



Politechnika Wrocławska

Wydział Mechaniczno-Energetyczny

Kierunek studiów:**Energetyka**

Specjalność:**Energetyka cieplna**

PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA

Tytuł pracy dyplomowej

Imię nazwisko

Opiekun pracy

Dr inż. Przemysław Błasiak

Wrocław 2020

Streszczenie

streszczenie pracy w języku polskim

Abstract

streszczenie pracy w języku angielskim

Spis treści

Spis rysunków	1
Wykaz ważniejszych oznaczeń	2
1 Wprowadzenie	6
2 Część teoretyczna	7
2.1 Zasada działania zimnego natrysku	7
2.2 Inna sekcja	7
3 Część projektowa	8
3.1 Nazw sekcji	8
3.1.1 Nazwa podsekcji	8
3.1.2 Obliczenia	9
4 Podsumowanie	10
Bibliografia	11

Wykaz ważniejszych oznaczeń

A	–	powierzchnia, m^2
C	–	stała
c_p	–	ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu, $J/(kg\ K)$
d	–	średnica wału rotora, m
D	–	średnica wewnętrzna cylindra (statora), m
f	–	częstotliwość falownika, Hz
F	–	współczynnik korekcyjny
g	–	przyspieszenie ziemskie, m/s^2
Gr	–	liczba Grashofa, $Gr = \rho^2 g \beta \Delta T (D/2 - d/2)^3 / \eta^2$
H	–	wysokość, m
i	–	entalpia, J/kg
i, j	–	współrzędne siatki numerycznej
\dot{m}	–	strumień masy, kg/s
n	–	prędkość obrotowa, obr/s
n	–	numer iteracji
n_B	–	liczba łopatek skrobiących
Nu	–	liczba Nusselta, $Nu = \alpha D / \lambda_g$
p	–	ciśnienie, Pa
P	–	bezwymiarowe ciśnienie
Pe	–	liczba Pecleta, $Pe = (D - d) u_a \rho c_p / \lambda$
Pr	–	liczba Prandtla, $Pr = c_p \eta / \lambda$
\mathbf{r}	–	wektor wodzący, m

Re_m	– liczba Reynoldsa dla mieszania, $Re_m = nD_m^2\rho/\eta$
Re_D	– liczba Reynoldsa dla mieszania, $Re_D = nD^2\rho/\eta$
Re_a	– liczba Reynoldsa przepływowa, $Re_a = (D - d)u_a\rho/\eta$
Ra	– liczba Rayleigha, $Ra = Gr Pr$
s	– poślizg silnika
S	– siła objętościowa, N/m^3
Ta	– liczba Taylora, $Ta = \sqrt{(D - d)/d} \rho(D - d)\omega d/2\eta$
T	– temperatura, K
t	– temperatura, $^{\circ}C$
u	– prędkość absolutna, m/s
U	– bezwymiarowa prędkość absolutna
\mathbf{U}	– wektor prędkości absolutnej, m/s
W	– rotalpia, J/kg
\dot{q}	– gęstość strumienia ciepła, W/m^2
x, y	– współrzędne kartezjańskie, m
X, Y	– bezwymiarowe współrzędne kartezjańskie
V	– objętość, m^3

Symbole greckie:

α	–	współczynnik wnikania ciepła, $W/(m^2 K)$
β	–	współczynnik ekspansji temperaturowej, $1/K$
γ	–	kąt, rad
Γ	–	długość łuku, m
δ	–	odległość między końcem ostrza łopatką a ścianką, m
η	–	współczynnik lepkości dynamicznej, $Pa s$
Θ	–	bezwymiarowa temperatura
λ	–	współczynnik przewodzenia ciepła, $W/(m K)$
ρ	–	gęstość, kg/m^3
τ	–	czas kontaktu, s
τ	–	tensor naprężeń, Pa
Ψ	–	zmienna ogólna
ω	–	prędkość kątowna, $1/s$

Użyte skróty:

CFD	–	Computational Fluid Dynamics
D – PIV	–	Digital-Particle Image Velocimetry
K – L – H	–	model Kool-Latinen-Harriot (teoria penetracji)
K – K	–	model Kern-Karakas (teoria cienkiego filmu)
MRI	–	Magnetic Resonance Imaging
MRF	–	Multiple Reference Frame
P – B	–	model Penney-Bell (teoria penetracji cienkiego filmu)
PIV	–	Particle Image Velocimetry
RSSHE	–	Reciprocating Scraped Surface Heat Exchanger (tłokowy wymiennik skrobakowy)
SRF	–	Single Reference Frame
SSHE	–	Scraped Surface Heat Exchanger (wymiennik skrobakowy)

