بسمه تعالی

بررسی عملکرد انتقال حرارت کولر روغن توربین واحد ۴ نیروگاه طرشت با استفاده ازنانو پوشش ها

مجید سرمدی رئیس شیمی نیروگاه طرشت وکارشناسی ارشد HSE دانشگاه تهران
منصورهمتی کارشناس ارشد مهندسی شیمی ومدیر عامل شرکت نانوپوشش فلز
مهندس سهیلا دلیریان سرابی، محقق و پژوهشگر پژوهشگاه نیرو
زهرا مدنی دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه تهران

چکیده تحقیق:

این پژوهش به بررسی تأثیر استفاده از نانو پوشش ها بر روی انتقال حرارت در کولر های روغن می پردازد.در این آزمایش پس از پوشاندن جداره ی داخلی لوله های کولر روغن با نانو فلزات، دمای ورودی و خروجی روغن و آب اندازه گیری شد. در ابتداحدود ۲ تا ۳ درجه تفاوت در اختلاف دمای ورودی و خروجی روغن در کولرهای حاوی مواد نانو و بدون مواد نانو مشاهده شد. پس از آن با اندازه گیری های مشابه در زمانهای مختلف روند تغییرات بررسی شد .مشخص است که براساس شرایط ،جنس پایه و اندازه از نانوپوشش های مختلف، استفاده بعمل می آید. اندازه ی این ذرات در حدود ۲۵ نانومتر می باشد. پژوهش حاضر نشان می دهد که می توان عملکرد کولرهای روغن را با استفاده از پوششهای نانو به طور قابل توجهی بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: نانوسیال، نانوپوشش، انتقال حرارت، افزایش سطح، کولر روغن

مقدمه:

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 می دهند .یک نانومتر، یک میلیاردم متر است.

ساختارهایی در مقیاس نانو مانند نانو ذرات و نانو لایه ها، دارای نسبت سطح به حجم بالایی هستند که آنها را برای استفاده در مواد کامپوزیت، واکنشهای شیمیایی، تهیه دارو و ذخیره انرژی ایده آل می سازد .پیش بینی می شود که بهبود قابل توجه در ساخت و توسعه محصولات به انقلاب های صنعتی زیادی در قرن ۲۱ منجر خواهد شد. امروزه با ظهور نانوتکنولوژی نسبت تاثیر قیمت مواد اولیه در قیمت نهایی محصولات نسبت به گذشته بسیار کاهش یافته است و با ظهور تکنولوژی های جدیدتر این روند نزولی همچنان ادامه دارد .بنابراین مزیت های نسبی یا به عبارت بهتر مزیت های رقابتی جدید، نه در مواد اولیه بلکه در فرآیندهای مبتنی بر تکنولوژی بسیار پیشرفته خواهد بود. در فرایند ایجاد لایۀ پوششی، به دلیل کوچک بودن ذرات پوشش، چسبندگی مناسبی با سطح بوجود می آورد [۱] و [۲].

نانو سیال نوع جدیدی از سیال با خواص ویژه به منظور افزایش انتقال حرارت درلوله های حرارتی است.مطالعات اخیراً نشان می دهند وجود نانو ذرات در یک سیال پایه به مراتب انتقال حرارت بهتری نسبت به یک سیال خالص از خود نشان می دهد.

امروزه مبحث انرژی، تبدیل به محوری ترین مسئله اکثر کنفرانسها و محافل علمی شده است. هزینه های روز افزون سوخت های فسیلی و دغدغه اتمام این منابع تجدید ناپذیر، صاحبان بزرگ را برای یافتن راهی جهت کاهش مصرف انرژی و در کنار آن راندمان بالاتر ، به تلاش و تکاپو انداخته است .راه های مختلفی از جمله استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر همچون انرژی خورشیدی، باد ، هیدروژن ، بیومسی و انرژی زمین گرمایی در سالهای اخیر مورد مطالعه و تحقیق گسترده قرار گرفته است .اما در این بین مدیریت صحیح استفاده از سوخت های فسیلی نیز نباید فراموش شود . زیرا هنوز قریب به اتفاق صنایع ما، از طریق سوخت های تجدید ناپذیر از جمله نفت ، گازوئیلء مازوت و .. چرخه صنعت ایران را می چرخانند .لذا باید تدبیری اندیشید که با تغییرات اساسی هرچند کوچک اما علمی ، موجوبات کاهش مصرف سوخت و افزایش راندمان سیستم های صنعتی به خصوص سیستم حرارتی و برودتی را فراهم کنیم [۳].

