

MASZYNY I URZĄDZENIA SZCZEGÓLNEGO PRZEZNACZENIA	NORMA BRANŻOWA	<b>BN-70</b>
	<b>Piece elektrodowe solne symetryczne</b>	<b>2780-02</b>
	Ogólne wymagania i badania	Grupa katalogowa VI 75

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania trójfazowych pieców elektrodowych solnych symetrycznych i ich wyposażenia.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Wymagania i badania niniejszej normy należy stosować do pieców elektrodowych solnych symetrycznych do obróbki cieplnej wsadów metalowych w kąpielach grzejnej o temperaturze nie przekraczającej 1350°C.

Norma nie dotyczy pieców z kąpielą grzejną grożącą wybuchem oraz pieców z kąpielą cyjanową.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. Piec elektrodowy symetryczny** — piec elektrodowy o pionowych elektrodach umieszczonych przy ścianach tygla w taki sposób, że osie elektrod są krawędziami graniastosłupa foremnego, symetrycznego względem tygla.

**1.3.2. Kąpiel grzejna** — środowisko ciekłe służące do nagrzewania zanurzonego w nim wsadu.

**1.3.3. Elektroda rozgrzewcza** — elektroda grzejna służąca wyłącznie do roztopiania soli w trakcie rozgrzewu pieca.

**1.3.4. Opornik rozgrzewczy** — opornik grzejny służący wyłącznie do roztopiania soli w trakcie rozgrzewu pieca.

**1.3.5. Uchwyt elektrody** — konstrukcja nośna służąca do utrzymywania elektrody w wymaganym położeniu względem tygla i do doprowadzania do niej prądu elektrycznego od toru wielkopiędowego.

**1.3.6. Zacisk pieca** — część uchwytu elektrody służąca do elektrycznego i mechanicznego połączenia jej z torem wielkopiędowym.

**1.3.7. Tygiel pieca** — część pieca służąca do utrzymywania w niej kąpeli grzejnej.

**1.3.8. Przestrzeń użytkowa pieca** — część przestrzeni wewnętrznej tygla przeznaczona do umieszczenia w niej wsadu wraz z przyrządem załadowniczym.

**1.3.9. Poziom kąpiel grzejnej** — wysokość przestrzeni wypełnionej kąpielą grzejną mierzona od dna tygla.

**1.3.10. Znamionowy poziom kąpeli grzejnej** — poziom kąpeli grzejnej (bez zanurzonego wsadu i przyrządu załadowniczego), na który piec został zbudowany i oznaczony.

**1.3.11. Wyciąg oparów pieca** — urządzenie wentylacyjne służące do usuwania oparów z kąpeli grzejnej.

**1.3.12. Tor wielkopiędowy** — instalacja elektryczna łącząca zaciski wtórne transformatora piecowego z zaciskami pieca.

**1.3.13. Napięcie pieca** — napięcie międzyprzewodowe na zaciskach pieca.

**1.3.14. Prąd pieca** — prąd w torze wielkopiędowym pieca.

**1.3.15. Zakres temperatur roboczych soli grzejnej** — zakres temperatur przy jakich można stosować tę sól jako kąpiel grzejną.

**1.3.16. Czas rozgrzewu pieca elektrodowego** — czas potrzebny na roztopienie soli grzejnej i na nagrzanie jej w piecu do temperatury równej temperaturze znamionowej pieca.

**1.3.17. Pozostałe określenia** — wg PN-66/E-02301 i PN-69/E-06040.

### 1.4. Normy i dokumenty związane

PN-66/E-02301 Przemysłowe urządzenia elektrotermiczne. Klasyfikacja, nazwy i określenia

PN-55/E-05021 Urządzenia elektroenergetyczne. Wyznaczanie obciążalności przewodów i kabli

PN-56/E-05020 Urządzenia elektroenergetyczne. Wyznaczanie obciążalności szyn sztywne

PN-69/E-06040 Transformatory. Ogólne wymagania i badania

PN-64/E-06310 Ceramiczne wyroby ogniotrwałe dla elektrycznych pieców oporowych. Wymagania i badania techniczne

PN-59/E-08507 Palec probierczy do badania przyrządów elektrycznych

BN-68/6765-18 Materiały ogniotrwałe. Piece elektryczne oporowe. Własności wyrobów

Zjednoczenie Urzędzeń Technologicznych „TECHMA”

Ustanowiona przez Dyrektora ZUT „TECHMA” dnia 7 grudnia 1970 r. jako norma obowiązująca w zakresie produkcji i obrotu od dnia 1 lipca 1971 r. (Mon. Pol. nr 13/1971, poz. 102).

Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV

## 2. WYMAGANIA

### 2.1. Wymagania ogólne

**2.1.1. Ogólna charakterystyka.** Piece elektrodowe solne symetryczne mogą być konstruowane jedynie jako piece o tyglu ceramicznym i zasilane napięciem zmiennym trójfazowym o częstotliwości sieciowej.

**2.1.2. Napięcie robocze.** Najwyższe napięcie robocze pieca nie powinno przekraczać 24 V. Dopuszcza się napięcie robocze wyższe, ale nie przekraczające 42 V dla pieców zainstalowanych w warunkach odpowiadających wymaganiom dla pomieszczeń zwykłych lub o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia wg Zarządzenia Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r.

**2.1.3. Temperatura znamionowa.** Piece należy budować na temperatury znamionowe nie przekraczające 1350°C.

**2.1.4. Zakres temperatur roboczych pieca.** Piec powinien być zbudowany do pracy z określonym rodzajem soli grzejnej. Zakres temperatur roboczych pieca powinien być zgodny z zakresem temperatur roboczych zastosowanej soli grzejnej.

**2.1.5. Dopuszczalne odchyłki czasu rozgrzewu pieca.** Czas rozgrzewu pieca nie powinien przekraczać wartości podanej przez wytwórcę o więcej niż 20%.

**2.1.6. Dopuszczalne odchyłki mocy rozgrzewu.** Moc rozgrzewu pieca nie powinna przekraczać wartości podanej przez wytwórcę o więcej niż 25%.

**2.1.7. Dopuszczalne odchyłki mocy jałowej pieca.** Moc jałowa pieca nie powinna przekraczać wartości podanej przez wytwórcę o więcej niż 15%.

**2.1.8. Oporność izolacji pieca** między jego obudową a:

— każdym z zacisków pieca zimnego nie powinna być mniejsza od 200 kΩ,

— zaciskiem pieca nagrzanego do temperatury znamionowej nie powinna być mniejsza od 10 kΩ.

### 2.2. Wymagania bezpieczeństwa

**2.2.1. Bezpieczeństwo dotyku.** Części pieca i jego wyposażenia będące pod napięciem wyższym od napięcia roboczego (2.1.2) powinny być chronione od dotyku. Powłoki lakierowe i emaliowe nie są dostateczną ochroną przed niebezpieczeństwem dotyku.

Jeżeli dotknięcie części będących pod napięciem wyższym od napięcia roboczego jest możliwe po zdjęciu osłony, osłona ta powinna być tak umocowana, żeby jej zdjęcie było niemożliwe bez użycia narzędzi.

Wszystkie dostępne dla dotyku części metalowe pieca i jego wyposażenia, z wyjątkiem elektrod, mogące podczas pracy znaleźć się przypadkowo pod napięciem wyższym od napięcia roboczego, powinny być metalicznie połączone ze sobą oraz z zaciskiem uziomowym lub zerującym.

Zaleca się wyposażyć piec w wyłącznik przeciwporażeniowy napięciowy, który przy przypadkowym pojawieniu się na uzwojeniu wtórnym transformatora piecowego napięcia wyższego od napięcia roboczego spowoduje wyłączenie pieca spod napięcia.

**2.2.2. Wytrzymałość elektryczna.** Izolacja elektryczna pieca powinna wytrzymać w ciągu 1 min bez przebicia lub przeskoku napięcie probiercze zmienne praktycznie sinusoidalne o częstotliwości 50 Hz i wartości skutecznej 500 V przyłożone między zaciskiem pieca połączonym z transformatorem piecowym, a obudową pieca.

**2.2.3. Warunki bezpiecznej eksploatacji i obsługi** powinny być szczegółowo opisane w instrukcji obsługi pieca.

### 2.3. Wymiary

**2.3.1. Najmniejsze dopuszczalne odstępy izolacyjne** dla pieców elektrodowych solnych symetrycznych podano w tabl. 1.

Tablica 1. Najmniejsze dopuszczalne odstępy izolacyjne

Wyszczególnienie	Odstęp mm
Najmniejszy odstęp, mierzony na powierzchni części izolującej	
— między częściami będącymi pod napięciem o różnej biegunowości	10
— między częściami będącymi pod napięciem o różnej biegunowości, jeżeli są całkowicie zabezpieczone przed wilgocią i zanieczyszczeniem	8
— między częściami wiodącymi prąd a nieizolowaną obudową	10
Najmniejszy odstęp w powietrzu	
— między częściami będącymi pod napięciem o różnej biegunowości	8
— między częściami wiodącymi prąd a nieizolowaną obudową	8

Zaleca się zwiększenie podanych odstępów wszędzie tam, gdzie nie następuje to trudności konstrukcyjnych.

**2.3.2. Dopuszczalne odchyłki od wymiarów znamionowych tygla pieca** powinny być zgodne z dokumentacją pieca.

**2.3.3. Znamionowy poziom kąpielii grzejnej** — do 0,8 głębokości tygla.

**2.3.4. Rozmieszczenie elektrod.** Dopuszczalna odchyłka od podanych w dokumentacji pieca wymiarów określających rozmieszczenie elektrod wynosi  $\pm 3\%$ .

**2.3.5. Wymiary przestrzeni użytkowej pieca** powinny być określone przez wytwórcę. Przestrzeń użytkowa powinna być zlokalizowana symetrycznie względem osi pionowej tygla.

Zaleca się, aby wymiary przestrzeni użytkowej były określone przy zachowaniu odstepu nie mniejszego niż 50 mm od powierzchni elektrod, ścian i dna tygla oraz powierzchni kąpieli grzejnej.

## 2.4. Budowa

**2.4.1. Wymagania ogólne.** Piece elektrodowe powinny być tak zbudowane i wyposażone, żeby mogły pracować w sposób pewny zgodnie z ich przeznaczeniem, oraz żeby wskutek ich rozgrzewania, studzenia i innych czynników występujących przy normalnej pracy pieca nie nastąpiło uszkodzenie lub zniszczenie części wyposażenia a także obluzowanie lub szkodliwe przesunięcie jego części konstrukcyjnych. W czasie prawidłowej eksploatacji pieca elektrodowego nie powinno powstawać niebezpieczeństwo dla otoczenia, w szczególności niebezpieczeństwo pożaru lub wybuchu, ani niebezpieczeństwo oparzenia, zatrucia lub porażenia. Konstrukcja pieca powinna uniemożliwiać przesuwanie się elektrod i uchwytów elektrod względem obudowy.

**2.4.2. Nagrzewanie się części pieca.** Najwyższe dopuszczalne temperatury nagrzewania się różnych części pieca w stanie cieplnie ustalonym przy temperaturze znamionowej pieca nie powinny przekraczać wartości podanych w tabl. 2.

Należy przestrzegać, aby nie powstawały miejscowe przegrzania konstrukcji pieca (obudowy, osłon itp.) prądami indukowanymi wskutek przepływu prądu roboczego pieca.

**Tablica 2. Najwyższe dopuszczalne temperatury nagrzewania się części pieca**

Wyszczególnienie	Dopuszczalna temperatura, °C
Zaciski pieca	200
Zewnętrzne ściany boczne pieca <sup>1)</sup>	150
Uchwyty ręczne — pokrętła dotykane przy normalnej pracy <sup>2)</sup>	60
Przewody toru wielkopiędowego <sup>3)</sup>	100
Wyposażenie oraz aparatura pomiarowo-regulacyjna zainstalowana w pobliżu pieca <sup>4)</sup>	40

<sup>1)</sup> Nie dotyczy kołpaka pieca.

<sup>2)</sup> Nie dotyczy rękojeści lub uchwytów, którymi można posługiwać się w czasie pracy pieca tylko za pomocą odpowiednich narzędzi.

<sup>3)</sup> Nie dotyczy toru wielkopiędowego w pobliżu zacisków pieca.

<sup>4)</sup> Jeżeli odpowiednie normy nie postanawiają inaczej.

**2.4.3. Elektrody pieca.** Należy zapewnić możliwość dogodnej wymiany elektrod roboczych pieca.

Zaleca się wykonywanie elektrod roboczych o przekroju prostokątnym i grubości co najmniej 20 mm i umieszczenie ich w wgłębieniu wymurówki tygla tak, aby bezpośrednio stykały się z kąpielą grzejną tylko powierzchnią jednego boku, oraz aby gęstość prądu nie przekraczała w nich 1 A/mm<sup>2</sup>. Zaleca się również takie rozwiązanie konstrukcyjne pieca, aby elektrody pieca nie stykały się bezpośrednio z powierzchnią kąpieli grzejnej, lecz były od niej odgródzone za pomocą odpowiednio ukształtowanych elementów ceramicznych. Zaleca się, aby części uchwytów elektrod stykające się z zaciskami pieca miały zapewnione dobre chłodzenie powietrzne.

**2.4.4. Zaciski pieca** powinny być skonstruowane w sposób zapewniający dobre i trwałe połączenie mechaniczne i elektryczne z torem wielkopiędowym. Połączenie to powinno być odporne na zmiany temperatur występujące w czasie pracy pieca.

**2.4.5. Wyciąg oparów.** Piec powinien mieć wentylacyjny wyciąg odprowadzający skutecznie opary z przestrzeni położonej nad powierzchnią kąpieli grzejnej.

**2.4.6. Uchwyty transportowe.** Piec powinien mieć uchwyty mocowane do konstrukcji obudowy umożliwiające jego podnoszenie w sposób bezpieczny.

## 2.5. Materiały

**2.5.1. Materiały elektroizolacyjne.** Elementy elektroizolacyjne pieca powinny być wykonane z materiałów odpornych na temperatury, które osiągają one w stanie cieplnie ustalonym przy temperaturze znamionowej pieca. Materiały te powinny zachować własności elektroizolacyjne w warunkach prawidłowej eksploatacji pieca.

**2.5.2. Materiały ogniotrwale** powinny spełniać wymagania BN-68/6765-18. Tygiel pieca powinien być wykonany z materiału ceramicznego odpornego na działanie soli grzejnej i temperatury znamionowej, na które piec został zbudowany. Na wymurówkę należy stosować kształtki szamotowe o zwiększonej zawartości tlenku glinu, silimanitowe lub wysokoglinowe. Tygiel pieca może być również ubijany z masy ceramicznej, pod warunkiem uzyskania ogniotrwałości zwykłej co najmniej 175 sP.

Kształtki tygla powinny być dokładnie do siebie dopasowane. Szczeliny między kształtkami nie mogą przekraczać 3 mm. Zaprawy wiążące stosowane do łączenia kształtek powinny mieć ogniotrwałość zwykłą co najmniej 173 sP.

Tygiel powinien zabezpieczać sól grzejną przed wyciekaniem.

Zaleca się, jako ochronę na wypadek awarii umieszczać tygiel w dodatkowej obudowie stalowej oddzielającej go od izolacji cieplnej pieca.

**2.5.3. Materiały termoizolacyjne** stosowane do budowy pieców elektrodowych powinny spełniać wymagania PN-64/E-06310.

Izolacja cieplna pieców, w których tygiel zabezpieczony jest przed przeciekaniem szczelną obudową stalową, może być wykonana z sypkich materiałów termoizolacyjnych.

**2.5.4. Materiały elektrodowe.** Elektrody robocze i rozgrzewcze pieców powinny być wykonane z metalu odpornego na działanie soli grzejnej i temperatur występujących przy pracy pieca w warunkach znamionowych.

**2.5.5. Materiały konstrukcyjne metalowe (poza elektrodowymi).** Jako metale konstrukcyjne pracujące w temperaturach powyżej 500°C należy stosować stale żaroodporne. Konstrukcje metalowe stanowiące obudowę pieca powinny być chronione przed korozją w temperaturach występujących przy pracy pieca w warunkach znamionowych.

## 2.6. Wyposażenie

**2.6.1. Dobór wyposażenia** powinien umożliwiać prawidłową pracę pieca w sposób zgodny z jego przeznaczeniem. Każdy piec powinien być wyposażony w co najmniej:

- a) bezpieczniki topikowe,
- b) transformator piecowy,
- c) przełącznik zacsepów transformatora piecowego,
- d) wyłącznik napięcia zasilającego,
- e) układ sygnalizujący stan włączenia i wyłączenia pieca,
- f) trzy amperomierze do pomiaru prądu w trzech fazach,
- g) woltomierz z przełącznikiem woltomierzowym,
- h) układ do pomiaru i regulacji temperatury,
- i) stycznik,
- j) tor wielkopiędowy,
- k) wyposażenie rozgrzewcze,
- l) wyciąg oparów.

Ponadto piece o mocy zainstalowanej powyżej 50 kW powinny być wyposażone w licznik energii czynnej.

Wszystkie elementy wyposażenia powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi dla nich normami.

Zaleca się wyposażyć piec również w wentylator do wyciągu oparów.

**2.6.2. Przeciężalność elementów wyposażenia.** Wszystkie elementy wyposażenia pieca powinny być dobrane z uwzględnieniem możliwości zmian napięcia zasilającego o  $\pm 10\%$ .

**2.6.3. Transformator piecowy.** Transformator piecowy powinien spełniać wymagania PN-69/E-06040.

Jako transformator piecowy należy stosować transformator mocy o uzwojeniach niezależnych z regulacją stopniową przy zmiennym strumieniu magnetycznym.

Zakres regulacji napięć wtórnych transformatora piecowego oraz moce transformatora dla poszczególnych stopni napięcia wtórnego powinny umożliwiać użytkowanie pieca zgodne z instrukcją obsługi.

Zaleca się stosowanie transformatorów piecowych suchych lub wypełnionych olejem niepalnym.

Dopuszcza się stosowanie transformatorów olejowych z olejem palnym z zachowaniem wymagań zawartych w Zarządzeniu Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r.

