مروری بر انتقال حرارت توسط نانو سیالات و بررسی امکان استفاده از آنها در رادیاتور تراکتور

حسن تقی جراح[1*] ، سیدسعید محتسبی[2]، حجت احمدی[3]، شاهین رفیعی[3]

۱:دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران،۲: استاد گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران،۳: دانشیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران

Taghijarah@ut.ac.ir

چکیده :

رادیاتور یکی از مهمترین اجزای سیستم خنک کاری تراکتور بوده که با تبادل حرارت با هوای جریان یافته پیرامون خود، موتور را خنک می کند. بررسی منابع نشان می‌دهد، استفاده از نانوسیالات در سیستم‌های خنک کاری موجب افزایش ضریب انتقال حرارت می‌شود، که این امر باعث افزایش بازده، کنترل هرچه بهتر حرارت انتقال یافته و کاهش سطح انتقال حرارت می‌شود. بهینه سازی سیستم‌های انتقال گرما در رادیاتور تراکتور، در اکثر مواقع به وسیله افزایش سطح آنها صورت می گیرد که همواره باعث افزایش حجم و اندازه این دستگاه‌ها می شود، لذا برای غلبه بر این مشکل، به خنک کننده های جدید و موثر نیاز است و محصور کردن نیروی خنک‌کنندهٔ بیشتر در فضای کمتر، تنها با به کار بردن فناوری‌های جدیدی مانند نانوسیالات ممکن خواهد بود. چنانچه بتوان از نانو ذرات در سیال سیستم خنک کاری رادیاتور تراکتور استفاده کرد، می‌توان ضریب انتقال حرارت رادیاتور را افزایش و هزینه‌های تولید و عملیاتی آن را کاهش داد، و در نهایت موجب افزایش بازده سیستم خنک کاری تراکتور شد. از محاسن دیگر این کار می‌توان به بیشتر شدن کارایی انرژی، کوچک‌تر و سبک‌تر شدن سیستم‌های خنک کننده و کاهش اثرات سوء انرژی بر محیط زیست اشاره نمود.

کلمات کلیدی: رادیاتور، سیستم‌های خنک‌کننده، نانوذرات، نانوسیالات، ضریب انتقال حرارت

۱. مقدمه

گروهی جدید از سیالات که قادر به انتقال حرارت می‌باشند، نانوسیال نامیده می‌شوند. نانوسیالات به وسیلهٔ پخش و منتشر کردن ذرات در اندازه‌های نانومتری در سیالات متداول منتقل کنندهٔ گرما، به منظور افزایش هدایت گرمایی و بهبود عملکرد انتقال حرارت، ساخته می‌شوند. اخیرا استفاده از نانو سیالات که در حقیقت سوسپانسیون پایداری از نانوفیبرها و نانو ذرات جامد هستند، به عنوان راهبردی جدید در عملیات انتقال گرما مطرح شده است. تحقیقات اخیر روی نانو سیالات ، افزایش قابل توجهی را در هدایت گرمای آن ها نسبت به سیالات بدون نانو ذرات و یا همراه با ذرات بزرگتر (ماکرو ذرات)نشان می دهد.

از ویژگی‌های کلیدی نانوسیالات که تاکنون کشف شده‌اند می‌توان هدایت‌های گرمایی بسیار بالاتر از آنچه که سوسپانسیون‌های مرسوم از خود نشان داده بودند، وجود نسبت غیر خطی میان هدایت گرمایی و غلظت نانولوله‌های کربنی در نانوسیالات و نیز وابستگی شدید هدایت گرمایی به دما و افزایش چشمگیر در شار حرارتی بحرانی را نام

برد. هر کدام از این ویژگی‌ها در جای خود برای سیستم‌های حرارتی بسیار مطلوب می‌باشند و در کنار هم، نانوسیالات را بهترین کاندیدا برای تولید سردکننده‌های مبتنی بر مایع می‌نمایند. این یافته‌ها همچنین وجود محدودیت‌های اساسی در مدل‌های انتقال گرمایی متداول برای سوسپانسیون‌های جامد/ مایع را به وضوح نشان می‌دهد. بنابراین برای کاربردی کردن این نوع از سیالات در آینده و در سیستمهای جدید، باید اقدام به طراحی و ایجاد مدلها و تئوریها و فاکتورهای سیالیت نانوذرات و تصحیحات مربوط به آن کرد.

