie jest wystarczająco dokładne.

Drugim czynnikiem odpowiedzialnym za opór elektryczny metali są niedoskonałości budowy sieci krystalicznej realnych próbek. Nie wszystkie jony znajdują się w położeniach węzłowych, lecz mogą być np. przesunięte w położenia międzywęzłowe. Część jonów „macierzystych” może być zastąpiona przez jony domieszek, np. przez jony innych metali. Rozpraszanie elektronów na defektach sieci krystalicznej prowadzi do zwiększenia oporu elektrycznego. Wpływ defektów jest niewielki w temperaturach wyższych, ale staje się dominujący w pobliżu zera bezwzględnego, gdzie energia drgań sieci jest bardzo mała.

Zasada działania termopary

Termopara jest czujnikiem termometru elektrycznego, wykorzystującego tzw. zjawisko Seebecka. Polega ono na powstawaniu różnicy potencjałów w obwodzie elektrycznym zestawionym z dwu różnych materiałów (np. dwu drutów metalowych) połączonych szeregowo, wtedy, gdy ich styki utrzymywane są w różnych temperaturach. Pod względem teoretycznym opis zjawiska Seebecka jest bardzo skomplikowany. Wyniki eksperymentalne nie wnoszą jasnych informacji o własnościach elektronowych metalu [1, 2]. Ponieważ jednak termopary są powszechnie stosowane jako czujniki termometrów z odczytem elektronicznym, przytoczymy, za Ashcroftem i Merminem [2] najprostszy model zjawiska, tłumaczący działanie stosowanych w praktyce termopar. Uwzględnia on dwa czynniki:

1. Gradient (spadek) temperatury wzdłuż przewodnika powoduje ukierunkowanie ruchu elektronów od końca gorętszego do chłodniejszego. Zjawisko to jest nazywane „unoszeniem fononowym”. Ponieważ nośnikami prądu w metalach są elektrony, to możemy rozpatrywać ich ruch w sposób podobny do ruchu cząsteczek gazu idealnego w zamkniętym naczyniu (przybliżenie klasyczne). Jeśli w cienkim przewodniku metalicznym (np. w drucie) wytworzymy gradient (spadek) temperatury, to elektrony w części gorętszej drutu mają większą prędkość i energię kinetyczną niż te w części chłodniejszej. Dzięki temu uzyskają one różną od zera prędkość średnią, skierowaną ku części chłodniejszej. Elektrony przenoszą ładunek ujemny od gorącego do chłodniejszego końca drutu, wskutek czego wzdłuż drutu powstaje różnica potencjałów V , i pole elektryczne o natężeniu E . Pole to kompensuje wpływ gradientu temperatury na średnią prędkość elektronów i hamuje ich ruch. W najprostszym modelu zakłada się, że natężenie wytworzonego pola E jest proporcjonalne do gradientu temperatury:

$$E = Q \text{ grad } T \quad (3)$$

gdzie Q to współczynnik, nazywany niekiedy siłą termoelektryczną, a oś x jest skierowana wzdłuż drutu.

2. Gradient temperatury wzdłuż przewodnika powoduje ponadto niewielkie zmiany poziomu Fermiego E_F wzdłuż tego przewodnika. To powoduje pojawienie się dodatkowego ruchu dyfuzyjnego elektronów wzdłuż drutów. Wpływ temperatury na wartość E_F jest wprawdzie stosunkowo mały, ale możliwy do wykrycia. W praktyce trudno jest określić udział tego czynnika w zjawisku Seebecka.

Przy pomiarach temperatury przy użyciu termopary mierzymy bezpośrednio tzw. siłę elektromotoryczną, zwaną w skrócie SEM. Jest to napięcie na końcach przewodów termopary, mierzone woltomierzem o bardzo wysokim oporze wewnętrznym, w porównaniu z oporem drutów

¹We wzorze tym temperaturę wyrażamy zwykle w stopniach Celsjusza

termopary. Gdybyśmy do pomiaru napięcia użyli woltomierza o małym oporze wewnętrznym, musielibyśmy uwzględniać opór tych drutów. Wtedy wskazywane napięcie było by różne dla różnych termopar i mogłoby się zmieniać w czasie np. na skutek korozji drutów. Pomiar SEM pozwala korzystać z gotowych tablic dla określonego rodzaju termopar, niezależnie od ich oporu wewnętrznego.

Czujniki termoelektryczne (generacyjne)

Czujniki termoelektryczne wykorzystują zjawisko odkryte w 1821 roku przez Thomasa Johanna Seebecka (1770-1831), polegające na powstawaniu różnicy potencjałów między złączami dwóch różnych metali, gdy miejsca styku tych metali znajdują się w różnych temperaturach. Przyczyną tego zjawiska jest różna koncentracja swobodnych elektronów po obu stronach styku dwóch różnych metali w określonej temperaturze.

