

دانشگاه کاشان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مکانیک-تبدیل انرژی

عنوان:

مدلسازی عددی میدان جریان و انتقال حرارت

نانوسیال در یک مبدل حرارتی دولوله‌ای

استاد راهنما:

دکتر قنبرعلی شیخ زاده

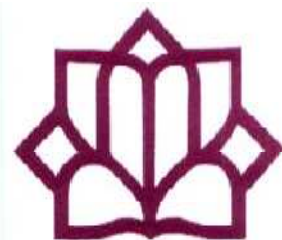
استاد مشاور:

دکتر حسین خراسانی‌زاده

به وسیله:

محمد حسین بهمنی

اسفند ماه ۱۳۸۸



دانشگاه کاشان
دانشکده مهندسی

بسمه تعالی

تاریخ:
شماره:
پوست:

مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه

صور تجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

| | |
|--|-------------------------------|
| نام و نام خانوادگی دانشجو: محمد حسین بهمینی | شماره دانشجویی: ۸۶۳۳۲۲۰۲۰۵ |
| رشته: مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی | دانشکده: مهندسی |
| عنوان پایان نامه: مدل سازی عددی میدان جریان و انتقال حرارت نا نو سیال در یک مبدل حرارتی دو لوله ای | تعداد واحد پایان نامه: ۶ واحد |
| تاریخ دفاع: ۸۸ / ۱۲ / ۲۴ | |

این پایان نامه به مدیریت تحصیلات تکمیلی به منظور بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد ارائه می گردد. دفاع از پایان نامه در تاریخ ۸۸ / ۱۲ / ۲۴ مورد تأیید و ارزیابی هیات داوران قرار گرفت و با نمره ۱۹/۸۰ و درجه عالی به تصویب رسید.

اعضاء هیات داوران

| عنوان | نام و نام خانوادگی | مرتبه علمی | امضاء |
|---|------------------------|------------|-------|
| ۱. استاد راهنما | دکتر قنبرعلی شیخ زاده | استادیار | |
| ۱. استاد مشاور | دکتر حسین خراسانی زاده | استادیار | |
| ۳. متخصص و صاحب نظر از دپارتمان دانشگاه | دکتر مجید سبزویشانی | استادیار | |
| ۴. متخصص و صاحب نظر از خارج دانشگاه | دکتر موسی فرهادی | استادیار | |
| ۵. نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه | دکتر علی اکبر عباسیان | استادیار | |

آدرس: کاشان- بلوار قطب راوندی

کدپستی ۵۱۱۶۷-۸۷۳۱۷

تلفن ۵۵۵۱۱۳۰-۵۵۵۱۱۳۰ دوتار

http://www.kashanu.ac.ir

تقدیم بہ

آسان حقیقت

وآنان کہ وصالش رامی جویند

وآنان کہ در آغوشش کشیدہ اند

وآنان کہ خود، عین حقیقت اند

بہ پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمہ اشار و از خودگذشتگیان

بہ پاس عاطفہ سرشار و گرمای امید بخش و جودشان کہ در این سردترین روزگار ان بہترین پشتیان است

بہ پاس قلب های بزرگشان کہ فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناہشان بہ شجاعت می گراید

و بہ پاس محبت های بی دریغشان کہ ہرگز فروکش نمی کند

این برک سبز را بہ پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم

شکر و قدردانی

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را عطا فرمود.

با تشکر از اساتید بزرگواری که افتخار شاگردیشان را داشته‌ام.

لازم می‌دانم از تلاش‌های بی دریغ استاد ارجمند جناب آقای دکتر قنبرعلی

شیخزاده که عهده‌دار راهنمایی این پایان نامه بودند و همچون دوستی دلسوز در به

ثمر رسیدن آن زحمات بسیار متحمل شده‌اند، صمیمانه قدردانی نمایم.

همچنین وظیفه خود می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار دوره کارشناسی ارشد

بخصوص آقای دکتر علی عارف‌منش که نقش مهمی را در نگرش بنده به علم و

معرفت داشته‌اند تقدیر و تشکر نمایم.