دما در طول مدت احتراق مخلوط سوخت و هوا در محفظه احتراق موتور بسیار بالا می رود و به بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد می رسد و میزان قابل توجهی از این حرارت توسط دیواره های سیلندر و پیستون ها جذب می شود، و شما فقط با چند لیتر سیال مثل آب و یا ترکیبی از آب و ضد یخ / ضد جوش بایستی موتور را به دمای بین ۹۰ تا ۹۵ درجه برسانید و آن را خنک کنید. چرا که در دماهای بالاتر ضخامت فیلم روغن کاهش می یابد و خواص روغن به شدت افت می کند که این مسأله موجب افزایش استهلاک قطعات و ازدیاد دمای آن ها خواهد شد. رادیاتور یکی از مهمترین اجزای سیستم خنک کاری خودرو بوده که با تبادل حرارت با هوای جریان یافته پیرامون خود، موتور را خنک می کند. یکی از مسایل بسیار مهم در طراحی خودروها، خنک نگه داشتن اجزاء موتور در تمام شرایط کاری خودرو است. در سیستم خنک کاری خودرو، رادیاتور و فن نقش اساسی داشته و طراحی بهینه رادیاتور اهمیت ویژه ای دارد. نرخ انتقال حرارت در یک رادیاتور به عوامل مختلف نظیر دبی آب رادیاتور، دمای آب ورودی به رادیاتور، طرح رادیاتور، چگالی و لزجت هوا بستگی دارد. با افزایش دبی فن ضریب انتقال حرارت جابجایی افزایش یافته و متعاقباً میزان انتقال حرارت نیز افزایش می یابد. جنس رادیاتورها از فلزات و آلیاژهای فلزی انتخاب می شوند که عمل انتقال حرارت به سهولت امکان پذیر باشد.

اجزاء رادیاتور از مخزن بالایی و مخزن پایینی و هسته (شبکه) رادیاتور تشکیل شده که خود شبکه شامل لوله‌ها و پره‌ها می‌باشد. هر قدر تعداد شبکه ها و لوله‌ها بیشتر باشد و نوع طراحی به گونه ای ایجاب کند که هوای بیشتری با رادیاتور در تماس باشد، انتقال حرارت بهتر انجام خواهد شد.

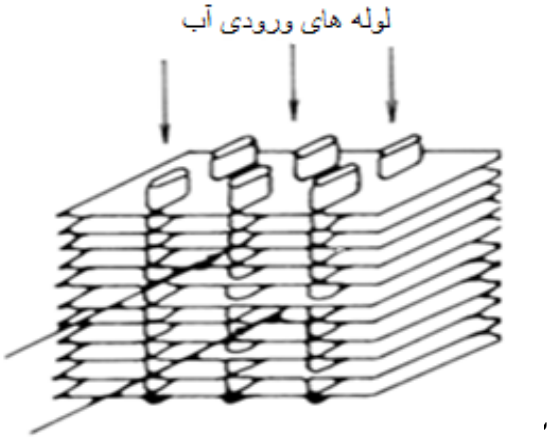
انواع رادیاتور:

رادیاتور ها دارای دو نوع شبکه فین تیوب و کروگیت هستند :

۱) رادیاتور های فین تیوب: طراحی این نوع رادیاتورها به گونه ای است که امتداد لوله ها عمود بر راستای پره ها می باشد و لوله ها از داخل پره ها عبور می کنند. (شکل ۱)

۲) رادیاتور های کروگیت : در این نوع رادیاتور ها لوله ها از داخل پره ها عبور نمی کنند بلکه پره ها بصورت مار پیچ هستند و لوله ها در امتداد پره ها روی نوک فین قرار داده می شوند. (شکل۲)

رادیاتور تراکتور ها عمدتاً چهار لول و از نوع فین تیوب می باشند.



شکل (۱) رادیاتور فین-تیوب

شکل (۲) رادیاتور کروگیت

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 این ابعاد، مشکلاتی از قبیل : رسوب یا ته نشینی ذرات، سائیدگی، مسدود نمودن لوله‌ها و افزایش افت فشار در مجرای سیال اشاره نمود. پیشرفتهای صورت گرفته در تکنولوژی مواد امکان غلبه بر مشکلات فوق را با استفاده از نانو ذرات جامد فراهم کرده است. اولین نمونه ی نانو ذرات در سال ۱۹۹۵ با پیشنهاد چوی(۱۹۹۳) به کتابخانه ملی آرگون در آمریکا ساخته شد. به سیالات حاوی ذرات معلق جامد(کمتر از ۱۰۰ نانومتر) که سبب ایجاد جهشی در پدیدهٔ انتقال حرارت می‌شوند، نانو سیال گفته می شود(Choi.1993). این نانو ذرات می‌توانند خواص انتقالی و حرارتی سیال پایه را تغییر دهند .طبق تحقیقات دهه‌ی گذشته، بیشتر محققین به اندازه‌گیری و مدل‌سازی اثرات هدایت گرمایی و وسکوزیته نانوسیالات پرداخته‌اند(Kakaç and Pramuanjaroenkij.2009).

