

INSTALACJE OGRZEWCZE	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-72/8864-42
	Piece ceramiczne stażopalne. Metody badań laboratoryjnych	Gr. kat. VII-29

1. W S T Ę P

1.1. Przemiot normy. Przedmiotem normy są metody badań laboratoryjnych pieców ceramicznych stażopalnych przeznaczonych do ogrzewania pomieszczeń, przystosowanych do spalania paliw stałych o wartości opałowej nie niższej niż 3500 kcal/kg /14.600 kJ/kg/. Norma nie dotyczy pieców o specjalnej konstrukcji np. pieców ceramicznych z wbudowanym wkładem stażopalnym.

1.2. Określenia

1.2.1. Wydajność znamionowa pieca - najwyższa trwała wydajność cieplna określona dla paliwa wzorcowego, uzyskana przy średnim ciągu kominowym około 1,0 mm H₂O /9,8 N/m²/.

1.2.2. Wydajność maksymalna pieca - wydajność cieplna przekraczająca 1,5-krotnie wydajność znamionową, określana dla paliwa wzorcowego, uzyskana przy średnim ciągu kominowym około 1,5 mm H₂O /14,7 N/m²/.

1.2.3. Wydajność minimalna pieca - wydajność cieplna równa 25-30% wydajności znamionowej, uzyskana przy średnim ciągu kominowym około 0,5 mm H₂O /4,9 N/m²/.

1.2.4. Stan równowagi cieplnej pieca - stan osiągnięty w wyniku cyklicznej pracy pieca, przy którym dobowe charakterystyki rozkładu temperatur na powierzchni pieca są zbliżone.

Dopuszcza się po ustaleniu się w.w. stanu, odchyłki temperatur w wysokości $\pm 2^{\circ}\text{C}$ /275 K/.

1.2.5. Stażopalność - okres spalania jednorazowo nałożonej porcji paliwa /bez dokonywania czynności związanych z obsługą pieca/ przy najniższej wydajności cieplnej, po którym bez ponownego rozpalenia w piecu można uzyskać zwiększenie wydajności cieplnej, dla kolejnej porcji paliwa.

1.2.6. Rozpażowa porcja paliwa - ilość paliwa doprowadzona do paleniska w celu rozpalenia ognia przed przystąpieniem do pomiaru cieplnego.

Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Techniki Instalacyjnej
"I N S T A L"

Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przedsiębiorstw Instalacji Przemysłowych "Instal" dnia 31 lipca 1972 r. jako norma obowiązująca w zakresie metod badań od dnia 1 lipca 1973 r. /Mon. Polski nr poz.... /

Druk i rozpowszechnianie Zakład Reprodukcyjny i WDB, Warszawa, ul. Królewska 27
tel. 27-66-39. Zam. nr 665 z dnia 10.07.1981 r. Nakład 100+2 . Ark.druk. 2,0

Cena zł 16,00

1.2.7. Żar podstawowy - ilość odgazowanego paliwa w stanie żaru, która musi pozostać w piecu z chwilą rozpoczęcia pomiaru cieplnego, w celu zabezpieczenia zapalenia się nałożonego paliwa.

1.2.8. Paliwo wzorcowe - paliwo o określonej charakterystyce przeznaczone do porównawczej oceny cieplnej poszczególnych rodzajów lub typów pieców ceramicznych stażopalnych. Do badań laboratoryjnych należy stosować paliwa o poniższej charakterystyce:

- węgiel gazowo-płomienny typu 3.2.1. wg PN-68/G-97002. Asortyment GKI wg PN-69/G-97001 o zawartości popiołu do 15 % i wilgotności do 10 %,
- brykiety z węgla brunatnego: Dr-40-I- wg PN-69/G-97081,
- brykiety z węgla kamiennego: Dr-56-I- wg PN-60/G-97031.

