دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی

عنوان:

طراحی معکوس مرزی کوره های تابشی دوبعدی با دیواره های پخشی-خاکستری به کمک الگوریتم انبوه ذرات

استاد راهنما:

دکتر سید مسعود حسینی سروری

استاد مشاور:

مهندس سمیرا پایان

تحقیق و نگارش:

مهدی پورغریب شاهی شهربابک

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

تیر ۱۳۹۰

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان طراحی معکوس مرزی کوره های تابشی با دیواره های پخشی-خاکستری در حالت دوبعدی به کمک الگوریتم انبوه ذرات قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک توسط دانشجو مهدی پورغریب شاهی با راهنمایی استاد پایان نامه دکتر دکتر سید مسعود حسینی سروری تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

مهدی پورغریب شاهی

این پایان نامه ..... واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی **امضاء** **تاریخ**

استاد راهنما:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات تکمیلی:

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب مهدی پورغریب شاهی تعهد می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.
کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهدی پورغریب شاهی

امضاء

چکیده

در این تحقیق طراحی معکوس مرزی کوره های تابشی دو بعدی با دیواره های پخشی-خاکستری، برای دو نوع محیط در داخل کوره تابشی، مورد بررسی قرار گرفته است. در حالت اول محیط، شفاف و در حالت دیگر محیط، نیمه شفاف در نظر گرفته شده است. از تحلیل معکوس برای تخمین زدن توزیع شار حرارتی نامعلوم روی سطح گرمکن، جهت رسیدن به شرایط مطلوب(شار و دمای یکنواخت) روی سطح طراحی استفاده شده است. از الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات برای کمینه کردن تابع هدف که به صورت مجموع مربعات تفاضل بین شار حرارتی محاسبه شده و مطلوب روی سطح طراحی تعریف می شود، استفاده شده است. به منظور حل معادله انتقال تابش برای محیط شفاف، روش تابش خالص و برای محیط نیمه شفاف، روش جهت های مجزا بکار برده شده است.

کلمات کلیدی: طراحی معکوس مرزی- کوره های تابشی-محیط شفاف و نیمه شفاف- الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه..... ۲

۱-۲ اهداف..... ۳

فصل دوم : مروری بر کارهای گذشته ۴

فصل سوم : استخراج معادلات تابش مورد نیاز (مسئله مستقیم) ۱۰

۳-۱مقدمه..... ۱۱

۳-۲ تابش ۱۱

۳-۲-۱ جذب، انعکاس و عبور از یک سطح ۱۱

۳-۲-۲ سطح کدر ۱۲

۳-۲-۳ سطح پخش کننده ۱۳

۳-۲-۴ سطح خاکستری..... ۱۴

۳-۳ محیط شفاف ۱۵

۳-۳-۱ ضریب شکل ۱۵

۳-۳-۲ استخراج معادلات تابش برای محفظه بسته شامل محیط شفاف..... ۱۸

۳-۴ محیط نیمه شفاف..... ۲۱

۳-۴-۱ معادلات تابش در محیط نیمه شفاف..... ۲۲

۳-۴-۲ روش جهت های مجزا..... ۲۳

۳-۴ -۲-۱ معادلات روش جهت های مجزا..... ۲۴

۳-۴ -۲-۲ انتخاب جهت در روش جهت های مجزا ۲۵

۳-۴ -۲-۳ معادلات روش جهت های مجزا در مختصات کارتزین درحالت دو بعدی ۲۷

فصل چهارم : الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات و نحوه ارتباط آن با طراحی کوره تابشی(مسئله معکوس) ۳۲