عوامل موثر در انتقال حرارت، طبق تحقیقات صورت گرفته بر روی نانو سیالات، عبارتند از(Wang and Mujumdar.2007) :

۱) هدایت گرمایی

هدایت گرمایی یکی از عوامل مهم در افزایش و بهبود انتقال حرارت می باشد، بهمین منظور مطالعاتی جهت بررسی هدایت گرمایی در نانو سیالات انجام شده است، که همه ی نتایج تجربی بدست آمده، بیانگر افزایش هدایت گرمایی این نانو سیالات می باشد. فرج اللهی و همکاران پارامترهای انتقال حرارت نانوسیالات آب–اکسیدآلومنیوم و آب–اکسید تیتانیوم را در لوله‌های یک مبدل حرارتی پوسته‌ای، تحت جریان آشفته بررسی کردند. آن‌ها اثر غلظت نانو ذرات و نوع نانوذرات را بررسی کردند. بر اساس نتایج آن‌ها افزودن نانوذرات به سیال پایه باعث افزایش چشمگیر پارامترهای انتقال حرارت می‌شود. آن‌ها جهت انتقال حرارت بهتره هریک نانوذرات، یک غلظت بهینه بدست آوردند و با مقایسه نتایج مشاهده کردند که انتقال حرارت نانوسیال آب–اکسید تیتانیوم در غلظت‌های پایین‌تر و انتقال حرارت نانوسیال آب–اکسیدآلومنیوم در غلظت‌های بالاتر بهتر صورت می‌گیرد(Farajollahi et al.2003). ژای و همکاران به بررسی اثر مایع پایه، بر روی رسانایی گرمایی نانو سیال حاوی نانو ذرات اکسید آلومنیوم پرداختند(xie.2002). لی و پیترسون (۲۰۰۳)تأثیر دما روی افزایش هدایت حرارتی نانو سیالات آب–اکسید آلومنیوم و آب–اکسید مس را بررسی کرده اند(Li and Peterson.2003). استمن و همکارانش(۱۹۹۷) با افزودن ۵ ٪ نانو ذرات اکسید آلومنیوم، اکسید مس و مس به دو سیال پایه(آب و و روغن) شاهد افزایش ٦۰ ٪ هدایت گرمایی در مقایسه با مایع پایه بودند. همچنین نشان داد که نانو ذرات مس حاصل از روش تک مرحله ای نتایج بهتری را در مقایسه با نانو ذرات اکسید مس حاصل از روش دو مرحله ای داشته است(Estman et al.1997). لی و همکاران(۱۹۹۹) نانو ذرات اکسید مس (با قطر ۱۸.٦ و ۲۳.٦ نانو متر) و اکسید آلومنیوم (با قطر ۲٤.٤ و ۳۸.٤ نانو متر) را به دو مایع پایه: آب و اتیلن گلیکول افزودند. تمام نتایج تجربی بدست آمده از چهار ترکیب: اکسید مس و آب ، اکسید مس و اتیلن گلیکول ، اکسید آلومنیوم و آب ، اکسید آلومنیوم و اتیلن گلیکول بیانگر افزایش رسانایی گرمایی نانو سیال نسبت به سیال پایه بدون نانو ذرات می باشد. مخلوط اکسید مس و اتیلن گلیکول با غلظت ٤ در صد از نانو ذرات، دارای بیش از ۲۰ درصد افزایش هدایت گرمایی بوده است. در غلظت های کمتر از ۰/۰۵ درصد، هدایت گرمایی تقریباً به صورت خطی نسبت به حجم افزایش می یابد(Lee et al.1999). وانگ و همکاران(۱۹۹۹) با اضافه کردن نانو ذرات اکسید مس (قطر میانگین ذرات ۲۳ نانو متر) و اکسید آلومنیوم (قطر میانگین ذرات ۲۸ نانو متر) به سیال پایه(آب و اتیلن گلیکول) ضریب هدایت گرمایی را اندازه گیری کردند(Wang et al.1999). تمام نتایج تجربی بدست آمده بیانگر افزایش هدایت گرمایی نانو سیال نسبت به سیال پایه بدون نانو ذرات می باشد. مقایسه نتایج نشان می دهد که با کاهش اندازه نانو ذرات، هدایت گرمایی نانو سیال افزایش می یابد. در غلظت ۳ درصد از نانو ذرات، نتایج بدست آمده بیانگر افزایش ۱۲ درصدی هدایت گرمایی در مقابل با افزایش ۲۰ درصدی گزارش شده توسط ماسودا و همکاران(۱۹۹۳) و افزایش ۸ درصدی گزارش شده از لی و همکاران(۱۹۹۳) می باشد(Masuda et al.1993,Lee et al.1999). ایستمن و همکاران(۲۰۰۱) با استفاده از نانو ذرات خالص مس با قطر کمتر از ۱۰ نانو متر، و با غلظت حجمی ۰/۳ درصد، ٤۰٪ درصد افزایش رسانایی گرمایی را گزارش کردند. آن ها نشان دادند که افزایش نسبت سطح به حجم با کاهش اندازه ذرات، عوامل مهمی در افزایش انتقال حرارت هستند. هم چنین بیان کردند که شاید اسید افزودنی باعث ثبات بهتره سوسپانسیون و در نتیجه افزایش ضریب رسانایی گرمایی شود(Eastman et al.2001).