چکیده

در کاربردهای مهندسی انتقال حرارت سیالات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، بنابراین مهندسان و پژوهشگران، روشهای متعددی را به منظور افزایش انتقال حرارت پیشنهاد نموده‌اند. در سال‌های اخیر روش‌های نوینی به کار گرفته شده است. یکی از این روش‌ها استفاده از نانوسیال می‌باشد. نانوسیالات دارای خواص حرارتی مطلوبی نسبت به سیال پایه هستند. در این تحقیق میدان جریان و انتقال حرارت یک مبدل دولوله‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. به این صورت که رفتار جریان تحت رژیم‌های آرام و متلاطم در آرایش‌های موازی و مخالف بصورت عددی بررسی شده است. معادلات حاکم با استفاده از یک برنامه کامپیوتری به زبان فرترن با استفاده از الگوریتم سیمپلر حل شده است. در این الگوریتم از روش حجم محدود با به کارگیری طرح پیوندی استفاده شده است. برای مدل‌سازی نانوسیال از مدل تک‌فازی و برای شبیه‌سازی جریان متلاطم از مدل $k-\epsilon$ استاندارد استفاده شده است. سیال داخلی نانوسیال (گرم) و سیال خارجی سیال پایه (سرد) در نظر گرفته شده است. براساس نتایج عددی میزان تاثیر افزایش درصد حجمی نانوذرات Al_2O_3 در رینولدزهای مختلف بر بازده حرارتی، عدد ناسلت، ضریب جابجایی حرارتی، تغییرات دمای سیال پایه، نانوسیال و دیواره بررسی شده است و در نهایت مشاهده شد که: ۱- با افزودن درصد حجمی نانوذرات و با افزایش عدد رینولدز بازده حرارتی، عدد ناسلت و ضریب جابجایی حرارتی افزایش دارند. ۲- مطابق انتظار عملکرد جریان مخالف بهتر از جریان موازی است. ۳- در محدوده آرام بیشترین درصد افزایش عدد ناسلت متوسط $67/93\%$ و بازده حرارتی 50% محاسبه شده است. ۴- در محدوده متلاطم بیشترین درصد افزایش عدد ناسلت متوسط $32/7\%$ و بازده حرارتی 30% محاسبه شده است. ۵- در همه حالات با افزایش درصد حجمی نانوذرات دمای خروجی سیال و دمای دیواره افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: نانوسیال، حل عددی، مبدل دولوله‌ای، انتقال حرارت

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|----------|---|
| ۱ | فصل اول: مقدمه |
| ۲-۱-۱ | مقدمه |
| ۴-۲-۱ | استفاده از نانوسیال در مبدل‌های حرارتی |
| ۴-۳-۱ | مروری بر کارهای گذشته |
| ۷-۴-۱ | هدف و موضوع این تحقیق |
| ۸-۵-۱ | روش انجام این تحقیق |
| ۱۰ | فصل دوم: بررسی نانو سیال |
| ۱۱-۱-۲ | مقدمه |
| ۱۱-۲-۲ | نانو تکنولوژی |
| ۱۳-۳-۲ | نانو سیال |
| ۱۵-۴-۲ | ساخت نانوسیالات |
| ۱۸-۵-۲ | بررسی مکانیزم‌های موثر در افزایش ضریب هدایت نانوسیال |
| ۱۹-۱-۵-۲ | تئوری براونی |
| ۲۲-۲-۵-۲ | تئوری نانو لایه (پوشش مولکولی در سطح مشترک جامد-سیال) |
| ۲۴-۳-۵-۲ | تئوری ساختار خوشه‌ای (کلاستر) |
| ۲۵-۴-۵-۲ | ماهیت انتقال حرارت در نانوذرات |
| ۲۸-۶-۲ | مدلسازی نانوسیال |
| ۲۸-۱-۶-۲ | مدل تک فازی |
| ۲۹-۲-۶-۲ | مدل دو فازی |
| ۳۰-۷-۲ | خواص ترموفیزیکی نانوسیال |
| ۳۰-۱-۷-۲ | دانسیته و ظرفیت حرارتی ویژه |
| ۳۰-۲-۷-۲ | ویسکوزیته |
| ۳۲-۳-۷-۲ | ضریب هدایت حرارتی مؤثر |
| ۳۸-۸-۲ | ضریب انتقال حرارت جابجایی (جریان متلاطم) |
| ۳۹-۲-۸-۲ | ضریب انتقال حرارت جابجایی (نانوسیال) |
| ۴۱-۹-۲ | جمع بندی |