در مسئله انتقال حرارت در تجهیزاتی نظیر مبدلهای حرارتی، هدایت حرارتی سیال حامل انرژی و ضریب جابجایی انتقال حرارت نقش اساسی را برعهده دارند .سیالات متداول در انتقال حرارت و حامل انرژی در صنایع را معمولا سیالاتی نظیر آب، روغن ها و اتیلن گلیکول تشکیل می دهند. باافزایش رقابت جهانی در زمینه صنایع مختلف و نقش انرژی در هزینه تولید، این صنایع به شدت به سمت توسعه سیالات پیشرفته و جدید با شاخصهای حرارتی بالا پیش می روند.

به خوبی مشخص است که فلزات در شکل جامد خود دارای هدایت حرارتی بسیار بالایی نسبت به سیالات هستند .به عنوان مثال هدایت حرارتی مس در دمای محیط حدود ۷۰۰ برابر آب و ۳۰۰۰ برابر روغن موتور هستند .از طرفی هدایت حرارتی مواد فلزی نیز بسیار بیشتر از هدایت حرارتی مواد غیر فلزی است .به همین دلیل، انتظار می رود که سیالات حاوی ذرات معلق فلزی یا اکسید فلزی دارای هدایت حرارتی بیشتری نسبت به سایر سیالات باشد [۴] و [۵].

فن آوری جدید نانو تکنولوژی این امکان را فراهم آورده تا بتوان ذراتی با اندازه بسیار کوچک نانو متری تولید و فراوری کرد .این پیشرفت سبب شد تا در سال ۱۹۹۳ فکر استفاده از نانو ذرات فلزی در داخل سیالات حامل انرژی نظیر آب و اتیلن گلیکول ایجاد و موضوع نانوسیال به عنوان موضوع جدید انتقال حرارت مطرح گردد .دکتر چوی (۱۹۹۵) از بخش تکنولوژی انرژی ایالت متحده اولین بار موضوع نانو سیالات را به عنوان محیط جدید Argonne آزمایشگاه ملی انتقال حرارت مطرح نمود .بعد از او محققین زیادی در مورد خواص نانوسیالات به تحقیق و پژوهش پرداختند [۴] و [۵].

مطالعه و مدل سازی در رابطه با نانوسیالات ، به سالها قبل برمی گردد .به طوری که کار تئوری ونظری ماکسول حدود ۱۰۰ سال پیش منتشر شده است .لیکن

درسالهای اخیر مطا لعه برای ذراتی که دارای اندازه میلی متری یا میکرومتری اند، صورت گرفته اســت [۶] و [۷] و [۸]..

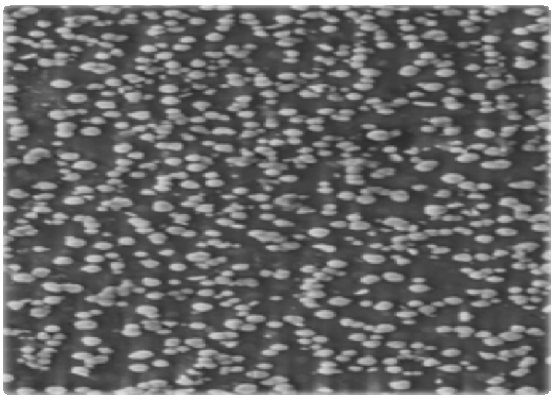
در این اندازه ها ذرات با مشکل جدی ته نشــینی سریع روبرو بودند که به این مشکل باید مســئله ایجــاد سایش در مسیر جریان و افزایش افت فشار را نیز اضافه کرد .به علاوه برای سیستم های میکرونی انتقال حرارت، این ذرات بسیار درشت بودند.

نانو سیالات طبقه جدیدی از سیالات انتقال حرارت می باشند که از طریق معلــق ســازی نــانوذرات در درون سیالات معمولی و متداول انتقال حرارت کــه بــه عنــوان سیال پایه شناخته می شوند به دست می آیند .پراکندگی نانو ذرات درون سیال می تواند کاملا یــا تقریبــاً همگــن باشد.

بدون شک یکی از موضوعات بررسی شده در زمینه همرفت در نانوسیال، به وضوح نشان می دهد که سوسپانسیون نانوذرات عملکرد حرارتی بهتری نسبت به مایعات پایه درعدد رینولدز یکسان ارائه می کنند، و انتقال حرارت آن با افزایش کسر حجمی نانوذرات افزایش می یابد [۹] .