۲) ویسکوزیته

بررسی منابع نشان داده که در مقایسه با هدایت حرارتی، مطالعات کمتری روی ویسکوزیته نانو سیالات انجام شده است. لی و همکاران(۲۰۰۲) ویسکوزیته نانو سیال آب–اکسید مس را اندازه گیری کردند. نتایج نشان می دهد که ویسکوزیته ظاهری نانو سیال با افزایش دما، کاهش می یابد(Li et al.2002). ونگ وهمکاران(۱۹۹۹) گرانروی نسبی نانو سیال آب–اکسید آلومنیوم و اتیلن گلیکول- اکسید آلومنیوم را اندازه گیری کردند. نتایج آن ها بیانگر افزایش گرانروی نسبی نانو سیال با افزایش جزء حجمی ذرات جامد می باشد(Wang et al.1999). همچنین دس وهمکاران(۲۰۰۳) ویسکوزیته نانو سیال آب–اکسید آلومنیوم را در برابر سرعت برشی اندازه گیری کردند. نتایج آن ها نشانگر افزایش ویسکوزیته با افزایش غلظت جزء حجمی ذرات جامد می باشد. به احتمال بسیار قوی نانو سیال یک سیال غیر نیوتنی و یا حتی در بعضی موارد ویسکو الاستیک می باشد(Das et al.2003).

۳) انتقال حرارت همرفتی

در سال های اخیر تحقیقات آزمایشگاهی فراوانی در زمینه انتقال حرارت همرفتی بر روی انواع نانو سیالات صورت گرفته است. اگزوان و لی(۲۰۰۳) به بررسی پارامتر های انتقال حرارت همرفتی نانو سیال آب–مس،که در یک لوله مستقیم دارای شار حرارتی ثابت در دیواره ها، پرداختند(Xuan and Li.2003). نتایج نشان داد که سرعت انتقال حرارت در نانو سیال نسبت به مایع پایه، افزایش چشمگیری داشته است. همچنین آن ها ادعا کردند که اثر اصطکاک در نانو سیالات با غلظت پایین، باعث کاهش و اتلاف توان پمپ نمی شود. چن و همکاران(۲۰۰۸) وکولکارنی و همکاران(۲۰۰٤) به به بررسی پارامتر های انتقال حرارت نانو سیالات آب–اکسید تیتانیوم و آب–اکسید–آلومنیوم پرداخته‌اند(Chen et al.2008, Kulkarni et al.2004). گزارش حاصل از نتایج آزمایشگاهی دینگ و ون(۲۰۰٤) در بررسی انتقال حرارت همرفتی جریان آرام نانو سیال آب – اکسید آلومنیوم (اندازه ذرات ۲۷–٥٦ نانو متر) در یک لوله مسی (به قطر ٤/٥ میلی متر و طول ۹۷۰ میلی متر) بیانگر افزایش چشمگیر ضریب انتقال حرارت می باشد. آن ها بیان کردند با افزایش عدد رینولدز و غلظت نانو ذرات، ضریب انتقال حرارت افزایش می یابد(and Ding Wen .2004).

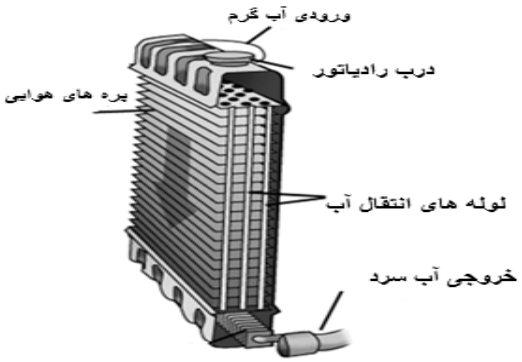
٤) انتقال حرارت جوششی

آزمایشهایی جهت تعیین خواص گرمای جوشش نانوسیالات صورت گرفته است. شفیعی و لطفی(۲۰۰۹) به بررسی پارامترهای انتقال حرارت جوشش کره نقره‌ای در نانوسیالات (آب–نقره و آب–اکسید تیتانیوم) پرداختند. کره‌ی نقره‌ای به قطر ۱۰ میلی‌متر و دمای اولیه ۷۰۰ درجه سانتیگراد در داخل نانوسیال با دمای ۹۰ درجه سانتیگراد فرو نشست(Shafii and Lotfi.2009). بنگ و چنگ(۲۰۰٤و۲۰۰٥) جوشش نانو سیال آب–اکسید آلومنیوم را روی یک صفحه (۱۰۰ میلی‌متر مربع) با فلاکس گرمایی بالا، مورد مطالعه قرار دادند، و مشاهده کردند که زبری سطح پس از جوشش، با افزایش غلظت نانو ذرات، افزایش می‌یابد. بهر حال فلاکس گرمای بحرانی برای صفحه تخت افقی ۳۲٪ و برای صفحه تخت عمودی ۱۳٪ افزایش یافته است و ادعا کردند که افزایش زبری ناشی از رسوب نانو ذرات اثر نامطلوب در کارایی انتقال حرارت جوشش دارد(Bang and Chang.2004,2005).