**2.6.4. Tor wielkopiędowy.** Konstrukcja toru wielkopiędowego powinna zapewniać trwałe zachowanie dopuszczalnych odstępów izolacyjnych (2.3.1) oraz dobre chłodzenie powietrzne. Przekrój przewodów toru wielkopiędowego nie powinien być mniejszy niż określony w PN-56/E-05020 lub PN-55/E-05021 dla prądu o wartości 1,1 największego prądu wtórnego transformatora piecowego. W przypadku stosowania przewodów giętkich wielożyłowych należy co najmniej trzykrotnie zwiększyć odstęp izolacyjny wg 2.3.1.

Zaleca się wykonywanie toru wielkopiędowego z szyn lakierowanych, stosowanie osłony zabezpieczającej tor wielkopiędowy przed zwarciami tak zamocowanej, żeby jej zdjęcie było niemożliwe bez użycia narzędzi. Zaleca się, żeby długość toru wielkopiędowego nie przekraczała 1,5 m.

**2.6.5. Przełącznik zacsepów transformatora piecowego** powinien umożliwiać beznapięciowe przełączanie uzwojeń pierwotnych transformatora jednocześnie dla 3 faz zasilania. Każde położenie przełącznika powinno być oznaczone wartością napięcia wtórnego i dopuszczalnego prądu pierwotnego bądź wtórnego transformatora piecowego, odpowiadającego dopuszczalnej mocy transformatora na danym zacsepie. Dopuszcza się również oznaczenie położenia przełącznika cyframi rosnącymi w kierunku rosnących napięć wtórnych. W tym przypadku w pobliżu przełącznika powinna być umieszczona tabliczka informująca o napięciu i dopuszczalnych prądach odpowiadających każdemu numerowi położenia przełącznika. Przełącznik zacsepów powinien być sprzężony z układem blokady uniemożliwiającej jego zadziałanie pod obciążeniem oraz dobrany do wartości prądu nie mniejszej niż 1,1 największego prądu pierwotnego transformatora piecowego.

**2.6.6. Układ do regulacji temperatury** powinien zapewniać utrzymywanie temperatury roboczej pieca z dokładnością nie mniejszą niż podana przez wytwórcę, dla pełnego zakresu temperatur roboczych pieca (2.1.4).

**2.6.7. Wyposażenie rozgrzewcze** powinno umożliwić zrealizowanie rozgrzewu pieca wg instrukcji obsługi. Przy stosowaniu oporników rozgrzewczych należy je zaopatrzyć w uchwyty umożliwiające bezpieczne posługiwanie się nimi. Elektrodom rozgrzewczym należy zapewnić prawidłowe połączenie elektryczne i mechaniczne z elektrodami roboczymi.

## 2.7. Cechowanie

**2.7.1. Tabliczka znamionowa pieca.** Piec powinien być zaopatrzony w trwałą i czytelną tabliczkę znamionową, umieszczoną na obudowie pieca w widocznym miejscu i zawierającą następujące dane:

- a) nazwę i znak wytwórni,
- b) oznaczenie typu,
- c) numer fabryczny i rok produkcji,
- d) napięcie znamionowe pierwotne transformatora piecowego, V,
- e) zakres regulacji napięć wtórnych transformatora piecowego, V,
- f) maksymalny prąd wtórny transformatora piecowego, A,
- g) moc znamionową transformatora piecowego, kVA,
- h) temperaturę znamionową, °C,
- i) masę pieca, kg.

**2.7.2. Tabliczka znamionowa tablicy sterowniczej.** W przypadku umieszczenia transformatora piecowego w tablicy sterowniczej należy ją zaopatrzyć w trwałą i czytelną tabliczkę znamionową umieszczoną na obudowie tablicy w widocznym miejscu i zawierającą następujące dane:

- a) nazwę i znak wytwórni tablicy,
- b) oznaczenie typu tablicy,
- c) numer fabryczny i rok produkcji tablicy,
- d) znamionowe napięcie pierwotne transformatora piecowego, V,
- e) napięcia znamionowe wtórne poszczególnych uzwojeń transformatora piecowego, V,
- f) dopuszczalne prądy pierwotne lub wtórne transformatora piecowego dla wszystkich stopni napięć wtórnych, A,
- g) moc znamionową transformatora piecowego, kVA.

## 2.7.3. Dokumentacja towarzysząca

**2.7.3.1. Dokumentacja pieca.** Do każdego pieca powinna być dołączona dokumentacja techniczno-

-ruchowa, zawierająca co najmniej metrykę, instrukcję obsługi i kartę gwarancyjną oraz zaświadczenie wytwórcy o jakości wyrobu. Schemat połączeń elektrycznych tablicy sterowniczej powinien być umieszczony na wewnętrznej ścianie tablicy.