Dalsze badania tego zjawiska doprowadziły do odkrycia tzw. zjawiska Peltiera (1834r) i zjawiska Thomsona (1856r). Jean Charles Peltier (1785-1845) stwierdził, że gdy prąd przepływa przez miejsce złączenia dwóch różnych metali, to zależnie od kierunku przepływu prądu przez złącze, złącze to nagrzewa się lub oziębia (nie uwzględniając oczywiście ciepła Joule'a wydzielającego się w każdym przewodzie $2 Q = c R I$). Na bazie tego zjawiska buduje się obecnie specjalne baterie stosowane w urządzeniach medycznych i elektronicznych, np. w chłodziarkach do transportu organów do transplantacji. Wiliam Thomson, lord Kelvin (1824-1907) odkrył, że w jednorodnym przewodniku, w którym istnieje gradient temperatury, podczas przepływu prądu elektrycznego wydziela się (lub pochłania) ciepło proporcjonalnie do różnicy temperatur, natężenia prądu, czasu przepływu i rodzaju przewodnika. Laboratorium Systemów pomiarowych 6 Ćwiczenie nr 4 : Pomiar temperatury Zjawisko termoelektryczne, tj. zjawisko Seebecka, jest wynikiem jednoczesnego występowania obu ww. zjawisk. Czujnik termoelektryczny składa się (rys. 3) z dwóch termoelektrod (A, B), wykonanych z różnych metali (stopów lub czystych metali) zespolonych ze sobą jednym końcem. Miejsce styku przybiera najczęściej kształt niewielkiej kuleczki, będącej tak zwaną spoinę pomiarową SP. Umieszcza się ją w miejscu, gdzie mierzona jest temperatura T1. Pozostałe oba końce znajdują się w temperaturze T2. Jeżeli temperatury T1, T2 różnią się między sobą, to między wolnymi końcami termoelementu powstaje siła elektromotoryczna E, nazywana siłą termoelektryczną (STE). Przyjmuje ona na ogół niewielkie wartości wynoszące od kilku do kilkuset miliwoltów.

Siła termoelektryczna uzyskiwana z opisanych typów czujników nie jest zbyt duża i wynosi kilkadziesiąt (typ J, K) lub kilkanaście (typ R, S) miliwoltów. Dlatego wymagają one stosowania dodatkowych układów pomiarowych (przetworniki lub karty pomiarowe). O dopuszczalnej temperaturze pracy i żywotności czujnika decyduje również rodzaj (materiał) zastosowanej osłony, a także atmosfera, w której termoelement jest eksploatowany. W tym zakresie należy korzystać z doradztwa technicznego.

Czujniki termorezystancyjne W czujnikach rezystancyjnych wykorzystuje się zmienność rezystancji elementu czynnego czujnika w funkcji temperatury. W ograniczonym zakresie temperatur słuszna jest zależność: $R_x = R_0 (1 + \alpha T_x - T_0)$

gdzie α – współczynnik termicznej zmiany rezystancji danego materiału (dla metali zwykle $\alpha > 0$, dla półprzewodników α).

W zastosowaniach przemysłowych czujniki umieszcza się w osłonach metalowych, które chronią elementy pomiarowe od oddziaływań zewnętrznych, ale za to spowalniają czas reakcji czujnika na zmianę temperatury. Osłony mogą być izolowane bądź połączone elektrycznie z czujnikiem. W zależności od wykonania można je używać do pomiarów wartości temperatury od -150oC do 800 oC. Opisane czujniki nie generują samoistnego sygnału pomiarowego i dlatego wymagają stosowania dodatkowego układu zasilającego.

Scalone czujniki temperatury

Wśród czujników temperatury bardzo popularne są czujniki zintegrowane w postaci układów scalonych. Są one tanie, łatwe w zastosowaniu, gdyż wartości sygnałów wyjściowych są już na poziomie kilku woltów, bardziej liniowe niż inne czujniki i nadają się do pomiarów w zakresie od -50°C do 150°C. Wymagają dodatkowych układów zasilania, łatwo je przystosować do własnych aplikacji. Ich wadą jest długi czas reakcji spowodowany plastikową obudową oraz niezbyt duża dokładność (od $\pm 0,5^\circ\text{C}$ do $\pm 4^\circ\text{C}$). Wyróżnia się trzy typy zastosowań tych czujników: - z wyjściem analogowym (np. MAX6605÷08, DS56, 60, TC1046, AD22100, 103, TMP01, 17, 37, LM20 ÷ 335). - z wyjściami progowymi (np. MAX6501÷75, TC07, 620÷624, MIC502, TMP03, SMT160-30). Działają one na zasadzie przekroczenia mierzonej temperatury powyżej/poniżej zadanego progu. Na wyjściu sygnał logiczny „włącz”/”wyłącz”. - z wyjściem cyfrowym (np. DS1724, 1822, 1920, MAX6652, MIC384, AD7416, MAX1805). Współpracują z magistralami 1, 2, 3 i 5-wire, I2C, RS232, SMBus, SPI, i in.

Tabela części zamiennych i akcesoriów:

Numer części w oznaczeniu producenta	Nazwa i opis
0572 6560	Mini-Rejestrator danych testo 174H, 2-kanałowy, zawiera uchwyt ścienny, bateria (2 x CR2032 litowa) i protokół kalibracyjny.
0572 1560	Mini-Rejestrator danych testo 174H, 1-kanałowy, zawiera uchwyt ścienny, bateria (2 x CR2032 litowa) i protokół kalibracyjny.
0572 0500	Interfejs USB do programowania i odczytu danych z rejestratorów testo 174T i testo 174H.
0572 0580	Płyta CD z oprogramowaniem Testo ComSoft (jeśli klient nie ma możliwości pobrania za darmo ze strony internetowej, wymaga rejestracji ani innych danych identyfikacyjnych).
0515 0028	Bateria 3 V guzikowa (CR 2032 litowa), proszę zamówić 2 baterie na jeden rejestrator.
0520 0176	Certyfikat kalibracji ISO dla pomiarów wilgotność, punkty kalibracji 11,3% RH; 50,0% RH; 75,3% RH przy +25 ° C / + 77 ° F; na kanał / urządzenie pomiarowe.
0520 0151	Certyfikat kalibracji ISO dla pomiarów temperatury, punkty kalibracji -18 °C; 0 °C; +60 °C na kanał / urządzenie pomiarowe.