بررسی منابع نشان می‌دهد، استفاده از نانوذرات در سیالات باعث افزایش ضریب انتقال حرارت شده و به تبع آن موجب کاهش هزینه‌های تولید و عملیاتی، افزایش بازده و کاهش سطح انتقال حرارت در مبدل‌ها می‌شود(قاسمی و همکاران.۱۳۸۷). رادیاتور تراکتور نیز یک نوع مبدل حرارتی می‌باشد. 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.

۳. نحوه ی انتقال حرارت در رادیاتور تراکتور

در رادیاتور تراکتور سرعت انتقال حرارت به عوامل مختلفی نظیر دبی آب رادیاتور، دمای آب ورودی به رادیاتور، طرح رادیاتور، چگالی و لزجت هوا بستگی دارد. دمای سیال خنک کننده (آب +ضد یخ) پس از عبور از بدنه و اجزاء موتور افزایش می یابد، سپس از طریق لوله ی ورودی آب گرم وارد محفظه ی بالای رادیاتور می شود و توسط لوله های انتقال آب از بالای رادیاتور به پایین انتقال داده می شوند. پروانه قرار گرفته در پشت رادیاتور موجب عبور جریان باد از بین پره های هوایی رادیاتور شده و این امر باعث کاهش دمای سیال خنک کننده می شود. در شکل ۳ اجزاء رادیاتور نشان داده شده است.



شکل ۳ اجزاء رادیاتور تراکتور

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. 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. اندازهٔ رادیاتورها نیز باید کاهش یابد تا تجهیزات اضافی حذف شود. به‌طور واقع بینانه، محصور کردن نیروی خنک‌کنندهٔ بیشتر در فضای کمتر، تنها با به کار بردن فناوری‌های جدیدی مانند نانوسیالات ممکن خواهد بود.

محققین متعددی در زمینه بررسی رفتار حرارتی و دینامیک سیالات رادیاتورها و سیستم های خنک کننده خودرو تحقیق نموده اند. اولیت وهمکاران(۲۰۰۷) با توسعه یک مدل ریاضی دقیق برای یک مبدل حرارتی، تأثیر پارامترهای

مختلف نظیر دبی جریان عبوری از رادیاتور را بر روی عملکرد سیستم خنک کاری خودرو به صورت عددی بررسی نموده و نشان دادند که گرادیان منحنی ظرفیت خنک کنندگی با افزایش دبی کاهش می یابد(Oliet et al.2007). جیفورد و همکاران(۲۰۰٦) تأثیر اجزای پایین دست فن نظیر موتور را بر روی عملکرد فن های محوری در سیستم خنک کاری خودرو مورد بررسی قرار داده و مشخص نمودند که اجزاء پایین دست فن، در افزایش افت فشار و در نتیجه کاهش دبی جریان نقش موثری دارند(Gifford et al.2006). موریس و همکاران(۱۹۹۸) با استفاده از سرعت سنج سیم داغ، توزیع سرعت در پایین دست فن را در یک سیستم خنک کاری خودرو اندازه گیری نموده و نشان دادند که جریان خروجی فن چرخشی بوده و بعلت نزدیکی بیش از حد فن به رادیاتور در اطراف توپی و پره، پروفیل جریان کاملاً متفاوت می باشد(Morris et al.1998). چیو(۱۹۸۰) تأثیر غیر یکنواختی جریان را بر میزان انتقال حرارت در سیستم خنک کاری خودرو مورد مطالعه قرار داده(Chiou.1980) . امنشال و هاچو(۱۹۷٤) نیز غیر یکنواختی جریان هوای خنک کننده را در طراحی سیستم خنک کاری و پارامتر های عملکردی آن مورد بررسی قرار داد. هر دو مرجع اخیر نشان دادند غیر یکنواختی سرعت در جریان ورودی رادیاتور، به شدت عملکرد حرارتی آن را کاهش می دهد(Emmenthhal and Hucho.1974). جاگر وکراک(۱۹۹۹) یک تحقیق تجربی را بر روی دو رادیاتور با دبی جریان ثابت و طرح لوله متفاوت انجام داده و تأثیر طول لوله را بر حسب تعداد لوله های موازی برای سه سیال خنک کننده مختلف مورد مطالعه قرار دادند(Juger and Crook.1999).گالین و بجورک(۱۹۹٦) بصورت تجربی عملکرد پنج رادیاتور متداول در صنایع خودروسازی را با یکدیگر مقایسه کردند (Gollin and Bjork.1996). چن و همکاران(۲۰۰۱) نیز یک رادیاتور نمونه را بصورت تجربی مورد تحلیل و بررسی قرار داده و معادلات نرخ تلفات حرارتی، افت فشار سمت سیال و نیز افت فشار سمت هوا را بر حسب شرایط مرزی جریان توسعه دادند (Chen et al.2001).

