بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق با دانشگاه رازی است.

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی

عنوان پایان نامه:

بررسی تجربی انتقال حرارت جابجایی از رویه خارجی مخروط توسط جت نانو سیال آب–اکسید آلومینیوم

استاد راهنما:

دکتر تورج یوسفی

استاد مشاور :

دکتر مراد پاکنژاد

نگارش:

عرفان قنبری

اسفند ماه ۱۳۹۰

با تشکر و سپاس فراوان از استاد محترمم جناب آقای دکتر تورج یوسفی استاد راعنمای من و همچنین جناب آقای دکتر مراد پاکنژاد استاد مشاورم که در تمام مراحل این پایان نامه مرا یاری رساندند.

با سپاس فراوان از آقایان مهندس احسان ملکی، مهندس بهرنگ جابری، مهندس سجاد یزدانی و همچنین دوست خوب و استاد عزیزم جناب آقای مهندس باغبان باشی.

تقدیم به

پدر و مادر و همسرم که در تمام مراحل این پایان نامه همراه من بوده اند

چکیده :

رویه های مخروطی کاربرد بسیاری در صنعت هوافضا دارند. خنک کاری این سطوح از مسائل مورد توجه محققان می باشد. از روش های نوین افزایش ضریب انتقال حرارت جابجایی در سیالات استفاده از نانو ذرات در سیال پایه است. هدف از انجام این پایان نامه بررسی تجربی انتقال حرارت جابجایی از یک رویه مخروطی توسط جت نانو سیال آب– اکسید آلومینیوم است که با استفاده از جت نانو سیال سطح خارجی مخروط قائمی با طول مولد ۱۰ سانتیمتر و زاویه راس ۴۵ درجه را که تحت شار حرارتی ۱۴۰۰۰وات بر متر مربع از سطح داخلی رویه است را خنک می کند. به منظور بررسی پارامتر های اختلاف دمای سطح مخروط با دمای سیال ورودی به جت، ضریب انتقال حرارت محلی و متوسط،عدد ناسلت محلی و متوسط، این آزمایش برای درصد وزنی های متفاوت نانو ذرات و همچنین دبی های مختلف جریان تکرار شده است. . در این تحقیق مشاهده می شود که افزودن نانو ذرات اکسید آلومینیوم به آب با عث افزایش ضریب انتقال حرارت تا حدود ۸۰ درصد می شود اما این مقدار افزایش ضریب انتقال حرارت در تمام درصد وزنی های نانو ذرات مشاهده نمی شود بلکه بیشترین مقدار افزایش ضریب انتقال حرارت در درصد وزنی ۰/۰۴۱ مشاهده می شود. همچنین افزایش نانو ذرات بیش از مقدار ۰/۰۴۱ درصد وزنی با عث کاهش ضریب انتقال حرارت می شود. ازطرفی مشاهده می شود که ضریب انتقال حرارت محلی برای نانو سیال و آب دارای تفاوت های است و همچنین با افزایش دبی جریان ضریب انتقال حرارت برای آب و نانو سیال افزایش می یابد. ازسوی دیگر به بررسی ناسلت محلی و متوسط پرداخته می شود و مشاهده می شود که افزایش ضریب انتقال حرارت کمی بیشتر از افزایش ناسلت جریان است که این امر به دلیل تاثیر نانو ذرات و هدایت گرمایی آن ها بر هدایت گرمایی سیال پایه است.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول : تعریف مسئله و اهداف پایان نامه

