

1.2.10. Paliwa wzorcowe - paliwo o określonej charakterystyce przeznaczone do badań laboratoryjnych. Należy stosować następujące paliwa wzorcowe:

- węgiel gazowo-płomienny typu 3.2.1. wg PN-68/G-97002, sortyment 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.

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

1.3. Normy związane

PN-59/B-10425	Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne, murowane z cegły. Warunki i badania techniczne przy odbiorze.
PN-71/B-40151	Piece i trzony kuchenne ceramiczne. Podział, nazwy i określenia.
PN-71/B-40152	Piece ceramiczne akumulacyjne. Wymagania.
PN-64/G-04512	Węgiel kamienny i brunatny. Oznaczanie zawartości popiołu.
PN-67/G-04513	Paliwa stałe. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej.
PN-71/G-04516	Paliwa stałe. 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.

2. TECHNIKA BADAŃ LABORATORYJNYCH

2.1. Ogólne warunki badań

2.1.1. Badania laboratoryjne pieców ceramicznych akumulacyjnych 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 akumulacyjnego nowowytbudowanego, konstrukcja pieca powinna być przesuszona.

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

2.1.5. Kontrola przebiegu robót zduńskich. W trakcie budowy pieca ceramicznego akumulacyjnego typu stałego, przeznaczonego do badań laboratoryjnych należy prowadzić dziennik budowy dotyczący przebiegu wykonania robót zduńskich.

2.1.6. 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 piece niedopuszczalne są intensywne ruchy powietrza. Temperatura w pomieszczeniu powinna mieścić się w granicach $15 - 25^{\circ}\text{C}$ /288 - 298 K/.

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

2.1.8. Dobór prototypu lub wzorca pieca ceramicznego akumulacyjnego 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 dokumentacją i warunkami technicznymi odbioru.

2.2. Badania laboratoryjne

2.2.1. Badania ogólnotechniczne

2.2.1.1. Rodzaje badań. Badania ogólnotechniczne obejmują:

- sprawdzenie robót i materiałów zduńskich,
- sprawdzenie konstrukcji drzwiczek paleniskowych, popielnikowych,
- sprawdzenie konstrukcji rusztu,
- sprawdzenie pojemności komory paleniskowej,
- sprawdzenie pojemności popielnika.

2.2.1.2. Sprawdzenie robót i materiałów zduńskich polega na sprawdzeniu wymagań określonych wg PN-71/B-40152.

Ponadto piece należy poddać oględzinom zewnętrznym. Piec powinien mieć gładkie powierzchnie zewnętrzne bez widocznych obić krawędzi i naroży kafli. Piec powinien być przy zachowaniu wymiarów konstrukcyjnych, wykonany zgodnie z dokumentacją techniczną.

2.2.1.3. Sprawdzenie konstrukcji drzwiczek paleniskowych, popielnikowych, polega na sprawdzeniu nieuzbrojonym okiem czy odlewy są czyste i gładkie, czy nie mają ostrych krawędzi obrzeży oraz czy powierzchnie dociskowe drzwiczek i ram są obrabione skrawaniem lub szlifowaniem o klasie dokładności 2. Ponadto należy sprawdzić czy drzwiczki położone na gładkiej płycie traserskiej zachowują pod własnym ciężarem na całym obwodzie dokładny styk, a założone na zawiasy obracają się swobodnie i bez zacięć oraz czy po zamknięciu i dociśnięciu zaciskiem przylegają do ramy nie powodując nieszczelności.

2.2.1.4. Sprawdzenie konstrukcji rusztu polega na mierzeniu przymiarem 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-40152.

2.2.1.5. Sprawdzenie pojemności komory paleniskowej polega na stwierdzeniu czy na każde 1000 kcal/h/1163W/ - znamionowej wydajności cieplnej pieca przypada przynajmniej 1,5 dm³ pojemności komory.

2.2.1.6. Sprawdzenie pojemności popielnika polega na stwierdzeniu, czy na każde 1000 kcal/h/1163W/ znamionowej wydajności cieplnej pieca przypada przynajmniej 0,6 dm³ pojemności popielnika.