۴-۱ مقدمه..... ۳۳

۴-۲ هدف از بهینه‌سازی ۳۴

۴-۳ مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های مکاشفه‌ای..... ۳۵

۴-۴ مقدمه‌ای بر الگوریتم ژنتیک و کلونی مورچه‌ها ۳۶

۴-۵ الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات..... ۳۸

۴-۵-۱ مقدمه ۳۸

۴-۵-۲ اساس کار الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات..... ۳۹

۴-۶ شرح کار الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات ۳۹

۴-۶-۱ بهترین تجربه شخصی..... ۴۰

۴-۶-۲ بهترین تجربه سراسری ۴۲

۴-۶-۳ بهترین تجربه محلی ۴۳

۴-۷ شرط همگرایی ۴۴

۴-۸ پارامترهای الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات ۴۵
۴-۸-۱ ابعاد مسئله ۴۵
۴-۸-۲ تعداد ذرات ۴۵
۴-۸-۳ دامنه متغیرها ۴۵
۴-۸-۴ دامنه سرعت ۴۵
۴-۸-۵ اینرسی ۴۷
۴-۹بعضی از مشتقات پر کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات ۵۰
۴-۹-۱ الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات میکرو ۵۰
۴-۹-۲ الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات با کدگذاری دودویی ۵۱
۴-۱۰ اعتبار سنجی برنامه کامپیوتری الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات ۵۳
۴-۱۰-۱ Easom's function ۵۴
۴-۱۰-۲ Goldstein-Price's function ۵۶
۴-۱۰-۳ Six-hump camel back function ۵۸
۴-۱۱ نحوه استفاده الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات برای مسئله بهینه سازی کوره تابشی ۶۱
۴-۱۲ خلاصه ۶۳
فصل پنجم : نتایج و بحث ۶۵
۵-۱ مقدمه ۶۶
۵-۲ کوره با محیط شفاف ۶۶
۵-۲-۱ تعیین شار حرارتی برای گرمکن ها جهت طراحی مرزی کوره تابشی ۶۸

۵-۲-۱-۱ مسئله نمونه: ۶۸

۵-۲-۱-۲ تاثیر ضریب صدور سطح طراحی بر روی نتایج: ۷۴

۵-۲-۱-۳ بررسی اثر طول سطح طراحی بر روی نتایج: ۷۸

۵-۳ کوره با محیط نیمه شفاف ۸۳

۵-۳-۱ اعتبار سنجی برنامه کامپیوتری نوشته شده برای روش طول های مجزا ۸۳

بررسی صحت مسئله معکوس با استفاده از شرایط محفظه اول: ۸۵

۵-۳-۲ تعیین شار حرارتی برای گرمکن ها جهت طراحی مرزی کوره تابشی ۸۹

۵-۳-۲-۱مسئله نمونه: ۸۹

۵-۳-۲-۲ تاثیر ضریب صدور سطح طراحی بر روی نتایج: ۹۴

۵-۳-۲-۳ بررسی اثر ضخامت اپتیک بر روی نتایج: ۹۶

۵-۳-۲-۴ بررسی اثر طول سطح طراحی بر روی نتایج: ۹۹

فصل ششم : نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات ۱۰۵

۶-۱ نتیجه گیری: ۱۰۶

۶-۲ پیشنهادات ۱۰۷

مراجع ۱۰۸

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۳-۱ طرح نشان دهنده اثرات تابش در برخورد با سطح ۱۲

شکل ۳-۲ طرح نشان دهنده اثرات تابش در برخورد با سطح کدر ۱۳

شکل ۳-۳ طرح نشان دهنده اثرات تابش در برخورد با سطح پخش کننده ۱۴

شکل ۳-۴ نمایش پارامترهای مربوط به ضریب شکل ۱۷

شکل ۳-۵ نمایش پارامترهای موجود در روش تارهای متقاطع هاتل ۱۷

شکل ۳-۶ شار حرارتی ورودی و خروجی از المان سطحی A_k ۱۸

شکل۳-۷ سیستم مختصات و جهت های ورودی و خروجی شدت تابش ۲۲

شکل۳-۸ شماتیک یک حجم کنترل دو بعدی کلی ۲۹

شکل ۴-۱فلوچارت کلی انبوه ذرات ۵۰

شکل ۴-۲ تابع سیگموید ۵۲

شکل ۴-۳ نمای تابع EASOM ۵۵

شکل ۴-۴ نمای تابع EASOM با بزرگنمایی ۵۵

شکل ۴-۵ نتایج نرخ همگرایی تابع هدف توسط الگوریتم PSO برای تابع EASOM ۵۶

شکل ۴-۶ نمای تابع GOLDSTEIN ۵۷

شکل ۴-۷ نتایج نرخ همگرایی تابع هدف توسط الگوریتم PSO برای تابع GOLDSTEIN ۵۸

شکل ۴-۸ نمای تابع Six hump ۵۹

شکل ۴-۹ نمای تابع Six hump با بزرگنمایی ۶۰

شکل ۴-۱۰ نتایج نرخ همگرایی تابع هدف توسط الگوریتم PSO برای تابع Six-hump camel ۶۱

