

BUDOWNICTWO	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-85
	Ogrzewnictwo Grzejniki Badania cieplne i hydrauliczne	8864-48
		Zamiast BN-75/8864-48
		Grupa katalogowa 0724

BN-85/8864-48 (eqv ISO 3147, ISO 3148, ISO 3149)

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania
- 1.3. Określenia
- 1.4. Oznaczenia

2. OGÓLNE ZASADY BADANIA GRZEJNIKÓW

- 2.1. Badanie mocy cieplnej
- 2.2. Badania oporów przepływu czynnika grzejącego (wody)
- 2.3. Rodzaje badań

3. URZĄDZENIA DO BADAŃ CIEPLNYCH

- 3.1. Komora zamknięta chłodzona powietrzem
 - 3.1.1. Budowa komory chłodzonej powietrzem
 - 3.1.2. Wymiary wewnętrzne komory pomiarowej
 - 3.1.3. Przegrody komory pomiarowej
 - 3.1.4. Przestrzeń otaczająca komorę pomiarową
- 3.2. Komora zamknięta chłodzona cieczą
 - 3.2.1. Budowa komory
 - 3.2.2. Wymiary wewnętrzne komory
 - 3.2.3. Wymagania konstrukcyjne
 - 3.2.4. Chłodzenie komory
- 3.3. Urządzenia grzejne
- 3.4. Urządzenia pomiarowe i kontrolne — wymagania i zasady pomiaru
 - 3.4.1. Pomiar temperatury czynnika grzejącego
 - 3.4.2. Pomiar temperatury powietrza w komorze pomiarowej
 - 3.4.3. Pomiar temperatury powierzchni wewnętrznych przegród komory pomiarowej
 - 3.4.4. Pomiar temperatury czynników chłodzących komorę pomiarową
 - 3.4.5. Pomiar strumienia masy czynnika grzejącego
 - 3.4.6. Pomiary ciśnień
 - 3.4.7. Pomiar wilgotności powietrza w komorze
 - 3.4.8. Pomiar mocy elektrycznej

4. BADANIA CIEPLNE

- 4.1. Wartości temperatur w warunkach nominalnych
 - 4.1.1. Wartości temperatur nominalnych czynnika grzejącego — wody
 - 4.1.2. Wartości temperatur nominalnych czynnika grzejącego — pary wodnej
 - 4.1.3. Wartość nominalna temperatury obliczeniowej wewnętrznej
- 4.2. Przygotowanie grzejnika do badań
 - 4.2.1. Wielkość grzejnika przeznaczoną do badań

- 4.2.2. Plukanie grzejnika
- 4.2.3. Próba szczelności
- 4.2.4. Malowanie grzejnika
- 4.2.5. Montaż grzejnika w komorze
- 4.3. Stabilizacja warunków badań
- 4.4. Pomiary mocy cieplnej
 - 4.4.1. Pomiary mocy cieplnej grzejników zasilanych wodą
 - 4.4.2. Pomiary mocy cieplnej grzejników zasilanych parą
- 4.5. Opracowanie wyników badań cieplnych
 - 4.5.1. Moc cieplna grzejnika zasilanego wodą
 - 4.5.2. Charakterystyka cieplna grzejnika zasilanego wodą
 - 4.5.3. Moc cieplna grzejnika w warunkach nominalnych przy zasilaniu wodą
 - 4.5.4. Moc cieplna grzejnika zasilanego parą
 - 4.5.5. Moc cieplna grzejnika w warunkach nominalnych przy zasilaniu parą
 - 4.5.6. Moc cieplna grzejnika określana metodą elektryczną

5. URZĄDZENIA DO BADAŃ HYDRAULICZNYCH

- 5.1. Schemat urządzenia pomiarowego do badań charakterystyki hydraulicznej grzejnika
- 5.2. Urządzenie pomiarowe — wymagania i zasady pomiaru
 - 5.2.1. Manometry różnicowe
 - 5.2.2. Termometry
 - 5.2.3. Urządzenia do pomiaru strumienia masy

6. BADANIA HYDRAULICZNE

- 6.1. Warunki badań
 - 6.1.1. Przygotowanie grzejnika do badań
 - 6.1.2. Stabilizacja przepływu
 - 6.1.3. Stabilizacja temperatury
- 6.2. Pomiar oporów przepływu wody przez grzejnik
- 6.3. Opracowanie wyników badań

7. PROTOKÓŁ BADAŃ

ZAŁĄCZNIKI

1. Schematy urządzeń grzejnych wodnych (rys. Z1-1 do Z1-4)
2. Schematy urządzeń grzejnych parowych (rys. Z2-1 do Z2-3)
3. Sposób umieszczenia czujników termometrów (rys. Z3)
4. Schemat urządzenia pomiarowego do badania charakterystyki hydraulicznej grzejnika (rys. Z4)
5. Oznaczenia na rysunkach

INFORMACJE DODATKOWE

Zgłoszona przez Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Techniki Instalacyjnej INSTAL
 Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Techniki Budowlanej dnia 31 grudnia 1985 r.
 jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1986 r.
 (Dz. Norm. i Miar nr 3/1986 poz. 7)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są badania cieplne i hydrauliczne grzejników.

1.2. Zakres stosowania. Normę należy stosować przy badaniu grzejników określonych wg PN-74/B-01405 (z wyjątkiem grzejników taśmowych i grzejników płaszczynowych).

Norma dotyczy badania mocy cieplnej w chłodzonych komorach zamkniętych oraz badania oporów przepływu czynnika grzejnego przez grzejnik.

Norma nie dotyczy badań wchodzących w zakres kontroli technicznej w miejscu wytwarzania i objętych normami przedmiotowymi.

1.3. Określenia

1.3.1. moc cieplna grzejnika — całkowita ilość ciepła oddawana w jednostce czasu przez grzejnik; jest ona równa strumieniowi ciepła oddawanego przez czynnik grzejnny przepływający wewnątrz grzejnika, w warunkach ustabilizowanej wymiany ciepła.

1.3.2. opór przepływu czynnika grzejnego (wody płynącej przez badany grzejnik) — różnica ciśnień statycznych czynnika grzejnego występująca między przewodami dopływowymi i odpływowymi w miejscach podłączenia do grzejnika.

1.3.3. warunki nominalne — wybrane wartości parametrów czynnika grzejnego i wybrana temperatura obliczeniowa wewnętrzna, do których odnosi się moc cieplną grzejników w celu porównań.

1.3.4. charakterystyka cieplna grzejnika — funkcja określająca zmienność mocy cieplnej grzejnika w zależności od różnicy pomiędzy średnią temperaturą czynnika grzejnego i temperaturą wewnętrzną oraz od strumienia masy czynnika grzejnego.

1.3.5. charakterystyka hydrauliczna grzejnika — funkcja określająca zmienność oporu przepływu w zależności od strumienia masy czynnika grzejnego w określonej temperaturze.

1.3.6. strumień masy czynnika grzejnego — ilość czynnika grzejnego dopływającego do badanego grzejnika w jednostce czasu.

