

Krzysztof KUREK

Katedra Podstaw Procesów Metalurgicznych

Wydział Metalurgii i Inżynierii Materiałowej

Politechnika Śląska

ZASTOSOWANIE WZBUDNIKÓW WIELOWARSTWOWYCH DO NAGRZEWANIA INDUKCYJNEGO NISKOTEMPERATUROWEGO UCHWYTÓW NAKLEJNICZYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono koncepcję zastąpienia tradycyjnej technologii nagrzewania gazowego uchwytów naklejniczych nagrzewaniem indukcyjnym z zastosowaniem wzbudników wielowarstwowych, obliczenia, projekt i wyniki badań prototypu wzbudnika oraz rozwiązanie konstrukcyjne przemysłowego stanowiska nagrzewania indukcyjnego uchwytów naklejniczych do obróbki szkła torycznych w Śląskich Zakładach Mechaniczno-Optycznych "Opta" w Katowicach.

Summary. The paper presents the idea of replacing the traditional technology of gaseous heating of label grips by induction heating. With this induction heating we would use multi-layer inductors, calculations, design and the investigation results of prototype inductor and construction results of industrial stand for the induction heating of label grips for the production of glasses at OPTA - Silesian Mechanical-Optical Factory in Katowice.

Резюме. В работе представлена концепция замещения традиционной технологии газового нагрева стеклодержателей индукционным нагревом с применением многослойных индукторов. Приведены результаты расчетов, проект и итоги исследований прототипа индуктора а также конструкционные решение промышленного стенда для индукционного нагрева стеклодержателей в фабрике ОПТА в Катовицах.

1. WSTĘP

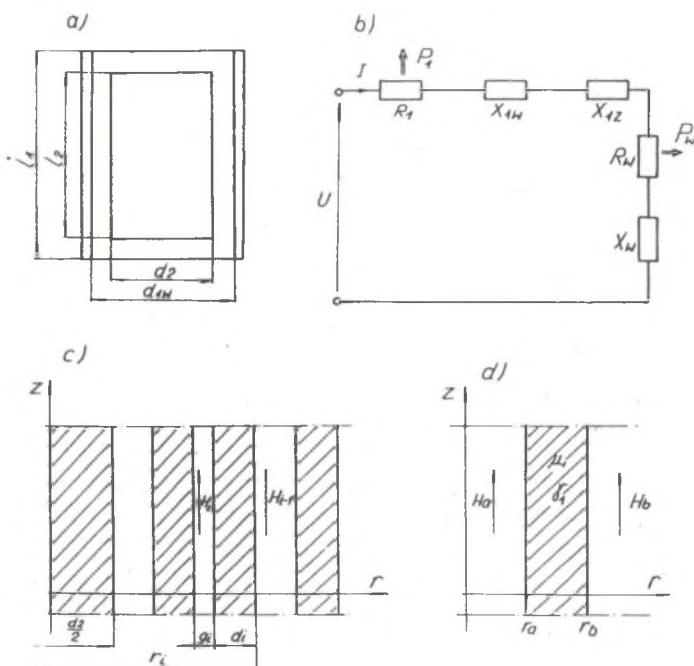
Nagrzewanie uchwytów naklejniczych jest kluczowym elementem technologii naklejania szkieł torycznych w procesie ich obróbki. Obecnie stosowana w SZM-O "OPTA" tradycyjna technologia przewiduje nagrzewanie uchwytów nieefektywną metodą pośrednią, za pomocą grzejników gazowych, uciążliwą ekologicznie a przy tym nie pozwalającą na mechanizację procesu. Uchwyt naklejniczy jest narzędziem wykonanym ze stopu aluminium, w którego gniazdach mocuje się szkła za pomocą kleju termoutwardzalnego, a następnie poddaje się je obróbce mechanicznej. Po zakończeniu szlifowania uchwyt nagrzewa się ponownie w celu odklejenia szkieł. Nagrzewany uchwyt umieszcza się na płycie metalowej podgrzewanej grzejnikami gazowymi. Po osiągnięciu temperatury ok. 90°C uchwyt przenosi się na podstawkę z osią pionową, gdzie następuje nałożenie warstwy kleju termoutwardzalnego na gniazda uchwytu i przyklejenie szkieł lub też ich odklejenie za pomocą specjalnej ssawki. W czasie nagrzewania pozostałości kleju w gniazdach spływają na płytę powodując wydzielanie się intensywnych nieprzyjemnych zapachów oraz gęstego dymu, a czasem następuje zapalenie się resztek kleju na płycie.