۱-۱- پیشگفتار..... ۲

۱-۲- انرژی و اهمیت انتقال حرارت..... ۲

۱-۳- فناوری نانو و انتقال حرارت در نانو سیالات..... ۳

۱-۴- نمونه ای از کاربرد های عملی نانو سیالات..... ۵

۱-۴-۱- نانو سیالات و کامیون های پیشرفته..... ۵

۱-۴-۲- نانوسیالات فلزی و موتور های خنک کننده..... ۶

۱-۵- رویه های مخروطی و کاربرد آن ها..... ۷

۱-۶- تعریف مسئله و هدف از پایان نامه..... ۹

فصل دوم : انتقال حرارت جریان های جت دایره ای

۲-۱- پیشگفتار..... ۱۲

۲-۲- مقدمه..... ۱۲

۲-۳- تئوری ناحیه سکون..... ۱۳

۲-۳-۱- جریان های غیر ویسکوز خارجی..... ۱۳

۲-۳-۲- پرفیل سرعت جت های دایره ای..... ۱۵

۲-۳-۳- جت های با پروفیل سرعت پارابولیک..... ۱۸

۲-۳-۴- لایه مرزی ناحیه سکون در جریان آرام..... ۱۹

۲-۴- عدد ناسلت برای ناحیه سکون جریان آرام..... ۱۹

۲-۴-۱- جت دایره ای با پرفیل سرعت یکنواخت..... ۲۰

۲-۴-۲- جت دایره ای با پروفیل سرعت پارابولیک.....۲۱

۲-۵- جت های درهم.....۲۱

۲-۵-۱- تاثیر پروفیل سرعت.....۲۱

۲-۵-۲- تاثیر آشفتگی ۲۲

۲-۵-۳- عدد ناسلت برای جت های درهم.....۲۳

۲-۵-۴- بر خورد جت بر روی سطوح زبر.....۲۶

۲-۶- انتقال حرارت موضعی جریان دست پایین.....۲۶

۲-۶-۱- ساختار جریان.....۲۷

۲-۶-۲- انتقال حرارت.....۳۰

۲-۷- مجموعه جت ها برای شار حرارتی بالا.....۳۳

فصل سوم : خواص انتقال حرارتی نانو سیالات

۳-۱- پیشگفتار.....۳۶

۳-۲- مقدمه.....۳۶

۳-۳- آماده سازی نانو سیالات.....۳۷

۳-۴- بررسی های تجربی.....۳۹

۳-۴-۱- اندازه گیری هدایت گرمایی.....۳۹

۳-۴-۲- اندازه گیری ویسکوزیته سیال.....۴۶

۳-۴-۳- انتقال حرارت همرفت.....۴۷

۳-۴-۴- انتقال حرارت جوشش.....۵۱

۳-۵- بررسی های تحلیل.....۵۴

۳-۵-۱- مکانیزم نانو سیالات.....۵۴

۳-۵-۲- هدایت گرمایی.....۵۶

۳-۵-۳- بررسی های عددی.....۶۵

۳-۶- نتیجه گیری.....۶۸

فصل چهارم : جت های نانو سیالات

۴-۱ پیشگفتار.....۷۱

۴-۲- بررسی کار های انجام شده در زمینه بر خورد جت نانو سیالات.....۷۱

فصل پنجم : تهیه نانو سیال

۵-۱- پیشگفتار.....۷۸

۵-۲- تهیه نانو سیالات.....۷۸

۵-۲-۱- پتانسیل زیتا.....۷۹

۵-۳- فرمولاسیون و ویژگی و تهیه نانو سیالات آب-TiO۲.....۸۱

۵-۴- تعیین سرفکتنت مناسب ودرصد وزنی بهینه آن وهمچنین مقدار pH بهینه برای تهیه

نانوسیالات آبAl_2O_3.....۸۵

۵-۴-۱- روش تهیه نانوسیال آب-Al_2O_3.....۸۶

۵-۴-۲- تاثیرpH برپایداری وهدایت حرارتی سوسپانسیون های نانوآلومینا ۸۷

۵-۴-۳- تاثیرغلظت سدیم دادکیل بنزن سولفونات برپایداری وهدایت حرارتی

سوسپانسیون های نانوآلومینا.....۹۲

۵-۴-۴- تاثیر درصد وزنی نانوذره برهدایت حرارتی سوسپانسیون های نانو آلومینا.....۹۴

۵-۴-۵- cmc وتاثیر آن در پخش سوسپانسیون.....۹۵

۵-۴-۶- روش تولید نانوسیال آب-Al_2O_3 با۰/۱ درصدوزنی ۹۶

۵-۴-۷- پروتکل برای تهیه تقریبا ۱/۵ لیترنانوسیال آب-Al_2O_3 با۰/۱ درصد وزنی ۹۸

