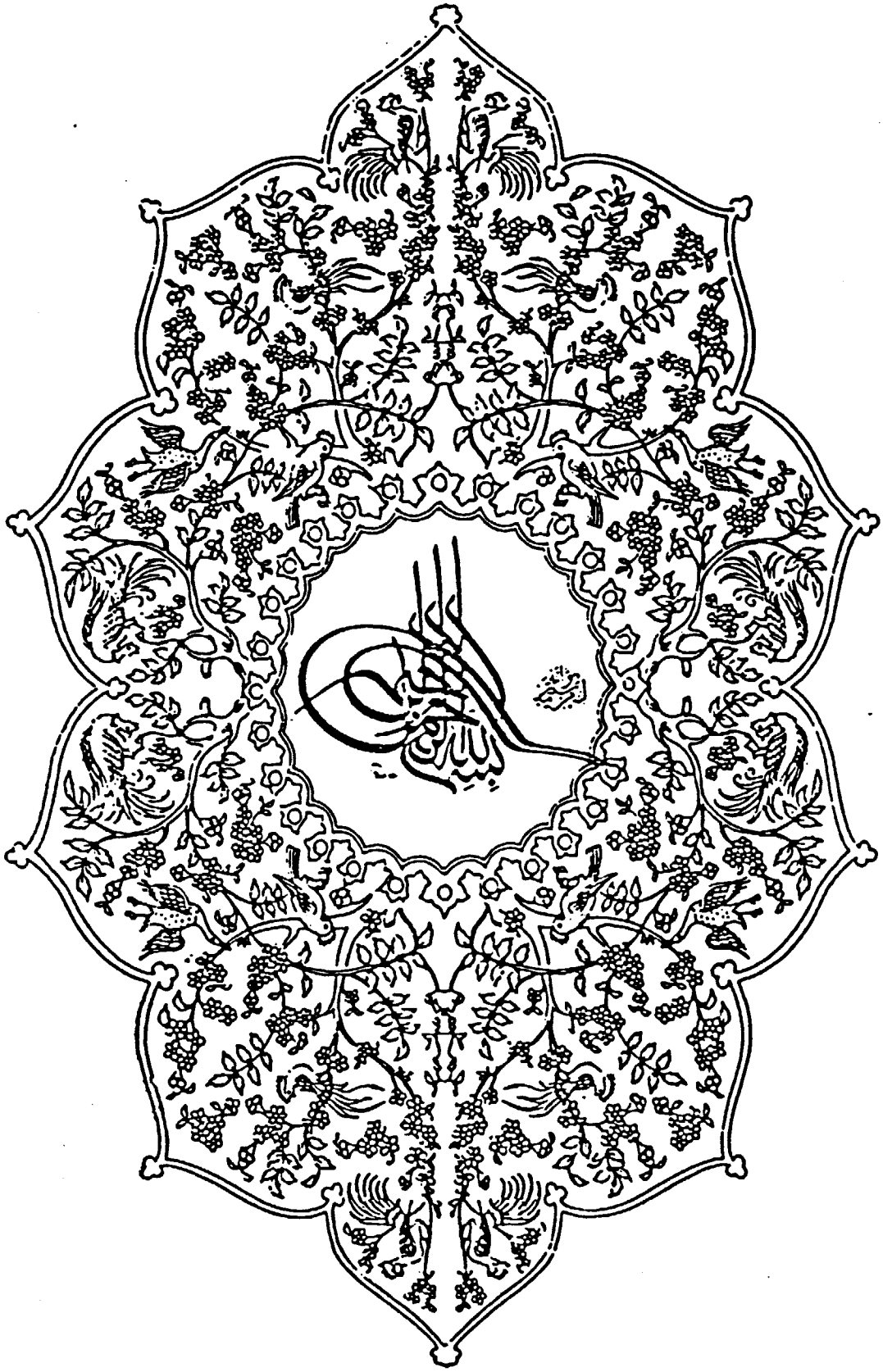


٣١١٧٢

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مدارک

۱۲۷۹ / ۷۱ ۲۵

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی - بخش مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

تحت عنوان:

بررسی عددی سیال غیرنیوتنی در ناحیه حلقوی بین دو لوله هم محور

استاد راهنما:

دکتر علی کشاورز

نگارش:

مجتبی طاهری محمودی

-7815

اسفند ۱۳۷٤

۳۱۱۷۲

بسمه تعالی

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی مکانیک

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است وهیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود

دانشجو : مجتبی طاهری محمودی امضاء

استاد راهنما : آقای دکتر علی کشاورز

داور ۱ : آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۲ : آقای مهندس محمد رهنما

دانشگاه شهید باهنر
کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

به یاد

پدر بزرگوارم، اسوه علم و تقوی

و تقدیم به:

مادر مهربان و همسر عزیزم

تشکر و قدردانی

پایان نامه حاضر ما حصل قریب ۱٤ ماه تلاش مداوم و پیوسته نگارنده می باشد که بدون مساعدتهای علمی و عملی دیگران، تحقق یافتن آن دور از انتظار می نمود، در این راستا استاد معظم پروژه جناب آقای دکتر علی کشاورز، استادیار محترم بخش مکانیک دانشگاه شهید باهنر کرمان سهم عمده ای را بخود اختصاص داده اند، همفکری پیشنهادات و راهنمایی های ارزنده علمی و مساعدتهای عملی ایشان همواره گره گشای مشکلات اینجانب در اجرای این پروژه بوده است، لذا در اینجا تشکر و امتنان صمیمانه و صادقانه خود را از ایشان ابراز می دارم. همچنین از اعضای محترم کمیته پایان نامه جناب آقای دکتر سید حسین منصوری و جناب آقای مهندس محمد رهنما، و جناب آقای دکتر سینایی رئیس محترم بخش مکانیک و سایر اساتید که همواره از نظرات مفید آنها بهره مند بوده ام سپاسگزاری می نمایم.

در خاتمه از سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی دفتر شاهرود که همه گونه امکانات در اختیارم قرار داده اند صمیمانه تشکر می کنم.

چکیده

بررسی انتقال حرارت سرعت جریان آرام سیال پلیمر P.V.C در بین دو لوله هم مرکز توپر(Annular) با دمای دیواره ثابت مورد نظر می باشد، از آنجائیکه P.V.C جزء سیالات شبه پلاستیک می باشد و ویسکوزیته بشدت با دما تغییر می کند، تغییرات ویسکوزیته با دما لحاظ گردیده است و سایر خواص بدلیل تغییرات ناچیز با دما ثابت فرض شده است. نتایج بدست آمده در این تحقیق می تواند در تولید لوله های P.V.C و کابلهای فشار قوی مورد استفاده قرار گیرد.

در وهله اول رئولوژی سیالات غیرنیوتنی و انواع آن مورد بررسی قرار گرفته و از روشها و معیارهایی که جامعتر و مقبولیت بیشتری داشته اند استفاده شده است. سپس با استفاده از مدل توانی (Power Law) و ویسکوزیته ظاهری و آنالوژی سیالات نیوتنی، معادلات مومنتم و انرژی با استفاده از روش احجام محدود بصورت جبری حاصل شده و حل می گردد. بدلیل وابستگی ویسکوزیته به دما، این معادلات توامان و بطور همزمان حل گردیده اند.

نتایج بدست آمده برای انواع سیالات غیرنیوتنی با شاخص رفتار جریان (n=۰/۵،۰/۷،۱،۲) مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصله با مراجع موجود مقایسه شده است. تاثیر تغییرات عدد رینولدز ورودی و درجه حرارت دیواره و درجه حرارت ورودی بر انتقال مومنتم و حرارت نیز مشخص گردیده است. مشاهده شده است که با افزایش مقدار n ، مقادیر عدد رینولدز و نوسلت موضعی افزایش پیدا می کند. همچنین افزایش دمای دیواره باعث کاهش نوسلت موضعی می گردد.

فهرست مطالب

	عنوان	صفحه
	فهرست علائم	ط
فصل اول	**تحقیقات گذشته**	۱
۱-۱	مقدمه	۲
۱-۲	سیالات نیوتنی	۲
۱-۳	سیالات غیرنیوتنی	۳
۱-۳-۱	سیالات شبه پلاستیک	۴
۱-۴	تاریخچه مقالات در مورد سیالات غیرنیوتنی شبه پلاستیک داخل لوله	۸
فصل دوم	**معادلات حاکم**	۱۰
۲-۱	مقدمه	۱۱
۲-۲	معادلات بقاء	۱۱
۲-۳	شرایط مرزی	۱۳
۲-۴	پارامترهای بی بعد	۱۳
۲-۵	معادلات دیفرانسیل کلی	۱۴
فصل سوم	**حل عددی معادلات دیفرانسیل**	۱۷
۳-۱	مقدمه	۱۸
۳-۲	روش بدست آوردن معادلات انفصال	۱۸
۳-۲-۱	جابجایی و پخش یک بعدی دائم	۱۹
۳-۲-۲	معادله انفصالی برای حالت دو بعدی	۲۲
۳-۳	محاسبه میدان جریان	۲۶

۳-۳-۱	شبکه جابجا شده	۲۷
	عنوان	**صفحه**
۳-۳-۲	معادلات مومنتم	۲۹
۳-۳-۳	تصحیح فشار و سرعت	۳۰
۳-۳-۴	معادله تصحیح فشار	۳۱
۳-۳-۵	الگوریتم سیمپل	۳۳
۳-۳-۶	حل معادلات جبری انفصالی	۳۴
فصل چهارم	**مقایسه و بحث نتایج**	۳۸
۴-۱	مقدمه	۳۹
۴-۲	بررسی نتایج عددی شاخصهای مختلف جریان غیرنیوتنی با مراجع موجود	۴۰
۴-۳	تأ ثیر عدد رینولدز بر روی رفتار سیال غیرنیوتنی	۴۴
۴-۴	تأ ثیر دمای دیواره بر روی سیال غیرنیوتنی	۵۶
۴-۵	اثر درجه حرارت ورودی بر روی سیال غیرنیوتنی	۶۶
۴-۶	بحث و نتیجه گیری	۷۵
ضمیمه		۷۶
مقدمه		۷۷
برنامه کامپیوتری		۷۸
فلوچارت برنامه		۸۱
مراجع		۸۲

فهرست علائم

علائم اختصاری

A_i	مساحت رویه حجم کنترلی (i =e,w,s,n)
a_i	ضرایب معادلات جبری (i =E,W,S,N,P)
b	ترم چشمه
C	گرمای ویژه
D	قطر هیدرولیکی
D_i	شار ترم انتشار (i =e,w,s,n)
E	انرژی فعالسازی
F_i	شار جرمی (i =e,w,s,n)
H	ناحیه بین دو لوله
h	ضریب انتقال حرارت جابجایی
$J_{\varphi j}$	شار φ در جهت j
K	شاخص پایداری
k	ضریب انتقال حرارت هدایتی
n	شاخص رفتار جریان
ℓ	طول کانال
Nu	عدد نوسلت
P	فشار
R	ثابت گازها

R_e	عدد رینولدز ورودی
S_c	چشمه ثابت ϕ
S_ϕ	چشمه متغیر ϕ
T	درجه حرارت
u, v	مولفه‌های سرعت
z, r	جهت مختصات
α	ضریب انبساط
μ	ویسکوزیته
ρ	دانسیته
ϕ	متغیر عمومی
$\dot{\gamma}$	شدت برش
Γ_ϕ	ضریب انتشار
τ_{rz}	تنش برشی

زیرنویس،بالانویس

a	غیر نیوتنی
b	بانک، کپه‌ای
bot	دیواره پایین
n_b	همسایه
i	در جهت i,داخلی
in	ورودی

o	خارجی
p	پلیمر
e	مربوط به رویه c از حجم کنترل
w	مربوط به رویه w از حجم کنترل ، دیواره
n	مربوط به رویه n از حجم کنترل
s	مربوط به رویه s از حجم کنترل
E	مربوط گروه اصلی E
W	مربوط گروه اصلی W
S	مربوط گروه اصلی S
N	مربوط گروه اصلی N
P	مربوط گروه اصلی P
$'$	مقدار تصحیح
$*$	مقدار حدسی
$+$	نمایش بی‌بعد
$-$	متوسط
$\circ$	در دمای محیط

فصل ۱

تحقیقات گذشته

۱-۱ مقدمه:

با رشد صنایع، سیالات جدید زیادی پدید آمدند که رفتار برشی آنها نمی توانست با استفاده ازروابط مربوط به سیالات نیوتنی بررسی شود. برخی از این سیالات که به سیالات غیر نیوتنی معروف هستند عبارتند از محلولها و مذابهای پلیمری، جامدات معلق در مایعات، امولسیونها و موادی که خاصیت ویسکوزیته و الاستیک را تواما" دارا هستند.

وجود صنایع وسیع پلاستیک، لاستیک، الیاف مصنوعی، نفت، سیمان، کاغذ، صنعت چاپ و رنگ که با مواد غیر نیوتنی مواجه هستند مشخص می کند که شناخت رفتار آنها از نظر انتقال حرارت و جرم و توزیع سرعت، از ضرورتی اجتناب ناپذیر برخوردار است.

دراین پروژه با توجه به گستردگی و تنوع سیالات غیر نیوتنی ، به بررسی رفتار مذابهای پلیمری که از انواع سیالات شبه پلاستیک می باشند می پردازد. بهمین منظور با توجه به تعاریف سیال نیوتنی و غیر نیوتنی معادلات حاکم بر سیال را بدست آورده و سپس با استفاده از روشهای عددی مناسب حل می گردند.

