

Andrzej W. WALEWSKI
Wacław WOJNAR
Stanisław PEKALA

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechniki Śląskiej

PORÓWNIANIE RÓŻNYCH TYPÓW WYPEŁNIEŃ REGENERACYJNYCH OBROTOWYCH PODGRZEWACZY POWIETRZA W OPARCIU O BADANIA NA STANOWISKU DOŚWIADCZALNYM

Streszczenie. Określono kierunki poszukiwań i badań nowych typów elementów grzewczych stanowiących wypełnienie regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza (ROPP). Przedstawiono instalację doświadczalną do badań wymiany ciepła i oporów przepływu wypełnień ROPP. Dokonano analizy krajowych procesów produkcji, pakietowania i montażu metalowych wypełnień płytowych. Przedstawiono pełną charakterystykę geometryczną oraz wyniki własnych badań doświadczalnych wymiany ciepła i oporów przepływu metalowych wypełnień płytowych PM: No 327, No 381, No 276 oraz ceramicznych wypełnień płytowych PC: PC-01, PC-02, PC-03 i dokonano wyboru optymalnych elementów grzewczych.

1. Wstęp

Podgrzewacze powietrza instalowane w układzie wielkich kotłów energetycznych pozwalają na wstępne osuszenie paliwa, poprawę procesu spalania i równocześnie na obniżenie temperatury spalin wylotowych, a w konsekwencji wzrost sprawności kotła. Są zatem nieodzownym elementem konstrukcyjnym nowoczesnych kotłów parowych o wysokich parametrach pracy.

Regeneracyjne obrotowe podgrzewacze powietrza (ROPP) charakteryzujące się zwartą budową, możliwością zabudowy dużych powierzchni grzewczych, bardzo korzystnymi wskaźnikami masowymi i wysoką niezawodnością stanowią podstawową konstrukcję tego typu gazowych wymienników ciepła. Ekonomicznie uzasadnione jest dążenie do rozwijania, tej ostatniej na drodze spalin, bezciśnieniowej i taniej powierzchni wymiany ciepła, nawet kosztem innych, ciśnieniowych powierzchni.

Krajowy przemysł kotłowy buduje przedmiotowe wymienniki według systemu LJUNGSTRÖM - z wirnikiem osadzonym na wale o osi pionowej, rzadziej poziomej. Wirnik wypełniony jest elementami grzewczymi akumulującymi ciepło w postaci profilowanych blach. Kształt profilu, a także materiał wypełnienia mają istotny wpływ na sprawność wymiennika.

2. Kierunki badań doświadczalnych ROPP

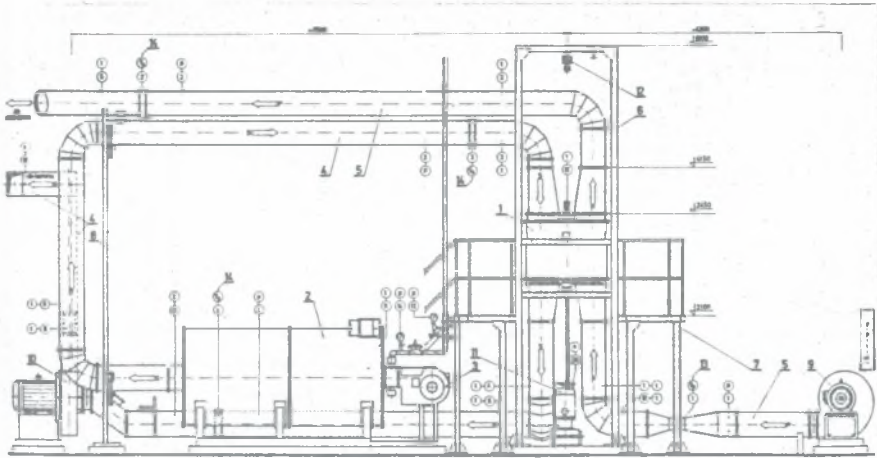
Eksperymenty [1, 2, 3, 4, 5, 6] prowadzone na znanych instalacjach doświadczalnych w zagranicznych ośrodkach naukowych i produkcyjnych ROPP dotyczą głównie poszukiwań nowych typów elementów grzewczych o zintensyfikowanej wymianie ciepła i dopuszczalnych oporach przepływu, a także nowych materiałów niemetalowych na wypełnienia ROPP.