فصل سوم: معادلات حاکم

۴۲

- ۴۳-۱-۳- مقدمه.....
- ۴۳-۲-۳- معادلات حاکم بر جریان سیال.....
- ۴۴-۳-۳- مدلسازی تلاطم.....
- ۴۵-۴-۳- شکل نهایی معادلات حاکم.....
- ۴۷-۵-۳- شرایط مرزی.....
- ۴۷-۱-۵-۳- دیواره جامد.....
- ۴۹-۲-۵-۳- مرز ورودی.....
- ۴۹-۳-۵-۳- مرز خروجی.....
- ۵۰-۴-۵-۳- محور تقارن.....
- ۵۰-۶-۳- خصوصیات نانوسیال.....
- ۵۰-۷-۳- محاسبه عدد ناسلت و تابع جریان.....
- ۵۱-۸-۳- ضریب هدایت حرارتی معادل در مرز سیال و دیواره جامد.....
- ۵۱-۹-۳- ضریب انتقال حرارت کلی.....
- ۵۲-۱۰-۳- محاسبه بازده و انتقال حرارت.....

فصل چهارم: محاسبات عددی

۵۳

- ۵۴-۱-۴- مقدمه.....
- ۵۴-۲-۴- شکل کلی معادله انفصال.....
- ۵۵-۱-۲-۴- معادله دیفرانسیل کلی.....
- ۵۵-۲-۲-۴- شکل تفاضل محدود معادله کلی ϕ
- ۵۷-۳-۲-۴- طرح پیوندی.....
- ۵۷-۴-۲-۴- تکمیل معادله انفصال.....
- ۵۸-۳-۴- محاسبه میدان جریان و میدان دما.....
- ۵۸-۱-۳-۴- شبکه جا به جا شده.....
- ۵۹-۲-۳-۴- معادلات اندازه حرکت.....
- ۶۱-۳-۳-۴- الگوریتم سیمپلر.....
- ۶۲-۴-۳-۴- نحوه اعمال شرایط مرزی.....
- ۶۴-۵-۳-۴- نحوه حل دستگاه معادلات جبری.....

فصل پنجم: بررسی نتایج

۶۶

- ۶۷-۱-۵- مقدمه.....

- ۶۷.....۲-۵- بررسی صحت عملکرد برنامه کامپیوتری.....
- ۷۱.....۳-۵- تعیین شبکه مناسب.....
- ۷۵.....۴-۵- خواص ترموفیزیکی.....
- ۷۵.....۵-۵- تاثیر کسر حجمی نانوذرات.....
- ۷۷.....۶-۵- محدوده تغییر شرایط مسئله.....
- ۷۸.....۷-۵- جریان آرام نانوسیال در حالت موازی.....
- ۷۸.....۱-۷-۵- تغییرات دما در طول مبدل.....
- ۷۹.....۲-۷-۵- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات.....
- ۸۲.....۸-۵- جریان آرام نانوسیال در حالت آرایش مخالف.....
- ۸۲.....۱-۸-۵- تغییرات دما در طول مبدل.....
- ۸۳.....۲-۸-۵- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات.....
- ۸۶.....۹-۵- جریان متلاطم نانوسیال در حالت موازی.....
- ۸۶.....۱-۹-۵- تغییرات دما در طول مبدل.....
- ۸۷.....۲-۹-۵- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات.....
- ۸۹.....۱۰-۵- جریان متلاطم نانوسیال در حالت آرایش مخالف.....
- ۸۹.....۱-۱۰-۵- تغییرات دما در طول مبدل.....
- ۹۰.....۲-۱۰-۵- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات.....
- ۹۲.....۳-۱۰-۵- تغییرات دمای سیال.....

۹۶ فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

- ۹۷.....۱-۶- جمع بندی.....
- ۹۸.....۲-۶- پیشنهادات.....

