Józef Gawroński, Adolf Halama

ŻELIWNE REKUPERATORY IGŁOWE

1. Wstęp

Rekuperatory pozwalają podgrzać powietrze do 400°C przy temperaturze spalin nie przekraczającej 800°C.

Znacznie wyższy stopień podgrzania powietrza uzyskuje się przy zastosowaniu elementów grzewczych wykonanych z żeliwa z dodatkiem około 30 % Cr. W takim wypadku temperatura spalin wlotowych dochodzić może do 1050°C. Stosując żeliwo o niższej zawartości chromu (około 3 %) można uzyskać podgrzanie powietrza do 500°C.

Z powyższego widać, że ujemną stroną wszystkich rekuperatorów metalowych jest ograniczona temperatura ich zastosowania.

Rekuperatory ceramiczne mogą pracować przy znacznie wyższej temperaturze spalin, co pozwala podnieść temperaturę podgrzania powietrza do 900°C.

Odlewy żeliwne rekuperatorów igłowych o długości 1640 mm (patrz tablica 1) wykonane przez Zakład Doświadczalny Katedry Odlewnictwa Politechniki Śląskiej, przeznaczone były jako wymienniki ciepła dla jednej z hut śląskich.

W tablicy 1 ujęto wymagania techniczne rekuperatorów. Rys. 1 przedstawia rekuperator igłowy o $L = 1640$ mm.

Wykonanie partii odlewów (42 sztuki jako jeden komplet), miało na celu opracowanie technologii produkcji tych odlewów.

2. Oprzyrządowanie formierskie

W skład zespołu modelowego wchodziły:

— model rekuperatora wykonany z drewna z aluminiowymi segmentami igieł zewnętrznej powierzchni rekuperatora, przymocowanymi na stałe,

— skrzynka rdzeniowa z aluminiowymi segmentami wewnętrznej powierzchni rekuperatora wykonanymi jako luźne.

Podziału modelu i skrzynki rdzeniowej, dokonano w płaszczyźnie osi symetrii.

Podczas prób stwierdzono, że segmenty igieł skrzynki rdzeniowej należy wykonać jako odejmowane. Zmiana konstrukcji skrzynki rdzeniowej polegała na podziale łącznej długości powierzchni igłowej na 13 równych części osadzonych luźno w obu połówkach skrzynki rdzeniowej.

Szkielet rdzenia wykonano ze stalowych rurek ⌀ 15 mm w kształcie ramy. Poszczególne elementy szkieletu były spawane (rys. 2).

Z uwagi na mały prześwit między igłami wewnętrznej powierzchni rekuperatora, szkielet rurowy spłaszczono na grubość 10 mm.

Gazy z rdzenia odprowadzano przez szkielet, w którym nawiercono otworki o ⌀ 3 mm. Na szkielecie długości 1 m, nawiercono około 80 otworów.

Wykonanie szkieletu rurkowego zapewniło rdzeniowi wystarczającą sztywność, która jest niezbędna z uwagi na możliwość ugięcia się rdzenia w formie po jej złożeniu.

3. Forma odlewnicza

Trudnym zagadnieniem jakie wyłoniło się podczas prób, był dobór mas formierskich i rdzeniowych.

Wymagania kontroli technicznej, dotyczącej gładkości odlewów, były wysokie.

Należało przygotować takie masy formierskie, które przy maksymalnej wytrzymałości zapewniłyby wysoką gładkość i łatwe oczyszczanie odlewów. Przy pierwszych próbnych odlewach stwierdzono, że należy zrezygnować z form suszonych, które stawiają zbyt duży opór kurczącemu się odlewowi i są powodem licznych pęknięć, szczególnie igieł.