۵-۴-۸- نانوسیالات آب-Al_2O_3 تولید شده با درصد های جرمی مختلف.....۱۰۰

۵-۵- خواص ترموفیزیکی نانوسیالات ۱۰۱

۵-۵-۱- مدل سازی هدایت حرارتی نانوسیال.....۱۰۲

۵-۵-۲- اثرات پارامترهای مختلف برهدایت حرارتی موثرنانوسیالات.....۱۰۹

۵-۵-۳- روابط تجربی برای یافتن نقش دما واندازه نانوذره برافزایش

هدایت حرارتی موثر نانوسیال آب $-Al_2O_3$.....۱۱۱

۵-۵-۴- چگالی نانوسیالات.....۱۱۹

۵-۵-۵- گرمای ویژه نانوسیالات ۱۱۹

۵-۵-۶ لزجت دینامیکی نانوسیالات.....۱۲۰

فصل ششم : چیدمان آزمون

۶-۱- پیشگفتار.....۱۲۲

۶-۲- مخروط آزمایش.....۱۲۳

۶-۳- گرمکن.....۱۲۵

۶-۴ ترمو کوپل ها و نحوه قرار گیری آن ها.....۱۲۷

۶-۵- پمپ.....۱۳۰

۶-۶- روتامتر.....۱۳۰

۶-۷- مخزن نانو سیال.....۱۳۲

۶-۸- استخر آزمایش.....۱۳۳

۶-۹- نازل جت.....۱۳۴

۶-۱۰ شیر کنترل.....۱۳۵

۶-۱۱- پایه مخروط.....۱۳۶

فصل هفتم : نحوه آزمایش و نتایج

۷-۱- پیشگفتار.....۱۴۰

۷-۲- نحوه انجام آزمایش.....۱۴۰

۷-۳- نحوه استخراج نتایج..... ۱۴۰
۷-۳-۱ دمای سطح مخروط..... ۱۴۰
۷-۳-۲- ضریب انتقال حرارت جابجایی محلی و متوسط..... ۱۴۱
۷-۳-۳- محاسبه عدد ناسلت محلی و متوسط..... ۱۴۲
۷-۳-۴- رینولدز جریان..... ۱۴۲
۷-۴- نتایج آزمایشات برای دمای سطح مخروط..... ۱۴۲
۷-۵- نتایج آزمایش برای ضریب انتقال حرارت جابجایی محلی و متوسط..... ۱۵۰
۷-۶- نتایج آزمایش برای عدد ناسلت متوسط و محلی..... ۱۵۸
۷-۷- نتیجه گیری و بحث در مورد نتایج..... ۱۶۷
۷-۸- بررسی عدم قطعیت و محاسبه خطا..... ۱۷۸
۷-۹- پیشنهاد برای کار های آینده..... ۱۸۲
منابع و مراجع..... ۱۸۳

علائم و نماد ها

A_{2n}	ثابت در معادله (۲-۵)
B	گرا دیان سرعت بی بعد
C_c	ضریب انقباض نازل برای جت مایع
C_f	ضریب اصطکاک سطح
d	طول مشخصه، قطر جت
$G(\mathrm{Pr})$	لایه مرزی تابع عدد پرانتل
h	ضریب انتقال حرارت همرفت متوسط
$h(r)$	ضریب انتقال حرارت همرفت محلی , ضخامت فیلم سیال محلی
k	هدایت گرمایی
k^*	زبری نسبی سطح
l	فاصله بین نازل تا صفحه
$, Nu_d \ Nu(r)$	عدد ناسلت محلی
p	فشار محلی در سیال
p_∞	فشار محیط
p_{stgn}	فشار سکون
$p_e(r)$	توزیع فشار در دیواره
P_{2n}	تابع لژاندر
Pr	عدد پرانتل
Q	دبی حجمی
$, q_w \ q''$	شار حرارتی دیواره
r	فاصله از راس مخروط،شعاع در دسگاه کروی و استوانه ای
r_h	شعاع ناحیه در هم توسعه یافته
r_o	فاصله ای که در آن لایه مرزی سرعت به سطح سیال رسیده است
r_t	فاصله ای که در آن گذار به ناحه در هم آغاز می شود
r_1	فاصله ای که در آن لایه مرزی حرارتی به سطح سیال رسیده است
Re_d	رینولدز جریان
T_{in} ،T_f	دمای سیال ورودی به جت
T_m	دمای متوسط سیال
T_w	دمای دیواره
T_{sf}	دمای سطح سیال
u,v	مؤلفه های سرعت
u'	متوسط نوسان سرعت در حالت در هم در جت
u_f	متوسط سرعت جت
u_h	متوسط سرعت سیال در ضخامت فیلم سیال
u_m	سرعت سطح آزاد فیلم سیال
$u_e(r)$	سرعت شعاعی در بالای لایه مرزی
$V_{\max}$	سرعت خط مرکز جت

عدد وبر جت	We_d
پخشندگی گرمایی	α
ضخامت لایه مرزی سرعت و دما	δ, δ_t
متوسط زبری سطح برای جت در هم	δ_{rms}
گرمای ویژه	C_p
زاویه مختصات قطبی	θ
ویسکوزیته دینامیک	ν
چگالی	ρ
گشش سطحی سیال	σ
پتانسیل سرعت، کسر حجمی نانو ذرات نیبت به سیال پایه	ϕ
هدایت گرمایی مؤثر	k_{eff}
هدایت گرمایی ذرات	k_b
کسر حجمی مؤثر	ϕ_p, ϕ_{eff}
اختلاف دمای سطح با دمای ورودی به جت	$T_{\Delta s}$
دمای سطح	T_s

فصل اول

تعریف مسئله و اهداف پایان نامه

۱-۱ پیشگفتار

در این بخش به معرفی و تعریف این پایان نامه پرداخته می شود. ابتدا در مورد انرژی و اهمیت انتقال حرارت مختصرا بحث شده سپس مختصری از تکنولوژی نانو و نانو سیالات را بیان می شود وبه نمونه هایی از کاربرد های صنعتی نانو سیالات اشاره ای می شود و همچنین در مورد کاربرد رویه های مخروطی در صنایع هوافضا و نظامی توضیحی کوتاه ارائه می شود و در نهایت شمایی کلی و هدف از انجام این پایان نامه را به صورت خلاصه بیان می شود.

۱-۲ انرژی و اهمیت انتقال حرارت

انرژی در حیات اقتصاد صنعتی جوامع، نقش زیربنائی را ایفا می کند، به این معنا که هرگاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. نگاهی به معضلات گذشته نشان می دهد که همواره رقابت های بزرگی در سطح جهانی بر سر تصاحب انرژی وجود داشته است چرا که امنیت ملی و پایداری نظام های حکومتی تا حد زیادی در گرو دسترسی به این منابع است. خوشبختانه ایران از نظر دارا بودن منابع و ذخایر متنوع انرژی از ثروتمندترین کشورهای جهان به حساب می آید. این منابع درکشور ما با قیمت هایی به مراتب نازل تر از سایر کشورها و با سهولت بیشتری به مصرف کننده عرضه می شود. اما جای بسی تأسف است که میزان مصرف و اتلاف انرژی به مراتب بالاتر از کشورهای صنعتی است و وضعیت مصرف انرژی در کشور ما با اصول مربوط به ارتقاء بهره وری و بازدهی انرژی در جهان، مغایرت دارد. آیا این بهره برداری تا بی نهایت ادامه خواهد یافت؟ و آیا این سفره طبیعت و نعمت های خدادادی برای ما همیشه گسترده خواهد بود؟ مسلماً این منابع انرژی زا نیز، مانند تمامی پدیده های طبیعی دیگر، روزی پایان خواهد پذیرفت و از آنجائی که دیگر حتی تصور زندگی عادی انسان امروزی بدون استفاده از منابع انرژی ممکن نیست، این بحران را قبل از وقوع باید علاج کرد و همزمان با توسعه تکنولوژی های نوین به سرمایه گذاری در روش های استفاده بهینه از انرژی و گسترش آنها مبادرت نمود.

علم انتقال گرما یا انتقال حرارت به تحلیل آهنگ انتقال گرما در سیستم می‌پردازد. انتقال انرژی از طریق شارش گرما را نمی‌توان مستقیما اندازه‌گیری کرد ولی این انتقال چون به یک کمیت قابل اندازه‌گیری به نام دما ارتباط دارد، دارای مفهوم فیزیکی است.شرط انتقال حرارت خود به خودی، اختلاف دما است. اگر دو سیستم در حال ارتباط با یکدیگر هم‌دما نباشند، گرما از ناحیه پر دما (گرم) به ناحیه کم دما (سرد) جریان می‌یابد. و این جریان تا زمانی ادامه می‌یابد که دو سیستم هم‌دما شوند. چون گرما به دلیل وجودِ گرادیان

دمایی شارش می‌یابد، دانستن توزیع دما ضروری است. دلیل ترمودینامیکی انتقال حرارت را می توان این گونه تعریف کرد که انتقال حرارت از جسم گرمتر به جسم سردتر و با العکس به دلیل افزایش انتروپی سیستم، خود به خودی است. البته ذکر این نکته لازم است که نیاز به انتقال حرارت همیشه ناشی از نیاز به گرم کردن یک مکان یا موضع خاص نیست و گاهی این انرژی یعنی گرما مضر است و می خواهیم این انرژی را از جایی که تولید شده انتقال دهیم به عنوان مثال در CPU ها انرژی تولید شده که باعث افزایش دمای کاری پردازنده ها می شود مضر بوده و هدف از انتقال حرارت کاهش دمای پردازنده ها است.

