به نام خدا

شبیه‌سازی عددی جریان آرام و آشفته دوفازی نانوسیال در جت برخوردکننده محبوس

توسعه‌دهندگان کد:	بابک یوسفی لفورکی، کارشناسی ارشد مکانیک	
استاد راهنما	دکتر عباس رامیار، استادیار	
تهیه کننده مستند	بابک یوسفی لفورکی، کارشناسی ارشد مکانیک	
تبدیل کننده کد		
تاریخ تنظیم:	۱۳۹۲/۰۹/۰۱	

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست شکل‌ها ..... ح

فهرست علایم و نشانه‌ها ..... خ

فصل ۱- مستندات کاربری ۹

۱-۱- قسمت اصلی برنامه (MAIN PROGRAM) ۱۰

۱-۲- متغیرهای استفاده شده در کد ۱۳

۱-۳- شبکه تولید شده در برنامه حاضر ۱۶

۱-۴- متغیرهای استفاده شده در تولید شبکه ۱۶

۱-۵- نمونه اجرا ۱۸

فصل ۲- سابروتین ۲۴

۲-۱- سابروتین CALCUV ۲۴

2-1-1- CALCUV : Part_1 ..... ۲۵

2-1-2- CALCUV : Part_2 ..... ۲۵

۲-۱-۳- CALCUV : Part_4 ..... ۲۵

۲-۱-۴- CALCUV : Part_5 ..... ۲۵

۲-۱-۵- CALCUV : Part_6 ..... ۲۵

۲-۱-۶- CALCUV : Part_7 ..... ۲۵

۲-۱-۷- CALCUV : Part_8 ..... ۲۶

۲-۱-۸- CALCUV : Part_9 ..... ۲۸

۲-۱-۹- CALCUV : Part_10 ..... ۳۰

۲-۱-۱۰- CALCUV : Part_11 ..... ۳۰

۲-۲- سابروتین FLUXUV ۳۱

۲-۲-۱- FLUXUV: Part_1 ..... ۳۱

۲-۲-۲- FLUXUV: Part_2 ..... ۳۲

Market Code

۲-۳- سابروتین CALCP ۳۳
2-3-1- CALCP: Part_1 ..... ۳۶
2-3-2- CALCP: Part_2 ..... ۳۷
۲-۳-۳- CALCP: Part_3 ..... ۳۷
۲-۳-۴- CALCP: Part_4 ..... ۳۷
۲-۳-۵- CALCP: Part_5 ..... ۳۷
۲-۴- سابروتین FLUXM ۳۸
۲-۴-۱- FLUXM: Part_1 ..... ۳۸
۲-۴-۲- FLUXM: Part_2 ..... ۳۸
۲-۵- سابروتین PRESB ۳۸
۲-۶- سابروتین GRADFI ۳۹
۲-۶-۱- GRADFI: Part_1 ..... ۳۹
۲-۶-۲- GRADFI: Part_2 ..... ۳۹
۲-۷- سابروتین GRADCO ۳۹
۲-۸- سابروتین CALCSC ۳۹
2-8-1- CALCSC: Part_1 ..... ۴۰
2-8-2- CALCSC: Part_2 ..... ۴۰
۲-۸-۳- CALCSC: Part_3 ..... ۴۰
۲-۸-۴- CALCSC: Part_4 ..... ۴۰
۲-۸-۵- CALCSC: Part_5 ..... ۴۰
۲-۸-۶- CALCSC: Part_6 ..... ۴۱
۲-۹- سابروتین FLUXSC ۴۱
۲-۹-۱- FLUXSC: Part_1 ..... ۴۱
۲-۹-۲- FLUXSC: Part_3 ..... ۴۱
۲-۱۰- سابروتین TEMP ۴۲
۲-۱۰-۱- TEMP: Part_1 ..... ۴۲
۲-۱۰-۲- TEMP: Part_2 ..... ۴۲