2.2.2. Badania cieplne

2.2.2.1. Rodzaje badań. Badania cieplne obejmują:

- sprawdzenie wydajności cieplnych przy jednokrotnym paleniu na dobę, przy dwukrotnym paleniu na dobę, przy paleniu forsownym, przy paleniu minimalnym,
- sprawdzenie rozkładu temperatur na powierzchni pieca przy jednokrotnym paleniu na dobę, przy dwukrotnym paleniu na dobę, przy paleniu forsownym, przy paleniu minimalnym,
- sprawdzenie współczynnika nierównomierności oddawania ciepła,
- sprawdzenie nieszczelności,
- sprawdzenie trwałości konstrukcji.

2.2.2.2. Miejsce badań. Badania cieplne przeprowadza się na stanowisku pomiarowym wg rys.2, po wybudowaniu pieca ceramicznego akumulacyjnego /lub po zamontowaniu prototypu/, podłączeniu 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 pieca. Czas trwania wstępnej eksploatacji powinien wynosić co najmniej 2 dni. W okresie wstępnej eksploatacji pieca należy:

- przed każdym paleniem ruszt i popielnik oczyścić usuwając odpady paleniskowe,
- drzwiczki paleniskowe w czasie palenia z wyjątkiem okresów dokładania paliwa i kontroli palenia, są zamknięte lub lekko uchylone,
- drzwiczki popielnikowe powinny być lekko uchylone tak, aby nie osłabiać intensywności palenia,
- po zakończeniu palenia drzwiczki paleniskowe i popielnikowe zamyka się.

Proces palenia należy tak regulować, aby obliczeniowa porcja paliwa została spalona w okresie ok. 1-1,5 godz.,

- nawęglanie paleniska powinno przebiegać regularnie; przy jednokrotnym paleniu w odstępach ok. 24 godz. przy dwukrotnym paleniu w odstępach ok. 12 godzin.

2.2.2.4. Nawęglanie komory paleniskowej. W czasie badań cieplnych nawęglanie komory paleniskowej i okresowe usuwanie odpadów paleniskowych powinno być dokonywane w możliwie jednakowych odstępach czasu, tylko przed i po zakończeniu pomiaru.

2.2.2.5. Rejestracja mierzonych parametrów. W badaniach laboratoryjnych pieców ceramicznych akumulacyjnych należy stosować ciągłą rejestrację mierzonych parametrów, a 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 odczytów powinna wynosić:

- przy pomiarach temperatury w pomieszczeniu badanym w okresie palenia co 10 minut, dalsze odczyty co 1/2 godz. w okresie 3 godz., następnie co 1 godz.,
- przy analizie składu spalin co 5 minut w okresie palenia, dalsze odczyty co 15 minut do momentu stwierdzenia zakończenia procesu spalania,
- przy pomiarach temperatury zewnętrznej średnio co 4 godz., w okresie dobowym,
- przy pomiarach ciągu kominowego odczyty należy robić równocześnie z odczytami analizy składu spalin.

2.2.2.6. Prowadzenie dziennika obserwacji

W trakcie badań laboratoryjnych należy prowadzić dziennik obserwacji /na formularzu wg załącznika 4/, wpisując uwagi dotyczące trwałości konstrukcji, w szczególności: czasu i miejsca pojawiania się rys, pęknięć, wybrzuszeń zewnętrznego płaszcza kaflowego itp.

2.2.2.7. 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 wg załączonego wzoru /załącznik 5/. Należy zwrócić uwagę na jakość materiałów ceramicznych, stan armatury, odkształcenia geometryczne konstrukcji, miejsca intensywnego osadzania sadzy oraz strefy wysokiej temperatury, ustalane na podstawie obserwacji charakterystycznych zmian zabarwienia materiałów ceramicznych.

2.2.2.8. Podstawowe elementy stoiska pomiarowego.

Dla przeprowadzenia badań cieplnych pieca ceramicznego akumulacyjnego należy wykonać stoisko pomiarowe wg załączonych rysunków nr 1 i nr 2.

a/ Stoisko pomiarowe do sprawdzenia szczelności pieca w układzie pokazanym na rys.1 powinno obejmować:

- wentylator o wydajności do $30 \text{ m}^3/\text{h}$ przy podciśnieniu $5 \text{ mm H}_2\text{O}/49 \text{ N/m}^2/$,
- urządzenie do pomiaru natężenia przepływu powietrza w zakresie do $30 \text{ m}^3/\text{h}$,
- mikromanometr cieczowy z rurką pochyłą o zakresie $0 + 5 \text{ mm H}_2\text{O} / 0+49 \text{ N/m}^2/$ do pomiaru podciśnienia powietrza.