شکل ۴-۱۱ شماتیک کلی کوره تابشی مربعی دوبعدی با شرایط مشخص ۶۲

شکل ۵-۱ طرحواره کوره تابشی مورد تحقیق *ماتسورا* و *ارتورک* ۶۷
شکل ۵-۲ هندسه کوره تابشی مورد بحث ۶۷
شکل ۵-۳ شرایط مرزی و هندسه کوره تابشی مورد بحث ۶۸
شکل۵-۴ شار حرارتی بی بعد روی سطح گرمکن ۶۹
شکل۵-۵ توان صدور بی بعد روی سطح گرمکن ۷۰
شکل۵-۶ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی ۷۱
شکل۵-۷ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی ۷۲
شکل ۵- ۸ مقدار تابع هدف بر حسب تکرار ۷۳
شکل۵-۹ توان صدور بی بعد روی سطح گرمکن ۷۴
شکل۵-۱۰ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی ۷۵
شکل۵-۱۱ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی ۷۵
شکل۵-۱۲ مقدار تابع هدف به ازای ضریب صدور های مختلف سطح طراحی ۷۶
شکل۵-۱۳ بررسی تغییرات میانگین توان صدور بی بعد سطح گرمکن با ضریب صدور سطح طراحی ۷۷
شکل۵-۱۴ بررسی تغییرات میانگین درصد خطای نسبی سطح طراحی با ضریب صدور سطح طراحی ۷۷
شکل۵-۱۵ شار حرارتی بی بعد برای سطح گرمکن ۷۸
شکل۵-۱۶ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی برای طول ۰/۸ ۷۹
شکل۵-۱۷ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی برای طول ۰/۸ ۷۹
شکل۵-۱۸ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی برای طول ۱/۲ ۸۰
شکل۵-۱۹ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی برای طول ۱/۲ ۸۰
شکل۵-۲۰ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی برای طول ۱/۶ ۸۱
شکل۵-۲۱ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی برای طول ۱/۶ ۸۱
شکل۵-۲۲ مقدار تابع هدف به ازای طول سطح طراحی های متفاوت ۸۲

شکل۵-۲۳ یک محفظه مربعی با طول بی بعد یک ۸۳
شکل۵-۲۴ مقایسه شار حرارتی بی بعد روی سطح بالایی محفظه بین کار حاضر و روش ناحیه بندی ۸۴
شکل۵-۲۵ مقایسه دمای بی بعد روی خط مرکزی محفظه بین کار حاضر و روش ناحیه بندی ۸۵
شکل۵-۲۶ مقایسه شار حرارتی بی بعد بدست امده از تحلیل معکوس و مستقیم روی دیواره های محفظه ۸۶
شکل۵-۲۷ مقایسه دمای گاز بی بعد بدست امده از تحلیل معکوس و مستقیم روی دیواره های محفظه ۸۶
شکل۵-۲۸ درصد خطای نسبی بین شارحرارتی مطلوب و محاسبه شده روی سطح پایین ۸۷
شکل۵-۲۹ مقایسه شار حرارتی بی بعد روی سطح بالایی محفظه بین کار حاضر و روش ناحیه بندی ۸۸
شکل۵-۳۰ شماتیک کوره تابشی مورد بحث در محیط نیمه شفاف ۹۰
شکل۵-۳۱ شار حرارتی بی بعد تخمین زده شده روی سطح گرمکن به ازای ۲ و ۴ نوع گرمگن ۹۱
به همراه مقدار تابع هدف معادل ۹۱
شکل۵-۳۲ شار حرارتی بی بعد تخمین زده شده روی سطح طراحی به ازای تعداد ۲ و ۴ نوع گرمگن به همراه
مقدار تابع هدف معادل ۹۲
شکل۵-۳۳ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی به ازای تعداد ۲ و ۴ نوع گرمگن به همراه مقدار تابع هدف
معادل ۹۲
شکل۵-۳۴ کانتور دمای بی بعد داخل محفظه ۹۳
شکل۵-۳۵ توان صدور بی بعد روی سطح گرمکن ۹۵
شکل۵-۳۶ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی ۹۵
شکل۵-۳۷ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی ۹۶
شکل۵-۳۸ شار حرارتی بی بعد روی سطح گرمکن ۹۷
شکل۵-۳۹ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی ۹۸
شکل۵-۴۰ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی ۹۸
شکل۵-۴۱ شار حرارتی بی بعد برای سطح گرمکن ۱۰۰