1.4. Oznaczenia. Wykaz oznaczeń zastosowanych w tekście normy

Wielkość	Oznaczenie	Jednostki
1	2	3
Moc cieplna grzejnika	$\dot{Q}$	W
Moc cieplna grzejnika w warunkach nominalnych	$\dot{Q}_{nom}$	W
Strumień masy czynnika grzejnego	$\dot{m}$	kg/s
Strumień masy czynnika grzejnego w warunkach nominalnych	$\dot{m}_{nom}$	kg/s
Temperatura czynnika grzejnego na dopływie do grzejnika	t_1	°C (K)
Temperatura czynnika grzejnego na odpływie z grzejnika	t_2	°C (K)

cd. tablicy

Wielkość	Oznaczenie	Jednostki
1	2	3
Współczynnik przenikania ciepła	k	W/(m ² · K)
Powierzchnia grzejna	A	m ²
Ciepło właściwe wody	c_w	J/(kg · K)
Temperatura średnia czynnika grzejnego wody	$t_m = \frac{t_1 + t_2}{2}$	°C (K)
Temperatura pary	t_p	°C (K)
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t_i	°C (K)
Średnia różnica temperatur	$\Delta T = t_m - t_i$	K
Średnia różnica temperatur przy zasilaniu grzejnika parą	$\Delta T = t_p - t_i$	K
Entalpia właściwa pary dopływającej do grzejnika	i_1	J/kg
Entalpia właściwa skroplin wypływających z grzejnika	i_2	J/kg
Długość odcinka wyrównawczego	l	m
Średnica wewnętrzna przewodu doprowadzającego (odprowadzającego) czynnik grzejnny	d	m
Ciśnienie pary	p	Pa
Opór przepływu wody przez grzejnik	Z	Pa
Stałe w równaniach charakterystyk	$B; c; m; r; a;$	—

2. OGÓLNE ZASADY BADANIA GRZEJNIKÓW

2.1. Badanie mocy cieplnej. Moc cieplną grzejnika bada się umieszczając go w zamkniętej komorze i łącząc ze źródłem ciepła o regulowanej mocy i regulowanych (w zakresie przewidywanych zastosowań grzejnika) temperaturach i strumieniu masy czynnika grzejnego (wody lub pary wodnej).

Komora odwzorowuje umownie pomieszczenie ogrzewane i dla utrzymania wewnątrz komory określonych stałych warunków, przegrody otaczające komorę są chłodzone. Moc cieplną grzejnika bada się w warunkach ustabilizowanej wymiany ciepła.

2.2. Badania oporów przepływu czynnika grzejnego (wody). Oporo przepływu czynnika grzejnego (wody) bada się umieszczając badany grzejnik na stanowisku pomiarowym pozwalającym zmieniać strumień masy czynnika grzejnego w zakresie przewidywanych zastosowań grzejnika.

Badania prowadzi się w warunkach izotermicznych przy każdorazowo ustabilizowanym przepływie.

2.3. Rodzaje badań

a) badania typu (pełne), obejmujące sporządzenie charakterystyki cieplnej i charakterystyki hydraulicznej grzejnika w przewidywanym zakresie stosowania;

b) badania kontrolne (uproszczone), obejmujące określenie mocy cieplnej dla warunków nominalnych i charakterystyki hydraulicznej.

3. URZĄDZENIA DO BADAŃ CIEPLNYCH

3.1. Komora zamknięta chłodzona powietrzem

3.1.1. Budowa komory chłodzonej powietrzem. Komora zamknięta chłodzona powietrzem składa się z komory pomiarowej, w której umieszcza się badany grzejnik i obudowy zewnętrznej otaczającej komorę pomiarową ze wszystkich stron. W przestrzeni otaczającej komorę pomiarową, utworzonej pomiędzy tą komorą i obudową zewnętrzną, przepływa powietrze chłodzące.

3.1.2. Wymiary wewnętrzne komory pomiarowej wynoszą:

długość 4 $\pm$ 0,2 m
szerokość 4 $\pm$ 0,2 m,
wysokość 2,8 $\pm$ 0,2 m.

3.1.3. Przegrody komory pomiarowej. Konstrukcja i grubość wszystkich sześciu przegród otaczających komorę pomiarową powinny być tak dobrane, aby ich opór cieplny nie różnił się więcej niż o 20%. Ten warunek dotyczy również drzwi i okien umieszczonych w ścianach komory. Drzwi i okna (jeżeli zostały zastosowane), powinny być powietrznoszczelne.

3.1.4. Przestrzeń otaczająca komorę pomiarową. Szerokość przestrzeni wokół komory pomiarowej powinna wynosić około 0,5 m (nie mniej niż 0,3 m). Ściany tworzące obudowę zewnętrzną powinny mieć opór cieplny nie mniejszy niż 1,7 m²K/W. Ten sam warunek dotyczy drzwi wejściowych w ścianie obudowy zewnętrznej.

Obieg powietrza w przestrzeni otaczającej komorę pomiarową powinien zapewnić równomierne omywanie zewnętrznych powierzchni komory pomiarowej ochłodzonym powietrzem. Prędkości powietrza w tej przestrzeni należy utrzymywać od 0,1 m/s do 0,5 m/s.

3.2. Komora zamknięta chłodzona cieczą

3.2.1. Budowa komory. Komora stanowi pomieszczenie, którego wszystkie przegrody chłodzone są za pomocą wody lub innej cieczy o regulowanej temperaturze, a całość jest z zewnątrz izolowana cieplnie.

3.2.2. Wymiary wewnętrzne komory chłodzonej cieczą należy przyjmować zgodnie z 3.1.2.

3.2.3. Wymagania konstrukcyjne. Przegrody komory pomiarowej chłodzonej cieczą powinny być powietrznoszczelne.

Grubość izolacji zewnętrznej komory i użyty materiał powinny gwarantować opór cieplny warstwy izolacyjnej nie mniejszy niż 1,7 m²K/W.

3.2.4. Chłodzenie komory. Przegrody komory pomiarowej powinny być chłodzone wodą lub inną cieczą, tak aby można było uzyskać jednakową temperaturę powierzchni wewnętrznych wszystkich przegród. Strumienie masy wody przepływającej w poszczególnych częściach ścian komory należy tak dobrać, aby przyrost temperatury wody (lub innej cieczy) nie przekraczał 1 K.

3.3. Urządzenia grzejne powinny zapewniać możliwość wykonania pomiarów z żadaną w normie dokładnością. Przykładowe schematy urządzeń grzejnych wodnych przedstawiono w załączniku 1 na rys. Z1-1 ÷ Z1-4, a urządzeń grzejnych parowych w załączniku 2 na rys. Z2-1 ÷ Z2-3.

3.4. Urządzenia pomiarowe i kontrolne — wymagania i zasady pomiaru

3.4.1. Pomiar temperatury czynnika grzejjego wykonać zdalnie, za pomocą termometrów umożliwiających pomiar z dokładnością $\pm$ 0,1 K. Sposób umieszczenia czujnika w rurociągu prowadzącym czynnik grzejjny podano na rys. Z3.

3.4.2. Pomiar temperatury powietrza w komorze pomiarowej wykonywany jest zdalnie w następujących punktach:

a) w pięciu punktach leżących na prostej pionowej przechodzącej przez środek geometryczny podłogi komory pomiarowej, umieszczonych na wysokości:

0,05 m od podłogi,

0,50 m od podłogi,

0,75 m od podłogi — jest to punkt wzorcowy, w którym należy mierzyć temperaturę obliczeniową wewnętrzną,

1,50 m od podłogi,

0,05 m od sufitu;

b) w ośmiu punktach leżących na czterech prostych pionowych przechodzących przez przekątne komory w odległości 1 m od ścian na wysokości:

0,75 m od podłogi,

1,50 m od podłogi,

na każdej z prostych pionowych.