b/ Stoisko pomiarowe do sprawdzenia podstawowych parametrów cieplnych pieca w układzie pokazanym na rys.2 powinno obejmować:

- wagę uchylną o udźwigu do 10 kg i czułości $\pm 2 \text{ g}$ do ważenia porcji paliwa oraz odpadów paleniskowych,
- 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 powietrza,
- barometr rtęciowy o dokładności odczytu $0,1 \text{ mm Hg} / 18,3 \text{ N/m}^2/$ do pomiaru ciśnienia barometrycznego,
- mikromanometry cieczowe o zakresie wskazań $0-5 \text{ mm H}_2\text{O} / 0-49 \text{ N/m}^2/$ o dokładności odczytu $0,05 \text{ mm H}_2\text{O} / 0,49 \text{ N/m}^2/$, do pomiaru ciągu kominowego,
- analizatory spalin ręczne i mechaniczne do określania procentowego udziału objętościowego CO_2 , O_2 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 do pomiaru temperatury powietrza,
- instalację kominową z kominem o wysokości co najmniej $5,0 \text{ m}$ ponad osł kruszcowy wylotowy z pieca, o przekroju co najmniej 200 cm^2 , zaopatrzoną w nastawną klapę dławicową i w umieszczony u spodu łatwo dostępny szczelnie zamykany otwór wyczystkowy. Dopuszcza się podłączenie pieca do przewodów kominowych murowanych, wykonanych wg wymagań PN-59/B-10425 i o wymiarach $F_k \geq 14 \times 14 \text{ cm}$ i wysokości ok. 5 m .

2.2.2.9. Sprawdzenie wydajności cieplnych należy rozpocząć z chwilą stwierdzenia stanu równowagi cieplnej pieca. Sprawdzenie wydajności cieplnych przeprowadza się metodą pośrednią określając wartości strat cieplnych. Starty te określa się dla każdej wydajności oddzielnie wg wzorów opisanych w 3.2., przyjmując wartości średnie z wykresów zmienności poszczególnych parametrów.

a/ Masę paliwa przeznaczonego do badań cieplnych wylicza się z wzoru:

$$G = \frac{Q}{Q_w^r \times \eta} \cdot t$$

/1/

w którym: Q - wydajność cieplna pieca, kcal/godz.

Q_w^r - wartość opałowa paliwa, kcal/kg

η - sprawność cieplna pieca %

t - czas trwania palenia.

Wartości Q i η przyjmuje się wg założeń projektowych.

Wartość t przyjmuje się równą $t = 1,5 + 2$ godzin.

- b/ Wartości ciągu kominowego przy pomiarach wydajności cieplnych powinny wynosić:
- przy wyznaczaniu znamionowej wydajności cieplnej około $1,0 \text{ mm H}_2\text{O} / 9,8 \text{ N/m}^2$,
 - przy wyznaczaniu wydajności maksymalnej około $1,5 \text{ mm H}_2\text{O} / 14,7 \text{ N/m}^2$,
 - przy paleniu forsownym około $2,0 \text{ mm H}_2\text{O} / 19,5 \text{ N/m}^2$,
 - przy paleniu minimalnym około $0,5 \text{ mm H}_2\text{O} / 1,9 \text{ N/m}^2$.
- c/ Wydajność cieplną pieca wyznacza się mierząc rozkład temperatury na powierzchni pieca i temperatury powietrza wewnętrznego. Pomiar uznaje się za prawdziwy o ile ilość ciepła przekazana przez piec do otoczenia nie różni się więcej niż $\pm 3\%$ od ilości ciepła obliczonej wg wzoru podanego w 3.2.9.

2.2.2.10. Sprawdzenie rozkładu temperatur na powierzchni pieca polega na prowadzeniu ciągłej rejestracji temperatur na powierzchni pieca w trakcie prowadzenia badań wydajności cieplnych. Powierzchnię pieca dzieli się w sposób równomierny na pionowe i poziome pasy w ilości co najmniej 3 na jednej ścianie, przyjmując środki tych pól jako punkty pomiaru temperatur. Ponadto należy mierzyć temperatury powierzchni drzwiczek paleniskowych itp., przyjmując na każdym elemencie nie mniej niż 3 punkty pomiarowe.