شکل۵-۴۲ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی به ازای طول سطح طراحی ۰/۳ ۱۰۱
شکل۵-۴۳ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی به ازای طول سطح طراحی ۰/۳ ۱۰۱
شکل۵-۴۴ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی به ازای طول سطح طراحی ۰/۵ ۱۰۲
شکل۵-۴۵ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی به ازای طول سطح طراحی ۰/۵ ۱۰۲
شکل۵-۴۶ شار حرارتی بی بعد روی سطح طراحی به ازای طول سطح طراحی ۰/۷ ۱۰۳
شکل۵-۴۷ درصد خطای نسبی روی سطح طراحی به ازای طول سطح طراحی ۰/۷ ۱۰۳

فهرست جداول

عنوان جدول صفحه

جدول ۳-۱جهت ها وتوابع وزنی برای S_N های مختلف (۸ و ۶ و ۴ و ۲ = N) ۲۷

جدول۵-۱ مقایسه دقت تابع هدف و ماکزیمم و میانگین درصد خطای نسبی ۷۲

جدول ۵-۲ مقایسه درصد خطای نسبی میانگین روی سطح طراحی به ازای طول های مختلف سطح طراحی ۸۲

فهرست علائم

علامت	نشانه
$A(m^2)$	مساحت
c_1 , c_2	ضرائب شتاب دهنده
$E(W/m^2)$	توان صدور
F	تابع هدف
$\boldsymbol{F}$	ضریب شکل
$G(W/m^2)$	تابش ورودی به المان حجمی
$H(W/m^2)$	تابش ورودی به المان سطحی
$I(W/m^2sr)$	شدت تابش
$J(W/m^2)$	تابش خروجی
$K(m^{-1})$	ضریب جذب گاز
L(m)	طول
N	تعداد نوع گرمکن استفاده شده
N_d	تعداد المانهای سطح طراحی
N_H	تعداد المانهای سطح گرمکن
n	بردار نرمال سطح
$q\ (W/m^2)$	شار حرارتی
q^*	شار حرارتی بی بعد
r_1,r_2	اعداد تصادفی بین صفر و یک

$r(m)$	بردار مکان
$S(W/m^3)$	ترم چشمه حرارتی
$\hat{s}$	جهت ورودی پرتو تابش
$\hat{s}'$	جهت خروجی پرتو تابش
$T(K)$	دما
T^*	دمای بی بعد
$V(m^3)$	حجم
$V(m/s)$	بردار سرعت ذره
W	ضریب اینرسی
$x(m)$	بردار موقعیت ذره
y	بردار بهترین تجربه شخصی هر ذره
$\hat{y}$	بردار بهترین تجربه کل ذرات در هر تکرار
YL	بردار بهترین تجربه در بین ذرات همسایه در تکرار

علائم یونانی:

α	ضریب جذب سطح
$\beta\ (m^{-1})$	ضریب نابودی
γ	طول محیطی
ε	ضریب صدور
ρ	ضریب انعکاس
$\boldsymbol{\theta(rad)}$	زاویه قطبی

σ	ثابت استفان بولتزمن
$\sigma_S(m^{-1})$	ضریب پخشندگی
τ	ضحامت اپتیک
Φ	تابع فاز
$\boldsymbol{\Phi}$(rad)	زاویه ی قوسی
δ	دلتای کرونیکر
ζ,η,μ	جهت های طولی
$\boldsymbol{\omega}$	ضریب پخشندگی (البدو)
ω	توابع وزنی
Ω	زاویه جامد

زیرنویس ها:

b	جسم سیاه
E	شرقی
N	شمالی
P	میانگین حجمی متغیر مرد نظر
S	جنوب
W	غرب
w	دیواره
x ,y	مختصات کارتزین

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

انتقال حرارت تابشی در مسائل مهندسی از قبیل انتقال حرارت در بویلرها، کوره‌ها، موتور احتراق داخلی و غیره که معمولا در دماهای بالا کار می‌کنند، کسر مهم و در بسیاری از موارد کسر غالب انتقال حرارت را تشکیل می‌دهد. از جمله موارد اختلاف بین گونه انتقال حرارت تابشی با سایر گونه‌های انتقال حرارت مثل جابجایی و هدایت در این است که انرژی تابشی با توان چهار اختلاف دما ارتباط مستقیم دارد، در حالی که در سایر گونه‌های انتقال حرارت برای هدایت و جابجایی فقط به اختلاف دما دو نقطه وابسته می‌باشد. مورد اختلاف دیگر عدم نیاز به محیط واسط است.