**2.7.3.2. Metryka pieca** oprócz danych umieszczonych na tabliczce znamionowej pieca i tablicy sterowniczej lub transformatorze piecowym powinna zawierać następujące dane:

- a) moc jałową pieca, kW,
- b) moc rozgrzewu pieca, kW,
- c) czas rozgrzewu pieca, h,
- d) wymiary tygła, mm,
- e) wymiary przestrzeni użytkowej, mm,
- f) dane znamionowe elementów wyposażenia pieca,
- g) masę szafy sterowniczej i transformatora piecowego, kg,
- h) znamionowy poziom kąpielii grzejnej, mm,
- i) trwałość tygła oraz trwałość elektrod w warunkach określonych przez wytwórcę, h.

**2.7.3.3. Instrukcja obsługi pieca** powinna zawierać co najmniej:

- a) dane znamionowe urządzenia elektrodowego,
- b) rodzaj, skład, zakres temperatur roboczych soli grzejnej, dla której piec został zbudowany oraz znamionową objętość kąpielii grzejnej,
- c) opis techniczny urządzenia elektrodowego zawierający schemat połączeń elektrycznych,
- d) szczegółowe przepisy bezpieczeństwa pracy przy piecu z uwzględnieniem — ochrony przed promieniowaniem i oparzeniami, stopnia toksyczności kąpielii grzejnych i stosowania zabezpieczeń,
- e) sposób wykonania montażu urządzenia,
- f) sposób suszenia pieca i przeprowadzenia pierwszego powolnego rozgrzewu, jak również rozgrzewu po dłuższej przerwie w pracy pieca,
- g) sposób rozgrzewania, eksploatacji i studzenia pieca,
- h) sposób i terminy konserwacji urządzenia,
- i) trwałość elektrod i sposób ich wymiany oraz materiał i rysunki elektrod,
- j) trwałość wymurowania tygła i sposób jego wymiany, materiał i rysunki lub nr katalogowy kształtek tygła,
- k) wykaz części zamiennych.

**2.7.3.4. Zaświadczenie wytwórcy o jakości wyrobu** powinno zawierać co najmniej stwierdzenie dodatniego wyniku badań pełnych (typu) wg 3.2.

### 3. BADANIA

**3.1. Rodzaje badań.** Stosuje się dwa rodzaje badań:

a) badania pełne (typu), które pozwalają na wyczerpującą ocenę pieca pod względem zastosowania materiałów, budowy i wykonania.

b) badania niepełne (wyrobu), które pozwalają na sprawdzenie, czy w wykonaniu pieca nie popełniono przypadkowych błędów.

Badania pełne (typu) stosuje się w celu oceny nowych konstrukcji lub w przypadku wprowadzenia zmian konstrukcyjnych lub materiałowych, mogących mieć wpływ na wynik badań, oraz do okresowych badań pełnych (typu), które należy wykonywać nie rzadziej niż co trzy lata, jak również w przypadku badań rozjemczych.

Badania niepełne (wyrobu) stosuje się przy bieżącej kontroli produkcji wykonywanej przez wytwórcę oraz przy próbach poprzedzających odbiór.

**3.2. Badania pełne (typu)** polegają na wykonaniu następujących prób w podanej kolejności:

a) oględziny (2.2.1, 2.4.3÷2.4.6, 2.5, 2.6, 2.7.1÷2.7.3).

b) sprawdzenie wymiarów (2.3),

c) sprawdzenie bezpieczeństwa dotyku (2.2.1),

d) sprawdzenie oporności izolacji pieca zimnego (2.1.8),

e) sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej (2.2.2),

f) sprawdzenie czasu rozgrzewu i mocy rozgrzewu (2.1.5, 2.2.6),

g) sprawdzenie mocy jałowej (2.1.7),

h) sprawdzenie nagrzewania się części konstrukcyjnych (2.4.2),

i) sprawdzenie działania pieca i jego wyposażenia (2.4.1, 2.4.3÷2.4.5, 2.6),

j) sprawdzenie oporności izolacji pieca gorącego (2.1.8).

**3.3. Badania niepełne (wyrobu)** polegają na wykonaniu następujących prób w podanej kolejności:

a) oględziny (2.2.1, 2.5, 2.6.1, 2.7.1÷2.7.3),

b) sprawdzenie wymiarów (2.3),

c) sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej (2.2.2).

#### 3.4. Liczność próbek

**3.4.1. Badania pełne (typu).** Przy produkcji jednego typu pieców przekraczającej 10 sztuk rocznie do badania pełnego (typu) należy pobrać sposobem losowym co najmniej dwa piece. Przy produkcji jednego typu pieców nie przekraczającej 10 sztuk rocznie do badania pełnego (typu)

należy pobrać sposobem losowym co najmniej jeden piec.

Do okresowych badań pełnych (typu) należy pobrać jeden piec, z tym że dla produkcji przekraczającej 1 sztukę rocznie piec powinien być pobrany sposobem losowym.