Market Code

۲-۱۱- سابروتین KINE ۴۲
۲-۱۱-۱- KINE: Part_1 ..... ۴۳
۲-۱۱-۲- KINE: Part_2 ..... ۴۳
۲-۱۲- سابروتین DISE ۴۴
۲-۱۲-۱- DISE: Part_1 ..... ۴۴
۲-۱۲-۲- DISE: Part_2 ..... ۴۵
۲-۱۳- سابروتین MODVIS ۴۵
۲-۱۴- سابروتین INIT ۴۶
۲-۱۴-۱- INIT: Part_1 ..... ۴۷
۲-۱۴-۲- INIT: Part_2 ..... ۴۷
۲-۱۴-۳- INIT: Part_3 ..... ۴۷
۲-۱۵- سابروتین SETDAT ۴۷
۲-۱۶- MODDAT ۴۸
۲-۱۷- سابروتین SIPSOL ۴۸
۲-۱۸- سابروتین OUTRES ۴۸
۲-۱۹- سابروتین PRINT ۴۹
۲-۲۰- سابروتین SOUT ۴۹
۲-۲۰-۱- SOUT: Part_1 ..... ۴۹
۲-۲۰-۲- SOUT: Part_2 ..... ۴۹
۲-۲۰-۳- SOUT: Part_3 ..... ۴۹
۲-۲۱- سابروتین BCIN ۴۹

Market Code

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱: متغیرهای استفاده شده در کد 13
جدول ۱-۲: متغیرهای استفاده شده در تولید شبکه 16

Market Code

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: الگوریتم حل معادلات ۱۲
شکل ۱-۲: هندسه دوبعدی جت برخوردکننده به دیواره ۱۹
شکل ۱-۳: داده های ورودی شبکه ۱۹
شکل ۱-۴: شبکه ایجاد شده ۲۰
شکل ۱-۵: شرایط اولیه ۲۰
شکل ۲-۱ : شبکه در مجاورت مرز ورودی ۲۶
شکل ۲-۲: حجم کنترل سرعت در مرز خروجی ۲۷
شکل ۲-۳: شبکه در مرز دیوار ۲۹
شکل ۲-۴: به کار رفتن شرایط مرزی در یک دیوار ۳۰
شکل ۲-۵: حجم کنترل یک شبکه غیرمتعامد ۳۲
شکل ۲-۶: انواع شبکه: الف) شبکه ناهمجا ب)شبکه همجا ۳۴
شکل ۲-۷: توزیع فشار غیر یکنواخت در یک شبکه همجا ۳۴
شکل ۲-۸: یک المان در شبکه همجا ۳۵

Market Code

فهرست علایم و نشانه‌ها

سطح مقطع	$A\ (m^2)$
ضریب پسا	C_D
ضریب اصطکاک موضعی	C_f
ظرفیت گرمایی ویژه	$C_p\ (J/kgK)$
کسر جرمی فاز	c_k
ثابت نفوذ	D_{Mp}
قطر ذرات نانو	$dp\ (nm)$
شتاب گرانشی زمین	$g\ (m/s^2)$
ارتفاع کانال	$H\ (m)$
ضریب هدایت حرارتی	$K\ (W/mK)$
طول کانال	$L\ (m)$
جرم	$m\ (Kg)$
عدد ناسلت	Nu
فشار	$P\ (Pa)$
عدد پرنتل	Pr
شار حرارتی	$Q\ (W/m^2)$
عدد رینولدز	Re
دما	$T\ (K)$
دمای توده سیال	$T_b\ (K)$
زمان	$t\ (s)$
اختلاف دما	$\Delta T\ (K)$
مولفه سرعت در راستای محور x	$u\ (m/s)$
سرعت لغزشی (نسبی)	$U_{cp_0}\ (m/s)$
سرعت نفوذ	$u_{MK}(m/s)$

Market Code

حجم	$V\ (m^3)$
مولفه سرعت در راستای محور y	$v\ (m/s)$
عرض جت	$W\ (m)$
مولفه طول افقی	$x\ (m)$
مولفه طول عمودی	$y\ (m)$

علائم یونانی

ضریب پخش حرارتی	$\alpha\ (m^2/s)$
ضریب انبساط حجمی	$\beta\ (K^{-1})$
نرخ اضمحلال	$\varepsilon\ (m^2/s^3)$
نرخ اضمحلال مخصوص	$\omega(m^2/s^3)$
کسر حجمی نانو ذرات	φ
ویسکوزیته دینامیکی مولکولی	$\mu\ (kg/ms)$
ویسکوزیته آشفته	$\mu_t\ (kg/ms)$
ویسکوزیته سینماتیکی	$\nu\ (m^2/s)$
چگالی	$\rho\ (kg/m^3)$
تنش	$\tau\ (Pa)$