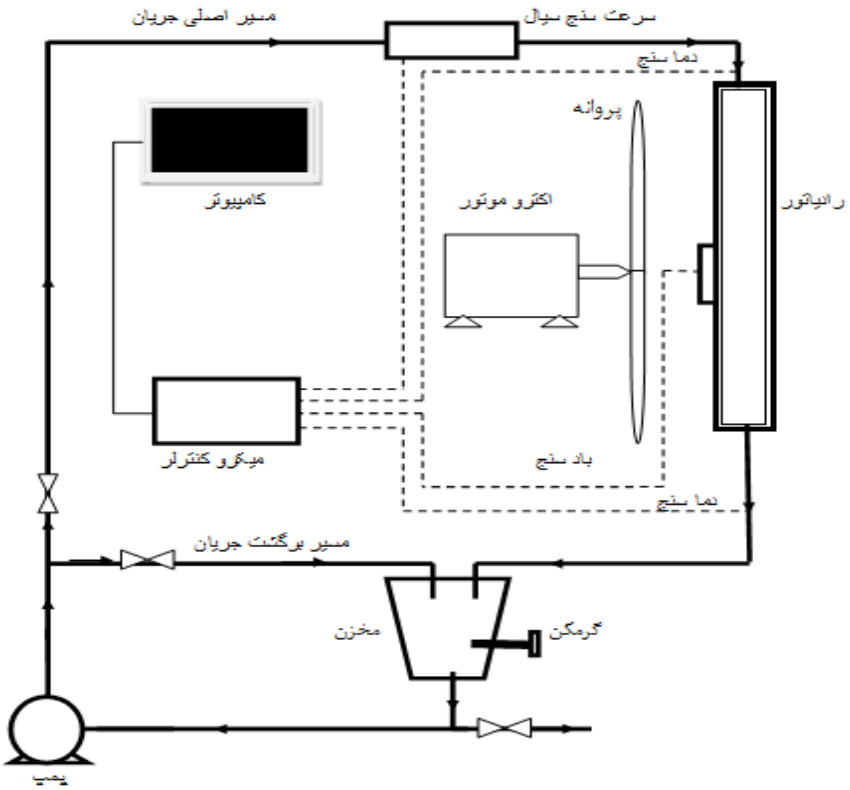
در تحقیقات صورت گرفته، انتقال حرارت توسط انواع نانو سیالات و همچنین چگونگی و نحوه‌ی انتقال حرارت در انواع رادیاتورها بررسی شده است. ولی بررسی منابع نشان داد هیچ تحقیقی روی امکان استفاده از نانو سیالات در رادیاتور تراکتور جهت افزایش انتقال حرارت انجام نشده است. اگر سرعت انتقال حرارت توسط سیالات به‌گونه‌ای افزایش یابد، طراحی رادیاتورها آسان و مؤثرتر شده و می‌توان آنها را کوچکتر ساخت و همچنین موتورتراکتور نیز می‌توانند به علت کارکردن تحت دماهای بالاتر نیروی بیشتری تولید نماید.

٤. بررسی امکان استفاده از نانو سیالات در رادیاتور تراکتور

مسیرهای انتقال سیال خنک کننده در رادیاتور تراکتور، لوله های عمودی، مستقیم و از جنس مس یا آلومنیوم می باشند. بررسی های آزمایشگاهی زیادی در زمینه انتقال حرارت توسط نانو سیالات مختلفی در لوله های مستقیم و از جنس مس و آلومنیوم انجام شده است، که تمامی نتایج آن ها بیانگر افزایش سرعت انتقال حرارت توسط نانو سیالات بوده است. این سوال مطرح است که آیا استفاده از نانو سیالات در رادیاتور تراکتور می تواند باعث افزایش

انتقال حرارت شود. این موضوع بعنوان پروژه کارشناسی ارشد در گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران مطرح شده است. اجزاء مورد نیاز این آزمایش فراهم شده و آماده راه اندازی می باشد.