Dokładność pomiaru temperatury powietrza powinna wynosić $\pm$ 0,2 K, z wyjątkiem obliczeniowej temperatury wewnętrznej, którą należy mierzyć z dokładnością $\pm$ 0,1 K.

3.4.3. Pomiar temperatury powierzchni wewnętrznych przegród komory pomiarowej. Temperatury powierzchni ścian komory należy mierzyć z dokładnością $\pm$ 0,2 K w środku geometrycznym każdej z sześciu przegród komory. Ponadto należy mierzyć temperaturę powierzchni ścian, przy której umieszczony jest grzejnik badany, w punkcie położonym na wysokości 0,3 m od podłogi, pośrodku ściany.

3.4.4. Pomiar temperatury czynników chłodzących komorę pomiarową. Temperatura powietrza w przestrzeni otaczającej komorę pomiarową chłodzoną powietrzem jest mierzona na wlocie i wylocie powietrza z dokładnością $\pm$ 0,5 K.

Temperatura cieczy chłodzącej przegrody komory pomiarowej chłodzonej cieczą jest mierzona na dopływie i odpływie z poszczególnych części przegród otaczających komorę pomiarową z dokładnością $\pm$ 0,2 K.

3.4.5. Pomiar strumienia masy czynnika grzejjego

3.4.5.1. Strumień masy wody płynącej przez grzejnik określa się z dokładnością $\pm$ 0,5% metodą wagową. Woda wypływająca do naczynia pomiarowego powinna być ochłodzona poniżej temperatury 40°C (313 K).

W przypadku schematu przedstawionego na rys. Z1-4 dopuszcza się inną metodę pomiaru. Jeżeli metoda

ta nie zapewnia dokładności $\pm 0,5\%$, należy przy opracowaniu wyników badań cieplnych podać błąd pomiaru mocy grzejnika.

3.4.5.2. Strumień masy pary skraplającej się w grzejniku badanym określa się metodą wagową przez pomiar ilości skroplin opuszczających grzejnik. Skropliny powinny być ochłodzone poniżej temperatury 40°C (313 K). W celu kontroli i oceny stanu stabilizacji cieplnej, skropliny z całego okresu pomiarowego powinny być gromadzone. Dokładność pomiaru strumienia masy pary $\pm 0,5\%$.

3.4.6. Pomiary ciśnień

3.4.6.1. Ciśnienie barometryczne należy mierzyć z dokładnością $\pm 100\text{ Pa}$.

3.4.6.2. Ciśnienie wody na dopływie do grzejnika i odpływie z grzejnika można mierzyć dowolnym ciśnieniomierzem zapewniającym dokładność $\pm 1\%$ mierzonej wielkości ciśnienia bezwzględnego. Pomiar ten wykonywany jest tylko w przypadku stosowania jako czynnika grzejącego wody o temperaturze powyżej 100°C (373 K) i ma znaczenie kontrolne.

3.4.6.3. Ciśnienie pary na dopływie do grzejnika badanego określa się przez pomiar różnicy ciśnienia pary i ciśnienia barometrycznego z dokładnością $\pm 2\%$ wartości mierzonej.

3.4.7. Pomiar wilgotności powietrza w komorze przeprowadza się metodą psychrometryczną, umieszczając psychrometr w punkcie pomiaru temperatury wewnętrznej obliczeniowej. Dokładność pomiaru $\pm 5\%$ wilgotności względnej.

3.4.8. Pomiar mocy elektrycznej dostarczonej w czasie pomiaru do urządzenia grzejącego wg schematów podanych na rys. Z1-3 i rys. Z2-2 należy wykonywać z dokładnością $\pm 0,5\%$.

4. BADANIA CIEPLNE

4.1. Wartości temperatur w warunkach nominalnych

4.1.1. Wartości temperatur nominalnych czynnika grzejącego — wody:

- a) dla grzejników członowych i płytowych:
 - temperatura wody na dopływie do grzejnika $t_1 = 90^{\circ}\text{C}$ (363 K),
 - temperatura wody na odpływie z grzejnika $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$ (343 K),

b) dla grzejników z rur ożebrowanych, konwektorów i innych grzejników tego typu:

- temperatura wody na dopływie do grzejnika $t_1 = 85^{\circ}\text{C}$ (358 K),
- temperatura wody na odpływie z grzejnika $t_2 = 75^{\circ}\text{C}$ (348 K).

4.1.2. Wartości temperatur nominalnych czynnika grzejącego — pary wodnej:

- temperatura pary na dopływie do grzejnika $t_p = 100^{\circ}\text{C}$ (373 K),
- stan pary — para sucha nasycona.

4.1.3. Wartość nominalna temperatury obliczeniowej wewnętrznej $t_i = 20^{\circ}\text{C}$ (293 K).

4.2. Przygotowanie grzejnika do badań

4.2.1. Wielkość grzejnika przeznaczonego do badań. Grzejnik badany powinien odpowiadać następującym warunkom:

a) moc cieplna grzejnika w przeliczeniu na jednostkę kubatury komory pomiarowej nie może przekroczyć 80 W/m^3 ;

b) moc cieplna grzejnika w warunkach nominalnych powinna zawierać się w przedziale $1000 \div 1300\text{ W}$;

c) długość grzejnika nie mniejsza niż $0,5\text{ m}$.

Dopuszcza się niedotrzymywanie warunków wg poz. b), c), jeżeli przedmiotem badań jest wpływ wielkości grzejnika na jego moc cieplną.

4.2.2. Płukanie grzejnika. Grzejniki odlewane z rdzennymi z mas formierskich należy przed przystąpieniem do badań przepłukać wewnątrz dwukrotnie strumieniem wody o ciśnieniu co najmniej $0,3\text{ MPa}$, każdorazowo przez co najmniej 10 min .

Przed każdym płukaniem poszczególne człony należy ostukać lekko wokół gniazd otworów przyłączeniowych i wzdłuż kanałów wodnych metalowym młotkiem o masie około 1 kg .

Nie wymaga się płukania grzejników stalowych.

4.2.3. Próba szczelności. Grzejniki należy poddać próbie szczelności przed badaniami. Próbę szczelności grzejnika przeprowadza się wywierając na grzejnik ciśnienie próbne wodą wyższe od ciśnienia roboczego, do którego przeznaczony jest grzejnik. Ciśnienie próbne należy przyjmować wg norm przedmiotowych na grzejniki danego typu lub wg deklaracji wytwórcy.

W przypadku braku norm i deklaracji wytwórcy, ciśnienie próbne ustala się jako półtorakrotne ciśnienie robocze, do którego przeznaczony jest grzejnik, jednak nie mniejszy niż $0,1\text{ MPa}$.

Próbę przeprowadza się w warunkach izotermicznych przy temperaturze wody różniącej się od temperatury otoczenia nie więcej niż $\pm 5\text{ K}$. Przed próbą grzejnik powinien być napełniony wodą i dokładnie odpowietrzony.

Wzrost ciśnienia podczas próby nie powinien być szybszy niż 500 Pa/s .

Po osiągnięciu ciśnienia próbnego należy odciąć badany grzejnik od pompy na co najmniej 15 min .