2. KONCEPCJA NAGRZEWANIA INDUKCYJNEGO

Uwzględniając wymagania technologiczne procesu naklejania szkieł, a mianowicie temperaturę i czas nagrzewania, wydajność urządzenia nagrzewającego oraz asortyment uchwytów naklejniczych, zaproponowano nagrzewanie uchwytów metodą indukcyjną we wzbudnikach zasilanych prądem o częstotliwości sieciowej [5], bezpośrednio z sieci 220/380 V [1,2]. Zastosowanie tego niezwykle prostego sposobu zasilania wymaga użycia wzbudników wielowarstwowych [6] chłodzonych powietrzem.

2.1. Obliczenia i projekt wzbudników

Obliczeń wzbudników dokonano opierając się na stosowanej powszechnie metodzie oporów wniesionych [5] odpowiednio zmodyfikowanej na potrzeby wzbudników wielowarstwowych. Indukcyjny układ grzejny (rys.1a) jest odbiornikiem energii elektrycznej, a więc może być rozpatrywany jako obwód



Rys.1. Indukcyjny układ grzewczy ze wzbudnikiem cylindrycznym wielowarstwowym: a - układ wzbudnik-wsad, b - schemat zastępczy, c - model obliczeniowy, d - nieskończenie rozległa warstwa cylindryczna w jednorodnym polu magnetycznym; l_1 - długość wzbudnika, l_2 - długość wsadu, d_1 - średnica wewnętrzna wzbudnika, d_2 - średnica wsadu, R_1 , X_{1w} , X_{1z} - rezystancja, reaktancja wewnętrzna i zewnętrzna wzbudnika, R_w , X_w - rezystancja i reaktancja wniesiona, d_i - grubość i-tej warstwy wzbudnika, g_i - i-ta odległość między warstwami, H_i, H_a, H_b - natężenie pola magnetycznego odpowiadające r_i, r_a, r_b

Fig.1. Induction heating system with multi-layer cylindrical inductor: a - inductor-charge system, b - substitute scheme, c - calculating model, d - boundless cylindrical layer in a homogeneous magnetic field; l_1 - the length of the inductor, l_2 - the length of the charge, d_1 - inner diameter of the inductor, d_2 - charge diameter, R_1, X_{1w}, X_{1z} - resistance, inner and outer inductor reactance, R_w, X_w - charge resistance and reactance, d_i - the thickness of the i-layer inductor, g_i - the thickness of i-inductor layer, H_i, H_a, H_b - magnetic intensity corresponding to r_i, r_a, r_b

elektryczny składający się z rezystancji i reaktancji (rys.1b). Ponieważ obliczenie parametrów schematu zastępczego jest bardzo trudne nawet przy użyciu metod numerycznych, dlatego przyjęto jednowymiarowy model obliczeniowy, nieskończenie rozległy (rys.1c). Założono stałość parametrów elektrycznych i magnetycznych wsadu oraz sinusoidalny przebieg prądu.

Rozwiązując równanie, które spełnia natężenie pola magnetycznego \mathbf{H} we wsadzie

$$\frac{d^2 \mathbf{H}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\mathbf{H}}{dr} - \alpha^2 \mathbf{H} = 0 \quad (1)$$

gdzie: \mathbf{H} - wartość skuteczna natężenia pola w obszarze $0 < r < \frac{d}{2}$,

$$\alpha = j\omega\mu_2\gamma_2,$$

$$\omega = 2\pi f,$$

f - częstotliwość prądu zasilającego,

$$j = \sqrt{-1},$$

μ_2 - przenikalność magnetyczna wsadu,

γ_2 - konduktywność wsadu,

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_0 \frac{I_0(\alpha r)}{I_0(\alpha r_2)}$$

gdzie:

$$\mathbf{H}_0 = \frac{I z}{l_u}$$

I_0 - zmodyfikowana funkcja Bessela rzędu zerowego,

I - skuteczna wartość prądu we wzbudniku,

z - liczba zwojów wzbudnika,

l_u - długość uzwojenia.