۹۹ منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۸ | شکل ۱-۱- هندسه و محور مختصات مسئله |
| ۱۶ | شکل ۱-۲- دستگاه اختراعی چوی و همکاران برای ساخت نانو سیال |
| ۱۸ | شکل ۲-۲- نحوه اتصال جداسازها به نانوذره |
| ۱۹ | شکل ۲-۳- شکل شماتیک عوامل مؤثر در انتقال حرارت نانوسیال |
| ۴۷ | شکل ۳-۱- نقاط نزدیک دیواره |
| ۵۶ | شکل ۴-۱- حجم کنترل اصلی برای بدست آوردن معادله انفصال کلی |
| ۵۹ | شکل ۴-۲- نمایش شبکه جابه‌جا شده مربوط به سرعت‌های u و v نسبت به شبکه اصلی |
| ۶۲ | شکل ۴-۳- سلول سرعت u در مجاورت دیوار پایینی محفظه |
| ۶۳ | شکل ۴-۴- توزیع سرعت نزدیک دیواره افقی محفظه |
| ۶۵ | شکل ۴-۵- نمایش روش خط به خط |
| ۶۸ | شکل ۵-۱- مقایسه پروفیل سرعت توسعه یافته برای جریان آرام درون لوله |
| ۶۸ | شکل ۵-۲- مقایسه پروفیل سرعت توسعه یافته برای جریان متلاطم درون لوله |
| ۶۹ | شکل ۵-۳- منحنی تغییرات عدد ناسلت موضعی برای جریان آرام درون لوله با شرط مرزی دما ثابت |
| ۶۹ | شکل ۵-۴- منحنی تغییرات ضریب اصطکاک برای جریان آرام درون لوله |
| ۷۰ | شکل ۵-۵- تغییرات عدد ناسلت جریان متلاطم مقایسه بین نتایج حاضر و مراجع دیگر |
| ۷۱ | شکل ۵-۶- تغییرات عدد ناسلت جریان متلاطم نانوسیال مقایسه بین نتایج حاضر و مرجع دیگر |
| ۷۲ | شکل ۵-۷- شبکه بندی مسئله |
| ۷۳ | شکل ۵-۸- تغییرات سرعت نانوسیال روی خط مرکزی مبدل حرارتی با شبکه‌های مختلف |

- شکل ۵-۹- تغییرات دمای نانوسیال روی خط مرکزی مبدل با شبکه‌های مختلف ۷۳
- شکل ۵-۱۰- میدان سرعت جریان متلاطم درون مبدل دولوله‌ای ۷۴
- شکل ۵-۱۱- تاثیر کسر حجمی نانوذرات بر دانسیته ۷۶
- شکل ۵-۱۲- تاثیر کسر حجمی نانوذرات بر ظرفیت حرارتی ویژه ۷۶
- شکل ۵-۱۳- تاثیر کسر حجمی نانوذرات بر ظرفیت حرارتی ۷۶
- شکل ۵-۱۴- تاثیر کسر حجمی نانوذرات بر ویسکوزیته ۷۶
- شکل ۵-۱۵- تاثیر کسر حجمی نانوذرات بر ضریب هدایت حرارتی ۷۶
- شکل ۵-۱۶- تاثیر کسر حجمی نانوذرات بر عدد پرانتل ۷۶
- شکل ۵-۱۷- تغییرات دما در جریان موازی در طول مبدل ۷۹
- شکل ۵-۱۸- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر ضریب جابجایی متوسط ۷۹
- شکل ۵-۱۹- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر عدد ناسلت متوسط ۸۰
- شکل ۵-۲۰- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر بازده حرارتی ۸۱
- شکل ۵-۲۱- تغییرات دما در جریان مخالف در طول مبدل ۸۲
- شکل ۵-۲۲- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر ضریب جابجایی متوسط ۸۳
- شکل ۵-۲۳- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر عدد ناسلت متوسط ۸۳
- شکل ۵-۲۴- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر بازده حرارتی ۸۴
- شکل ۵-۲۵- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر عدد ناسلت موضعی نانوسیال در جهت
X ۸۵
- شکل ۵-۲۶- تغییرات دما در جریان موازی در طول مبدل ۸۶
- شکل ۵-۲۷- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر ضریب جابجایی متوسط ۸۷
- شکل ۵-۲۸- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر عدد ناسلت متوسط ۸۷
- شکل ۵-۲۹- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر بازده حرارتی ۸۸
- شکل ۵-۳۰- تغییرات دما در جریان مخالف در طول مبدل ۸۹