2.2.2.11. Sprawdzenie współczynnika nierównomierności oddawania ciepła - przeprowadza się w trakcie badań wydajności cieplnych. Mierzy się przebieg temperatur na powierzchni pieca wg 2.2.2.10, a następnie oblicza się współczynnik nierównomierności oddawania ciepła wg wzoru w 3.2.4.

2.2.2.12. Sprawdzenie szczelności pieca - przeprowadza się na stojaku pomiarowym wykonanym wg 2.2.2.8 a/.

Pomiar polega na zmierzeniu ilości powietrza przepływającego przez szczelność pieca przy ustabilizowaniu ciągu kominowego na poziomie $1 \text{ mm H}_2\text{O} / 9,8 \text{ N/m}^2$.

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

2.3. Badanie pieców ceramicznych akumulacyjnych zainstalowanych w obiekcie obejmuje:

- sprawdzenie robót i materiałów zduńskich wg 2.2.1.2.
- sprawdzenie znamionowej wydajności cieplnej pieca wg 2.2.2.9.

Przy przeprowadzaniu badań pieców zainstalowanych w obiekcie dopuszcza się:

- umieszczenie punktów pomiaru temperatury i analizy spalin na przewodzie dymowym łączącym piec z kominem,
- odchyłkę w wysokości $\pm 10\%$ od podanych wartości ciągu kominowego wg 2.2.2.9.b/,
- ograniczenie badań cieplnych do wyznaczenia sprawności pieca w oparciu o bilans strat cieplnych.

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
$Q_{żr}$	%	Strata niecałkowitego spalania
W_o	%	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/kg/	Wartość opałowa paliwa
G_z	kg/kg /kg/kg/	Odpad paleniskowy w przeliczeniu na 1 kg paliwa
C_z	%	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}	$\frac{Kcal}{nm^3 \text{ } ^{\circ}C}$ /kJ/m ³ deg/	Ciepło właściwe spalin suchych
t_w	$^{\circ}C$ /K/	Średnia temperatura pomieszczenia, w którym piec się znajduje

cd. wykazu przyjętych oznaczeń

Symbol wielkości	Jednostka miary	W i e l k o ś ć
t_p	$^{\circ}\text{C}$ /K/	Średnia temperatura powierzchni pieca
G	kg /kg/	Masa paliwa spalanego w czasie pomiaru
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}	"	Minimalna wydajność pieca w ciągu całego okresu pracy pieca
$Q_{\text{śr.}}$	Kcal/h /kJ/s/	Średnia 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		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	Kcal/m ² h kJ/m ² s/	Strumień cieplny emitowany przez powierzchnię 1 m ² pieca w okresie 1 godziny
F	m^2	Powierzchnia ogrzewalna pieca
τ	s	Czasokres pełnej eksploatacji pieca
m		Współczynnik nierównomierności pracy pieca

3.2. Obliczenia badanych wielkości3.2.1. Sprawność cieplną pieca oblicza się wg wzoru:

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

Wartość poszczególnych strat ciepła oblicza się z wzorów:

a/ strata kominowa:

$$Q_{\text{wyl}} = \left[\frac{1,87 / C^R - C_{\dot{z}} G_{\dot{z}} /}{CO_2 + CO} C_{\text{pm}} + \frac{/W_c + 9H^R/ 0,46}{100} \right] \cdot \frac{T_{\text{sp}} \cdot t_w}{Q_w^R} \cdot 100\%$$

b/ Strata chemiczna niezupełnego spalania:

$$Q_{\text{ch}} = \frac{1,87 / C^R - C_{\dot{z}} G_{\dot{z}} / \cdot 3020 \cdot CO}{/CO_2 + CO/ \cdot Q_w^R} \%$$

c/ Strata niecałkowitego spalania

$$Q_{\dot{z}r} = \frac{C_{\dot{z}} \cdot G_{\dot{z}}}{Q_w^R} \cdot 7800 \%$$

3.2.2. Wydajność cieplna pieca oblicza się wg wzoru

$$Q = \alpha \cdot /t_p - t_w/ \cdot F \cdot \eta$$

gdzie:

$$\alpha = 4,6 \left[\frac{T_p}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_w}{100} \right]^4 + 2,2 \sqrt[4]{t_p - t_w}$$