Uwzględniając związek między natężeniem pola elektrycznego \mathbf{E} i magnetycznego \mathbf{H}

$$\gamma_2 \mathbf{E} = - \frac{d\mathbf{H}}{dr}$$

otrzymamy gęstość strumienia mocy zespolonej zgodnie z twierdzeniem Poyntinga [5]:

$$\mathbf{S} = -\mathbf{EH}^* \Big|_{r=r_2} = -H_0^2 \frac{\alpha I_1(\alpha r_2)}{\gamma_2 I_0(\alpha r_2)} = H_0^2 \frac{k}{\gamma_2} (F_r + jF_x) \quad (2)$$

gdzie:

I_1 - zmodyfikowana funkcja Bessela rzędu pierwszego,

$$k_2 = \sqrt{\frac{\omega \mu_2 \gamma_2}{2}}$$

F_r, F_x - współczynniki kształtu wsadu walcowego.

Z wyrażenia /2/ oblicza się moc czynną i bierną, a z nich parametry wniesione

$$R_w = Z^2 \frac{k_2 \pi d}{\gamma_2 I_2} F_r \varphi_r$$

$$X_w = Z^2 \frac{k_2 \pi d}{\gamma_2 I_2} F_r \varphi_x$$

gdzie: φ_r, φ_x - współczynniki uwzględniające osłabienie pola związane ze skończoną długością wsadu l_2 .

Moc strat we wzbudniku wielowarstwowym można obliczyć w podobny sposób, jeżeli uwzględni się pewne elementy wynikające z faktu istnienia więcej niż jednej warstwy uzwojenia. W nieskończenie rozległej warstwie cylindrycznej (rys.1d) natężenie pola magnetycznego spełnia równanie (1) przy warunkach brzegowych:

$$\mathbf{H}_a = \mathbf{H}(r_a) \quad \text{oraz} \quad \mathbf{H}_b = \mathbf{H}(r_b)$$

gdzie: w przypadku wzbudnika $\alpha = j\omega \mu_1 \gamma_1$.

Rozwiązanie tego równania dla $r < r_a < r_b$ ma postać:

$$H(r) = \frac{1}{M} \{ [H_a K_0(\alpha r_b) - H_b K_0(\alpha r_a)] I_0(\alpha r) - [H_a I_0(\alpha r_b) - H_b I_0(\alpha r_a)] K_0(\alpha r) \}$$

i

$$E(r) = -\frac{1}{M \gamma_1} \{ [H_a K_0(\alpha r_b) - H_b K_0(\alpha r_a)] I_1(\alpha r) + [H_a I_0(\alpha r_b) - H_b I_0(\alpha r_a)] K_1(\alpha r) \}$$

gdzie: $M = I_0(\alpha r_a) K_0(\alpha r_b) - I_0(\alpha r_b) K_0(\alpha r_a)$

I_0, I_1, K_0, K_1 - zmodyfikowane funkcje Bessela.

Moc tracona w i -tej warstwie uzwojenia ma postać zgodnie z twierdzeniem Poyntinga [6]:

$$S_i = \frac{k_1 z^2}{\gamma_1 l_1} I_1 2\pi r_i \left\{ i^2 \frac{(r_i - d)}{r_i} F_1(r_i - d, r_i) + (i-1)^2 F_1(r_i, r_i - d) - i(i-1) \frac{r_i - d}{r_i} F_1(r_i - d, r_i - d) + F_1(r_i, r_i) \right\}$$

gdzie: F_1 - współczynnik kształtu,

Rezystancja i reaktancja wewnętrzna i -tej warstwy wynoszą wtedy:

$$R_{1i} = \frac{k_1 z^2 2\pi r_i}{\gamma_1 l_1} \operatorname{Re}(S_i) \frac{1}{k_z}$$

$$X_{1wi} = \frac{k_1 z^2 2\pi r_i}{\gamma_1 l_1} \operatorname{Im}(S_i)$$

gdzie: $k_1 = \sqrt{\frac{\omega \mu_1 \gamma_1}{2}}$,

k_z - współczynnik wypełnienia uzwojenia.

Ponieważ warstwy połączone są szeregowo, należy zsumować rezystancje i reaktancje poszczególnych warstw, by otrzymać rezystancję i reaktancję wewnętrzną całego uzwojenia.

$$R_l = \sum_{i=1}^n R_{li}$$

$$X_{lw} = \sum_{i=1}^n X_{lwi}$$

Celem wyznaczenia reaktancji zewnętrznej uzwojenia należy wyznaczyć strumień skojarzony z uzwojeniem wielowarstwowym, który jest sumą strumieni skojarzonych z poszczególnymi warstwami.

$$\Psi = \sum_{i=1}^n \Psi_i = \mu_0 \frac{Z^2}{l} I \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{\Delta_j} k_{N_j} j$$

gdzie: s_{Δ_j} - przekrój j-tej szczeliny powietrznej,

k_{N_j} - współczynnik Nagaoki uwzględniający skończone wymiary uzwojenia (r_j/l) .

Reaktancja zewnętrzna cylindrycznego uzwojenia wielowarstwowego ma postać:

$$X_{lz} = \mu_0 \omega \frac{Z^2}{l} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \pi [(r_j - d_j)^2 - (r_j - d_j - g_j)^2] k_{N_j} j$$

Obliczeń wzbudników dla poszczególnych średnic uchwytych dokonano opierając się na specjalnie przygotowanym uniwersalnym programie dla obliczeń parametrów elektrycznych wzbudników wielowarstwowych o symetrii osiowej. Wyniki obliczeń uzyskanych przy następujących wielkościach wejściowych:

- napięcie zasilania $U = 220$ V,

- konduktywność przewodu nawojowego DNSSph 4,5x2 $\gamma = 5 \cdot 10^7$ Ω m,

- odstęp pomiędzy warstwami $g = 0,005$ m,
 - grubość warstwy $d = 0,002$ m,
- zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Obliczone parametry wzbudnika

Obliczone wielkości		Uchwyt (ϕ - średnica w [mm])				
		ϕ 118,6	ϕ 159,5	ϕ 175,6	ϕ 210,4	ϕ 262,2
Długość wzbudnika	l_1 [m]	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Średnica wzbudnika	d_{1w} [m]	0,142	0,182	0,197	0,232	0,282
Liczba warstw	n [-]	11	10	10	10	9
Liczba zwojów w warstwie	w_n [-]	25	25	25	25	25
Rezystancja (prąd stały)	R_{st} [Ω]	0,407	0,442	0,453	0,784	0,881
Rezystancja (prąd zmienny)	R_z [Ω]	0,414	0,448	0,459	0,795	0,892
Współczynnik strat dodatk.	k_d [-]	1,017	1,014	1,014	1,015	1,013
Reaktancja	X_{1z} [Ω]	3,021	3,223	3,229	3,950	4,232
Impedancja wzbudnika	Z [Ω]	3,053	3,253	3,259	4,034	4,324
Kąt przesunięcia fazowego	φ [-]	82,26	82,02	81,87	78,63	76,43
Prąd wzbudnika	I [A]	72,05	67,62	67,52	54,56	50,87

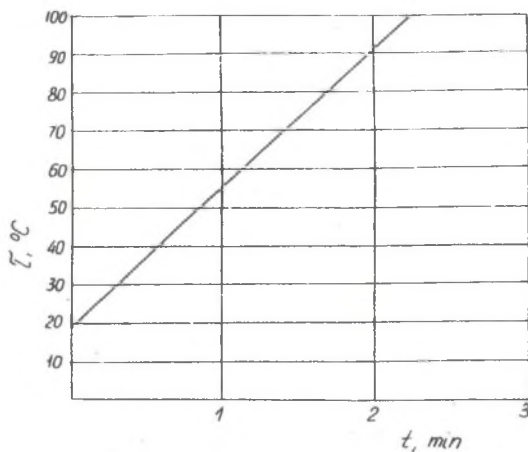
Wzbudniki zaprojektowano zgodnie z wykonanymi obliczeniami oraz dotychczasowymi doświadczeniami zebranymi w Zakładzie Elektrotermii Hutniczej w trakcie badań nad wzbudnikami wielowarstwowymi [7].

2.2. Badania prototypu

Na podstawie projektu wykonano wzbudnik do nagrzewania uchwytu ϕ 118,6 mm o średnicy $d_{1w} = 0,142$ m i długości $l_1 = 0,125$ m. Za pomocą prototypowego wzbudnika nagrzewano wsad (uchwyt naklejniczy) mierząc parametry zasilania oraz temperaturę i czas nagrzewania wsadu. Zależność temperatury nagrzewanego uchwytu od czasu nagrzewania przedstawiono na rys.2. W czasie pracy wzbudnik był chłodzony powietrzem o obiegu wymuszonym. Temperatura uzwojenia po godzinie pracy ($U = 220$ V) ustaliła się na poziomie 80°C .

Dokonano również pomiaru parametrów elektrycznych wzbudnika. Pozwoliło to na weryfikację zastosowanej metody obliczeniowej. W przypadku omawianego prototypu zmierzona impedancja wyniosła $Z = 3,115 \Omega$, a więc różnica

między wielkością pomiarową i obliczoną jest rzędu 2%, co należy uznać za wynik dobry.



Rys.2. Zależność temperatury uchwytu od czasu nagrzewania $\tau = f(t)$
 Fig.2. The dependence of the grip temperature upon the heating time
 $\tau = f(t)$

2.3. Gniazdo nagrzewania indukcyjnego uchwytów

Proces nagrzewania indukcyjnego uchwytów prowadzi się w gnieździe naklejniczym (rys.3) składającym się z pięciu stanowisk naklejniczych różniących się między sobą jedynie zamontowanymi zespołami wzbudników do nagrzewania pełnego asortymentu stosowanych uchwytów naklejniczych. Każde ze stanowisk wyposażone jest w dwa wzbudniki pracujące naprzemiennie, tzn. w czasie pracy jednego z nich, w drugim, w czasie przerwy w jego pracy, odbywają się operacje klejenia szkieł i wymiany nagrzanego uchwytu na zimny. Zespoły wzbudników posiadają konstrukcję umożliwiającą ich montaż wymiennie do każdego ze stanowisk naklejniczych.

3. KONSTRUKCJA STANOWISKA NAGRZEWANIA

Stanowisko naklejnicze (rys.4) składa się z obudowy stalowej, w której zamocowane są dwa zespoły wzbudników. Wewnątrz stanowiska zamocowane są dwa siłowniki pneumatyczne służące do transportu uchwytów naklejniczych do wzbudnika oraz pozostałe elementy instalacji pneumatycznej. Na płycie

przedniej stanowiska znajdują się przyciski i lampki sygnalizacyjne oddzielnie dla każdego z dwóch zespołów wzбудników. Obudowa stanowiska od góry zakończona jest okapem potrzebnym do połączenia stanowiska z instalacją odciągową.

Wzбудniki są chłodzone powietrzem tłoczonym przez wentylatory do kolektorów nawiewowych i stąd węzami gumowymi do zespołów wzбудników poszczególnych stanowisk. Po przejściu pomiędzy warstwami zwojów wzбудników powietrze jest zasysane przez instalację odciągową.

4. ZASILANIE STANOWISK NAGRZEWANIA

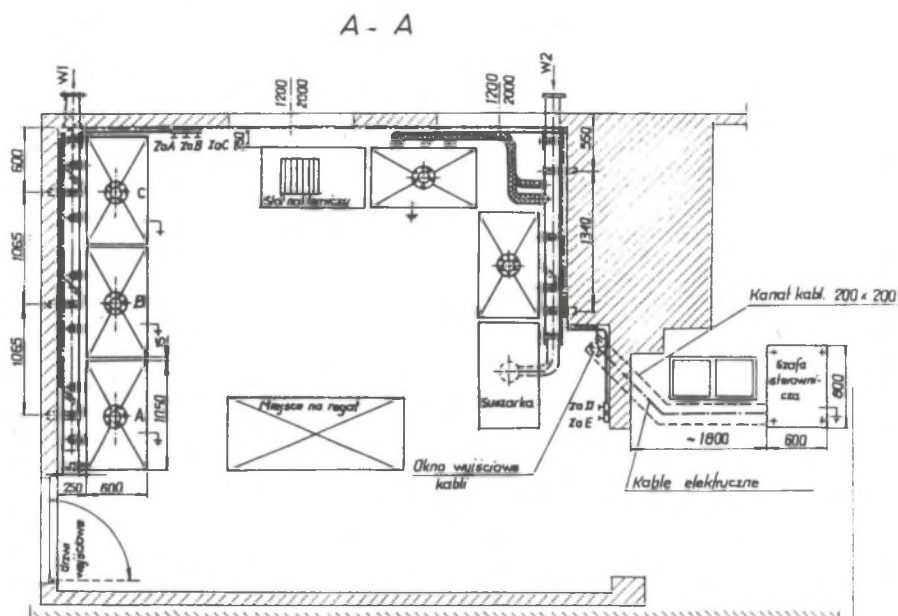
Stanowiska nagrzewania zasilane są z sieci 380/220 V ze skrzynki rozdzielczej 3x380 V wyposażonej w odłącznik. Aparatura elektryczna umieszczona jest w typowej szafie sterowniczej. Wyodrębniono dziesięć modułów sterujących pracą wszystkich wzбудników, po dwa dla każdego stanowiska nagrzewania. Jako oddzielny zespół wyodrębniono układ sterowania wentylatorami oraz zasilania obwodów pomocniczych 24 V =. W dolnej części szafy rozmieszczono kondensatory kompensacyjne oraz listwy wyjściowe. W bocznej części szafy umieszczono szyny zasilające R,S,T,N, do których należy doprowadzić napięcie zasilające kablem energetycznym.

W skład każdego modułu sterującego wchodzi następujące elementy:

- stycznik główny,
- stycznik pośredniczący,
- przekaźnik czasowy,
- przekaźniki pośredniczące,
- płytką pomiaru temperatury wzбудnika,
- bezpiecznik zabezpieczający wzbudnik.

Na drzwiach szafy umieszczono wyłącznik napięcia, lampki sygnalizujące obecność napięcia zasilającego oraz przyciski sterujące pracą wentylatorów.

Na każdym stanowisku nagrzewania znajdują się po dwa przyciski sterujące *start* oraz *stop* (oddzielnie dla każdego ze wzbudników) oraz lampki sygnalizacyjne.