- شکل ۵-۳۱- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر ضریب جابجایی متوسط ۹۰
- شکل ۵-۳۲- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر عدد ناسلت متوسط ۹۰
- شکل ۵-۳۳- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر بازده حرارتی ۹۱
- شکل ۵-۳۴- تاثیر تغییرات درصد حجمی نانوذرات بر عدد ناسلت موضعی در جهت X ۹۲
- شکل ۵-۳۵- تاثیر تغییر درصد حجمی نانوذرات بر توزیع دمای متوسط سیال سرد ۹۳
- شکل ۵-۳۶- تاثیر تغییر درصد حجمی نانوذرات بر توزیع دمای متوسط سیال گرم ۹۴

فهرست جدول‌ها

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱۳ | جدول ۱-۲- مقایسه ضریب رسانایی فلزات و مایعات |
| ۲۷ | جدول ۲-۲- خلاصه‌ای از مدل‌های تحلیلی ضریب رسانایی |
| ۳۵ | جدول ۳-۲- مدل‌های معمول و کلاسیک ضریب رسانایی نانو سیالات |
| ۴۶ | جدول ۱-۳- مقایر ثابت استفاده شده در مدل $k-\varepsilon$ |
| ۵۵ | جدول ۱-۴- مقادیر ϕ و Γ برای معادله دیفرانسیلی کلی حاکم بر جریان سیال و انتقال حرارت |
| ۷۲ | جدول ۱-۵- شرایط مسئله برای انتخاب شبکه |
| ۷۲ | جدول ۲-۵- تعداد نقاط در نظر گرفته شده برای یافتن شبکه مناسب |
| ۷۵ | جدول ۳-۵- خواص ترموفیزیکی مواد |
| ۷۷ | جدول ۴-۵- محدوده تغییرات درصد حجمی نانوذرات |
| ۷۷ | جدول ۵-۵- محدوده تغییرات عدد رینولدز جریان نانوسیال |
| ۸۱ | جدول ۶-۵- درصد افزایش بازده حرارتی در مقادیر مختلف درصد حجمی نانوذرات |
| ۸۴ | جدول ۷-۵- درصد افزایش بازده حرارتی در مقادیر مختلف درصد حجمی نانوذرات |
| ۸۹ | جدول ۸-۵- درصد افزایش بازده حرارتی در مقادیر مختلف درصد حجمی نانوذرات |
| ۹۱ | جدول ۹-۵- درصد افزایش بازده حرارتی در مقادیر مختلف درصد حجمی نانوذرات |
| ۹۳ | جدول ۱۰-۵- دمای خروجی سیال سرد در مقادیر مختلف درصد حجمی نانوذرات |
| ۹۴ | جدول ۱۱-۵- دمای خروجی نانوسیال در مقادیر مختلف درصد حجمی نانوذرات |

فهرست علائم و اختصارات

| | |
|--------------------|--|
| A | ضریب هدایت حرارتی جزء λ ام |
| C | ظرفیت حرارتی |
| C_p | ظرفیت حرارتی ویژه |
| h | ضریب جابجایی حرارتی |
| k | ضریب هدایت حرارتی |
| L | طول مبدل |
| Nu | عدد ناسلت |
| P | فشار - تولید انرژی جنبشی |
| Pr | عدد پرانتل |
| q | شار حرارتی |
| R | شعاع لوله - ثابت گازها |
| Re | عدد رینولدز |
| S | جمله چشمه |
| t | ضخامت لوله |
| T | دما |
| u,v | مولفه های سرعت در جهت X و Γ |
| x,r | جهت مختصات |
| حروف یونانی | |
| α | ضریب زیر تخفیف |
| δ_i | فاصله |
| $\delta_{i,j}$ | دلتای کرونگر |
| ε | بازده مبدل - نرخ تلفات انرژی جنبشی تلاطم |
| φ | درصد حجمی نانوذره |

| | |
|-----------|---------------------|
| ϕ | متغیر عمومی |
| κ | ثابت فون کارمن |
| λ | ضریب نفوذ |
| μ | ویسکوزیته دینامیکی |
| ν | ویسکوزیته سینماتیکی |
| θ | متغیر موضعی |
| ρ | جرم مخصوص |
| σ | تنش |
| τ | تنش برشی |
| Δ | فاصله |
| Γ | ضریب نفوذ |

زیر نویس

| | |
|-----|--------------------------------------|
| in | سیال داخلی |
| out | سیال خارجی |
| i,j | عنصر جمع بندی در شکل تانسوری معادلات |
| T | دما |
| bf | سیال پایه |
| nf | نانوسیال |
| eff | مقادیر معادل |
| w | مربوط به دیواره |
| E | گره شرقی |
| W | گره غربی |
| N | گره شمالی |
| S | گره جنوبی |
| P | گره وسطی |

| | |
|----|---------------------|
| e | وجه شرقی حجم کنترل |
| w | وجه غربی حجم کنترل |
| n | وجه شمالی حجم کنترل |
| s | وجه جنوبی حجم کنترل |
| nb | همسایه |

بالانویس

| | |
|---|-------------------------------|
| - | متوسط وزنی |
| ' | تصحیح - جزء نوسانی |
| ~ | متوسط زمانی |
| + | مقدار بی بعد در قوانین دیواره |
| * | مقدار حدسی |
| j | معرف مختصات |

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

با توجه به لزوم بهینه سازی مصرف انرژی در عصر نوین و مصرف قابل توجه انرژی در بخش انتقال حرارت صنعت، بررسی این بخش از مکانیک سیالات بیشتر جلب توجه می‌کند. انتقال حرارت سیالات از اهمیت فراوانی در کاربردهای مهندسی برخوردار است. به همین منظور محققان علوم گرمایی و مهندسان، روشهای متعددی را برای افزایش انتقال حرارت پیشنهاد نموده‌اند. در همین راستا افزایش کارایی مبدل‌ها یکی از دغدغه‌های مهندسان و پژوهشگران بوده‌است. سیالات عادی مانند آب، روغن و اتیلن گلیکول به طور گسترده به عنوان سیالات خنک کننده استفاده می‌شوند و برای اغلب واحدهای صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. با جود تحقیقات گسترده‌ای که بر روی نیازهای موجود در صنعت و در زمینه انتقال حرارت صورت گرفته است، پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در قابلیت انتقال حرارت سیالات عامل حاصل نگردیده است. بنابراین نیاز روز افزونی به سیالاتی که دارای خواص انتقال حرارت مطلوبتر و بخصوص ضریب انتقال حرارت بالاتر نسبت به سیالات امروزی باشند بوجود آمده است.

به همین منظور در سال‌های اخیر روش‌های نوینی به کار گرفته شده است. یکی از این روش‌ها استفاده از تکنولوژی نانو در مبدل‌ها است. ضریب انتقال حرارت در سیالاتی مانند آب، اتیلن گلیکول و روغن موتور در برابر بیشتر فلزات بسیار ناچیز می‌باشد. در سالهای اخیر با پیشرفت تکنولوژی، ذرات فلزی در ابعاد نانو تولید شدند که با افزودن این ذرات نانو، به سیالات می‌توان ضریب انتقال حرارت سیال پایه را افزایش داد. چنین ترکیبات دوفازی متشکل از ذرات نانو و سیال پایه، نانوسیال نامیده شدند.

فلزات (در حالت جامد) انتقال حرارت بهتری نسبت به سیالات دارند. به عنوان مثال ضریب انتقال حرارت مس در دمای اتاق ۷۰۰ برابر بیشتر از آب و ۳۰۰۰ برابر بیشتر از روغن موتور است. بنابراین انتظار می‌رود سیالاتی که شامل ذرات معلق جامد باشند، نسبت به سیالات معمول دارای ضرایب انتقال حرارت بیشتری باشند. به همین منظور در گذشته نه چندان دور اضافه کردن ذرات ریز فلزی را به سیال پیشنهاد داده‌اند. انواع پودرها، اعم از فلزی، غیر فلزی و پلیمری را می‌توان به سیالات افزود و مخلوط‌های نیمه غلیظ را بوجود آورد. مطالعات زیادی بر روی مخلوط‌هایی شامل ذرات جامد صورت گرفته است از آنجا که این تحقیقات به مخلوط‌های شامل ذرات جامد در ابعاد میلیمتر یا بعضاً میکرومتر محدود شده‌اند، ته نشین شدن ذرات جامد در مخلوط غیر قابل اجتناب بوده است و این دلیل اصلی عدم استفاده فراگیر از سیالات حاوی ذرات جامد آسیاب شده است.