Krajowe badania doświadczalne regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy

powietrza [7, 8, 9] prowadzi Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych (IMIUE) Politechniki Śląskiej w Gliwicach na nowoczesnej instalacji doświadczalnej usytuowanej w Laboratorium Procesów Kotłowych Instytutu.

Stanowisko doświadczalne przystosowane jest do prowadzenia badań wymiany ciepła i oporów przepływu ROPP systemów LJUNGSTRÖM i ROTHEMÜHLE, w skali półtechnicznej.

Rys. 1 prezentuje schemat konstrukcyjny instalacji badawczej.



Rys. 1. Schemat instalacji doświadczalnej do badań ROPP
Fig. 1. Schematic layout of an experimental installation for the investigation of regenerative rotating air preheaters

1 - ROPP, 2 - wytwornica spalin, 3 - palnik gazowy, 4 - kanał spalin, 5 - kanał powietrza, 6 - konstrukcja nośna ROPP, 7 - pomost obsługowy, 8 - podpora, 9 - wentylator poddmuchu WP, 10 - wentylator ciągu WC, 11 - napęd ROPP, 12 - wciąg linowy, 13 - zwężka Venturiego, 14 - kryza ISA, (v) - pomiar strumienia czynnika, (p) - pomiar ciśnienia, (t) - pomiar temperatury, (n) - pomiar prędkości obrotowej, (v) - pomiar wilgotności, S - strumień spalin, P - strumień powietrza.

Zasada działania urządzenia polega na wzajemnej wymianie ciepła, pomiędzy gorącymi spalinami otrzymywanymi z wytwornicy 2 i płynącymi w podciśnieniu kanałem 4 do ROPP 1, a powietrzem tłoczonym wentylatorem poddmuchu WP 9 przez rurociąg 5 do podgrzewacza 1. Modelowy wymiennik ROPP 1 posiada wirnik o średnicy $D = 1000$ i wysokości $H = 700$ wypełniony elementami grzewczymi, o rzeczywistej charakterystyce geometrycznej, podlegającymi badaniom.

Instalacja badawcza wyposażona jest w systemy regulacyjne pozwalające na zmianę strumieni mediów, ich parametrów i ciążą regulację prędkości obrotowej wirnika ROPP w zakresie $n = 0,10 \div 15,0 \text{ min}^{-1}$.

Odpowiednie wyposażenie instalacji pomiarowej z automatycznym 25-kanałowym

elektronicznym systemem rejestracji danych MERATRONIK pozwala na prowadzenie kompleksowych badań podgrzewaczy powietrza, z głównym profilem badań wypełnień ROPP.

Na opisanym stanowisku przeprowadzono badania wszystkich budowanych w kraju elementów grzewczych stanowiących wypełnienie:

- gorącego końca ROPP: No 327, No 381,
- zimnego końca ROPP: No 276

oraz

- prototypowego płytowego wypełnienia ceramicznego: PC-01, PC-02, PC-03.

3. Nomenklatura i systematyka badań wypełnień ROPP

Regeneracyjne obrotowe podgrzewacze powietrza budowane w Polsce na licencji udzielonej przez szwedzką firmę SVENSKA ROTOR MASKINER AB-Stockholm nie miały sprecyzowanego nazewnictwa, usystematyzowanych cykli badawczych czy opracowanych charakterystyk geometrycznych przydatnych dla celów porównań różnych typów /profilów/ elementów grzewczych.

Wszelkie badania nowych typów wypełnień prowadził licencjodawca przekazując jedynie wyniki badań porównawczych. W momencie wygasania praw licencyjnych dało się zauważyć poważną lukę w ciągłości eksperymentów.

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej przejął ciężar pełnych badań wypełnień ROPP. Opracowano charakterystyki geometryczne wszystkich typów wypełnień spotykanych w produkcji krajowej i opisach w literaturze fachowej. Opracowano jednolite nazewnictwo oraz odpowiednie tablice pomiarowe dla celów eksperymentu.

Zbudowano programy obliczeniowe dla komputerowego wspomagania procesów badawczych z ujednoczonym formatem wydruków wyników obliczeń.

Badania eksperymentalne prowadzone wg własnej metody opisanej w literaturze [8, 9] wiernie modelują zjawiska zachodzące w ROPP, a ich wyniki można wprost przenosić na obiekty rzeczywiste.

Analizy porównawcze istniejących typów elementów grzewczych i perspektywiczne prace nad nowymi, rozłożono na etapy obejmujące badania wypełnień typu:

A. wypełnienia płytowe ROPP

- płytowe wypełnienia metalowe /płyta metalowa/ PM₁,
- płytowe wypełnienia ceramiczne /płyta ceramiczna/ PC,
- płytowe wypełnienia szklane /płyta szklana/ PS.

B. wypełnienia kratownicowe ROPP

- kratownica metalowa KM,
- kratownica szklana KS,

C. wypełnienia blokowe ROPP

- blok ceramiczny BC,

D. wypełnienia kasetowe ROPP

- pakiety rur, kasety z kształtkami o profilach nieregularnych,

- wypełnienia nasypowe /elementy akumulujące ciepło z różnych materiałów i o różnych kształtach na przeponach siatkowych/.

Plan i zakres badań prowadzonych w ramach rozwiązania problemu resortowego MNiSzW nr R. I.5 opracowano w porozumieniu z krajowym producentem ROPP - RAFAKO w Raciborzu.

Badania mają na celu porównanie różnych budowanych i projektowanych typów wypełnień pod względem intensywności wymiany ciepła i oporów przepływu i wybór optymalnego wypełnienia dla regeneracyjnych podgrzewaczy powietrza oraz poszukiwania nowych typów i materiałów wypełnień ROPP. Badania wypełnień ceramicznych typu PC są próbą przydatności kwasodpornej ceramiki na wypełnienie zimnego końca ROPP. Program eksperymentów realizowany jest konsekwentnie. Przytoczone wyniki badań obejmują porównanie wypełnień typu PM i PC.

Trudność cykli eksperymentalnych narzucona jest głównie przez trudności wynikłe z opracowania i budowy odpowiedniego materiału badawczego jako wypełnienia modelowego ROPP.

4. Analiza procesu produkcyjnego elementów grzewczych ROPP

Płytkowe wypełnienia metalowe profilowane są, w operacji walcowania w układzie walców, z taśm stalowych o wybranej szerokości, odpowiadającej wysokości $/H = 300, 400, 500/$ warstwy wypełnienia. Następnie profilowane blachy przycinane są na odpowiednią szerokość. Kolejno następuje proces pakietowania blach i montażu koszy grzewczych. Operacje te wykonywane są głównie systemem ręcznym.

Dwupłytkowe układy wypełnienia No 327, No 276 wymagają walcowania na dwóch profilach walców.

Biorąc pod uwagę, że nowoczesne wielkie ROPP posiadają wypełnienie o masie rzędu 500 t bardzo ważki jest problem zużycia eksploatacyjnego walców i ich regeneracji.

Wypełnienie złożone z elementów o jednopłytkowym profilu No 381 wymaga stosowania jednego układu walców. Jest to wypełnienie perforowane, o nacinałej powierzchni blachy, a narzędzie do jego kształtowania posiada krawędzie tnące, które szybko się tępią i wymagają ostrzenia.

Do wskazanych problemów technologicznych dochodzą trudności w procesie pakietowania blach. Obecny system pakietowania sprawia, że kosze grzewcze nie zawierają przewidzianych konstrukcyjnie wielkości powierzchni. Zdarza się, że całkowita powierzchnia wymiany ciepła jest mniejsza, na skutek błędów pakietowania, o 10 ÷ 15 % od założonej przez konstruktora.

Niewłaściwa geometria profilu No 381 powoduje nakładanie się fal dystansowych i zniekształcenie kanałów dla przepływu czynników. Zagadnienie to rozwiązane zostanie przez konstrukcję o nieregularnej podziałce fali dystansowej p.