قبل از هر چیز به توضیح رفتار سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی پرداخته می شود.

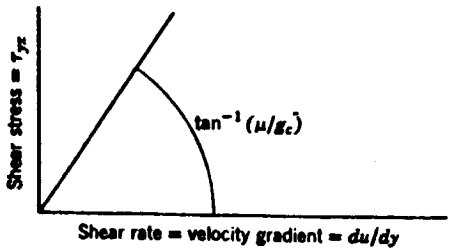
۱-۲ سیالات نیوتنی[۳]:

طبق پیشنهاد نیوتن، سیالات نیوتنی گروهی از مواد هستند که بین تنش برشی و شدت برشی و شدت برش آنها در جریان آرام رابطه مستقیم زیر وجود دارد.

$$\tau_{xy} = \eta(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}) \qquad (۱-۱)$$

بنابر این برای سیالات نیوتنی ویسکوزیته (η) مستقل از شدت برش بوده و ثابت است. رسم شدت برش در مقابل تنش برشی به منحنی جریان (Flow Curve) موسوم است. که شیب این منحنی

برای یک سیال نیوتنی ثابت بوده و مساوی مقدار ویسکوزیته است. شکل (۱-۱) منحنی جریان یک سیال نیوتنی را نشان می دهد. مایعات یا محلولهای دارای وزن مولکولی پایین تر و نیز تمام گازها دارای رفتاری نیوتنی هستند.



شکل (۱-۱) منحنی جریان برای یک سیال نیوتنی [۳]

۱-۳ سیالات غیرنیوتنی:

امولسیونها، سوسپانسیونهای جامدات، محلولهای پلیمری و مذابهای پلیمری معمولاً" سیالات غیر نیوتنی هستند، بنابراین رفتار این نوع مواد از رابطه (۱-۱) پیروی نمی نمایند. چنانچه این مواد درمعرض یک برش ساده مداوم قرارداده شوند ویسکوزیته آنها ثابت نبوده وباشدت برشی تغییر میکند.

$$\eta = \eta(\gamma) \qquad (۱-۲)$$

افزایش پیچیدگی ساختمان این مایعات اجازه می دهد که به همراه شدت برش، ساختمان ماده نیز تغییر یابد و در نتیجه ویسکوزیته ثابت باقی نماند و تابعی از دما و فشار باشد.

$$\eta = \eta(T) \text{ یا } \eta = \eta(P) \text{ یا } \eta = \eta(P,T) \qquad (۱-۳)$$

بنابر این تمام سیالاتی که منحنی آن خطی نیست غیر نیوتنی هستند. عموماً" این مواد به سه گروه عمده زیر تقسیم می شوند هر چند درجه تمایز این طبقات از یکدیگر و یا تعریفشان خیلی دقیق

نمی باشد:

۱- سیالات مستقل از زمان، که در آنها شدت برش در یک نقطه مشخص فقط تابع تنش برشی در همان لحظه و در همان نقطه است. مانند مذابهای پلیمری و گریسها؛

۲- سیالات تابع زمان، که در آنها شدت برش نه تنها تابع مقدار برش است، بلکه تابع مدت اعمال برش و نیز احتمالا" مدت زمان بین اعمال تنشهای برش متوالی است. مانند رنگها و مرکبات چاپ؛

۳- سیالات ویسکوالاستیک، که در آنها پس از قطع یک تنش برشی تغییر شکل دهنده، یک بازگشت الاستیک جزئی مشاهده می شود این مواد هم خواص سیالات و هم خواص جامدات الاستیک را دارا می باشند، مانند قیر.

این سه گروه فوق نیز به نوبه خود به گروههای دیگری از مواد تقسیم می شوند که در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.

با توجه به اینکه سیال مورد استفاده در این پروژه از نوع شبه پلاستیکها است و بخش عمدهای از مواد غیر نیوتنی به این گروه تعلق دارند، به بررسی آن می پردازیم.

۱-۳-۱ سیالات شبه پلاستیک:

سیالات شبه پلاستیک عموما" در بین مواد زیر یافت می شوند: بسیاری از محلولهای با وزن مولکولی بالا، بسیاری از سوسپانسیونهای با غلظت متوسط، محلولهای لاستیک طبیعی یا مصنوعی، چسبها، محلولهای پلیمری، گریسها، سوسپانسیونهای آهار، استات سلولز، محلولهای مورد استفاده در ساخت رایون، مایونز، صابون، دوغابهای شوینده ها، خمیر کاغذ، بعضی امولسیونها و کرمها، بعضی مرکبهای چاپ، ناپالم، سیالات بیولوژیکال و بالاخره رنگها.