در نقطه مقابل ذرات نانو (در ابعاد ۱۵ تا ۴۰ نانومتر) کاملاً پایدارند و در شرایط استاتیک پدیده ته نشینی در موردشان مشاهده نمی‌شود. آنچه بیشتر حائز اهمیت است این است که ضریب انتقال حرارت سیالات شامل ذرات نانو بیشتر از مخلوط‌های شامل ذرات آسیاب شده (با ابعاد میکرومتر) است.

سیستم‌های خنک کننده، یکی از مهمترین دغدغه‌های کارخانه‌ها و صنایعی مانند میکرو الکترونیک و هر جایی است که به نوعی با انتقال حرارت روبه‌رو باشد. با پیشرفت فناوری در صنایعی مانند میکرو الکترونیک که در مقیاس‌های زیر صد نانومتر عملیات‌های سریع و حجیم با سرعت‌های بسیار بالا (چند گیگا هرتز) اتفاق می‌افتد و استفاده از موتورهایی با توان و بار حرارتی بالا اهمیت بسزایی پیدا می‌کند، استفاده از سیستم‌های خنک کننده پیشرفته و بهینه کاری اجتناب ناپذیر است. بهینه سازی سیستم‌های انتقال حرارت موجود، در اکثر مواقع به وسیله افزایش سطح آنها صورت می‌گیرد که همواره باعث افزایش حجم و اندازه این دستگاه‌ها می‌شود، لذا برای غلبه بر این مشکل، به خنک کننده‌های جدید و موثر نیاز است و نانوسیالات به عنوان راهکاری جدید در این زمینه مطرح شده‌اند.

نانوسیالات به علت افزایش قابل توجه خواص حرارتی، توجه بسیاری از دانشمندان را در سال‌های اخیر به خود جلب کرده است. به عنوان مثال مقدار کمی (حدود یک درصد حجمی) از

نانوذرات مس یا نانولوله های کربنی در اتیلن گلیکول یا روغن به ترتیب افزایش ۴۰ و ۱۵۰ درصدی در هدایت حرارتی این سیالات ایجاد می‌کند، در حالی که برای رسیدن به چنین افزایشی در سوسپانسیون های معمولی، به غلظتهای بالاتر از ده درصد از ذرات احتیاج است. این در حالی است که مشکلات پایداری این سوسپانسیون ها در غلظتهای بالا مانع از استفاده گسترده آنها در انتقال حرارت می‌شود.

در برخی از تحقیقات، هدایت حرارتی نانوسیالات، چندین برابر بیشتر از پیش بینی تئوری‌ها است. از دیگر نتایج بسیار جالب، تابعیت شدید هدایت حرارتی نانوسیالات و افزایش تقریباً سه برابری فلاکس حرارتی بحرانی آنها در مقایسه با سیالات معمولی است.

در صورت تهیه موفقیت آمیز و تایید پایداری نانوسیال، می‌توان آینده‌ای امیدوار کننده در مدیریت مصرف انرژی صنعت را رقم زد. البته از سوسپانسیون نانو ذرات فلزی، در دیگر زمینه ها از جمله صنایع دارویی و درمان سرطان نیز استفاده شده است. به هر حال تحقیق در زمینه نانوذرات، دارای آینده ای بسیار گسترده است.

۱-۲- استفاده از نانوسیال در مبدل‌های حرارتی

بهره‌گیری از نانوسیال به عنوان موادی با خواص حرارتی بالاتر نسبت به سایر سوسپانسیون‌ها و سیالات، در نگاه اول پیشنهاد مناسبی به نظر می‌رسد. استفاده از این مواد در مبدل‌های حرارتی و سایر وسایل خنک کننده به عنوان سیال گرم توصیه می‌شود زیرا نانو سیال در دمای بالا خواص بهتری از خود نشان می‌دهد.

به دلیل هزینه بالا در تولید نانوسیال، استفاده از نانو سیالات در مبدل‌های صنعتی چندان مقرون به صرفه به نظر نمی‌رسد. با این وجود نباید ارزش علمی کاربرد آنها در برخی صنایع فوق پیشرفته را از یاد برد. بنابراین در تهیه نانو سیال، پایداری و هزینه پائین باید مورد توجه قرار گیرد تا کاربردهای صنعتی نیز توجیه‌پذیر باشد.

۱-۳- مروری بر کارهای گذشته

سیالات به کار گرفته شده به عنوان خنک کننده در صنعت، نسبت به اغلب جامدات خواص