Wynik próby szczelności uważa się za pozytywny, jeśli w tym czasie nie nastąpił spadek ciśnienia na manometrze kontrolnym.

Ciśnienie próbne należy mierzyć z dokładnością $\pm 10\text{ kPa}$.

4.2.4. Malowanie grzejnika. Grzejniki produkowane jako całkowicie wykończone należy badać w stanie w jakim dostarcza je producent.

Grzejniki, które zgodnie z odpowiednimi normami przedmiotowymi dostarczane są przez producenta nie-malowane lub pokryte farbami podkładowymi należy przed badaniem cieplnym pomalować na białą farbą olejną zawierającą w pigmentcie biel cynkową w ilości co najmniej 98% wag masy pigmentu.

Malować należy dwukrotnie, a warstwa farby powinna równomiernie pokrywać całą powierzchnię zewnętrzną grzejnika. Grubość pokrycia malarskiego po wyschnięciu nie powinna przekraczać $0,1\text{ mm}$. Grzejnik może być badany po całkowitym wyschnięciu i stwardnieniu farby.

Dopuszcza się inne sposoby malowania, jeżeli przedmiotem badań jest wpływ pokrycia na wydajność cieplną grzejnika.

4.2.5. Montaż grzejnika w komorze. Grzejnik badany należy usytuować pośrodku ściany komory, zachowując odległość od ściany i podłogi wg BN-75/8864-13. W przypadkach nie objętych normą należy grzejnik montować wg wskazówek producenta.

Grzejnik łączy się z przewodami prowadzącymi czynnik grzejny jednostronnie tak, że dopływ jest w górnej, a odpływ w dolnej części grzejnika. Wyjątek od tej zasady stanowią grzejniki, dla których wytwórca określił jako normalny inny schemat przepływu czynnika grzejnego. Dopuszcza się poza tym odmienne sposoby usytuowania i połączenia grzejnika, jeżeli te czynniki są przedmiotem badań.

Sposób połączenia z przewodami doprowadzającymi i odprowadzającymi czynnik grzejny oraz osprzęt grzejnika powinny gwarantować poprawne jego odpowietrzenie.

Przewody doprowadzające i odprowadzające czynnik grzejny łącznie z tulejami termomercyjnymi należy zaizolować.

4.3. Stabilizacja warunków badań. Warunki badań uznaje się za ustabilizowane, jeżeli wartości parametrów czynnika grzejnego i temperatury w komorze nie wykazują odchyłek od wartości zadanych dla danego badania, większych niż podane poniżej:

- a) czynnik grzejny
 - strumień masy $\pm 2\%$,
 - temperatury $\pm 0,2$ K,
 - ciśnienie $\pm 2\%$ ciśnienia założonego dla danego pomiaru — w przypadku pary,
 - moc elektryczna $\pm 1\%$;
- b) temperatury w komorze
 - temperatura w punkcie wzorcowym $\pm 0,1$ K,
 - temperatury pośrodku ścian na wewnętrznej ich powierzchni $\pm 0,3$ K,
 - temperatury na wewnętrznej stronie ściany, przy której umieszczono grzejnik $\pm 0,5$ K.

Do właściwego pomiaru można przystąpić, jeżeli wyniki 3 kolejnych pomiarów, sprawdzających, wykonanych w półgodzinnych odstępach czasu, spełniają warunki stabilizacji.

4.4. Pomiary mocy cieplnej

4.4.1. Pomiary mocy cieplnej grzejników zasilanych wodą

4.4.1.1. Warunki pomiarów ustala się następująco:

- a) temperatura obliczeniowa wewnętrzna przy badaniu charakterystyki cieplnej grzejnika w przedziale $19 \div 21^\circ\text{C}$ ($292 \div 294$ K);
- b) średnia temperatura czynnika grzejnego przy badaniu charakterystyki w następujących przedziałach
 - $140 \pm 15^\circ\text{C}$ (413 ± 15 K)
 - $100 \pm 10^\circ\text{C}$ (373 ± 10 K)
 - $80 \pm 3^\circ\text{C}$ (353 ± 3 K)
 - $65 \pm 5^\circ\text{C}$ (338 ± 5 K)
 - $50 \pm 5^\circ\text{C}$ (323 ± 5 K)
- c) temperatura czynnika grzejnego na dopływie do grzejnika przy badaniu masy cieplnej w warunkach

nominalnych, dla grzejników członowych, płytowych itp. $90 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ($363 \pm 0,5$ K),

a dla konwektorów $85 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ($358 \pm 0,5$ K);

d) strumień masy czynnika grzejnego dla grzejników członowych, płytowych itp. — taki, aby przy temperaturze czynnika grzejnego na dopływie równej $90 \pm 2^\circ\text{C}$ (363 ± 2 K) spadek temperatury w grzejniku wynosił 20 ± 2 K.

W przypadku konwektorów, strumień masy taki, aby przy temperaturze na dopływie $85 \pm 2^\circ\text{C}$ (363 ± 2 K) spadek temperatury w konwektorze wynosił 10 ± 2 K.

Dla konwektorów, jeżeli zachodzi tego potrzeba, można prowadzić pomiary przy strumieniach masy czynnika grzejnego w granicach:

$$140 \cdot 10^{-3} \div 166 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s} \quad \text{ i } \quad$$

$$70 \cdot 10^{-3} \div 83 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s.}$$

e) temperatura powierzchni wewnętrznej najzimniejszej ze ścian komory pomiarowej powinna być wyższa od temperatury punktu rosy powietrza w komorze przez cały okres stabilizacji i pomiarów.

4.4.1.2. Przeprowadzenie pomiarów. Pomiary przeprowadza się po uzyskaniu stabilizacji warunków badań wg 4.3. Każdy pomiar trwa nie mniej niż jedną godzinę. W tym okresie należy wykonać w równych odstępach czasu sześć odczytów wszystkich wielkości mierzonych.

Pomiar należy uznać za poprawny, jeżeli wszystkie wartości mierzonych parametrów spełniają warunki stabilizacji.

Jako wynik pomiaru każdej z wielkości mierzonych przyjmuje się średnią arytmetyczną sześciu odczytów wykonanych w czasie pomiaru. Do sporządzenia charakterystyki cieplnej grzejnika należy wykonać pomiary przy 5 temperaturach wg 4.4.1.1b). Wartość strumienia masy czynnika grzejnego w czasie tych pomiarów powinna być w granicach określonych w 4.3.

Dla grzejników z rur żebrowych, konwektorów itp. sporządzenie charakterystyki cieplnej grzejnika należy wykonać na podstawie pomiarów przeprowadzonych przy różnych strumieniach masy czynnika grzejnego, jednak liczba pomiarów powinna być nie mniejsza niż 12, a liczba różnych wartości przepływów nie mniejsza niż cztery.

Kolejne strumienie masy czynnika grzejnego powinny się różnić od siebie nie mniej niż o 20%.

Do określenia mocy w warunkach nominalnych należy wykonać co najmniej 3 pomiary, w tym jeden w warunkach ustalonych wg 4.4.1.1c), jeden przy temperaturze czynnika grzejnego na dopływie wyższej o $5 \div 10$ K, jeden przy temperaturze na dopływie niższej o $5 \div 10$ K od temperatury nominalnej.