$$T_p = 273 + t_p \quad T_w = 273 + t_w$$

3.2.3. Ilość ciepła zakumulowana przez masę ceramiczną pieca w ciągu całego okresu pracy pieca oblicza się wg wzoru.

$$Q_{\text{ak}} = G \cdot Q_w^R \cdot \eta$$

3.2.4. Współczynnik nierównomierności pracy pieca oblicza się wg wzoru

$$m = \frac{Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}}{Q_{\text{sr}}}$$

$$Q_{\text{max}} = \alpha_{\text{max}} \cdot F \cdot /t_{\text{max}} - t_w/$$

$$Q_{\text{min}} = \alpha_{\text{min}} \cdot F \cdot /t_{\text{min}} - t_w/$$

$$Q_{\text{sr}} = \alpha_{\text{sr}} \cdot F \cdot /t_{\text{sr}} - t_w/$$

gdzie:

$$\max = 4,6 \left[\sqrt{\frac{t_{\max} + 273}{100}} - \sqrt{\frac{t_w + 273}{100}} \right] + 2,2 \sqrt[4]{t_{\max} - t_w}$$

α_{\min} i $\alpha_{\text{śr}}$ oblicza się wg powyższego wzoru wstawiając w miejsce t_{\max} odpowiednio t_{\min} i $t_{\text{śr}}$.

t_{\max} , t_{\min} , $t_{\text{śr}}$ - temperatury powierzchni pieca przyjmowane z wykresu przebiegu średnich temperatur powierzchni pieca.

3.2.5. Średnie wartości temperatur powierzchni pieca obliczamy wg wzoru:

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

gdzie: f_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 są podane metody wyznaczania błędów przypadkowych, których nie można wyeliminować.

3.3.2. Błąd wyznaczenia straty kominowej

$$f_t = \sqrt{f_{/CO_2 + CO/}^2 + f_t^2} + 9 \%$$

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

$$f_t = \bar{f} \cdot 100 \cdot \frac{10}{t_{sp} - t_{tw}} \%$$

3.3.3. Błąd wyznaczenia straty niezupełnego spalania

$$f_2 = \bar{+} 30 \%$$

3.3.4. Błąd wyznaczenia straty niezupełnego spalania - f_3 składa się z błędu pobrania próbki f_a i błędu oznaczenia części palnych f_b

$$f_3 = \bar{+} \sqrt{f_a^2 + f_b^2} \quad f_a = f_b = 10 \%$$

3.3.5. Błąd całkowity wyznaczenia sprawności pieca ceramicznego akumulacyjnego metodą pośrednią

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

$$f_S = \bar{+} \frac{1/Q_{\text{wyl}} \cdot f_1^2 + 1/Q_{\text{ch}} \cdot f_2^2 + 1/Q_{\text{zv}} \cdot f_3^2}{Q_{\text{wyl}} + Q_{\text{ch}} + Q_{\text{zv}}}$$

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

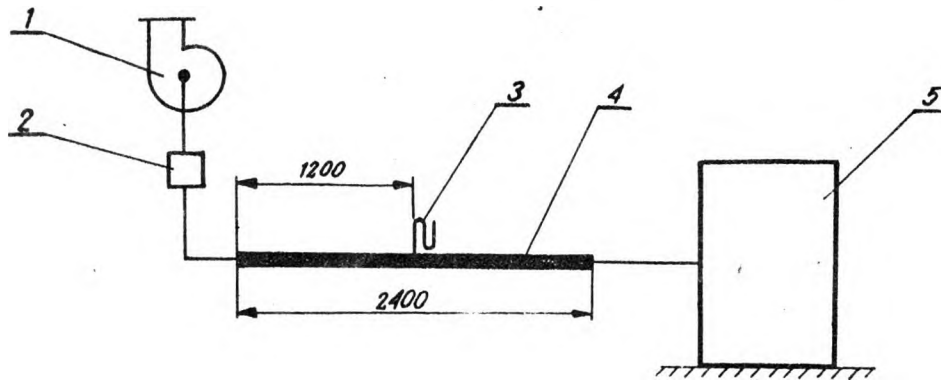
$$\Delta \eta = \bar{+} \frac{\eta \cdot f_{\eta}}{100}$$

3.4. Sprawozdanie z badań. Ocena wyników badań podaje się w sprawozdaniu, które powinno zawierać:

- oznaczenie przedmiotu badań
- podanie zlecniodawcy i celu badań
- podanie wykonawcy badań /nazwa instytucji oraz nazwiska i imiona oraz stanowiska służbowe prowadzącego badania/
- datę i zakres badań
- opis konstrukcji pieca i jego charakterystykę
- zestawienie badanych i obliczanych wielkości
- charakterystykę paliw
- wykres średnich temperatur powierzchni pieca
- analizę wyników
- odpowiednio uzasadnioną ocenę pieca.