Obudowy koszy grzewczych są ciężkie oraz powodują znaczny wzrost oporów przepływu czynników gazowych.

Przedstawione trudności technologiczne oraz problemy związane z niskotemperaturową korozją siarkową zimnego końca podgrzewacza były przyczyną podjęcia przez IMiUE badań doświadczalnych wypełnień ROPP.

Rozpoczęto również eksperymenty z nową konstrukcją lekkich koszy grzewczych pozwalających na sprawne pakietowanie przewidzianej powierzchni wymiany ciepła, złożonej z elementów perforowanych No 381.

Nowego typu koszy powoduje niewielki wzrost oporów przepływu przez element, a jego waga wynosi $3 \div 6$ % całkowitej wagi pakietu.

5. Pomiarowe charakterystyki geometryczne wypełnień ROPP

Właściwa ocena wypełnienia oraz prowadzenie obliczeń cieplnych i aerodynamicznych wymiennika musi być poparte znajomością pełnej charakterystyki geometrycznej wypełnienia. Charakterystyka taka winna opierać się na wynikach badań rzeczywistych elementów grzewczych, gdyż mogą wystąpić znaczne odstępstwa od parametrów założonych konstrukcyjnie. Ma to szczególne uzasadnienie w ocenie wypełnień niemetalowych.

Tablica 1 ujmuje pomiarowe cechy geometryczne badanych elementów grzewczych. Rysunek 2 przedstawia geometrię płytowych wypełnień metalowych PM, a rysunek 3 prototypowych płytowych wypełnień ceramicznych PC.

6. Badania wymiany ciepła w wypełnieniu ROPP

Badania wymiany ciepła wypełnienia mają na celu doświadczalne wyznaczenie współczynników równania kryterialnego o postaci

$$Nu = C Re^a Pr^b$$

lub

$$j = C Re^a$$

gdzie:

$$Nu = \frac{\alpha d_e}{\lambda} \quad - \text{liczba Nusselta}$$

$$Re = \frac{w d_e}{\nu} \quad - \text{liczba Reynoldsa}$$

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} \quad - \text{liczba Prandtla}$$

$$j = \frac{Nu}{Re Pr^{0,33}} \quad - \text{liczba Colburna /czynnik wnikania ciepła/}$$

$$C, a, b \quad - \text{stałe wyznaczone doświadczalnie}$$

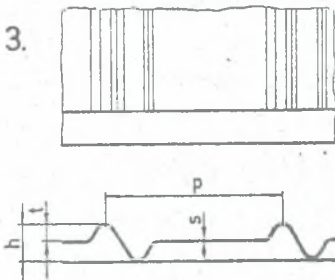
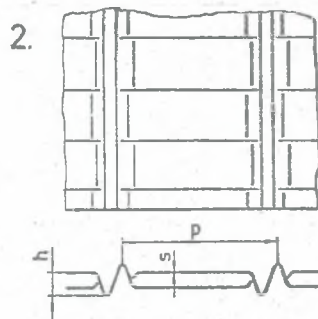
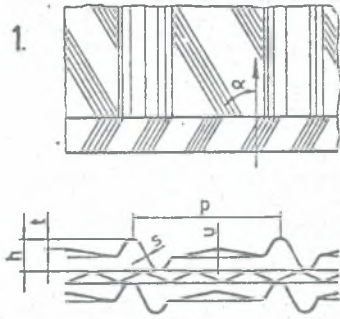
Na przedstawionej instalacji doświadczalnej przeprowadzono badania wymiany ciepła wybranych wypełnień wg własnej metody opierającej się na zasadzie pseudoustalonego przepływu ciepła przy przyjęciu niezbędnych założeń upraszczających.

Doświadczenia przeprowadzono w 920 cyklach pomiarowych w zakresie liczb kryterialnych Reynoldsa $700 < Re < 4500$.