4.4.2. Pomiary mocy cieplnej grzejników zasilanych parą

4.4.2.1. Warunki pomiarów

- a) temperatura obliczeniowa wewnętrzna w przedziale $19 \div 21^\circ\text{C}$ ($292 - 294$ K),
- b) ciśnienie pary:
 - 5 kPa,
 - 20 kPa,
 - 100 kPa,

400 kPa,

800 kPa

z dopuszczalną odchyłką $\pm 10\%$ ciśnienia założonego dla danego pomiaru;

c) para na dopływie do grzejnika powinna być w stanie suchym nasyconym; dopuszcza się przegrzanie pary najwyżej o 5 K.

4.4.2.2. Przeprowadzenie pomiarów. Pomiary przeprowadza się po uzyskaniu stabilizacji wg 4.3. Każdy pomiar trwa nie mniej niż jedną godzinę. W tym okresie należy wykonać w równych odstępach czasu sześciu odczytów wszystkich wielkości mierzonych.

Pomiar należy uznać za poprawny, jeżeli wszystkie wartości mierzonych parametrów spełniają warunki stabilizacji. Jako wynik pomiaru każdej z wielkości mierzonych przyjmuje się średnią arytmetyczną sześciu odczytów dokonanych w czasie pomiaru.

W przypadku jeżeli mały strumień masy pary umożliwia taki odczyt, aby chwilowy strumień masy zmierzyć z wymaganą dokładnością, dopuszcza się jednorazowy pomiar ilości skroplin zebranych z całego pomiaru. W tym przypadku godzinny pomiar należy powtórzyć trzykrotnie i do określenia strumienia masy przyjąć wartość średnią.

Do określenia mocy grzejnika zasilanego parą w warunkach nominalnych należy wykonać trzy pomiary przy następujących ciśnieniach:

5 kPa,

20 kPa,

100 kPa

i przy temperaturze w punkcie wzorcowym w komorze, równej temperaturze nominalnej.

4.5. Opracowanie wyników badań cieplnych

4.5.1. Moc cieplna grzejnika zasilanego wodą określa się na podstawie pomiaru wg 4.4.1 ze wzoru

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_w (t_1 - t_2) \quad (1)$$

Do wzoru wstawiać należy wartości: $\dot{m}$, t_1 , t_2 średnie pomiaru, a wartość c_w dla średniej arytmetycznej temperatury czynnika grzejnego.

Dla określenia mocy cieplnej obliczonej w warunkach ciśnienia atmosferycznego normalnego należy jej wartość pomnożyć przez współczynnik korygujący:

$$\left(1 + \beta \frac{P - P_0}{P_0}\right)$$

gdzie:

β — współczynnik równy 0,3 dla grzejników i 0,5 dla konwektorów,

P — ciśnienie atmosferyczne średnie podczas badań (kPa),

P_0 — ciśnienie atmosferyczne normalne; $P_0 = 101,3$ kPa.

4.5.2. Charakterystyka cieplna grzejnika zasilanego wodą określa się na podstawie mocy cieplnej zmierzonej w co najmniej pięciu punktach pracy grzejnika przy stałym natężeniu przepływu wody przez grzejnik i przedstawiana jest w postaci wzoru

$$k \cdot A = c \cdot \Delta T^m \quad \text{dla } \dot{m} = \text{constans} \quad (2)$$

Iloczyn $k \cdot A$ dla każdego punktu pomiarowego oblicza się wg wzoru

$$k \cdot A = \frac{Q}{\Delta T} \quad (3)$$

Dla grzejników o rozbudowanej poprzez uźebrowanie powierzchni zewnętrznej, w których stosunek wartości powierzchni zewnętrznej do powierzchni wewnętrznej jest większy niż 2 ($A/A_i > 2$) — charakterystyka cieplna grzejnika przedstawiana jest w postaci wzoru

$$k \cdot A = c \cdot T^m \cdot \dot{m}^a \quad (4)$$

4.5.3. Moc cieplna grzejnika w warunkach nominalnych przy zasilaniu wodą określa się rachunkiem, na podstawie charakterystyki cieplnej grzejnika zgodnie ze wzorem

$$\dot{Q}_{nom} = c \cdot \Delta T^{(m+1)} \quad (5)$$

podstawiając $\Delta T = 60$ K.

W przypadku jeżeli pełna charakterystyka nie była badana należy sporządzić wycinek charakterystyki opierając się na trzech punktach pracy grzejnika zgodnie z 4.4.1.2 i na tej podstawie obliczyć moc cieplną grzejnika w nominalnych warunkach pracy.

4.5.4. Moc cieplna grzejnika zasilanego parą określa się na podstawie pomiarów wg 4.4.2 dla założonego ciśnienia z wzoru

$$\dot{Q} = \dot{m} (i_1 - i_2) \quad (6)$$

Korektę ze względu na ciśnienie atmosferyczne wprowadzić jak w 4.5.1.

4.5.5. Moc cieplna grzejnika w warunkach nominalnych przy zasilaniu parą. Moc w warunkach nominalnych określa się rachunkiem wg wyników trzech pomiarów określonych w 4.4.2.2, uwzględniając charakter zmienności mocy cieplnej w funkcji różnicy temperatury wewnętrznej w komorze.

4.5.6. Moc cieplna grzejnika określana metodą elektryczną. Moc tę określa się przez odjęcie od mocy dostarczonej do urządzenia grzejnego wielkości strat ciepła urządzenia grzejnego i przewodów lecz bez badanego grzejnika. Wielkość tych strat określa się dla każdego warunków pomiarowych przez cechowanie urządzenia grzejnego. Pomiar mocy elektrycznej — wg 3.4.8.

5. URZĄDZENIA DO BADAŃ HYDRAULICZNYCH

5.1. Schemat urządzenia pomiarowego do badań charakterystyki hydraulicznej grzejnika przedstawiono w załączniku 4 na rys. Z4. Długość odcinka prostego przewodu niezbędna dla wyrównania strumienia przed punktem pomiaru ciśnienia statycznego (oznaczonego na schemacie literą l) powinna wynosić co najmniej $l = 50$ d.

5.2. Urządzenia pomiarowe — wymagania i zasady pomiaru

5.2.1. Manometry różnicowe do pomiaru różnicy ciśnień powinny zapewniać możliwość pomiaru różnic ciśnień poczynając od 5 Pa z dokładnością ± 5 Pa.

5.2.2. Termometry do pomiaru temperatury wody w urządzeniu do badań charakterystyki hydraulicznej powinny zapewniać dokładność pomiaru temperatury $\pm 0,5$ K.

5.2.3. Urządzenia do pomiaru strumienia masy czynnika grzeijnego wg 3.4.5.

6. BADANIA HYDRAULICZNE

6.1. Warunki badań

6.1.1. Przygotowanie grzejnika do badań. Badany powinien być ten grzejnik, który poddawany jest badaniom cieplnym. Przygotowanie grzejnika przed badaniami — wg 4.2.2.

6.1.2. Stabilizacja przepływu. Przepływ czynnika grzeijnego powinien być ustabilizowany jak dla badań cieplnych.

6.1.3. Stabilizacja temperatury. Temperatura wody płynącej przez grzejnik nie powinna się różnić więcej niż ± 5 K od temperatury otoczenia.

6.2. Pomiar oporów przepływu wody przez grzejnik przeprowadza się dla co najmniej pięciu różnych strumieni masy wody wybranych tak, aby najmniejszy z nich był równy połowie strumienia masy czynnika grzeijnego $\dot{m}_{nom}$ występującego dla tego grzejnika w warunkach nominalnych, a największy w przybliżeniu równy $10 \dot{m}_{nom}$.