**3.4.2. Badania niepełne (wyrobu).** Badaniom tym należy poddać każdy piec, przy czym próby te przeprowadza się u wytwórcy albo u użytkownika przed oddaniem pieca do eksploatacji.

#### 3.5. Opis badań

**3.5.1. Ogólne warunki wykonywania badań.** Przygotowanie pieca do badań polega na przeprowadzeniu montażu urządzenia, wysuszeniu pieca i przeprowadzeniu pierwszego rozgrzewu, a następnie opróżnieniu pieca z kąpieli i wystudzeniu. Wszystkie czynności przy piecu wykonywane w czasie prób powinny być zgodne z instrukcją obsługi.

Badania powinny być wykonywane w warunkach zewnętrznych zbliżonych do warunków normalnej pracy pieca. Temperatura otoczenia przy wykonywaniu prób powinna wynosić  $20 \pm 10^\circ\text{C}$ . Wahania napięcia zasilającego w czasie badań nie powinny przekraczać  $\pm 5\%$ . Do prób należy stosować świeżą, nieużywaną sól grzejącą, której rodzaj, zakres temperatur roboczych i skład zgodne są z danymi określonymi w instrukcji obsługi pieca. W czasie rozgrzewu pieca należy napełnić tygiel solą grzejącą do poziomu odpowiadającego znamionowemu poziomowi kąpieli grzejącej. Poziom kąpieli grzejącej w czasie badań nie powinien się różnić od znamionowego więcej niż  $\pm 5\%$ . Regulację temperatury kąpieli w czasie badań należy przeprowadzać za pomocą aparatury wchodzącej w skład wyposażenia pieca. Błąd pomiaru temperatur części konstrukcyjnych nie powinien przekraczać  $\pm 5\%$ . Pomiar napięć i prądów należy przeprowadzać miernikami klasy 0.5. Pomiar oporności izolacji pieca należy przeprowadzać technicznym mostkiem Wheatstone'a. Za stan cieplnie ustalony przyjmuje się taki stan pieca, w którym energia pobrana przez piec w dwóch następujących po sobie równych okresach czasu nie różni się od siebie więcej niż  $\pm 2\%$ , przy czym w przypadku zasilania pieca stałą mocą te okresy czasu nie powinny być krótsze od 1 h, natomiast w przypadku zasilania pieca mocą zmieniającą się cyklicznie okresy czasu powinny ponadto stanowić wielokrotność cyklu zasilania.

**3.5.2. Oględziny przy badaniach pełnych** polegają na sprawdzeniu, czy piec i jego wyposażenie odpowiada tym wymaganiom normy, których spełnienie może być stwierdzone bez wykonywania pomiarów. Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- a) cełowanie,
- b) bezpieczeństwo dla otoczenia,
- c) sprawdzenie dokumentacji techniczno-ruchowej pieca,
- d) dobór wyposażenia,
- e) zastosowane materiały,
- f) wykonanie elementów pieca.

Przy badaniach niepełnych (wyrobu) w czasie oględzin należy zwrócić szczególną uwagę na:

- a) cełowanie,
- b) bezpieczeństwo dla otoczenia,
- c) sprawdzenie kompletności dokumentacji towarzyszącej,
- d) dobór wyposażenia,
- e) zastosowane materiały,
- f) prawidłowość montażu.

**3.5.3. Sprawdzenie wymiarów** polega na stwierdzeniu, czy są zachowane najmniejsze dopuszczalne odstępstwa izolacyjne (2.3.1), dopuszczalne odchyłki od wymiarów znamionowych tygla (2.3.2, 2.3.3, 2.3.5) i dopuszczalna odchyłka rozmieszczenia elektrod (2.3.4).

**3.5.4. Sprawdzenie bezpieczeństwa dotyku.** Należy sprawdzić za pomocą znormalizowanego palca probierczego wg PN-59/E-08507, wskaźnika przepływu prądu i źródła prądu o napięciu co najmniej 40 V, czy części pieca będące podczas pracy pod napięciem wyższym od napięcia roboczego są chronione od przypadkowego dotyku zgodnie z wymaganiami 2.2.1.

**3.5.5. Sprawdzenie oporności izolacji pieca zimnego** polega na wykonaniu pomiaru oporności między każdym z zacisków pieca a jego obudową.

Sprawdzenie oporności izolacji pieca gorącego należy wykonać bezpośrednio po wyłączeniu pieca po przeprowadzeniu sprawdzenia nagrzewania się części konstrukcyjnych (3.5.9). Sprawdzenie to polega na wykonaniu pomiaru oporności między każdym z zacisków pieca a jego obudową.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli zostaną spełnione wymagania 2.1.8.