در این آزمایش از رادیاتور و پروانه تراکتور رومانی استفاده می شود. پروانه رادیاتور توسط یک الکترو موتور در دورهای مختلف (متناسب با دور آرام، متوسط و بالای موتور تراکتور) دوران می کند. سیال خنک کننده در مخزن توسط تعدادی گرمکن گرم می شود و توسط یک الکترو پمپ، به ورودی بالای رادیاتور پمپاژ می شود. قبل از ورودی رادیاتور یک مسیر برگشت به داخل مخزن قرار داده شده که از این طریق دبی جریان ورودی به رادیاتور را کنترل می کنیم. سرعت سیال هوا توسط بادسنج در جلوی پروانه‌ی رادیاتور و سرعت سیال خنک کننده در ورودی رادیاتور اندازه گیری می‌شود. دمای سیال خنک کننده در دو نقطه (ورودی و خروجی رادیاتور) توسط دماسنج ثبت می شود. تمام خروجی حسگرها(دماسنج‌ها، بادسنج و سرعت سنج مایع) توسط میکروکنترلر به کامپیوتر وصل می شود و داده‌ها را ثبت و نمودارهای مربوطه استخراج می‌شود. شماتیک اجزاء تشکیل دهنده‌ی سامانه‌ی سنجش شرایط لنتقال حرارت در رادیاتور تراکتور در شکل ٤ نشان داده شده است.



شکل(٤) اجزاء تشکیل دهنده‌ی سامانه‌ی سنجش شرایط لنتقال حرارت در رادیاتور تراکتور

در این آز غلظت نانو ذرات بدست آمده، بهینه‌ترین نوع نانوسیال را در شرایط مختلف کاری موتور معرفی کرد. 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 بر عملکرد یک رادیاتور می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری

بررسی منابع بیانگر افزایش انتقال حرارت توسط نانو سیالات می باشد. خواص استثنایی،به همراه پایداری،روش تهیه نسبتا آسان و ویسکوزیته قابل قبول باعث شده تا نانوسیالات به عنوان یکی از مناسب ترین و قوی ترین انتخاب ها در زمینه سیالات خنک کننده مطرح شوند. از نانوسیالات می‌توان به‌منظور توسعهٔ سیستم‌های کنترل حرارت در بسیاری کاربردها از جمله وسایل نقلیهٔ سنگین استفاده نمود. از آنجایی‌که 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، می‌توان با استفاده از نانو ذرات در سیال سیستم خنک کاری رادیاتور تراکتور، ضریب انتقال حرارت را افزایش و هزینه‌های تولید و عملیاتی را کاهش و در نهایت باعث افزایش بازده سیستم خنک کاری تراکتور شد. از محاسن دیگر این کار می‌توان به بیشتر شدن کارایی انرژی، کوچک‌تر و سبک‌تر شدن سیستم‌های خنک کننده و کاهش اثرات سوء انرژی بر محیط زیست اشاره نمود.

٦. منابع

۱. قاسمی.س، موسوی.م.ه، آقامیری.ف، مروری بر تأثیرات نانو ذرات فلزی در انتقال حرارت نانو سیالات،ششمین همایش ملی دانشجویی مهندسی شیمی و پنجمین همایش ملی دانشجویی مهندسی نفت،۱۳۸۷

2. C.H. Li, G.P. Peterson, Experimental investigation of temperature and volume fraction variations on the effective thermal conductivity of nanoparticle suspensions (nanofluids), J. Appl. Phys. 99 (2006) 1–8

3. C. Oliet, A. Oliva, J. Castro, C. D. Pe´rez- Segarra, “Parametric studies on automotive radiators”, Applied Thermal Engineering 27 (2007) 2033–2043.

4. D.P. Kulkarni, P.K. Namburu, H. Ed Bargar, D.K. Das, Convective heat transfer and fluid dynamic characteristics of SiO2 ethylene glycol/water nanofluid, Heat Transfer Eng. 29 (12) (2008) 1027–1035.

5. D. Wen, Y. Ding, Experimental investigation into convective heat transfer of nanofluids at the entrance region under laminar flow conditions, International Journal of Heat and Mass Transfer 47 (24) (2004) 5181.

6. Emmenthhal, K. D. ,Hucho, W. H, “A rational approach to automotive radiator systems design, SAE paper no. 740088, Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa., 1974.

7. Farajollahi.B,Etemad.S.Gh,Hojjat.M,heat transfer of nanofluids in a shell and tube heat exchanger, international journal of heat and mass transfer 53 (2010) 12-17.

8. J. A. Chen, D. F. Wang, L. Z. Zheng, “Experimental study of operating performance of a tube-and-fin radiator for vehicles”, Journal of Automobile Engineering 205 (6) (2001) 911–918.

9. J.A. Eastman, U.S. Choi, S. Li, L.J. Thompson, S. Lee, Enhanced thermal conductivity through the development of nanofluids, Materials Research Society Symposium –

Proceedings, vol. 457, Materials Research Society, Pittsburgh, PA, USA, Boston, MA, USA, 1997, pp. 3–11.

10. J.A. Eastman, S.U.S. Choi, S. Li,W. Yu, L.J. Thompson, Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles, Applied Physics Letters 78 (6) (2001) 718–720.

11. J. A. Chen, D. F. Wang, L. Z. Zheng, "Experimental study of operating performance of a tube-and-fin radiator for vehicles", Journal of Automobile Engineering 205 (6) (2001) 911–918.