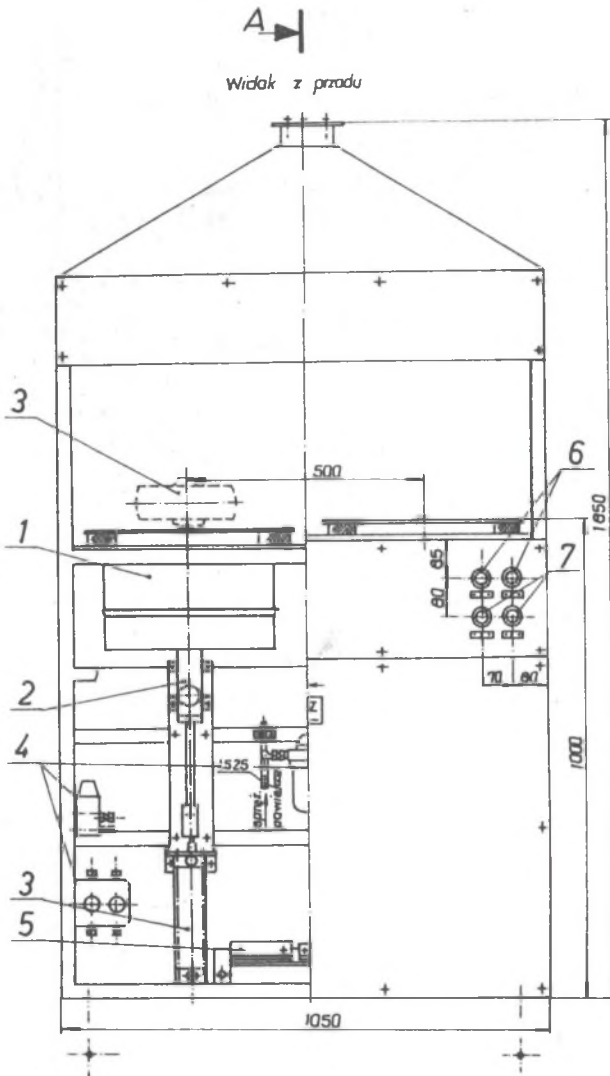


Rys.3. Gniazdo naklejania szkieł DAMA. A,B,C,D,E - stanowiska naklejnicze, W_1, W_2 - wentylatory

Fig.3. The stand of glass label DAMA. A,B,C,D,E - stands W_1, W_2 - ventilators

5. OBSŁUGA STANOWISKA

Obsługa stanowiska sprowadza się do nałożenia uchwyty na trzpień przewodnicy i naciśnięcia przycisku *start*, który spowoduje podanie napięcia na elektrozawór poprzez przekaźnik i tym samym wjazd uchwyty do wzbudnika. Po czasie wyznaczonym przez nastawę przekaźnika czasowego nastąpi załączenie wzbudnika. Czas wygrzewania uchwyty wyznaczony jest nastawą przekaźnika czasowego ustaloną doświadczalnie. Przyciskiem *stop* można wyłączyć wzbudnik w razie nagłej potrzeby w dowolnej chwili. W przypadku niedostatecznego chłodzenia wzbudnika, kiedy jego temperatura przekroczy 100°C , nastąpi automatyczne przerwanie pracy i zaświecenie się lampki *awaria*. Po nagrzanu uchwyty nastąpi automatyczny jego wysuw ze wzbudnika i sygnalizacja dla obsługi, że należy go zdjąć z trzpienia i przystąpić do czynności naklejania szkieł. Przepalenie bezpieczników w układzie zasilania lub sterowania sygnalizowane jest zgaśnięciem lampki w odpowiedniej fazie.



Rys.4. Stanowisko nagrzewania uchwytów naklejniczych: 1 - wzbudnik, 2 - zespół prowadzący, 3 - siłownik, 4 - elementy pneumatyki, 5 - listwa zaciskowa, 6 - lampki sygnalizacyjne, 7 - przyciski sterownicze

Fig.4. The stand of heating of label grips: 1- inductor, 2 - guide set, 3 - servo-mechanism, 4 - pneumatic elements, 5 - terminal strip, 6 - signal lamps, 7 - control button

6. PODSUMOWANIE

Dotychczasowa technologia nagrzewania uchwytych naklejniczych za pomocą palników gazowych jest mało efektywna, a przy tym uciążliwa ekologicznie.

W trakcie prac nad nową technologią nagrzewania:

- opracowano koncepcję metody i urządzenia do indukcyjnego nagrzewania uchwytych, wykonano obliczenia i projekty wzbudników oraz zaprojektowano i wykonano stanowiska produkcyjne nagrzewania indukcyjnego i naklejania szkieł,
- przeprowadzono badania laboratoryjne nagrzewania uchwytych, w wyniku których dobrano parametry konstrukcyjne, zasilania i chłodzenia wzbudników,
- przeprowadzona próbna eksploatacja stanowiska doświadczalnego potwierdziła słuszność przyjętej koncepcji nagrzewania oraz umożliwiła określenie podstawowych parametrów nagrzewania i wydajność stanowiska.

Zainstalowanie stanowisk nagrzewania indukcyjnego uchwytych naklejniczych w gnieździe naklejniczym SZM-O"OPTA" i wdrożenie nowej technologii planowane jest w II kwartale 1991 roku. Nowa technologia nagrzewania uchwytych umożliwi:

- zmniejszenie zużycia energii,
- mechanizację procesu naklejania szkieł,
- poprawę warunków pracy na stanowiskach naklejania.

LITERATURA

- [1] Kurek K.: Opracowanie technologii i urządzeń do nagrzewania indukcyjnego uchwytych naklejniczych. Mat. III Konferencji "Badania naukowe w elektrotermii". Wiśła 1988, s.50-58.
- [2] Kurek K. i inni: Opracowanie technologii i wykonanie prototypowych urządzeń do indukcyjnego podgrzewania uchwytych naklejniczych do obróbki szkieł torycznych. Sprawozdanie Instytutu Metalurgii Pol.Śl., Katowice 1987.

- [3] Jachimczak K., Kowalski A., Wolny W.: Projekt stanowisk do indukcyjnego nagrzewania uchwytów naklejniczych do obróbki szkieł torycznych w Śląskich Zakładach Mechaniczno Optycznych "OPTA" w Katowicach. ZAM, Kęty 1988.
- [4] Kurek K.: Zastosowanie skrośnego nagrzewania indukcyjnego niskotemperaturowego w praktyce przemysłowej. Mat. IV Konferencji "Badania naukowe w elektrotermii". Wisła 1989, s.52-58.
- [5] Sajdak Cz., Samek E.: Nagrzewanie indukcyjne. Wyd.Śląsk, Katowice 1985.
- [6] Muras J.: Analiza pola elektromagnetycznego w nagrzewnicach indukcyjnych ze wzбудnikami wielowarstwowymi. Praca doktorska Pol.Śl., Gliwice 1990.
- [7] Besztak B. i inni: Nowy typ wzбудników nagrzewnic indukcyjnych wlewków z metali nieżelaznych. Rudy Metale 2-3, 1990, s.43-47.

THE APPLICATION OF MULTI-LAYER INDUCTORS FOR THE LOW TEMPERATURE INDUCTION HEATING OF LABEL GRIP

Abstract

The technology of gaseous heating of label grips used at OPTA - Silesian Mechanical-Optical Factory for the production of glasses there is characterized by a lot of faults. The most important ones are: unreasonable energy consumption and environment pollution.

The result of the research works on the new induction technology of heating have been presented in the paper. Taking into consideration the technological requirements such as: the temperature of heating, the time of heating as well as the output of process, parameters of inductors have been calculated. The calculations are based on the method of brought in resistances commonly used for the induction heating system: the multi-layer cylindrical inductor and the charge (fig.1). It has been properly modified for the multi-layer inductors. The calculated parameters have been put in the table 1.

Then a prototype of the inductor have been designed and produced. The laboratory testings of grip heating have been carried out with this inductor (fig.2). These testings made possible a selection of parameters of construction, supply and cooling of the inductors.

All these works allowed to construct and soon after it to install the work centre of glass label *DAMA* at OPTA (fig.3). This one consists of five induction heating stands. Every stand (fig.4) includes two inductor sets, which ensure heating of a full assortment of used grips. All stands are supplied the mains 380/220 V, 50 Hz from the same power cubicle in which all electrical apparatus have been placed. The service of the heating stand resolves itself into setting of a grip on a pilot bar and pressing a button *start*. The rest of activity is preceding automatically.

The carried out experimental exploitation has confirmed both rightness of assumed conception and achievement of the technological parameters. The new technology of heating grips will allow:

- to bring energy consumption down,
- mechanization of production process of glasses,
- to improve working conditions.