Tablica 1

TABLICA CHARAKTERYSTYCZNYCH PARAMETRÓW WYPEŁNIENIA ROPP

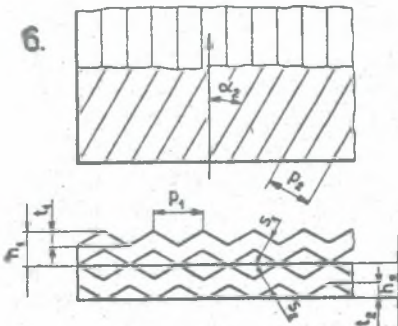
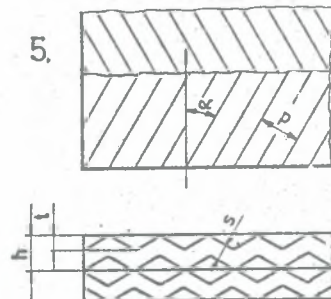
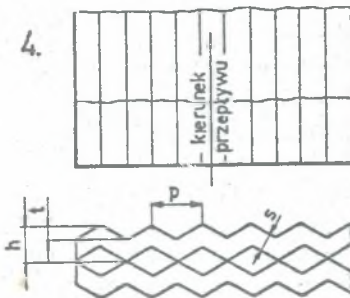
Lp.	Parametry techniczne	Sym- bol	Jed- nost- ka	W Y P E Ł N I E N I E										
				Metalowe PM					Ceramiczne PC					
				327		381		276	PC-01		PC-02		PC-03	
1.	Typ wypełnienia	No		piłyta		piłyta		piłyta		piłyta		piłyta		piłyta
2.	Układ wypełnienia			1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2
3.	Materiał			STOS		STOS		STOS		mulkorit				
4.	Zastosowanie			gorący k.		gorący k.		zimny k.		zimny k		zimny k.		
5.	Charakterystyka geometryczna			600	600	600	300	300	300	227	234	227	234	234
	- długość	a	mm	zmienna	zmienna	zmienna	zmienna	zmienna	zmienna	128	131	128	128	131
	- szerokość	b	mm	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	8,0	7,5	8,0	8,0	7,5
	- grubość ścianki	s	mm	8,1	3,1	5,4	9,2	1,0	15,2	13,5	15,2	13,5	15,2	13,5
	- wysokość całkowita	h	mm	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- wysokość fali	u	mm	2,5	-	-	4,1	-	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,0
	- wysokość fali dystansowej	t	mm	37,0	15,0	39,27	37,0	-	20	20	20	20	20	20
	- podziałka fali dystansowej	p	mm	1,190	1,031	1,095	1,216	1,000	1,139	1,105	1,139	1,105	1,139	1,105
	- liczba rozwinięcia powierzchni	y	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- kąt nachylenia fali	α			30	30								
6.	Charakterystyka obliczeniowa			0,857		0,874		0,789		0,403		0,385		0,399
	- porowatość	V _t	-	8,385	9,68	7,41	10,81	9,42	10,27	10,81	9,42	10,27	10,27	10,27
	- średnica ekwiwalentna	d _e	mm	408,8	361,0	425,5	149,21	163,38	155,25	149,21	163,38	155,25	155,25	
	- jednostkowa powierzchnia grzewcza	Y _t	m ² /m ³	1089,6	967,8	1677,8	1181	1076	1115	1181	1076	1115	1115	
	- jednostkowa masa wypełnienia	m	kg/m ³	2,66	2,68	3,54	7,91	6,58	7,18	7,91	6,58	7,18	7,18	



Rys. 2. Elementy grzewcze płytowych wypełnień metalowych PM

Fig. 2. Heating elements of metal plate fillings PM type

- 1. No 327
- 2. No 381
- 3. No 276



Rys. 3. Elementy grzewcze płytowych wypełnień ceramicznych PC

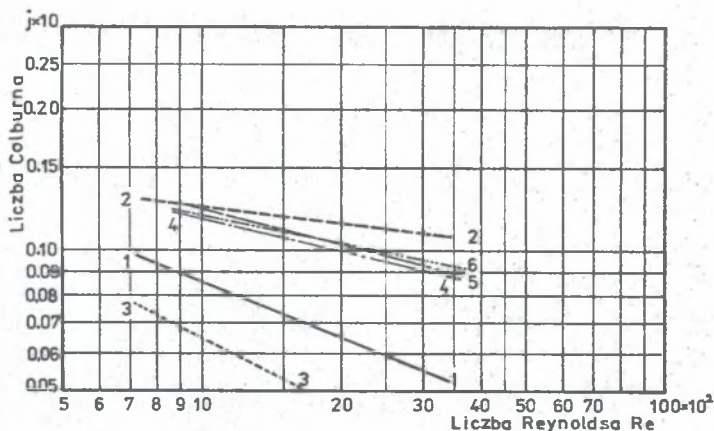
Fig. 3. Heating elements of ceramic plate fillings PC type