۱-۳ فناوری نانو و انتقال حرارت در نانو سیالات

فناوری نانو یا نانوتکنولوژی رشته‌ای از دانش کاربردی و فناوری است که جستارهای گسترده‌ای را پوشش می‌دهد. موضوع اصلی آن نیز مهار ماده یا دستگاه‌های در ابعاد کمتر از یک میکرومتر، معمولاً حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. در واقع نانو تکنولوژی فهم و به کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستمهایی در این ابعاد است که اثرات فیزیکی جدیدی - عمدتاً متاثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک - از خود نشان می‌دهند. نانوفناوری یک دانش به شدت میان‌رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون پزشکی، دامپزشکی، زیست شناسی، فیزیک کاربردی، مهندسی مواد، ابزارهای نیم رسانا، شیمی ابرمولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی نیز مربوط می‌شود. فناوری نانو می‌تواند به عنوان ادامه دانش کنونی در ابعاد نانو یا طرح‌ریزی دانش کنونی بر پایه‌هایی جدیدتر و امروزی‌تر باشد.

استفاده از سیالات به منظور انتقال حرارت از سالها پیش مورد توجه بوده است. همچنین از سالها پیش مشخص شده بود که با اضافه نمودن ذرات جامد به صورت معلق به سیال پایه، انتقال حرارت افزایش خواهد یافت چرا که ضریب هدایت حرارتی این ذرات، صدها مرتبه بیشتر از سیالات پایه می‌باشد. در نتیجه انتظار می‌رود با استفاده از این ذرات در سیال پایه، انتقال حرارت سیال افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. ذرات جامدی که به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند از انواع مختلفی نظیر ذرات فلزی، غیر فلزی و یا پلیمری می‌باشند. همانطور که عنوان شد این مسأله یعنی افزایش ضریب هدایت حرارتی سیال با افزودن ذرات ریز به سیال موضوع جدیدی نبوده و از حدود صد سال پیش در رابطه با ذرات میلی‌متری و میکرومتری مورد توجه قرار گرفته است. با وجود افزایش انتقال حرارت توسط ذرات میکرومتری افزوده شده به سیال پایه، استفاده از ذرات جامدی با این ابعاد، مشکلاتی نیز ایجاد می‌نماید که از آن جمله می‌توان مواردی همچون:

- رسوب یا ته نشینی ذرات (Sedimentation)

- سائیدگی(Erosion)

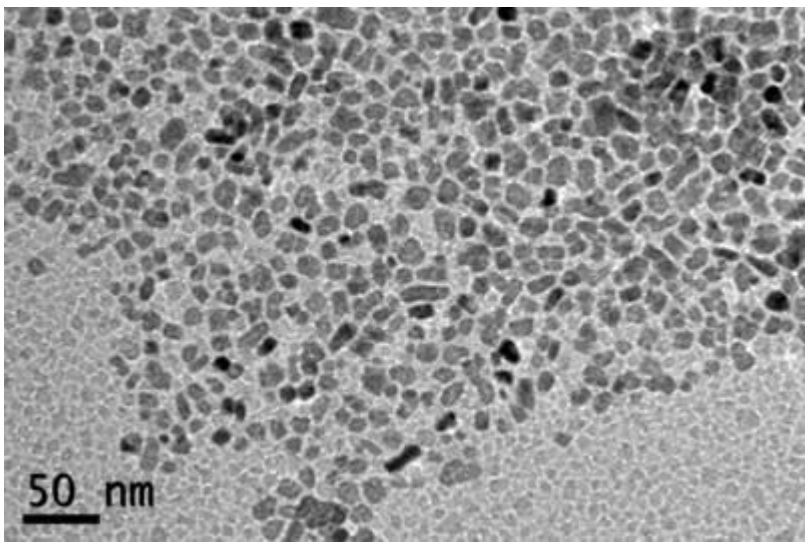
- مسدود نمودن لوله‌ها(Fouling)

- افزایش افت فشار در مجرای سیال(pressure drop of the flow channel)

را نام برد.