شکل ۱-نمایی از ترمومتر لیزری نیروگاه طرشت

شکل۲ - نمایی از نانوپوشش ایجاد شده بر روی سطوح مبدل



روش تحقیق:

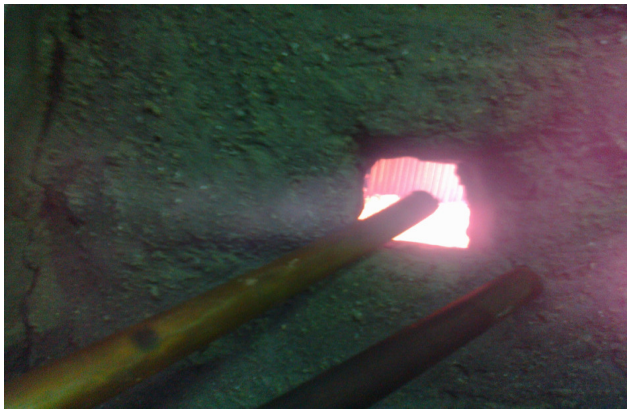
روش تحقیق در این مقاله از نوع توصیفی-میدانی می باشد.

این آزمایش ابتدا در مقیاس کوچک و آزمایشگاهی بــر روی لولــه ای بــه طــول ۶۰ ســانتیمتر و قطــر ۲۲ میلیمترانجام گرفت.بدین ترتیب که ابتدا سطح داخلی و خارجی لوله کاملاً صیقل داده شد تــا عــاری از هرگونــه رسوب و مواد خارجی گردد.سپس توسط اسپری، محلول حاوی سوسپانسیون نانو ذرات به طور یکنواخت بــر روی سطح خارجی لوله قرار گرفت.برای تست دما در دو ســر لوله و اندازه گیری میزان انتقال حرارت از ترمومتر لیزری استفاده شد.

شکل ۳- نمایی لوله های کولر خنک کن روغن توربین

همانگونه که در تصویر زیر ملاحظه می کنید جهت افزایش استحکام نانو پوشش بر روی لوله های کندانسور، آنها را در کوره حرارت دادیم ولیکن چــون ذرات در اثــر حرارت زیاد به همدیگر می چسبند استحکام بیشتر می شود ولیکن به علت جسبندگی ذرات به همدیگر کــاهش سطح مقطع و در نتیجه کاهش انتقال حــرارت را داریــم.

شکل ۴- نمایی از پختن لوله نانو در کوره



در این نیروگاه برای هر واحد دو کولر روغن وجود دارد.برای انجام این آزمایش یکی از کولرها را از واحد خارج کردیم.محلولی از نانو ذرات فلزی(شامل یک سورفکتانت، ذرات مس و نقره و آب) با اندازه ی متوسط 25nm و با غلظت 500ppm را در حدود ۴ ساعت از داخل لوله های کولر که به طور معمول از آنها آب عبور می کند، عبور دادیم.این کار موجب شد داخل لوله ها با لایه ای از نانو ذرات پوشیده شود.به دلیل وجود رسوب در لوله ها این مواد بر روی رسوب ها قرار گرفت در نتیجه انتظار بازدهی کامل وجود نداشت.پس از قطع جریان نانوذرات از داخل لوله ها فرصت داده شد مدتی کولر ها به همین شکل باقی بمانند تاجایگاه ذرات نانو در جداره ی لوله تثبیت شود.بعد از آن کولر در واحد قرار داده شد و دمای ورودی و خروجی روغن نیز پس از چند روز اندازه گیری شد.

شکل۵- نمایی از کولر های خنک کن روغن توربین نیروگاه طرشت

شکل ۶- نمایی از نانو پارتیکل های فلزی

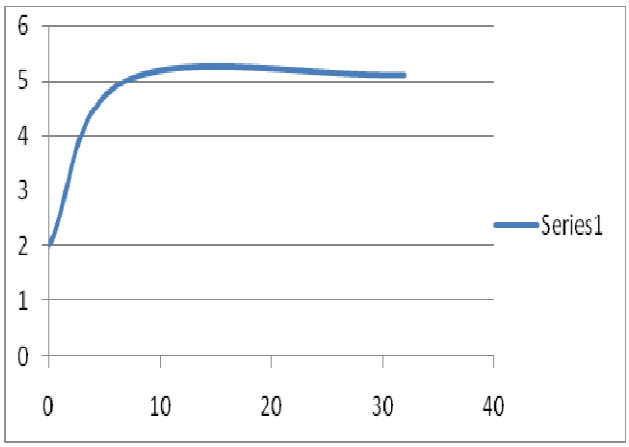
شکل۷- نمایی از کولر خنک کن پوشش داده شده با مواد نانوپارتیکل

یافته های تحقیق:

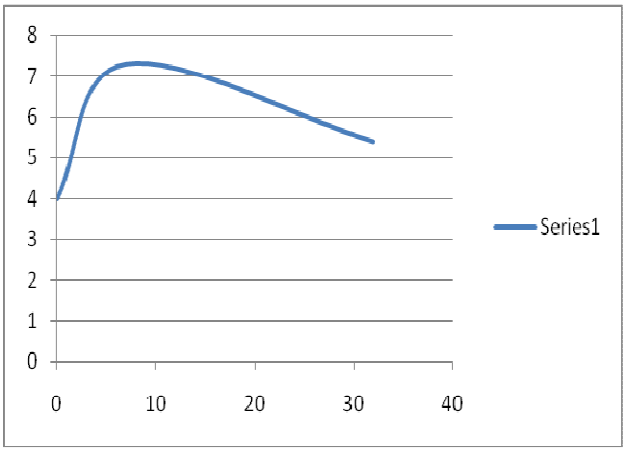
لاکشیت کولرهای روغن

ردیف	تاریخ	بدون استفاده از مواد نانو			با استفاده از مواد نانو		
		دمای روغن ورودی	دمای روغن خروجی	ΔT	دمای روغن ورودی	دمای روغن خروجی	ΔT
1	۸تیر	44	42	2	42	38	4
2	۱۵تیر	44.3	39.3	5	45.3	38	7.3
3	۱۶مرداد	44.6	39.5	5.1	45.1	39.7	5.4

نمودار ۱- نمایش ΔT بدون پوشش نانو



نمودار ۲- نمایش ΔT با پوشش نانو



نمودار های فوق نشان می دهد که ΔT در حالتی که از مواد نانو استفاده شده بیشتر است (در واقع نسبت انتقال حرارت به طور متوسط 0.7 درصد بهتر شده)اما با گذشت زمان و بر داشته شدن مواد نانو از روی سطح داخلی لوله ها به دلیل اکسید برداری نشدن سطح وعدم اتصال اولیه مناسب شرایط به سمت حالت اول باز گشت. [۱۰]

بحث و نتیجه گیری:

استفاده از نانوسیال با ایجاد پوشش بر روی سطوح فلزی در این آزمایش که با صرف هزینه ده میلیون ریال (هر لیتر ماده کلوئیدی نانو به مبلغ پنجاه هزار ریال که برای این کولر ۲۰۰ لیتر مصرف شد) منجر به افرایش انتقال حرارت و در نتیجه بازدهی کولرهای روغن گردید . این میزان بازدهی در نیروگاه ها بسیار مهم و پر ارزش است.

به منظور افزایش بازدهی و بدست آمدن نتایج مطلوب تر می توان با روش های مختلفی از قبیل استفاده از نوعی از مواد شیمیایی برای از بین بردن رسوب ها اقدام کرد که در این صورت علاوه بر بهبود انتقال حرارت، زمان باقی ماندن نانو پوشش ها بر روی سطوح هم افزایش می یابد.

از منظر دیگر می توان بر روی جنس و اندازه ی نانو ذرات مختلف آزمایشات بیشتری انجام داد و تأثیر آنها روی میزان انتقال حرارت را بررسی کرد.

چنانچه بتوان هراز چند گاهی این مواد را برروی سیستم تزریق کرد می توان انتظار داشت که مواد نانو همیشه در سیستم وجود دارد و راندمان بهتری بر جای خواهد گذاشت.

مزایای بالقوهٔ نانو سیال:

- افزایش پایداری و میزان انتقال حرارت
- کاهش نیاز به پمپاژ سیال
- کاهش رسوب و گرفتگی مسیرهای عبور جریان
- امکان ساخت سیستمهای انتقال حرارت کوچکتر
- امکان کاهش هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری

منابع :

1- Carlo G. Pantano, “Glass Surfaces: New Engineered”, Department of Materials Science and Engineering, 2003.

2- E. Duyuet, “Introduction to Hybrid Organic-Inorganic Materials”, 2000.

۳- ریاست جمهوری ، تیر 1382 ،"فناوری نانو و جایگاه آن در جهان امروز" ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

4-Stephan U. S. Choi and J. A. Estman, Argonne national laboratory "Enhancing *thermal conductivity* of fluids w`ith nanoparticles" 1994

5- S. Lee, S. U.-S. Choi, S. Li, J. A. "Eastman, Measuring Thermal Conductivity of Fluids Containing Oxide Nanoparticles", Argonne National Laboratory, Argonne, IL 60439

6- Jacob Eapen, Roberto Rusconi and Roberto Piazza, Sidney Yip, "The Classical Nature of Thermal Conduction in Nanofluids",Department of Nuclear Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695

7- R. Wu, Model for effective thermal conductivity of nanofluids Qing-Zhong Xue", Department of Applied Physics, University of Petroleum, Shandong Dongying 257062, PR China, 2002

8- Jacob Eapen, Ju Li, Sidney Yip, ,"Beyond the Maxwell limit: Thermal conduction in nanofluids with percolating fluid structures",Theoretical Division (T-12), Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico 87545, USA, Department of Materials Science and Engineering, Ohio State University, Columbus, