

## ELEKTRYCZNO-OPOROWY PIEC DO TOPIENIA METALI

w poprzednim odcinku została omówiona mechaniczna konstrukcja pieca. W następnym etapie naszej pracy wykonamy instalację grzejną. Ponieważ piec musi spełniać określone warunki, zachodzi oczywista konieczność odpowiedniego dobrania spirali grzejnych. Podanie określonego typu spirali nie rozwiązuje sprawy, ponieważ każdy z nas ma określone możliwości materiałowe, a zaopatrzenie sklepów nie jest równomierne i nie mamy gwarancji, że otrzymamy żadaną spiralę. Tabele I i II podają dużo więcej parametrów używanego najczęściej materiału oporowego, jakim jest kantal, niż potrzebne jest to do wyliczenia elementów grzejnych pieca.

Najczęściej używanym materiałem na grzejniki oporowe jest kantal (ferrochromal, skład chem. Fe, Cr, Al, Co), który jest produkowany w trzech gatunkach (patrz tabela I).

W naszym piecu, chcąc stopić metale kolorowe, musimy osiągnąć minimum temperaturę 1200 stop. C. W związku z tym, jak wynika z tabeli I, do naszych celów najlepiej nadaje się kantal z gatunku Al lub z gatunku A. Piec, jaki budujemy, powinien mieć moc przynajmniej 3000 W, przy zasilaniu napięciem 220 V. Zamiast jednej spirali o mocy 3000 W wykonamy trzy spirale o mocy po 1000 W każda. Najpierw musimy dowiedzieć się, o jakim natężeniu prąd będzie

pobierała nasza spirala. W tym celu musimy przeprowadzić następujące

działanie:  $I = \frac{P}{U}$ , „I” oznacza po-

szukiwane przez nas natężenie prądu w amperach, „P” oznacza moc spirali w watach, „U” napięcie zasilające.

$$A \text{ więc: } I = \frac{P}{U} = \frac{1000}{220} \approx 4,5 \text{ A.}$$

Po przeprowadzeniu tego działania wiemy, że nasza spirala przy nagrzaniu się do temperatury 1200°C będzie pobierała prąd o natężeniu około 4,5 A. Mając natężenie prądu i żadaną temperaturę spirali, wystarczy spojrzeć na tabelę drugą i w rubryce 1200°C wyszukać najbardziej zbliżone do wyniku natężenie prądu. W naszym przypadku jest to natężenie 4,36 A. Do wykonania naszej spirali potrzebny jest kantal o  $\phi$  0,3 mm.

Wiemy z tabeli II, że opór jednego metra kantu o  $\phi$  0,3 mm w temperaturze 20°C = 19,66  $\Omega/m$ . Znamy oporność w temperaturze 20°C, a nasza spirala pracuje w temperaturze 1200°C. W związku z tym sięgniemy ponownie do tabeli I, z której wynika, że względny przyrost oporności na 1000°C wynosi dla kantu A 5%. Wiemy, że kantal w miarę ogrzewania zwiększa swoją oporność o 5%. Powstaje pytanie: ile wzrośnie oporność w naszym przypadku? Na to

TABELA I  
Właściwości różnych gatunków kantu

Gatunek	Oporność właściwa mm <sup>2</sup>	Względny przyrost oporności na 1000°C w %	Temperatura topnienia °C	Najwyższa dopuszczalna temperatura robocza °C
Kantal D	1,35	5	1400	1150
Kantal A	1,39	5	1500	1300
Kantal Al	1,45	6	1600	1350

**TABELA II**

Zależność temperatury pracy od natężenia prądu i od średnicy drutu poziomo zawieszonoego w powietrzu o temperaturze 20°C

Średnica drutu w mm	Natężenie prądu w amperach							Oporność jednego metra
	200°C	400°C	600°C	800°C	1000°C	1200°C	1300°C	
0,8	2,41	4,88	7,50	10,4	13,8	17,4	19,5	2,767
0,7	2,02	4,08	6,28	8,87	11,4	14,3	16,1	3,612
0,6	1,63	3,30	5,07	6,96	9,26	11,6	13,0	4,916
0,5	1,27	2,57	3,95	5,49	7,18	8,97	10,0	7,079
0,4	0,945	1,92	2,95	4,10	5,20	6,60	7,32	11,06
0,3	0,640	1,32	2,03	2,76	3,54	4,36	4,86	19,66
0,2	0,361	0,743	1,12	1,55	1,98	2,44	2,71	44,25
0,1	0,132	0,311	0,478	0,661	0,834	1,03	1,14	177,0

pytanie znajdziemy odpowiedź przeprowadzając następujące działanie:

$$5 \times \frac{1180}{1000} = 5,9; (1180^\circ = 1200^\circ - 20^\circ)$$

W działaniu tym 5 — to wzrost oporności przy 1000°C, 1180 to wzrost temperatury w naszym przypadku, a 1000 — to temperatura, w jakiej wzrosła oporność kantaluu o 5%. Wykonując to działanie dowiemy się, że w naszym przypadku oporność kantaluu przy temperaturze 1200°C wzrosła o 5,9%. Znając wzrost oporności możemy wyliczyć potrzebną nam oporność dla 1 m drutu.

W tym celu wykonamy następujące działanie:

$$19,66 + \frac{19,66 \cdot 5,9}{100} = 20,81994$$

Z rachunku tego wynika, że oporność 1 m kantaluu o  $\phi$  0,3 mm przy temperaturze 1200°C będzie wynosiła 20,819 94 omów. Oczywiście, nie jest nam potrzebna aż tak duża dokładność, wystarczy, jeśli nasz wynik zaokrąglimy do 21 omów na 1 m. Znając oporność jednego metra, mo-

żemy śmiało wyliczyć oporność całego drutu. Musimy wykonać następujące działanie:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{4,2} = 52 \Omega$$

Z rachunku wynika, że całkowita potrzebna oporność spirali z kantaluu powinna wynosić około 52 omów.

Oporność spirali w temperaturze 1200°C podzielimy przez oporność 1 metra drutu i otrzymamy długość drutu  $l = \frac{52}{21} \approx 2,5$  m. Tak więc do

wykonania jednej spirali potrzebny nam jest drut długości 2,5 m.

Przygotowane spirale wciągamy do kanalików w szamotkach. Należy je tak ułożyć, aby końcówki znajdowały się w dolnej części obudowy. Na końcówki spiral musimy założyć koraliki szamotowe, co zabezpieczy je przed zwarciami.

W następnym odcinku omówimy sposób wykonania izolacji termicznej pieca, sposób wykonania połączeń, montaż pieca oraz warunki jego eksploatacji.

Piotr Gąsiorowski