**3.5.6. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej.** Próbę należy wykonać na piecu zimnym za pomocą transformatora probierczego o mocy nie mniejszej niż 500 VA. Napięcie probiercze (2.2.2) należy doprowadzić na przeciąg 1 min między części pieca będące podczas pracy pod napięciem a obudowę pieca.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania 2.2.2.

**3.5.7. Sprawdzenie czasu rozgrzewu i mocy rozgrzewu.** Piec zimny przygotowany do prób zgodnie z 3.5.1 należy rozgrzać w sposób podany w instrukcji obsługi. W chwili osiągnięcia temperatury znamionowej w przestrzeni użytkowej

i znamionowego poziomu kąpielii grzejnej należy zanotować czas, który upłynął od chwili rozpoczęcia rozgrzewu oraz energię elektryczną pobraną przez piec w czasie rozgrzewu. Należy obliczyć moc rozgrzewu w kilowatach jako iloraz pomierzonej energii w kilowatogodzinach i czasu rozgrzewu w godzinach.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania podane w 2.1.5, 2.1.6.

**3.5.8. Sprawdzenie mocy jałowej.** W piecu bez wsadu należy utrzymywać temperaturę znamionową i znamionowy poziom kąpielii grzejnej aż do osiągnięcia stanu cieplnie ustalonego według ogólnych warunków wykonywania prób (3.5.1). Następnie po zanotowaniu czasu i wskazań licznika energii elektrycznej należy w dalszym ciągu utrzymywać w piecu temperaturę znamionową i znamionowy poziom kąpielii grzejnej przez okres czasu równy trzykrotnej wartości czasu rozgrzewu, po czym powtórnie zanotować czas i wskazania licznika energii elektrycznej. Należy obliczyć średnią moc jałową w kilowatach jako iloraz energii pobranej w czasie próby w kilowatogodzinach i czasu próby w godzinach.

W piecach o temperaturze znamionowej wyższej od 1100°C, dla których wytwórca podał wartość mocy jałowej (2.1.7) przy temperaturze roboczej wynoszącej około 0,8 temperatury znamionowej, należy sprawdzenie mocy jałowej wykonać po 16-godzinnej pracy pieca w określonej w 2.1.7 temperaturze. Następnie należy sprawdzić średni pobór mocy pieca w czasie 3-godzinnej pracy w temperaturze znamionowej.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania podane w 2.1.7.

**3.5.9. Sprawdzenie nagrzewania się części konstrukcyjnych.** Próbę należy wykonać bezpośrednio po zakończeniu próby 3.5.8. W czasie próby, utrzymując w piecu temperaturę znamionową i znamionowy poziom kąpielii grzejnej, należy zmierzyć temperatury części konstrukcyjnych pieca wymienione w tabl. 2.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli spełnione są wymagania 2.4.2.

**3.5.10. Sprawdzenie działania pieca i jego wyposażenia** należy wykonać po próbie 3.5.9, utrzymując w piecu temperaturę znamionową i znamionowy poziom kąpielii grzejnej. Dla sprawdzenia regulacji temperatury należy określić wartości najniższe i najwyższe krzywej przebiegu temperatury w czasie otrzymanej za pomocą rejestratora lub wykresłonej na podstawie wskazań miernika temperatury dla co najmniej 3 cykli regulacyjnych. W czasie przygotowywania pieca do prób wg 3.5.1 i przeprowadzania prób pieca wg 3.5.2÷3.5.9 należy zwracać uwagę na działa-

nie aparatury wchodzącej w skład tablicy sterowniczej (bezpieczniki, wyłączniki, transformator, układ sygnalizujący stan włączenia i wyłączenia pieca, mierniki, regulatory, styczniki itp.), wyciągu oparów, elementów wyposażenia rozgrzewczego pieca i innych, mogących mieć wpływ na prawidłowość pracy pieca.

Po całkowitym opróżnieniu tygla z soli grzejnej i wystudzeniu pieca należy sprawdzić stan tygla i elektrod pieca. Następnie należy sprawdzić sposób wymiany elektrod podany w instrukcji obsługi oraz przeprowadzić szczegółowe oględziny całego pieca wraz z wyposażeniem.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie części pieca działają w sposób zgodny z ich przeznaczeniem, jeżeli nie nastąpiło ich uszkodzenie w czasie prób, piec nadaje się do dalszej eksploatacji oraz, jeżeli są spełnione wymagania podane w 2.4.1, 2.4.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.5, 2.6.

**3.6. Ocena wyników badań.** Wynik badań pełnych (typu) należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie próby wymienione w 3.2 dadzą wyniki dodatnie.

Wynik badań niepełnych (wyrobu) należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie próby wymienione w 3.3 dadzą wyniki dodatnie.

KONIEC