1.2.9. Pozostałe określenia wg PN-71/B-40151

1.3. Normy związane

PN-71/B-40151	Piecy i trzony kuchenne ceramiczne. Podział, nazwy i określenia.
PN-71/B-40151	Piecy ceramiczne stażopalne. Wymagania.
PN-64/G-04512	Węgiel kamienny i brunatny. Oznaczanie zawartości popiołu
PN-67/G-04513	Paliwa staż. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej
PN-71/G-04516	Paliwa staż. Oznaczanie zawartości części lotnych
PN-69/G-97001	Węgiel kamienny. Sortymenty
PN-68/G-97002	Węgiel kamienny. Typy
PN-69/G-97003	Węgiel kamienny. Klasy węgla do celów energetycznych.
PN-70/G-97031	Brykiety z węgla kamiennego
PN-69/G-97051	Węgiel brunatny
PN-69/G-97081	Węgiel brunatny. Brykiety.
BN-72/8864-43	Piecy ceramiczne akumulacyjne. Metody badań laboratoryjnych.

2. TECHNIKA BADAŃ LABORATORYJNYCH

2.1. Ogólne warunki badań

2.1.1. Badania laboratoryjne pieców ceramicznych stażopalnych przeprowadza się jako badania typu, które mają na celu sprawdzenie wymagań konstrukcyjnych oraz przydatności i trwałości pieca. Badania laboratoryjne obejmują:

- badania ogólnotechniczne
- badania cieplne.

2.1.2. Dokumenty do badań. Do badań laboratoryjnych należy przedłożyć:

- dokumentację konstrukcyjną,
- warunki techniczne odbioru,

- zbiór podstawowych parametrów i wskaźników technicznych,
- instrukcję obsługi,
- protokoły badań kontrolnych lub zaświadczenia jakości materiałów.

2.1.3. Suszenie konstrukcji. W przypadku jeśli badania laboratoryjne dotyczyć będą pieca ceramicznego stałopalnego, nowowybudowanego, konstrukcja pieca powinna być przesuszona. Piec poddać należy próbnej eksploatacji, do czasu stwierdzenia, iż waga pieca jest stała. Wydajność cieplna pieca w okresie próbnej eksploatacji powinna być bliska wydajności minimalnej.

2.1.4. Wyposażenie pieców ceramicznych stałopalnych. Piece ceramiczne stałopalne, przeznaczone do badań na stoisku muszą być wykonane i wyposażone zgodnie z dokumentacją techniczną i warunkami technicznymi odbioru.

2.1.5. Ustawienie pieca. Piec powinien być zabezpieczony od wpływu innych źródeł ciepła. Miejsce ustawienia pieca powinno być odległe nie mniej niż 2 m od zewnętrznych drzwi wejściowych oraz miejsc dużych przeszkleń. W pomieszczeniu, w którym bada się piec, niedopuszczalne są intensywne ruchy powietrza /przeciagi/. Temperatura w pomieszczeniu powinna mieścić się w granicach 15-25°C /288-298 K/.

2.1.6. Przyrządy do przeprowadzania pomiarów powinny być przed pomiarami cechowane i mieć ważne dowody cechowania z zestawieniem poprawek, które należy uwzględnić w obliczeniach.

2.1.7. Dobór prototypu lub wzorca pieca ceramicznego stałopalnego do badań na stoisku. Prototypy i wzorce pieców, o ile nie są pojedynczymi egzemplarzami, dobiera się do badań w sposób losowy. W stosunku do prototypów dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach ocenę wszystkich egzemplarzy.

Podstawowymi kryteriami oceny powinny być wymagania dotyczące wykonania prototypów, określone ich dokumentacją i warunkami technicznymi odbioru.

2.2. Badania laboratoryjne

2.2.1. Badania ogólnotechniczne

2.2.1.1. Rodzaje badań. Badania ogólnotechniczne obejmują:

- sprawdzenie wielkości powierzchni ogrzewalnej,
- sprawdzenie konstrukcji rusztu,
- sprawdzenie wielkości powierzchni przekrojów kanałów spalinowych,
- sprawdzenie konstrukcji regulatora dopływu powietrza i odprowadzenia spalin,
- sprawdzenie robót i materiałów zduńskich,
- sprawdzenie pojemności zbiornika paliwa,
- sprawdzenie pojemności zbiornika popiołu.

2.2.1.2. Sprawdzenie wielkości powierzchni ogrzewalnej polega na zmierzeniu pomiarem z dokładnością do 0,05 m² powierzchni ogrzewalnej oraz na stwierdzeniu, czy uzyskane wielkości są zgodne z dokumentacją konstrukcyjną.

2.2.1.3. Sprawdzenie konstrukcji rusztu polega na zmierzeniu przyziarem z dokładnością do 1,0 mm wielkości szczelin dylatacyjnych w celu stwierdzenia czy wielkość tych szczelin nie jest mniejsza od 2,0% wymiaru rusztu oraz na sprawdzeniu wymagań określonych w PN-71/B-40153.

2.2.1.4. Sprawdzenie wielkości powierzchni przekrojów kanałów spalinowych polega na zmierzeniu przekrojów powierzchni z dokładnością do 1 mm i stwierdzeniu czy uzyskane wymiary są zgodne z dokumentacją konstrukcyjną.

2.2.1.5. Sprawdzenie konstrukcji regulatora dopływu powietrza i odprowadzenia spalin polega na przeprowadzeniu oceny skuteczności działania. Skuteczność działania regulatora dopływu powietrza i odprowadzenia spalin ocenia się w trakcie wstępnej eksploatacji przez stopniowe otwieranie regulatora i kontrolowanie wydajności cieplnej.

2.2.1.6. Sprawdzenie robót i materiałów żduńskich polega na oględzinach zewnętrznych i sprawdzeniu zgodności z dokumentacją techniczną.

2.2.1.7. Sprawdzenie pojemności zbiornika paliwa polega na zmierzeniu wymiarów zbiornika z dokładnością do 1 mm, obliczeniu jego pojemności i stosunku tej pojemności do znamionowej wydajności cieplnej pieca oraz na stwierdzeniu, czy na każde 1000 kcal/godz./1163 W/, znamionowej wydajności cieplnej przypada przynajmniej 1,5 dm³ pojemności zbiornika.

2.2.1.8. Sprawdzenie pojemności zbiornika popiołu polega na obliczeniu pojemności zbiornika popiołu jak w p.2.2.1.7. oraz na stwierdzeniu, czy na każde 1000 kcal/godz. /1163 W/ znamionowej wydajności cieplnej przypada przynajmniej 0,6 dm³ pojemności popielnika.

2.2.2. Badania cieplne

2.2.2.1. Rodzaje badań. Badania cieplne obejmują:

- sprawdzenie wydajności cieplnych,
- sprawdzenie nieszczelności,
- sprawdzenie rozkładu temperatur na powierzchni pieca,
- sprawdzenie temperatury uchwytów i sprężyn dociskowych zamknięć pieca,
- sprawdzenie trwałości konstrukcji.

2.2.2.2. Miejsce badań. Badania cieplne przeprowadza się na stanowisku pomiarowym po zainstalowaniu pieca ceramicznego stażopalnego, podłączeniu go do komina oraz po zainstalowaniu aparatury pomiarowo-kontrolnej.

2.2.2.3. Wstępna eksploatacja pieca. Wstępną eksploatację pieca przeprowadza się celem uzyskania stanu równowagi cieplnej. Czas trwania wstępnej eksploatacji powinien wynosić co najmniej 2 dni. W okresie wstępnej eksploatacji należy ustalić drogę kolejnych prób wielkości porcji paliwa, B/kg/, niezbędnej dla uzyskania

znamionowej wydajności cieplnej. Orientacyjnie wielkość porcji paliwa oblicza się ze wzoru:

dla pieca stałopalnego górnego spalania:

$$B = \frac{q \cdot F}{Q_w^r \cdot \eta} = 5700 \cdot \frac{F}{Q_w^r}$$

dla pieca stałopalnego dolnego spalania:

$$B = \frac{q \cdot F}{Q_w^r \cdot \eta} = 4300 \cdot \frac{F}{Q_w^r}$$

w których:

- F - powierzchnia ogrzewalna m²
- Q_w^r - wartość opałowa paliwa, kcal/kg,
- q - natężenie ciepła powierzchni ogrzewalnej, kcal/godz. m²
- η - znamionowa sprawność cieplna pieca, %.

dla pieców stałopalnych górnego spalania przyjmujemy

- q - 4000 kcal/godz. m²
- η - 0,7

dla pieców stałopalnych dolnego spalania przyjmujemy

- q - 3000 kcal/godz. m²
- η - 0,7

Wielkość obliczeniowej porcji paliwa powinna być tak dobrana, aby czas jej spalania wynosił 1 godz. przy ustawieniu ciągu kominowego na poziomie 1 mm H₂O /9,8 N/m²/.

Dla maksymalnej wydajności cieplnej wielkość obliczeniowej porcji paliwa przyjmujemy równą 1,5 x B, a dla minimalnej wydajności cieplnej 0,5 x B.

2.2.2.4. Nawęglanie paleniska. Nawęglanie paleniska dokonuje się w odstępach co 1 godz. Jednocześnie z tą samą częstotliwością usuwa się odpady paleniskowe /żużel, popiół itd./ kontrolując na wadze ilość żaru podstawowego. W okresie badań cieplnych należy spalić przy sprowadzaniu wydajności i sprawności znamionowej:

4 obliczeniowe porcje paliwa

przy sprawdzeniu wydajności i sprawności maksymalnej

2 obliczeniowe porcje paliwa

przy sprawdzaniu wydajności i sprawności minimalnej

2 obliczeniowe porcje paliwa.

2.2.2.5. Ilość pomiarów. Pomiary cieplne należy powtórzyć co najmniej dwa razy. Jeśli rozbieżność wyników pomiarów jest większa od $\pm 5\%$, pomiary powtarza się.

2.2.2.6. Czas zakończenia pomiarów cieplnych ustala się na podstawie wskazań wagi dziesiętnej, gdy stwierdzony ubytek ciężaru zrówna się z ciężarem paliwa zużytego do badań pomniejszonego o ciężar odpadów paleniskowych wydzielonych w trakcie procesu spalania.

2.2.2.7. Rejestracja mierzonych parametrów. W badaniach laboratoryjnych pieców ceramicznych stażopalnych należy stosować ciągłą rejestrację mierzonych parametrów w szczególności rozkładu temperatur na powierzchni pieca, amplitudy wahań temperatury w pomieszczeniu, w którym badany jest piec, składu spalin i temperatury spalin.

Wskazania przyrządów pomiarowych, które nie współpracują z aparaturą rejestracyjną mają charakter kontrolny, a częstotliwość odczytu powinna wynosić średnio co ok. 10 min.

2.2.2.8. Prowadzenie dziennika obserwacji. W trakcie badań laboratoryjnych należy prowadzić dziennik obserwacji z zapisami dotyczącymi stanu konstrukcji, w szczególności: czasu i miejsca pojawiania się rys, pęknięć, wybrzuszeń płaszcza kaflowego itp.

2.2.2.9. Badania makroskopowe. Piece, które były budowane specjalnie do badań /w szczególności prototypy nowych konstrukcji/, rozbiera się celem przeprowadzenia badań makroskopowych. Wyniki badań makroskopowych notuje się na specjalnym formularzu według załączonego wzoru /Załącznik/. Należy zwrócić uwagę na jakość materiałów ceramicznych, stan armatury, odkształcenia geometryczne konstrukcji, miejsca intensywne osadzania sadzy oraz strefy wysokiej temperatury, ustalone na podstawie obserwacji charakterystycznych zmian zabarwienia materiałów ceramicznych.