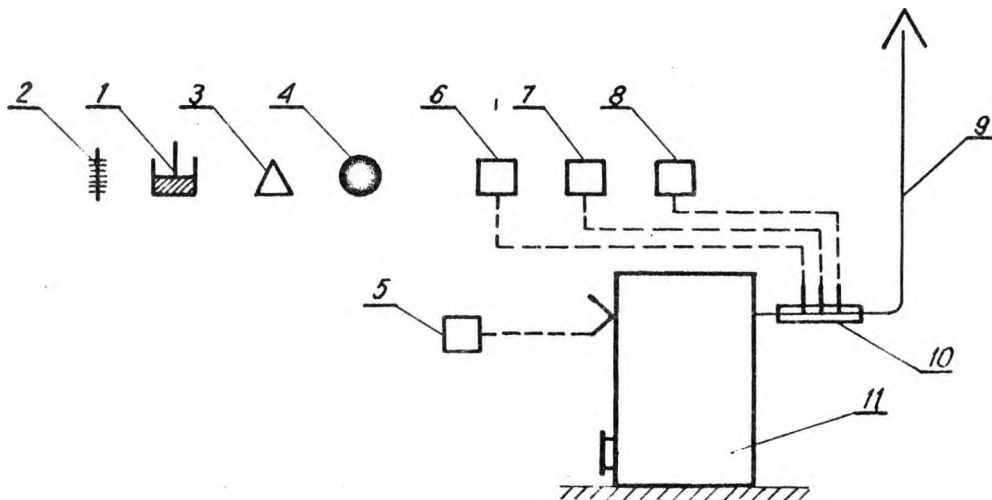
Przykładowe wzory formularzy podano w załącznikach 1 do 5.

K O N I E C



1 - wentylator, 2 - urządzenie do pomiaru natężenia przepływu powietrza, 3 - mikromanometr cieczowy z rurką pochyłą, 4 - przewód blaszany $\phi_w = 120$ mm z zamontowanym punktem pomiaru powietrza.

Rys. 1 Stoisko pomiarowe do sprawdzenia szczelności pieca



- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 - barometr rtęciowy | 7 - mikromanometr cieczowy |
| 2 - termometry szklane | 8 - rejestrator do termometrów oporowych |
| 3 - termografy | 9 - instalacja komina |
| 4 - waga uchylna | 10 - zaizolowany odcinek pomiarowy |
| 5 - rejestrator do termopar | 11 - badany piec |
| 6 - analizatory spalin | |

Rys. 2 Stoisko pomiarowe do sprawdzenia podstawowych parametrów cieplnych pieca akumulacyjnego

Charakterystyka paliw użytych do badań

	Wyszczególnienie	Symbol	Jednostka
P a r a m e t r y p a l i w a	Rodzaj paliwa		
	Pochodzenie		
	Typ wg PN-68/G-97002		
	Klasa wg PN-69/G-97003 i PN-69/G-97051		
	Sortyment wg PN-69/G-97001		
	Zawartość wilgoci próbki w stanie powietrzno-suchym	W_c^a	%
	Zawartość popiołu w próbce w stanie powietrzno-suchym wg PN-64/G-04512	A^a	%
	Zawartość części lotnych w próbce w stanie powietrzno-suchym wg PN-66/G-04516	V^a	%
	Ciepło spalania próbki w stanie powietrzno-suchym wg PN-67/G-04513	Q_c^a	Kcal/kg /kJ/kg/
	Wartość opałowa próbki w stanie powietrzno-suchym	Q_w^a	Kcal/kg /kJ/kg/
	Zawartość węgla pierwiastkowego w próbce w stanie powietrzno-suchym	C^a	%
Zawartość wodoru w próbce w stanie powietrzno-suchym	H^a	%	