Indeksy dolne:

a	–	osiowy
B	–	powierzchnia wału (rotora)
C	–	zimny
Cor	–	Coriolisa
cyl	–	cylinder
DS	–	domena obliczeniowa
g	–	gaz
gaw	–	grawitacja
H	–	gorący
k	–	stan końcowy
kr	–	krytyczny
$K - L - H$	–	model Kool-Latinen-Harriot (teoria penetracji)
m	–	mieszadło, mieszanie
ods	–	odśrodkowy
pl	–	płaszcz wodny
pob	–	pobocznica
$P - B$	–	model Penney-Bell (teoria penetracji cienkiego filmu)
r	–	rotor, składowa radialna
rel	–	względny, nieinercjalny
ref	–	stan odniesienia
s	–	ścianka, stator
T	–	powierzchnia cylindra (statora)
z	–	składowa osiowa
γ	–	składowa obwodowa
0	–	stan początkowy
$2D$	–	model dwuwymiarowy
$3D$	–	model trójwymiarowy

Rozdział 1

Wprowadzenie

tutaj wpisujemy wprowadzenie

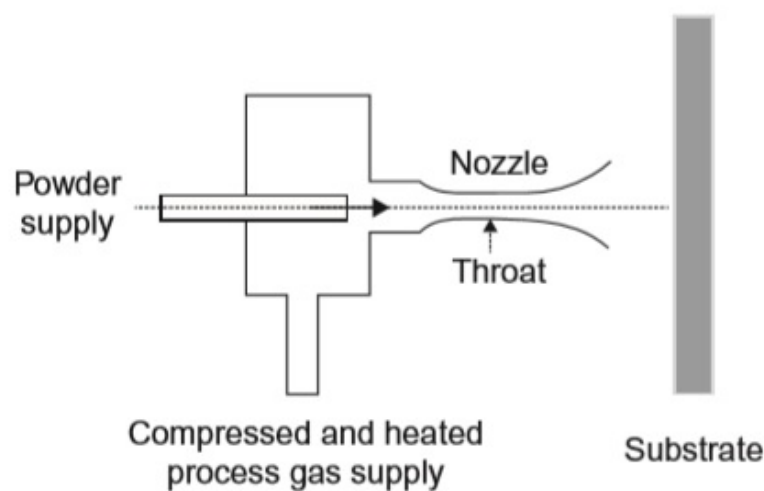
Rozdział 2

Część teoretyczna

2.1 Zasada działania zimnego natrysku

Proces zimnego natrysku definiuje się jako termiczny proces, którego głównym celem jest produkcja dodatkowych powłok na natryskiwanej powierzchni. Do procesu tworzenia powłok wykorzystuje się cząstki metalów o średnicy w zakresie od $1\text{ }\mu\text{m}$ do $50\text{ }\mu\text{m}$, które są stale przyspieszane do wysokich prędkości. Typowe prędkości, które są osiągnięte przez te cząstki mieszczą się w zakresie od 300 m/s do 1200 m/s [1, 4, 3].

Na rysunku 2.1 przedstawiono przykładowe usytuowanie przewodu z gazem roboczym i proszkiem. Dodatkowo trzeba zaznaczyć, że w przewodzie, za pomocą którego wprowadza się proszek panuje takie samo ciśnienie jakie posiada gaz roboczy.



Rys. 2.1 Schemat wysokociśnieniowego systemu zimnego natrysku [2]

2.2 Inna sekcja

Tekst ...

Rozdział 3

Część projektowa

3.1 Nazw sekcji

3.1.1 Nazwa podsekcji

Nazwa części geometri	Wartość
Średnica gardła	aaaaaa
Średnica wejściowa dyszy, mm	a
Średnica wyjściowa dyszy, mm	a
Średnica przewodu podajnika, mm	a
Odległość przewodu podajnika od wlotu do dyszy, mm	a
Długość części zbieżnej dyszy, mm	a
Długość części rozbieżnej dyszy, mm	aa

Tab. 3.1 Wymiary geometrii obliczonego układu

3.1.2 Obliczenia

Parametry termodynamiczne	A	B
Temperatura powietrza, °C	550	600
Ciśnienie powietrza, MPa	2.5	2.6
Ciśnienie w podajniku, MPa	2.5	2.6
Temperatura proszku, °C	24	24
Ciśnienie otoczenia , MPa	0.1	0.1

Tab. 3.2 Warunki początkowe dla obliczanego układu w wariantach A i B

Wzory, które wykorzystano podczas obliczeń kinematyczno-przepływowych:
Należy rozpocząć od założenia że:

$$pv^k = idem \quad (3.1)$$

Następnie obliczono stosunek ciśnień

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{p_2}{p_0} \\ \beta_A &= \frac{p_{a2}}{p_{a0}} = 0,33 \\ \beta_B &= \frac{p_{b2}}{p_{b0}} = 0,55 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Krytyczny stosunek ciśnień

$$\beta_{kr} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (3.3)$$

Rozdział 4

Podsumowanie

Bibliografia

- [1] B. Venkateshwarlu Akella Srikanth, G. Mohammed Thalib Basha. *A Brief Review on Cold Spray Coating Process*. S. Bland, 2020.
- [2] Nuria Espallargas. *Future Development of Thermal Spray Coatings*. Woodhead Publishing, 2015.
- [3] ASM International Joseph R. Davis. *Handbook of Thermal Spray Technology*. Thermal Spray Society Training Committee, 2004.
- [4] Harminder Singh, T. S. Sidhu, S. B. S. Kalsi, and J. Karthikeyan. *Development of cold spray from innovation to emerging future coating technology*. The Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 2013.