2.2.2.10. Podstawowe elementy stoiska pomiarowego

a/ Stoisko pomiarowe do sprawdzenia szczelności pieca wykonuje się wg BN-72/8864-43.

b/ Stoisko pomiarowe do sprawdzenia podstawowych parametrów cieplnych pieca wykonane wg rysunku powinno obejmować:

- wagę uchylną o udźwigu do 10 kg i czułości ± 2 g do ważenia porcji paliwa oraz odpadów paleniskowych,
- wagę dziesiętną o obciążalności do 300 kg i czułości ± 20 g - na wadze tej ustawia się piec i waży ubytki paliwa w trakcie procesu spalania,
- termometry szklane cieczowe o zakresie wskazań od -30°C do $+50^{\circ}\text{C}$ o elementarnej działce $0,2^{\circ}\text{C}$ do pomiaru temperatury otoczenia oraz temperatury zewnętrznej,

- barometr rtęciowy o dokładności odczytu 0,1 mm Hg /18,3 N/m²/ do pomiaru ciśnienia barometrycznego,
- mikromanometry cieczowe o zakresie wskazań do 0-5 mm H₂O /0-49 N/m²/ o dokładności odczytu 0,05 mm H₂O /0,49 N/m²/ do pomiaru ciągu kominowego,
- analizatory spalin ręczne i mechaniczne do określania procentowego udziału objętościowego CO₂, O₂ i CO w spalinach,
- termometry termoelektryczne /termopary, termometry oporowe/ wraz ze wskaźnikami i rejestratorami do pomiaru temperatur: spalin, powierzchni: pieca, armatury itp.,
- termografy dobowe i tygodniowe dla pomiaru temperatury powietrza w pomieszczeniu,
- instalację kominową z kominem o wysokości 3,5 m ponad oś króćca wylotowego z pieca, o przekroju co najmniej 200 cm² zaopatrzoną w nastawną klapę dławicową i w umieszczony od spodu łatwo dostępny, szczelnie zamykany otwór wy czystkowy.
Dopuszcza się podłączenie pieca do przewodów kominowych murowanych o przekroju $F_k \geq 196 \text{ cm}^2$ i wysokości 5 m bez ustawienia pieca na wadze dziesiętnej,
- ściankę osłonową o współczynniku przewodzenia ciepła $K \leq 1 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$.

2.2.2.11. Sprawdzenie wydajności cieplnych należy rozpocząć z chwilą stwierdzenia stanu równowagi cieplnej pieca. Sprawdzenie wydajności cieplnych przeprowadza się metodą pośrednią określając wartości strat cieplnych. Straty te określa się dla każdej wydajności oddzielnie wg wzorów opisanych w p.3.2. przyjmując wartości średnie z wykresów zmienności poszczególnych parametrów. Przy pomiarach wydajności cieplnych zaleca się, aby wartości ciągu kominowego wynosiły:

- przy wyznaczaniu znamionowej wydajności cieplnej około 1,0 mm H₂O/9,8 N/m²/,
- przy wyznaczaniu wydajności maksymalnej około 1,5 mm H₂O /14,7 N/m²/,
- przy wyznaczaniu wydajności minimalnej około 0,5 mm H₂O /4,9 N/m²/.

2.2.2.12. Sprawdzenie szczelności pieca przeprowadza się wg BN-72/8864-43.

2.2.2.13. Sprawdzenie rozkładu temperatur na powierzchni pieca polega na prowadzeniu ciągłej rejestracji temperatur na powierzchni pieca podczas badań cieplnych. Rozmieszczenie punktów pomiaru temperatury powierzchni pieca przyjmuje się dzieląc powierzchnię pieca w sposób równomierny na pionowe i poziome pasy w ilości co najmniej trzy na każdej ściance. Punkty pomiaru temperatur wyznacza się w środkach tych pól. Ponadto należy mierzyć temperatury powierzchni drzwiczek paleniskowych, popielnikowych itp. przyjmując na każdym elemencie nie mniej niż 3 punkty pomiarowe.

2.2.2.14. Sprawdzenie temperatur uchwytów i sprężyn dociskowych zamknięć pieca polega na pomiarze tych temperatur w trakcie badań cieplnych.

2.2.2.15. Sprawdzenie trwałości pieca polega na ciągłym paleniu przez okres nie krótszy niż 2000 godz. przy utrzymywaniu wydajności cieplnej nie przekraczającej najwyższej wydajności cieplnej pieca i stwierdzeniu, czy nie wystąpiły trwałe odkształcenia lub uszkodzenia pieca oraz czy po długotrwałym okresie palenia sprawność cieplna pieca nie jest mniejsza niż 0,8 znamionowej sprawności, a szczelność pieca nie uległa zmniejszeniu więcej niż o 20%.

2.3. Badanie pieców ceramicznych stałopalnych, zainstalowanych w obiekcie obejmuje:

- sprawdzenie robót i materiałów zduńskich wg 2.2.1.6.
- sprawdzenie znamionowej wydajności cieplnej wg 2.2.2.11.

Przy przeprowadzaniu badań pieców zainstalowanych w obiekcie dopuszcza się:

- umieszczenie punktów pomiaru temperatury i analizy spalin na przewodzie dymowym łączącym piec z kominem,
- odchyłki w wysokości $\pm 10\%$ od podanych wartości ciągu kominowego wg 2.2.2.11.

3. OBLICZENIE WYNIKÓW POMIARÓW LABORATORYJNYCH

3.1. Wykaz przyjętych oznaczeń

Symbol wielkości	Jednostka miary	W i e l k o ś ć
Q_{wyl}	%	Strata kominowa wylotowa
Q_{ch}	%	Strata chemiczna niezupełnego spalania
$Q_{\text{żr}}$	%	Strata niecałkowitego spalania
W_c	%	Procent zawartości wilgoci w paliwie
C^R	%	Procent zawartości węgla energetycznego w paliwie
H^R	%	Procent zawartości wodoru w paliwie
Q_w^R	kcal/kg /kJ/s/	Wartość opałowa
G_z	kg/kg	Odpad paleniskowy w przeliczeniu na 1 kg paliwa
C_z	kg/kg	Procent zawartości niespalonego węgla elementarnego w odpadzie paleniskowym
CO_2	%	Procent zawartości dwutlenku węgla w spalinach
CO	%	Procent zawartości tlenku węgla w spalinach
t_{sp}	$^{\circ}C$ /K/	Temperatura spalin odlotowych
C_{pm}	kcal/mm ³ $^{\circ}C$ /KJ/m ³ deg/	Ciepło właściwe spalin suchych

o.d. wykazu

Symbol wielkości	Jednostka miary	W i e l k o ś ć
t_w	$^{\circ}\text{C}$ /K/	Średnia temperatura pomieszczenia, w którym piec się znajduje
t_p	$^{\circ}\text{C}$ /K/	Średnia temperatura pow. pieca
B	kg	Masa spalonego w czasie pomiaru paliwa
Q	kcal/h /kJ/s/	Wydajność cieplna pieca
Q_{\max}	kcal/h /kJ/s/	Maksymalna wydajność pieca w ciągu całego okresu pracy pieca
Q_{\min}	kcal/h /kJ/s/	Minimalna wydajność pieca w ciągu całego okresu pracy pieca
Q_{zn}	kcal/h /kJ/s/	Znamionowa wydajność pieca w ciągu całego okresu pracy pieca
Q_{ak}	kcal/h /kJ/s/	Ilość ciepła zakumulowana przez masę ceramiczną pieca
η	%	Sprawność cieplna
λ	h	Współczynnik nadmiaru powietrza
t	/s/	Czas trwania palenia
F_r	m^2	Powierzchnia rusztu
R	$\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$ /kg/m ² s/	Masowe obciążenie rusztu
q	$\text{kcal}/\text{m}^2/\text{h}$ /kJ/m ² s/	Strumień cieplny emitowany przez jednostkę powierzchni zewnętrznej pieca
F	m^2	Powierzchnia ogrzewalna pieca
τ	h /s/	Czasokres pełnej eksploatacji pieca