12. J. J. Juger, R. F. Crook, "Heat transfer performance of propylene glycol versus ethylene glycol coolant solutions in laboratory testing", SAE Technical Paper Series SP-1456, 1999-01-0129, 1999, pp. 23–33.

13. j. p. Chiou, "The effect of the flow nonuniformity on the sizing of the engine radiator", SAE paper no. 800035, Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa., 1980.

14. J.M. Li, Z.L. Li, B.X. Wang, Experimental viscosity measurements for copper oxide nanoparticle suspensions, Tsinghua Sci. Tech. 7 (2) (2002) 198–201.

15. H. Lotfi, M.B. Shafii, Boiling heat transfer on a high temperature silver sphere in nanofluid, International Journal of Thermal Sciences 48 (2009) 2215–2220

16. H. Chen, W. Yang, Y. He, Y. Ding, L. Zhang, C. Tan, A.A. Lapkin, D.V. Bavykin, Heat trasnfer behaviour of aqueous suspensions of titanate nanofluids, Powder Technol. 183 (2008) 63–72.

17. H. Masuda, A. Ebata, K. Teramae, N. Hishinuma, Alteration of thermal conductivity and viscosity of liquid by dispersing ultra-fine particles (dispersion of 7-AI2O3, SiO2, and TiO2 ultra-fine particles), Netsu Bus-sei (Japan) 7 (4) (1993) 227–233.

18. H. Xie, J. Wang, T. Xi, F. Ai, Dependence of thermal conductivity of nanoparticle-fluid mixture on the base fluid, J. Mater. Sci. Lett. 21 (2002) 1469–1471

19. H. Xie, J. Wang, T. Xi, F. Ai, Thermal conductivity enhancement of suspensions containing nanosized alumina particles, Int. J. Appl. phys. 91 (2002) 4568– 4572.

20. I.C. Bang, S.H. Chang, Boiling heat transfer performance and phenomena of Al2O3–water nanofluids from a plain surface in a pool, in: Proceedings of ICAPP, Pitterburgh, US, 2004.

21. I.C. Bang, S.H. Chang, Boiling heat transfer performance and phenomena of Al2O3–water nano-fluids from a plain surface in a pool, International Journal of Heat and Mass Transfer 48 (12) (2005) 2420–2428.

22. M. Gollin, D. Bjork, "Comparative performance of ethylene glycol/water and propylene glycol/water coolants in automobile radiators", SAE Technical Paper Series SP- 1175, 960372, 1996, pp. 115–123.

23. N. L. Gifford, A. G. Hunt, E. Savory, R. J. Martinuzzi, “Experimental study of lowpressure automotive cooling fan aerodynamics under blocked conditions” CSME, forum 1, 2006.

24. Sadik Kakaç. Anchasa Pramuanjaroenkij, Review of convective heat transfer enhancement with nanofluid , International Journal of Heat and Mass Transfer 52 (2009) 3187–3196

25. S. C. Morris, J. J. Goad and J. F. Fess, “velocity measurements in the wake of an automotive cooling fan”, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 7: pp. 100- 106, 1998.

26. S.K. Das, N. Putra,W. Roetzel, Pool boiling characteristics of nanofluids, International Journal of Heat and Mass Transfer 46 (5) (2003) 851–862.

27. S. Lee, S.U.S. Choi, S. Li, J.A. Eastman, Measuring thermal conductivity of fluids containing oxide nanoparticles, Journal of Heat Transfer 121 (1999) 280–289.

28. S.U.S. Choi, Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles, Developments and Applications of Non-Newtonian Flows, FED-vol. 231/MD-vol. 66, 1995, pp. 99–105.

29. X. Wang, X. Xu, S.U.S. Choi, Thermal conductivity of nanoparticle–fluid mixture, Journal of Thermo physics and Heat Transfer 13 (4) (1999) 474– 480.

30. Y. Xuan, Q. Li, Investigation on convective heat transfer and flow features of nanofluids, Journal of Heat Transfer 125 (2003) 151–155.

Abstract

Radiator is one of the most important parts of tractor cooling system which cools the engine by exchanging heat with the air flowing around it. Reviewing the literature shows that using nano particles in a cooling system increases the heat transfer coefficient. This causes increasing efficiency, better controlling of heat transfer and reducing heat transfer surface. In most cases, optimization of a heat transfer system in a tractor radiator is done by increasing its surface, which always causes to increase the volume and size of the system. To overcome this problem, a new and effective cooling system should be designated by enclosing more cooling liquid in a smaller space using Nano fluids. If nano particles can be added in the liquid of a cooling system, the heat transfer coefficient will be increased, and thus production and operation costs will be reduced due to increasing efficiency of tractor cooling system. Other advantages of using nano particles are increasing energy efficiency, using smaller and lighter cooling systems and reducing the negative effects of energy on the environment.

Keywords: Radiator, Cooling system, Nano particles, Nano fluids, Heat transfer coefficient