W przypadku stwierdzenia, że charakter przepływu czynnika grzeijnego zmienia się w tym zakresie przepływów, należy zakres strumieni masy ustalony jw. podzielić na dwa podzakresy i pomiary prowadzić dla każdego z nich oddzielnie, przeprowadzając pomiary w przynajmniej pięciu punktach dla każdego z podzakresów.

6.3. Opracowanie wyników badań. Wyniki pomiarów oporów przepływu czynnika grzeijnego wody przez grzejnik przedstawiono w postaci charakterystyki hydraulicznej wg wzoru

$$Z = B \cdot \dot{m}^r \quad (7)$$

Współczynniki stałe B i r określa się rachunkiem dla każdego ewentualnego zakresu przepływów oddzielnie.

Dopuszcza się określenie charakterystyki hydraulicznej metodą graficzną przez aproksymację na siatce logarytmicznej o odpowiedniej skali.

7. PROTOKÓŁ BADAŃ

W tabelach protokołu badań podaje się tylko średnie arytmetyczne wartości wyników badań.

Każdy protokół badań powinien zawierać:

- schemat urządzenia grzeijnego,
- schemat komory badawczej z podanymi podstawowymi wymiarami.

Dla badań typu (pełnych) w protokole należy podać:

- dane dotyczące techniki badawczej, numer normy, rodzaj stanowiska badawczego, obieg pierwotny (grzeiny), obieg wtórny (chłodzenie komory), sposób przyłączenia badanego elementu grzeijnego, ewentualne odstępstwa od wskazań normy,

- dane dotyczące elementu badanego, krótki opis, rysunek z podstawowymi wymiarami, rodzaj materiału i powłok malarskich, masę i pojemność wodną elementu,

- dla każdego pomiaru rozkład temperatur powietrza w komorze badawczej (wpisanych na szkicu perspektywicznym) i rozkład temperatur na wewnętrznych powierzchniach ścian komory (wpisanych na szkicu rozkładu przegród komory),

- ciśnienie atmosferyczne, wilgotność względną w komorze badawczej, temperaturę powietrza w obszarze otaczającym komorę badawczą (wielkości średnie dla danego pomiaru),

- równanie charakterystyki cieplnej grzejnika badanego wraz z prezentacją graficzną w układzie siatki logarytmicznej z naniesionymi punktami pomiarowymi,

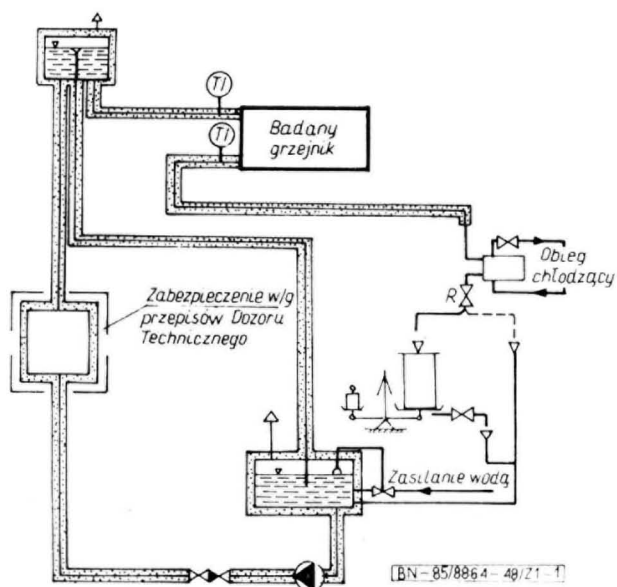
- obliczona z równania moc cieplna w warunkach nominalnych (dla $\Delta T = 60$ K),

- równanie charakterystyki hydraulicznej grzejnika badanego wraz z prezentacją graficzną w układzie siatki logarytmicznej.

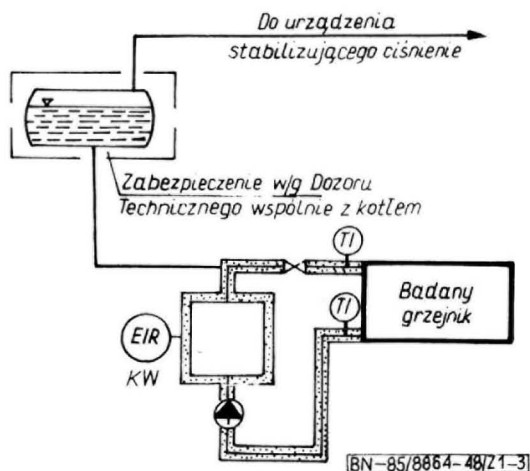
Wszystkie wyniki badań, uwagi i obserwacje czynione podczas badań grzejnika powinny być przechowywane w archiwum jednostki badawczej w ciągu 10 lat.

K O N I E C

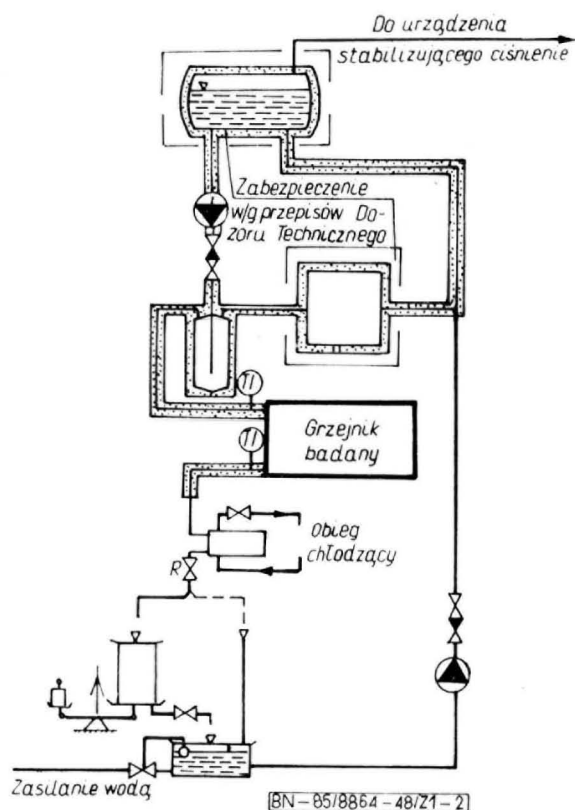
SCHEMATY URZĄDZEŃ GRZEJNYCH WODNYCH (rys. Z1-1 ÷ Z1-4)



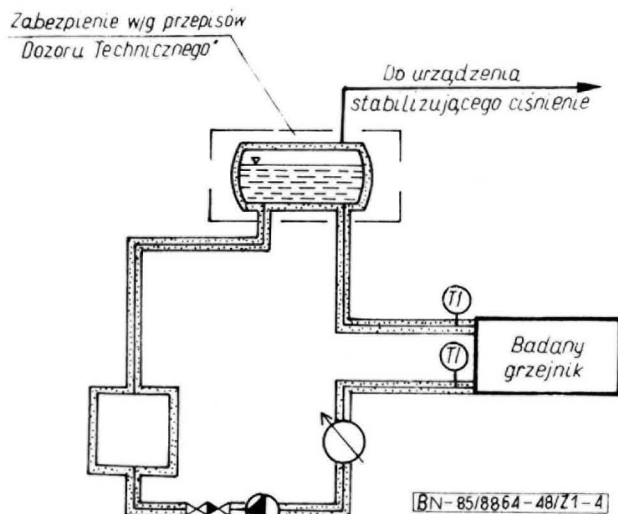
Rys. Z1-1 Schemat urządzenia grzejnego wodnego niskotemperaturowego do badania grzejników