پیشرفتهای صورت گرفته در تکنولوژی مواد امکان غلبه بر مشکلات فوق را با استفاده از نانو ذرات جامد فراهم کرده است. در واقع نانو سیالات را می‌توان با تعریفی این چنین معرفی کرد که سیالات حاوی ذرات معلق جامد که سبب ایجاد جهشی در پدیدهٔ انتقال حرارت می‌شوند. این نانو ذرات می‌توانند خواص انتقالی و حرارتی سیال پایه را تغییر دهند.

با توجه به اینکه موضوع مورد بحث، انتقال حرارت در نانو سیالات است، به طور خلاصه به روش تولید نانو سیالات پرداخته می‌شود. به طور عمده ۲ روش برای تولید نانو سیالات متصور است نخستین روش، روش دو مرحله ای است مرحله نخست این روش شامل تولید نانو ذرات به صورت یک پودر خشک بوده که اغلب توسط کندانس نمودن با یک گاز بی اثر انجام می‌شود. در مرحلهٔ بعد نانو ذرات تولید شده در سیال پخش می‌گردند. نکتهٔ اساسی در این روش تجمع نانو ذرات بر اثر چسبندگی آنها به همدیگر است که از معایب این روش به شمار می‌آید.



شکل ۱-۱ تصویری از نانو ذرات اکسید مس معلق در آب

روش دوم روش تک مرحله است. در این روش از یک مرحله که تبخیر مستقیم است، استفاده می‌گردد. مزیت استفاده از این روش آن است که تجمع ذرات بر اثر چسبندگی آنها به یکدیگر به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و به حداقل می‌رسد. همچنین یک نکته اساسی در روش‌های تولید نانو سیالات ایجاد پایداری برای ذرات معلق جامد، با بهره‌گیری از خواص سطحی ذرات معلق و نیز پیشگیری از ایجاد خوشه‌ای ذرات است. در این راستا سه روش عمده وجود دارد:

- تغییر میزانpH

- استفاده از سورفکتانت‌ها(surface activators)

- استفاده از ارتعاشات مافوق صوت(ultrasonic vibration)

در مورد مکانیزم عمل انتقال حرارت در نانوسیالات در فصول بعد به طور کامل بحث می شود. مکانیزم عمل انتقال حرارت در نانوسیالات به طور کامل توصیف نشده است اما به طور ساده می توان گفت که انتقال حرارت در نانو سیالات یکی ناشی از افزایش هدایت گرمایی نسبت به سیال پایه است و دیگری نقش انتقال دهنده و پخش کننده گرمایی در سیال توسط نانوذرات است.

۱-٤ نمونه ای از کاربرد های عملی نانو سیالات

۱-٤-۱ نانوسیالات و کامیون های پیشرفته

به علت نیاز به موتورهایی با نیروی بیشتر، تولید کنندگان کامیون دائماً در جستجوی راه‌هایی برای گسترش طرح‌های آیرودینامیک در وسایل نقلیه‌شان هستند. از جمله تلاش‌ها در این زمینه معطوف به کاهش مقدار انرژی مورد نیاز جهت مقابله با مقاومت‌های بالا می‌باشد. در یک کامیون سنگین معمولی، با سرعت ۱۱۰ کیلومتر در ساعت، در حدود ۶۵ درصد کل بازده موتور، صرف غلبه بر کشش‌های آیرودینامیک می‌شود که یکی از دلایل بزرگ این امر مقاومت هوا می‌باشد.در سیستم‌های خنک کننده، با توجه به نوع سیال مورد استفاده رادیاتورهای متفاوتی مورد نیاز است. جهت انتقال حرارت از موتور به رادیاتور و در نهایت آزاد شدن این حرارت به محیط اطراف، به کارگیری سیالات با ظرفیت‌های گرمایی بالا ضروری می‌باشد. این سیالات قادرند بدون افزایش دمای خودشان حرارت را جذب و سپس آن را بسیار آهسته و بدون نیاز به مقدار سیال بیشتر به محیط اطراف منتقل نمایند که این انتقال آهستهٔ گرما به محیط، موجب بزرگی اندازهٔ رادیاتورهای وسایل نقلیه معمولی می‌شود. اگر سرعت انتقال حرارت توسط سیالات به‌گونه‌ای افزایش یابد،

طراحی رادیاتورها آسان و مؤثرتر شده و می‌توان آنها را کوچکتر ساخت. همچنین اندازهٔ پمپ‌های خنک کنندهٔ وسایل نقلیه می‌تواند کاهش یابد. موتورهای کامیون‌ها نیز می‌توانند به علت کارکردن تحت دماهای بالاتر نیروی بیشتری تولید نمایند. افزایش هدایت گرمایی خنک‌کننده‌ها نیز می‌تواند ایده‌ای مناسب برای تولید پیل‌های سوختی پیشرفته و وسایل نقلیهٔ هیبریدی باشد. محققان آزمایشگاه آرگون در حال پیدا کردن روشی برای افزایش زیاد هدایت گرمایی خنک کننده‌ها در موتورهای معمولی بدون بروز تأثیراتی مغایر با ظرفیت‌های گرمایی آنها هستند. بخش انرژی آزمایشگاه آرگون به طور مشترک با کمپانیValvo Line ، در حال کار در زمینهٔ توسعهٔ خنک‌کننده‌های نانوسیالی و روغن‌های روان‌ساز برای موتورهای کامیون می‌باشد. محققان آرگون هم‌اکنون از یک روش یک مرحله‌ای برای تولید نانوسیالات بر مبنای نانوذرات فلزی و یک روش دومرحله‌ای برای تولید نانوسیالات بر مبنای نانوذرات اکسیدی، استفاده می‌کنند که هر دو شیوه، روش‌های نسبتاً آسان و اقتصادی برای تولید نانوسیالات هستند. هم‌اکنون محققان آرگون در حال بررسی تأثیر دوده در روغن موتور می‌باشند. میزان دوده در روغن موتور گاهی اوقات بیشتر از حد انتظار است. با وجود اینکه ذرات دوده به کوچکی ذرات نانومتری موجود در نانوسیالات نیستند، محققان دریافتند تجمع آنها در روغن موتور منجر به افزایش ۱۵ درصدی در هدایت گرمایی روغن موتور می‌شود. بر اساس این یافته‌ها محققان حسگری تولید نمودند که با اندازه‌گیری میزان افزایش هدایت گرمایی ذرات دودهٔ جمع شده در روغن موتور قادر به نشان‌دادن نحوهٔ عملکرد موتور می‌باشد.

۱-٤-۲ نانوسیالات فلزی و موتورهای خنک‌کننده

ویژگی‌های موتورهای دیزلی از نظر محدودیت در واکنش‌ها و راندمان کار به سرعت در حال دگرگون شدن است. سیستم‌های خنک‌کننده باید بتوانند تحت دماهای بالاتر کار کرده و مقادیر بیشتری گرما به محیط اطراف منتقل کنند. اندازهٔ رادیاتورها نیز باید کاهش یابد تا تجهیزات اضافی کامیون‌ها حذف شده و رفت‌وآمد با آنها ساده‌تر گردد. به‌طور واقع‌بینانه، محصور کردن نیروی خنک‌کنندهٔ بیشتر در فضای کمتر، تنها با به کار بردن فناوری‌های جدیدی مانند نانوسیالات ممکن خواهد بود.کاربرد دیگر این مدل‌سازی‌ها، پیش‌بینی میزان هدایت گرمایی یک نانوسیال بر مبنای غلظت، دمای عملیاتی و اندازهٔ نانوذرات پخش شده در سیال می‌باشد. از این گذشته این امکان وجود دارد که خواص نانولایه‌هایی که روی سطح نانوذرات معلق تشکیل می‌شوند، عاملی برای افزایش بیشتر هدایت گرمایی نانوسیالات می باشد. دو مکانیزم کلیدی حرکت براونی و نانولایه‌ها، توأماً از مهم‌ترین عوامل افزایش هدایت گرمایی سیالات انتقال دهندهٔ گرما می‌باشند. محققان آزمایشگاه آرگون در حال بررسی خطرات احتمالی نانوسیالات برای سیستم های رادیاتور می‌باشند. آنها موفق به ساخت وسیله‌ای شدند که قادر به اندازه‌گیری و آزمایش تأثیرجریان‌های خنک کنندهٔ متفاوت