- 4. PC-01
- 5. PC-02
- 6. PC-03

Zakres ten odpowiada poszerzonemu zakresowi prędkości przepływu czynników gazowych wymieniających ciepło w przemysłowych ROPP. Temperatury obu mediów zadawane i uzyskiwane w procesie badawczym odpowiadały poszerzonemu zakresowi temperatur rzeczywistych. W ten sposób uzyskano pełną reprezentację wyników badań i ich zgodność z odpowiednimi wartościami parametrów w wymiennikach przemysłowych.

Dla celów komputerowego wspomagania badań opracowano odpowiedni program obliczeniowy HTOP-01.

Graficzny przebieg zależności $j = C Re^a$ dla badanych wypełnień prezentuje rys. 4. Liniowy przebieg funkcji wykreślono na podstawie rachunku aproksymacyjnego wartości wyników pomiarów realizowanego przez komputer.



Rys. 4. Porównanie zależności $j = C Re^a$ dla różnych wypełnień ROPP

Fig. 4. A comparison of value $j = C Re^a$ for different heating elements of regenerative rotating air preheaters

Równania aproksymacyjne określające wartość liczby Colburna j służące do obliczeń wymiany ciepła wymiennika z wybranym wypełnieniem przyjmują postać:

Krzywa	Wypełnienie	Równanie	Zakres Re
1	No 327	$j = 0,1291 Re^{-0,394}$	$700 < Re \leq 3000$
2	No 381	$j = 0,0267 Re^{-0,112}$	$700 < Re \leq 3000$
3	No 276	$j = 0,2266 Re^{-0,514}$	$700 < Re \leq 3000$
4	PC - 01	$j = 0,0575 Re^{-0,231}$	$900 < Re \leq 3300$
5	PC - 02	$j = 0,0729 Re^{-0,257}$	$900 < Re \leq 3300$
6	PC - 03	$j = 0,0484 Re^{-0,203}$	$900 < Re \leq 3700$

Wykresy na rys. 4 i przytoczone równania mogą bezpośrednio służyć konstruktorom ROPP do doboru wymiennika z zastosowanym wypełnieniem.

7. Badania oporów przepływu przez wypełnienie ROPP

Opory przepływu spalin i powietrza w ROPP oblicza się uwzględniając tarcie w kanałach przepływowych wypełnienia. Opory wejścia i wyjścia z pakietu wypełnienia, ze względu na ich stosunkowo niewielkie wartości nie są uwzględniane.

Opory przepływu czynnika gazowego przez wypełnienie określa się wzorem

$$\Delta p_w = f \frac{H}{d_e} \frac{w^2}{2} \rho,$$

- gdzie: Δp_w - opór przepływu czynnika w wypełnieniu, Pa
 f - liczba tarcia,
 H - wysokość wypełnienia /długość kanału przepływowego, m
 d_e - średnica ekwiwalentna, m
 w - średnia prędkość czynnika w kanałach wypełnienia, m/s
 ρ - średnia gęstość czynnika, kg/m³.

Wartości liczby tarcia f zależą od typu /profilu/ wypełnienia i muszą być dla każdego z nich określone doświadczalnie. Zależność liczby tarcia od warunków hydrodynamicznych przepływu czynnika gazowego określa się równaniem kryterialnym i przedstawia w postaci zależności