3.2. Obliczenia badanych wielkości

3.2.1. Sprawność cieplna pieca oblicza się wg wzoru:

$$\eta = 100 - /Q_{\text{wyl}} + Q_{\text{ch}} + Q_{\text{zr}}/$$

Wartości poszczególnych strat ciepłych oblicza się z wzorów:

a/ Strata kominowa

$$Q_{\text{wyl}} = \left[\frac{1,87}{\text{CO}_2} \frac{C^r - C_z G_z}{\text{CO}} + C_{\text{pm}} + \frac{W_c^z + 9H^r/0,46}{100} \right] \cdot \frac{t_{\text{sp}} - t_w}{Q_w^r} \cdot 100 \%$$

b/ Strata chemiczna niezupełnego spalania

$$Q_{\text{ch}} = \frac{1,87}{\text{CO}_2 + \text{CO}} \frac{C^r - C_z G_z}{\text{CO}} \cdot 3020 \cdot \text{CO} \cdot Q_w^r \%$$

c/ Strata niecałkowitego spalania

$$Q_{\text{zr}} = \frac{C_z \cdot G_z}{Q_w^r} \cdot 7800 \%$$

3.2.2. Średnie wartości temperatur powierzchni pieca oblicza się wg wzoru:

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} t_i \cdot f_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \psi_i}$$

gdzie: ψ_i - elementy powierzchni na które w sposób równomierny podzielono całą powierzchnię pieca.

W środkach geometrycznych tych pól rozmieszczone są punkty pomiaru temperatur,

n - ilość elementów, na które podzielono powierzchnię pieca.

3.3. Opracowanie wyników

3.3.1. Wyznaczenie błędów pomiarowych. Wartość błędu określa różnica między wartością rzeczywistą wielkości i jej wartością mierzoną lub obliczoną /wyznaczoną w procentach lub jednostkach miar/. Poniżej podane są metody wyznaczania błędów przypadkowych, których nie można wyeliminować.

3.3.2. Błąd wyznaczenia straty kominowej

$$f_1 = \pm \sqrt{f \cdot \text{CO}_2 + \text{CO} + f_t^2 + 9} \cdot \%$$

gdzie: $f/CO_2 + CO/ = \pm 100 \cdot \frac{0,8}{CO_2 + CO} = \%$

$$f_t = \pm 100 \cdot \frac{10}{t_{sp} - t_w}$$

3.3.3. Błąd wyznaczenia straty niezupełnego spalania

$$f_2 = \pm 30 \%$$

3.3.4. Błąd wyznaczania straty niecałkowitego spalania

$$f_3 = \pm \sqrt{f_a^2 + f_b^2} \quad f_a = f_b = 100 \%$$

3.3.5. Błąd całkowity wyznaczenia sprawności pieca ceramicznego stałopalnego metodą pośrednią

$$f_{\eta} = \bar{\eta} \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot f_s$$

$$f_s = \bar{\eta} \cdot \frac{1/Q_{wyl} \cdot f_1/2 + 1/Q_{ch} \cdot f_2/2 + 1/Q_z \cdot f_3/2}{Q_{wyl} + Q_{ch} + Q_z}$$

Różnicę sprawności spowodowaną błędem całkowitym przy metodzie pośredniej należy obliczać wg wzoru:

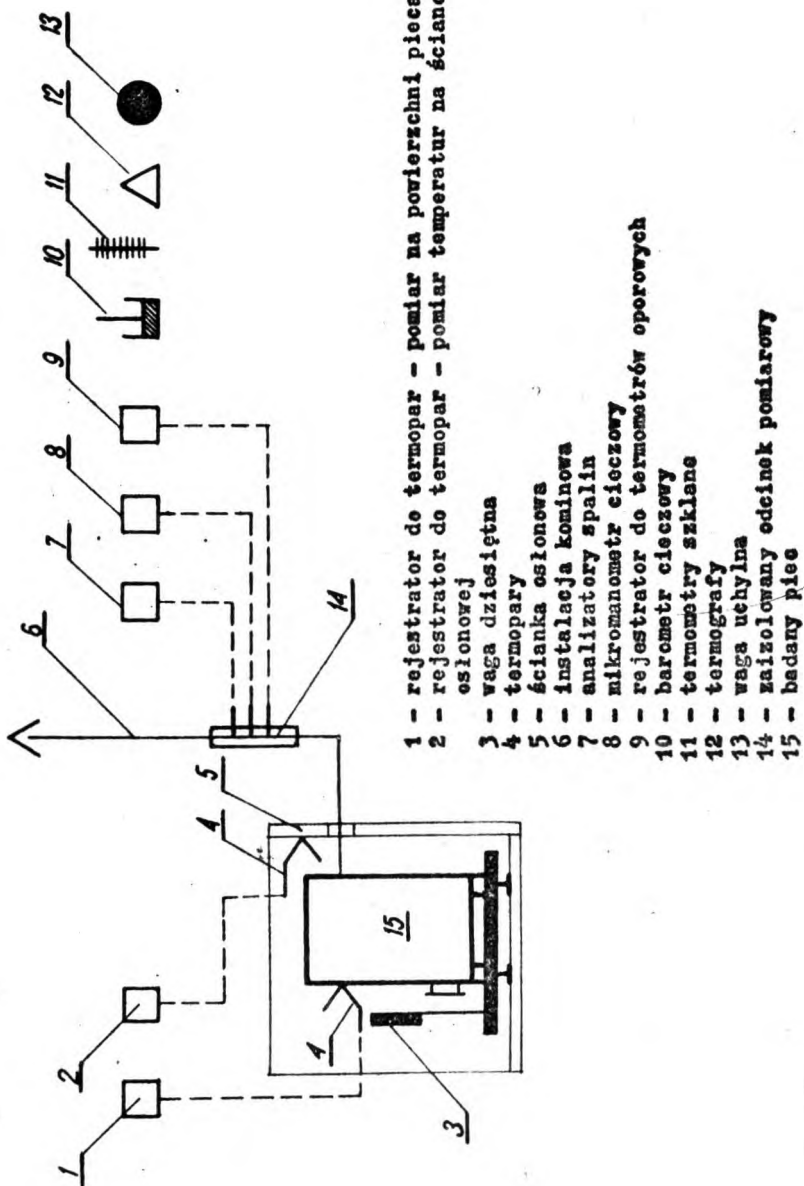
$$\Delta \eta = \bar{\eta} \cdot \frac{2 \cdot f_{\eta}}{100}$$

3.4. Sprawozdanie z badań

Ocenę wyników badań podaje się w sprawozdaniu z badań, które powinno zawierać:

- oznaczenia przedmiotu badań,
- podanie zleciodawcy i celu badań,
- podanie wykonawcy badań /nazwa instytucji oraz nazwisko i imiona, stanowisko służbowe prowadzącego badania/,
- datę i zakres badań,
- opis konstrukcji pieca i jego charakterystykę,
- zestawienie badanych i obliczonych wielkości,
- charakterystykę paliw,
- wykres średnich temperatur powierzchni pieca,
- analizę wyników,
- odpowiednio uzasadnioną ocenę pieca.

Przykładowe wzory formularzy podano w załącznikach 1 do 4.



Rys. Stoisko pomiarowe do sprawdzania podstawowych parametrów cieplnych pieca stałopalnego