در بسیاری از فرآیندهای صنعتی از قبیل کوره‌ها لازم است برای بالا بردن کیفیت محصولات دما و شار حرارتی روی سطح محصولات، مقداری از پیش تعیین شده (مقدار مطلوب) باشد. اگر این فرآیندها در دمای بالایی انجام شوند، می‌توان تابش را گونه غالب انتقال حرارت در نظر گرفت. برای مثال، در طراحی یک کوره ذوب، طراح علاقمند به یافتن توان گرمکن ها برای نصب مشعل‌های مناسب جهت ایجاد نرخ ذوب مطلوب برای عملیات حرارتی خوراک کوره می باشد. در این گونه کوره‌ها معمولا تابش حاکم است چون بر روی سطح محصولات دو شرط مرزی (دما و شار حرارتی) وجود دارد، ولی بر روی سطحی که می‌تواند گرمکن‌ها قرار بگیرد شرط مرزی وجود ندارد. این مسایل جزء مسایل معکوس دسته‌بندی می‌شوند. به همین دلیل طراحان از طراحی معکوس برای طراحی کوره‌های تابشی استفاده می‌کنند.

کوره‌های تابشی در بسیاری از صنایع از جمله صنایع تولید نیمه هادی‌ها، فرآیندهای عملیات حرارتی، پخت رنگ، خشک کردن روکش‌ها، فرآیندهای حرارتی سریع و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف از طراحی کوره‌های تابشی این است که با تعیین پارامترهای مختلف مانند توان گرمکن‌ها بر روی سطحی که گرمکن می‌توانند قرار بگیرد، و یا با تغییر هندسه کوره یا با تغییر شرایط داخلی کوره بتوان شرایط مطلوب را روی سطح طراحی ایجاد نمود که در این تحقیق از تعیین شار حرارتی مناسب روی سطح گرمکن کوره تابشی جهت رسیدن به شرایط مطلوب بر روی سطح طراحی استفاده شده است.

۱-۲ اهداف

همانطور که اشاره شد، پارامترهای مختلفی بر روی شرایط سطح محصولات بصورت مستقیم تاثیر دارند. که در این تحقیق از طراحی حرارتی معکوس مرزی کوره های تابشی جهت رسیدن به شرایط مطلوب سطح طراحی استفاده شده است. تعیین شار حرارتی مناسب روی سطح گرمکن در این پایان‌نامه به طریق زیر انجام گرفته شده است.

مسئله طراحی کوره تابشی در این تحقیق برای دو نوع گاز در محیط داخلی کوره تابشی مورد بررسی قرار گرفته شده است. حالت اول شامل یک محیط تابشی شفاف یعنی دارای گاز شفاف و حالت دیگر محیط تابشی دارای گاز جذب کننده-صادر کننده-انحراف دهنده باشد. در این طراحی از یک الگوریتم بهینه سازی استفاده شده است در نتیجه نیاز به یک تابع هدف الزامی است. در این مسئله این تابع بصورت مجموع مربعات تفاضل شار حرارتی محاسبه شده و شار حرارتی مطلوب روی سطح محصولات تعریف می‌شود.

حل مسائل معکوس با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی را می‌توان به دو قسمت تقسیم کرد. ۱) مسئله مستقیم و ۲) مسئله معکوس. در این پایان نامه، مسئله مستقیم در بردارنده حل مستقیم معادلات تابش است. مسئله معکوس، یک فرآیند تکراری هوشمند است که با استفاده از حل مستقیم بدنبال ایجاد شرایط مناسب طراحی و ارزیابی شار حرارتی مناسب روی سطح گرمکن در کوره تابشی می‌باشد. در این تحقیق فرآیند تکراری هوشمند توسط الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات انجام می‌شود.

تفکیک فصول پایان‌نامه بدین شرح است: فصل دوم مروری اجمالی است بر کارهایی که در این زمینه تاکنون انجام شده است. در فصل سوم شرح کاملی از نحوه استخراج معادلات تابش مورد نیاز چه برای محیط شفاف و نیمه‌شفاف آورده شده است. در فصل چهارم روند کار الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات و ارتباط ان با مسئله کوره تابشی مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل پنجم نتایج بدست آمده برای حالت‌های مختلف طراحی کوره تابشی آورده شده است.

فصل دوم

مروری بر کارهای گذشته