$$f = A Re^b,$$

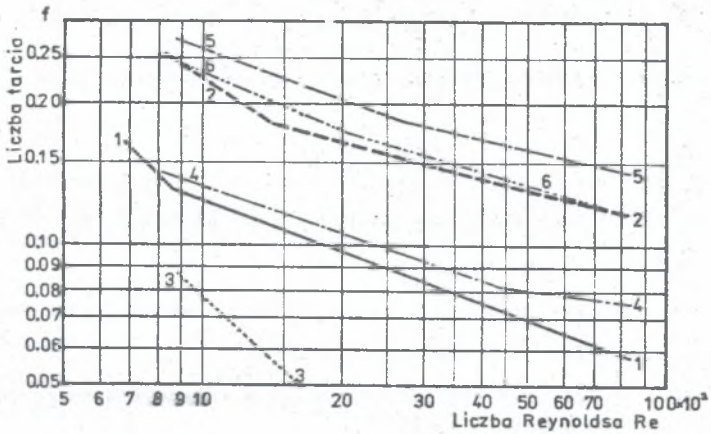
gdzie: A, b - stałe wyznaczone doświadczalnie.

Wypełnienie wirnika ROPP złożone z elementów grzewczych jest układem symetrycznych struktur powtarzających się w całej przestrzeni. Doświadczenia można zatem prowadzić na wycinku układu, będącym reprezentantem całej struktury. W tym przypadku nie występuje problem skali przy przenoszeniu wyników badań na urządzenia rzeczywiste.

Na specjalnym stanowisku badawczym oporów przepływu elementów grzewczych ROPP - 2 przeprowadzono badania aerodynamiczne przedmiotowych wypełnień PM i PC. Pomiary przeprowadzono w zakresie liczb kryterialnych Re $700 < Re < 9200$. Opracowano skojarzony program obliczeniowy FLOP-01 i WARIO-02 dla komputerowego wspomaganía badań.

Wykładnicza funkcja $f = A Re^b$ przedstawiona w współrzędnych logarytmicznych ma postać przecinających się prostych, a jej przebieg wykreślono zgodnie z obliczeniami rachunku aproksymacyjnego.

Rys. 5 - przedstawia graficzny przebieg funkcji dla badanych wypełnień PM i PC.



Rys. 5. Porównanie zależności $f = A Re^b$ dla różnych wypełnień ROPP

Fig. 5. A comparison of value $f = A Re^b$ for different heating elements of regenerative rotating air preheaters

Równania aproksymacyjne określające wartość liczby tarcia służące do obliczeń aerodynamicznych wymiennika z wybranym wypełnieniem mają postać:

Krzywa	Wypełnienie	Równanie	Zakres Re
1	No 327	$f = 79,31 Re^{-0,9483}$	Re < 856
		$f = 1,515 Re^{-0,3622}$	Re ≥ 856
2	No 381	$f = 26,20 Re^{-0,6866}$	Re < 1410
		$f = 1,278 Re^{-0,2701}$	Re ≥ 1410
3	No 276	$f = 47,34 Re^{-0,9266}$	Re < 1796
		$f = 0,529 Re^{-0,3261}$	Re ≥ 1796
4	PC - 01	$f = 1,316 Re^{-0,3322}$	Re < 4308
		$f = 0,248 Re^{-0,1329}$	Re ≥ 4308
5	PC - 02	$f = 3,102 Re^{-0,3587}$	Re < 2626
		$f = 1,056 Re^{-0,2219}$	Re ≥ 2626
6	PC - 03	$f = 3,769 Re^{-0,4024}$	Re < 2067
		$f = 1,692 Re^{-0,2975}$	Re ≥ 2067

8. Wnioski z badań doświadczalnych

Przeprowadzone badania doświadczalne i rozważania analityczne, dotyczące produkcji i montażu oraz intensywności wymiany ciepła i oporów przepływu wypełnień ROPP poddanych badaniom, pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Element grzewczy No 381 ze względu na zintensyfikowaną wymianę ciepła i niewielki wzrost oporów przepływu winien stanowić wypełnienie gorącego końca wirników ROPP.

Problemy pakietowania płyt dotyczące nakładania się profilu sąsiednich blach i związane z tym zniekształcenia kanałów przepływowych mogą być rozwiązane przez wprowadzenie profilu o nieregularnej podziałce fali dyfuzyjnej.

Za wdrożeniem tego typu wypełnienia o układzie jednopłytowym przemawia uproszczenie procesu walcowania w jednym układzie walców.