Rys. Z1-3 Schemat urządzenia grzejnego wodnego nisko-, średnio- lub wysokotemperaturowego w obiegu zamkniętym (metoda elektryczna)

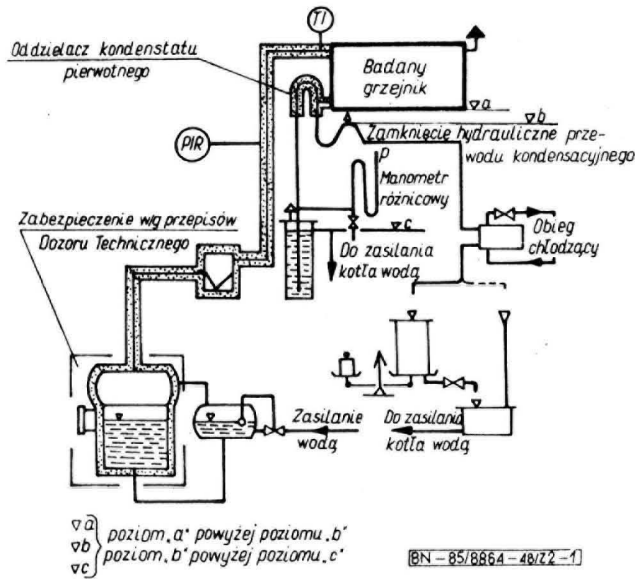


Rys. Z1-2 Schemat urządzenia grzejnego wodnego średnio- lub wysokotemperaturowego do badania grzejników

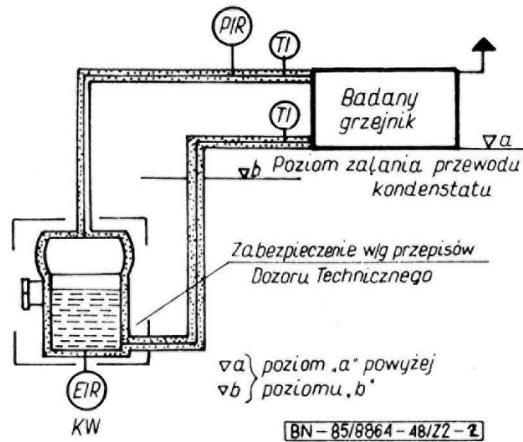


Rys. Z1-4 Schemat urządzenia grzejnego wodnego wysokotemperaturowego do badania grzejników w obiegu zamkniętym

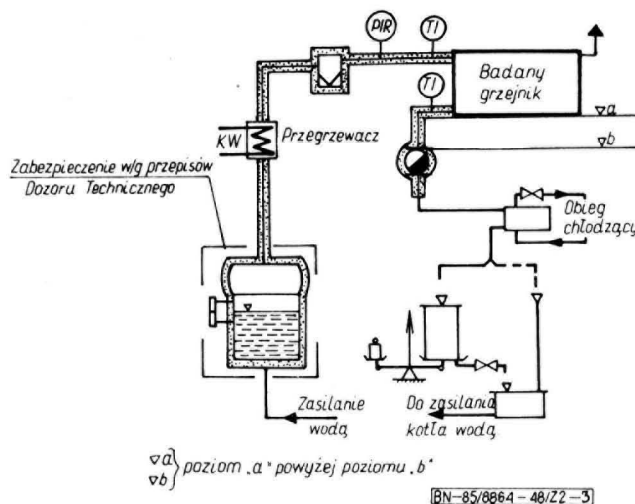
SCHEMATY URZĄDZEŃ GRZEJNYCH PAROWYCH (rys. Z2-1 ÷ Z2-3)



Rys. Z2-1 Schemat urządzenia grzejnego parowego niskociśnieniowego do badania grzejników

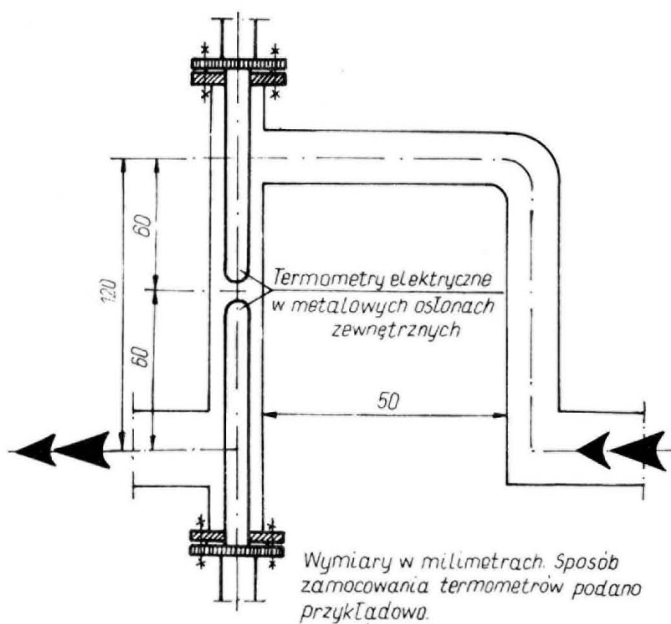


Rys. Z2-2 Schemat urządzenia grzejnego parowego niskociśnieniowego lub wysokociśnieniowego w obiegu zamkniętym do badania grzejników (metoda elektryczna)



Rys. Z2-3 Schemat urządzenia grzejnego parowego wysokociśnieniowego do badania grzejników

SPOSÓB UMIESZCZENIA CZUJNIKÓW TERMOMETRÓW

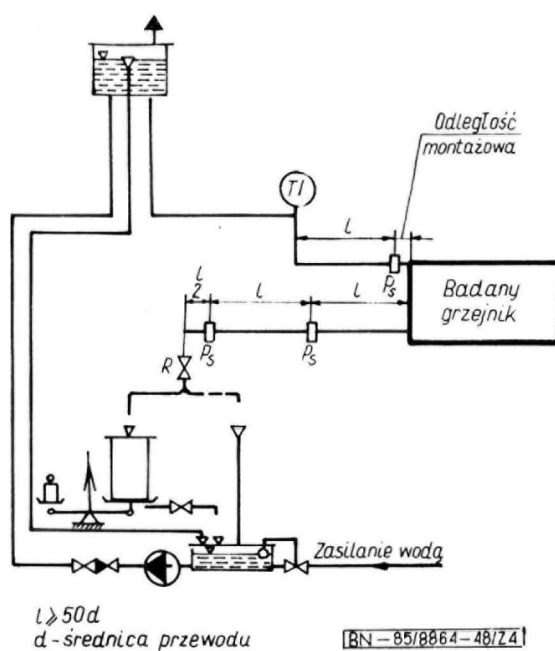


← Kierunek przepływu czynnika grzejącego

[BN-85/8864-48/Z3]

Sposób umieszczenia czujników termometrów w tulei króćca pomiarowego

SCHEMAT URZĄDZENIA POMIAROWEGO DO BADANIA CHARAKTERYSTYKI HYDRAULICZNEJ GRZEJNIKA



[BN-85/8864-48/Z4]

Schemat urządzenia pomiarowego do badania charakterystyki hydraulicznej grzejnika

OZNACZENIA NA RYSUNKACH



INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Techniki Instalacyjnej INSTAL.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-75/8864-48

- a) znowelizowano nazewnictwo i jednostki miar,
- b) zmieniono (zgodnie z ISO 3148) średnie temperatury czynnika grzejącego i ciśnienia pary przy badaniu charakterystyk,
- c) wprowadzono (zgodnie z ISO 3150) współczynnik korygujący ze względu na ciśnienie atmosferyczne,
- d) wprowadzono nową postać charakterystyki cieplnej grzejników dla grzejników o rozbudowanej powierzchni ogrzewalnej,
- e) wprowadzono „protokół z badań (zgodnie z ISO 3150).