زیرنویس‌ها

فاز پیوسته	C
موثر	Eff
سیال	F
شرایط ورودی	Jet
مخلوط	M
نانوسیال	Nf
فاز پراکنده و نانوذرات	P
دیوار	W

Market Code

چکیده

این برنامه جریان دوبعدی پایا آرام و آشفته نانوسیال آب- Al_2O_3 تراکم ناپذیر دوبعدی در جت برخورد کننده محبوس داخل کانال با استفاده از مدل دو فازی مخلوط را حل می‌کند. برای گسسته‌سازی معادلات حاکم بر جریان و انتقال‌حرارت در محدوده محاسباتی، روش حجم محدود[1] به کار گرفته شده است برای حل معادلات، یک برنامه به زبان فرترن بر اساس کد فریزگر [1] نوشته شده است. برای تولید شبکه، از آرایش شبکه هم‌جا[2] استفاده شده و زیرا در این شبکه اعمال شرایط مرزی راحت‌تر است. در این شبکه تمام متغیرهای برداری روی مرکز المان محاسبه می‌شوند در حالیکه برای شبکه ناهمجا تمام تمام متغیرها روی وجوه حجم کنترل محاسبه می‌شوند و از الگوریتم سیمپل[3] و روش درونیابی برای ارتباط معادلات سرعت و فشار و از روش تئوری گاوس برای تخمین شارهای نفوذ و محاسبه مشتقات در سطح سلول استفاده شد. این برنامه اثر متغیرهای هندسی مختلف بر میدان جریان و افزایش انتقال حرارت، پارامترهایی نظیر نسبت ارتفاع کانال به عرض جت[4] (H/W) و طول کانال روی عدد ناسلت متوسط و موضعی و کانتور تابع جریان و همچنین اثر افزودن نانوذرات در بهبودی انتقال حرارت را بررسی می‌کند. همچنین از این کد یک مقاله ISI چاپ شده است.

کلید واژه: معادلات ناویر استوکس، مدل مخلوط، نانوسیال، الگوریتم سیمپل، جریان جت، شبکه باسازمان، روش حجم محدود

[1] Finite Volume Method (FVM)
[2] Collocated grid
[3] Simple
[4] Jet- impingement surface distance ratio (*H/W*)

Market Code

فصل ۱– مستندات کاربری

مقدمه

این برنامه توسط مهندس بابک یوسفی لفورکی نوشته شده است و نتایج پایان‌نامه کارشناسی ارشد از برنامه استخراج شده است، آقایان پرفسور علی اکبر رنجبر و دکتر عباس رامیار به عنوان اساتید راهنمای پایان‌نامه فعالیت داشتند. همچنین از این کد یک مقاله ISI [2] با عنوان انتقال حرارت جابه‌جایی اجباری جریان جت برخوردکننده به دیواره در کانال همگرا چاپ شده است که دراین مقاله اثر نسبت ارتفاع کانال به عرض جت و عددرینولدز و زوایای همگرایی روی ساختار جریان (گردابه‌ها) و میدان حرارتی بررسی شده است.

در این برنامه معادلات دوبعدی ناویر–استوکس جریان نانوسیال جت برخوردکننده به دیواره پایا به روش حل حجم محدود حل می‌گردد. تولید شبکه میدان مربعی سازمان یافته می‌باشد. در این بخش، قسمت اصلی برنامه (CAFFA Program) مورد بررسی قرار گرفته و به سابروتین‌های فرآخوانی شده نیز اشاره‌ای خواهد شد. تعریف متغیرهای برنامه در انتهای هر فصل معرف می‌گردد.

۱–۱– قسمت اصلی برنامه (MAIN PROGRAM)

برای اجرای برنامه از نرم افزار MICROSOFT VISUAL STUDIO 2008 استفاده شده و برنامه‌نویسی در قسمت INTEL VISUAL FORTRAN نوشته شده است.

Market Code