- W celu zapobieżenia skutkom niskotemperaturowej korozji siarkowej, na wypełnienia zimnego końca wirnika ROPP mogą być stosowane ceramiczne wypełnienia płytowe PC /materiał: mulkorit/.

Wyniki badań laboratoryjnych powłok ochronnych adhezyjnych wypełnienia PC na bazie kaolinu pławionego i krzemianu cyrkonu, potwierdzają celowość stosowania takich powłok kwasoodpornych.

Dodatkowym efektem jest ułatwione mycie wypełnienia.

LITERATURA

- [1] Svenska Rotor Maskiner AB: Charakterystyki elementów grzewczych. Firmowe materiały badawcze.
- [2] Apparatebau Rothemühle: The Rothemühle Regenerative Air Preheater. Firmowe materiały badawcze.
- [3] Nadyrov I.I. i 4 in.: Teploobmen i aerodinamičeskoe soprotivlenie keramičeskich blokov. *Teploenergetika* 1973, nr 5, s.73 ÷ 75.
- [4] Nadyrov I.I. i 5 in.: Teploobmen i aerodinamičeskoe soprotivlenie emalirovannoj nabivki regenerativnych vozduchopodogrevatelej. *Énergomašinstroenie* 1973, nr 7, s. 35.
- [5] Komissarov V.M. i 3 in.: Issledovanie rabočich processov vraščajuščego-sja regenerativnogo vozduchopodogrevatelja pri p.vyšennych temperaturach gazovyh potokov. *Promyšlennaja Énergetika* 1979, nr 12, s. 35 ÷ 39.
- [6] Łukomski A.: Zastosowanie rozbiegu termicznego do intensyfikacji wymiany ciepła w regeneracyjnym podgrzewaczu powietrza typu Ljungström. Praca doktorska. Racibórz 1968.

- [7] Baran M., Walewski A.W., Thamm J.: Regeneracyjne obrotowe podgrzewacze powietrza. Kierunki rozwoju konstrukcji i badań doświadczalnych. Gospodarka Paliwami i Energią 1982, nr 8-9, s. 7 ÷ 13.
- [8] Baran M., Walewski A.W., Wojnar W.: Badania regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza na stanowisku doświadczalnym. Metodyka i zakres badań. Gospodarka Paliwami i Energią 1982, nr 10, s. 20 ÷ 24.
- [9] Walewski A.W.: Badania wymiany ciepła i oporów przepływu w ceramicznych elementach grzewczych regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza. Praca doktorska. Gliwice 1985.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ НАБИВОК РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ
ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ, ОПИРАЯСЬ НА ИССЛЕДОВАНИЯ НА РАБОЧЕМ СТЕНДЕ

Р е з ю м е

Описываются направления поисков и исследований новых типов элементов нагрева применяемых в качестве набивок регенеративных вращающихся воздухоподогревателей (РВП). Приводится экспериментальная установка для опытов теплообмена и аэродинамического сопротивления течения набивок РВП. Авторами проведён анализ производственных технологических процессов, пакетирования и монтажа металлических плитных набивок. В статье даётся полная геометрическая характеристика, а также результаты проведённых авторами экспериментальных опытов теплообмена и аэродинамического сопротивления течения металлических плитных набивок типа МП: № 327, № 381, № 276, а также керамических плитных набивок типа КП: КП-01, КП-02, КП-03 и произведён отбор оптимального элемента нагрева.

A COMPARISON OF DIFFERENT TYPES OF REGENERATIVE ROTATING AIR
PREHEATERS' FILLINGS BASED ON TESTING ON AN EXPERIMENTAL STAND

С и ж м е р у

Trends of investigation and researches of new types of heating elements which are fillings of regenerative rotating air preheaters (ROPP) have been stated. An experimental stand for heat transfer and resistance of flow tests air preheater fillings has been presented. Analysis of home technological processes, packaging, fitting of metal plate fillings has been carried out. Complete geometrical characteristics and results of own experimental tests of heat transfers resistance of flow of metal plate fillings PM type: No 327, No 381, No 276 and ceramic plate fillings PC type: PC-01, PC-02, PC-03 have been presented and the optimal of heating elements has been made.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1986 r.