W Informacjach dodatkowych usunięto punkty:

- porównywalność wyników badań przeprowadzonych w komorach o wymiarach innych niż podano w normie,
- warunki określania powierzchni ogrzewalnej w umownych metrach kwadratowych.

Wprowadzono punkt:

- określenie jednostki rozliczeniowej produkcji grzejników.

3. Normy związane

PN-74/B-01405 Centralne ogrzewanie. Grzejniki. Nazwy i określenia
 PN-84/B-01400 Centralne ogrzewanie. Oznaczenia na rysunkach
 BN-75/8864-13 Centralne ogrzewanie. Odstępy grzejników od elementów budowlanych. Wymiary

4. Normy międzynarodowe i dokumenty zagraniczne

Belgia NBN 236/1952 Chauffage Central, Ventilation et Conditionnement d'Air. Methode d'essai pour la determination de l'émission calorifique des radiateurs

Francja NFE 31-211/70 Determination de l'émission calorifique des corps de chauffe alimentés en eau chaude ou en vapeur

RFN DIN 4704 Blatt 1, Prüfung von Raumheizkörpern Prüfregele
 Blatt 2, Prüfung von Raumheizkörpern Offene Prüfkabine

Metodika ciepłoteknicznych ispytání otopitálních přístrojů při teplosiřitelství

Nauczno-Isledowatelskij Institut Sanitarnoj Techniki Moskwa 1972 — ZSRR

ISO/3147 Heat exchangers — Verification of thermal balance of water — fed or steamfed primary circuits — Principles and test requirements

ISO/3148 Radiators convectors and similar appliances — Determination of thermal output — Test method using air — cooled closed booth

ISO/3149 Radiators, convectors and similar appliances — Determination of thermal output — Test method using liquid — cooled booth

ISO/3150 Radiators, convectors and similar appliances — Calculation of thermal output and presentation of results

5. Zgodność z normami. Norma w zakresie dotyczącym badań cieplnych jest całkowicie zgodna z normami ISO/3147; ISO/3148; ISO/3149 i częściowo zgodna z ISO/3150. Norma jest również częściowo zgodna z normami NBN 236/1952; NFE 31-211/70.

6. Objasnienia

6.1. Określenie wielkości pomocniczych charakteryzujących badany grzejnik

6.1.1. Powierzchnia zewnętrzna grzejnika (powierzchnia grzejna) jest określona:

a) dla grzejników o prostych kształtach geometrycznych w drodze pomiaru wymiarów liniowych i obliczenia. Dotyczy to również powierzchni grzejnych konwektorów i grzejników zbudowanych z rur ozebrowanych;

b) dla grzejników o skomplikowanych kształtach (np. grzejników żeliwnych członowych) w drodze oklejania nierozciągliwym papierem o znanej uprzednio powierzchni.

6.1.2. Masa grzejnika. Masę grzejnika lub jego elementów składowych (członów, złączek, korków) określa się przez ważenie, z dokładnością do 10 g dla elementów o masie ponad 1 kg i z dokładnością do 5 g dla elementów o masie do 1 kg włącznie.

6.2. Opracowanie wyników badań. Charakterystyka cieplna grzejnika zasilanego wodą przedstawiona jest w postaci wzoru

$$k \cdot A = c \cdot \Delta T^m$$

Współczynniki c i m , stałe dla danego typu grzejników można obliczać stosując metodę „najmniejszej sumy kwadratów różnic”, podaną w 6.3 niniejszych Informacji.

Metodę tę można również stosować przy sporządzaniu charakterystyki hydraulicznej grzejnika do obliczenia stałych B i r . Jest to jeden z najprostszych sposobów uśredniania wyników badań.

Zależnie od sposobu wykorzystania wyników badań mogą być stosowane inne metody uśredniania (dokładniejsze).

6.3. Metoda najmniejszej sumy kwadratów różnic

Równanie charakterystyki cieplnej grzejnika

$$k \cdot A = c \cdot \Delta T^m$$

i równanie charakterystyki hydraulicznej grzejnika

$$Z = B \cdot \dot{m}^r$$

można zapisać w postaci ogólnej

$$A = C \cdot D$$

lub po zlogarytmowaniu (przy podstawie dziesiętnej)

$$\log A = \log C + z \log D$$

Metoda najmniejszej sumy kwadratów różnic określa dla liczby n pomiarów:

$$z = \frac{n \sum_{i=1}^n \log A \cdot \log D - \sum_{i=1}^n \log D \cdot \sum_{i=1}^n \log A}{n \sum_{i=1}^n (\log D)^2 - \left[\sum_{i=1}^n \log D \right]^2}$$

$$\log C = \frac{\sum_{i=1}^n (\log D)^2 \cdot \sum_{i=1}^n \log A - \sum_{i=1}^n \log D \cdot \sum_{i=1}^n \log A \cdot \log D}{n \sum_{i=1}^n (\log D)^2 - \left[\sum_{i=1}^n \log D \right]^2}$$

6.4. Wybór grzejnika do badań. Grzejniki do badań należy wybierać losowo. Badaniom poddaje się konstrukcje prototypowe przed dopuszczeniem grzejnika do produkcji do produkcji seryjnej informacyjnej. Na wybranych losowo co najmniej trzech egzemplarzach o różnych wielkościach (jeżeli takie są produkowane) z serii informacyjnej należy przeprowadzić badania typu. Badania kontrolne zaleca się przeprowadzać nie rzadziej niż co trzy lata lub po wyprodukowaniu przez daną wytwórnictwo (dostarczeniu przez dostawcę zagranicznego) 5 mln metrów kwadratowych powierzchni grzejnej oraz każdorazowo po zmianach konstrukcyjnych, zmieniających masę grzejnika w ramach tego samego typu.

6.5. Określenie jednostki rozliczeniowej produkcji grzejników. Jednostką rozliczeniową produkcji grzejników jest moc cieplna w W, określona w warunkach nominalnych. Moc cieplna jednego członu należy obliczać jako średnią z zestawu grzejnika o mocy cieplnej 1000 ÷ 1300 W.

Moc cieplna 1 członu grzejników członowych w warunkach nominalnych ($\Delta T = 60 \text{ K}$):

żeliwnych:

T — 300 85 W,

T — 500 125 W,

TA — 500 150 W,

stalowych:

220-1 125 W,

aluminiowych:

KA — 300 110 W,

KA — 500 140 W,

KA — 1000 265 W,

G — 500 115 W.