Na podstawie tych doświadczeń, opracowano technologię, wg której formy wykonuje się na wilgotno z masy o nast. składzie:

1) masa używana — 55 %
2) piasek kwarcowy z Krzeszówka K 50/100 — 30 %
3) pył węgla kamiennego — 5 %
4) glina kaolinitowa 03 — 10 %
5) woda — 5 %

Własności masy o powyższym składzie były następujące:

R_c^w = 0,7 kg/cm²
P^w = 70 cm⁴/g. min.
L = 71 %

Masa rdzeniowa posiadała nast. skład (wagowo):

1) piasek kwarcowy z Krzeszówka K 50/100 — 84 %
2) glina kaolinitowa 03 — 8 %
3) dekstryna — 2 %
4) muł węglowy — 6 %
5) woda — 6 %

Własności techniczne masy:

P^w = 95 cm⁴/g. min.
R_c^w = 0,54 kg/cm²
Rr^s = 3,95 kg/c²m
L = 69 %

Rdzenie suszono w suszarce opalanej koksem w temperaturze 220°C w ciągu 12 godzin. Stosunkowo dużo uwagi poświęcono ustaleniu najko-

rzystniejszego położenia formy podczas zalewania. Przeprowadzono szereg prób zalewając formy w różnych położeniach.

Zalewanie w pozycji leżącej (w pozycji składania formy) prowadziło do powstania niedolewów igieł.

Najlepsze rezultaty uzyskano przy położeniu formy w pozycji pokazanej na rys. 3.

Do podparcia rdzenia w formie użyto podpórek jednosłupkowych o powierzchni styku z rdzeniem i formą 30 × 40 mm w ilości 2 sztuki na jeden segment igłowy.

Konieczność stosowania podpórek podyktowana była dużą rozpiętością rdzenia i obawą przestawień, zarówno w czasie składania jak i zalewania. Dobre odpowietrzanie rdzenia zapewniał szkielet wykonany z stalowych rurek.

Gazy wydobywające się z rdzenia poprzez szkielet odprowadzono znakami rdzenników na zewnątrz formy.

Odpowietrzenie formy zapewniły przelewy, nakłucia oraz kanały na podziale formy.

Wymiary poszczególnych elementów układu wlewowego były nast.:

Fw. d. = 9 cm²
Fb. ż. = 10 cm²
Fw. g. = 11 cm² (⌀ 37 mm)

Czas zalewania t = 35 sec.

Sposób doprowadzenia metalu do formy wyjaśnia rys. 3.

Temperatura żeliwa wynosiła 1440°C do 1450°C (mierzona pirometrem optycznym bez poprawki).

4. Topienie i zalewanie

Topienie żeliwa na rekuperatory igłowe odbywało się w piecu elektrycznym łuwowym pojemności 300 kg, o wyprawie zasadowej.

Średni skład chemiczny żeliwa wahał się w granicach:

C %	Si %	Mn %	Cr %	P %	S %
3,2—3,3	4,76—4,90	0,69—0,72	2,83—3	0,08—0,11	0,04—0,08

Na rys. 4 przedstawiono mikrostrukturę żeliwa na rekuperatory.

Średnie własności mechaniczne otrzymanego żeliwa przedstawiały się następująco:

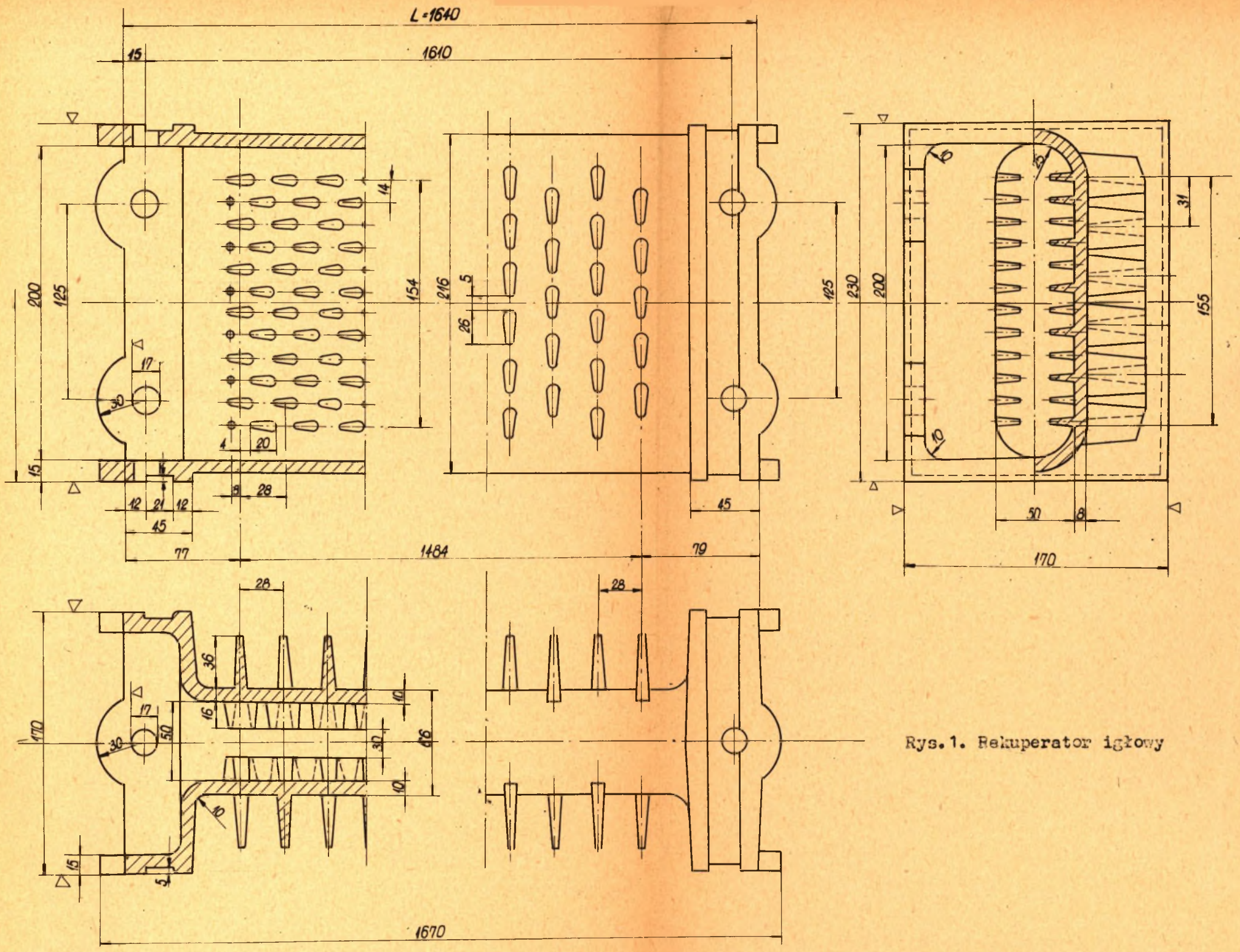
$HB_{śr}$ = 285 kG/mm²
$Rr_{śr}$ = 16,2 kG/mm²

Oczyszczanie odlewów przy opisanym doborze mas formierskich nie nastręczało trudności.

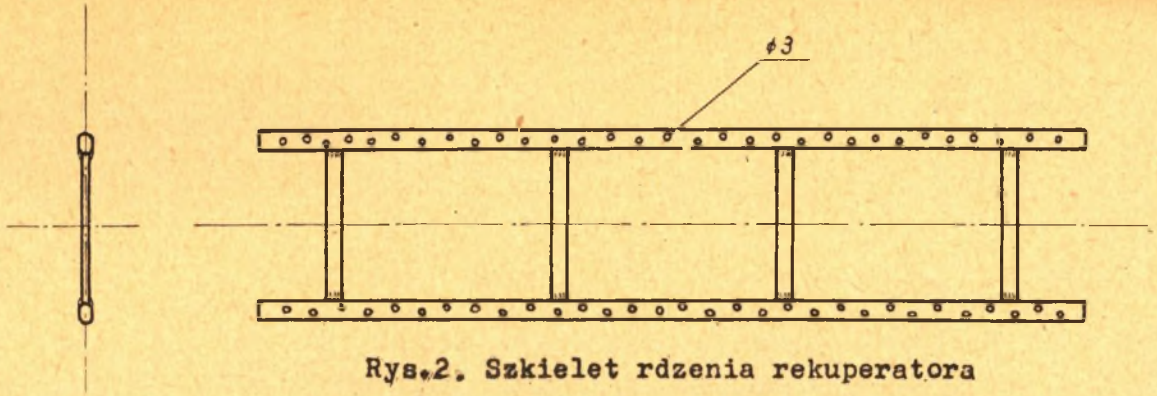
Powierzchnia odelwów była gładka bez śladów przypaleń.

Tablica 1

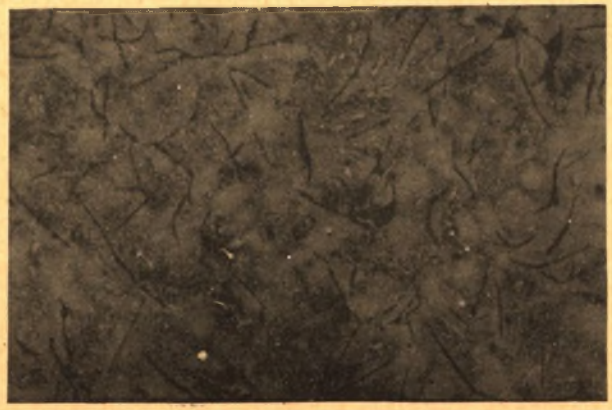
Żądany skład chemiczny						Temperatura pracy elementu °C	Próba odbioru
C	Si	Mn	Cr	P	S		
%	%	%	%	%	%		
3,2—3,4	3,75—4,75	0,5—0,7	2,5—3	< 0,3	< 0,1	500 °C	próba wodna ciśnienie 5 atn.



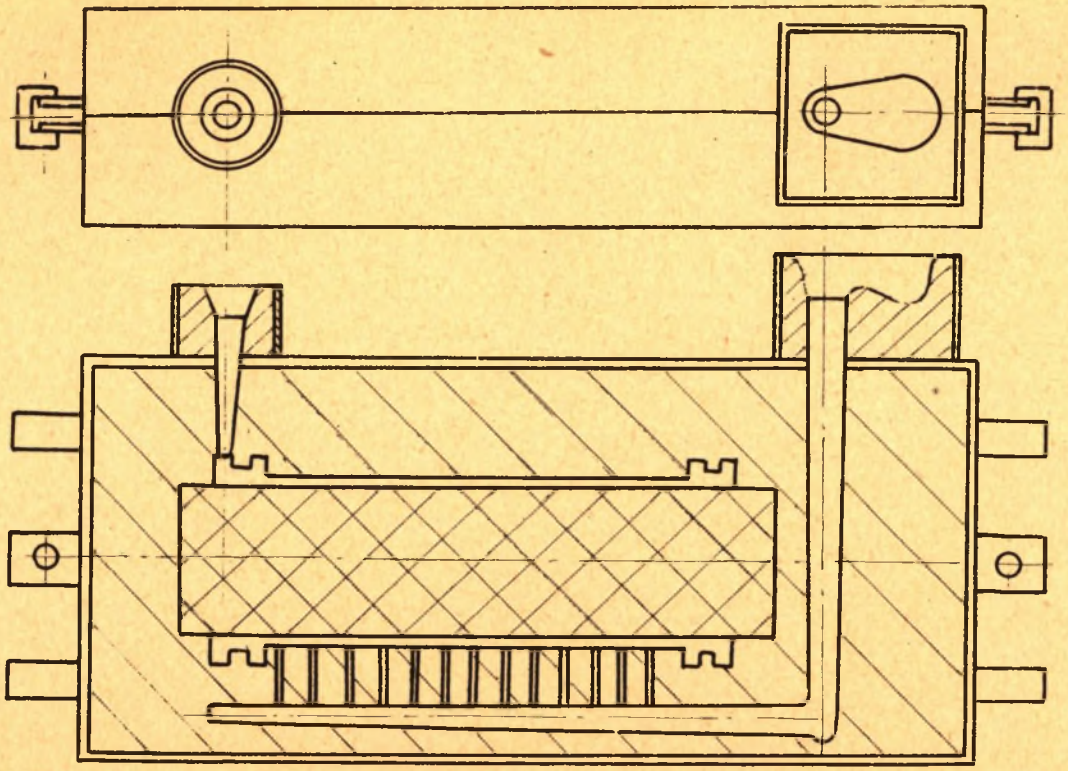
Rys. 1. Rekuperator igłowy



Rys.2. Szkielet rdzenia rekuperatora



Rys.4. Mikrostruktura żeliwa rekuperatorów pow. x 100



Rys.3. Położenie formy podczas zalewania
i sposób doprowadzenia metalu do formy