Załącznik 2

Wynik badań cieplnych

		Jed- nos- tka	Charakterystyka pracy pieca			
			Jedno- krotne palenie na dobę /wydaj- ność znamio- nowa	Dwukrot- ne pale- nie na dobę /wy- dajność maksy- malna/	Palenie forsow- ne	Palenie minimal- ne
Obliczona całkowita ilość paliwa		kg				
Liczba porcji paliwa		-				
Zmierzony czas spalania		h /s/				
Średnia masa paliwa spalanego w ciągu godziny		kg/h /kg/s/				
Parametry stanu roboczego /wartości średnie/	Paliwa	Zawartość wilgoci całkowitej Wartość opałowa	% % $\frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$ /kJ/kg/			
	Powietrza	Temperatura wewnętrzna	$^{\circ}\text{C}/\text{K}/$			
		Temperatura zewnętrzna	$^{\circ}\text{C}/\text{K}/$			
		Stan barometryczny	T_r			
	S p a l i n	Ciąg kominowy	mm H ₂ O /N/m ² /			
Temperatura		$^{\circ}\text{C}/\text{K}/$				
Zawartość CO ₂		%				
Zawartość O ₂		%				
	Zawartość CO	%				
Stałe pro- dukty spa- lania	Masa żużla odniesiona do masy paliwa	kg/kg				
	Zwartość części palnych	%				

Załącznik 3

Bilans cieplny

Rodzaj straty	Jed- nos- tka	Charakterystyka pracy pieca			
		Jednokrot- ne palenie na dobę /wydajność znamionowa/	Dwukrotne palenie na dobę /wydajność maksymalna/	Palenie forsowne	Palenie minimalne
Strata wylotowa	%				
Strata niezupełnego spalania	%				
Strata niecałkowitego spalania	%				
Suma strat	%				

Sprawność cieplna pieca ze względu na straty

Sprawność	Jed- nos- tka	Charakterystyka pracy pieca			
		Jednokrot- ne palenie na dobę /wydajność znamionowa/	Dwukrotne palenie na dobę /wydajność maksymalna/	Palenie forsowne	Palenie minimalne
	%				

Stwierdzona wydajność cieplna pieca

	Jed- nos- tka	Charakterystyka pracy pieca			
		Jednokrot- ne palenie na dobę /wydajność znamionowa/	Dwukrotne palenie na dobę /wydajność maksymalna/	Palenie forsowne	Palenie minimalne
Wydajność cieplna pieca	kcal/h /kJ/s/				

Załącznik 4

Wynik obserwacji

Jednostka badawcza		Typ pieca	Badanie Nr
Lp.	Wyszczególnienie	O p i s	
1	Typ paliwa		
2	Ilość paliwa użyta do badań		
3	Ilość paliwa użyta do doprowadzenia pieca do stanu równowagi cieplnej		
4	Czas zapalenia podpałki	godz.	min.
5	Czas zapalenia paliwa podstawowego	godz.	min.
6	Czas rusztowania paliwa		
7	Sposób porcjowania paliwa	kg	godz. min.
	I porcja	kg	godz. min.
	II "	kg	godz. min.
8	Sposób otwarcia drzwiczek paleniskowych		
	- pow. otwarcia	godz.	min.
	- czas otwarcia	godz.	min.
9	Sposób otwarcia drzwiczek popielnika		
	- pow. otwarcia		
	- czas otwarcia	godz.	min.
10	Przebieg procesu spalania		
11	Czas zamknięcia drzwiczek	godz.	min.
12	Czas zakończenia spalania	godz.	min.
13	Uwagi dotyczące trwałości pieca i inne		

Załącznik 5

Zestawienie wyników badań makroskopowych wykonywanych w trakcie demontażu prototypu pieca po zakończeniu cyklu badań laboratoryjnych

Jednostka badawcza		Typ pieca	Badanie nr Data
Lp.	Wyszczególnienie	Opis /uwagi/	
	Dane konstrukcyjne	Schemat	
1	Układ kanałów dymowych		
2	Wymiary gabarytowe		
3	Objętość masy akumulacyjnej		
4	Objętość pustych przestrzeni komora paleniskowa, popielnik, kanały dymowe		
5	Masa		
6	Charakterystyka materiałów ceramicznych /typ, ilość, stan techniczny/		
7	Powierzchnia ogrzewalna ściana nr 1 " nr 2 " nr 3 " nr 4 Sklepienia		
8	Powierzchnia rusztu		
9	Wymiary komory paleniskowej		
10	Wymiary rury dymowej		
11	Uwagi dotyczące stanu pow. wewnętrznych, zewnętrznych, armatury itd.		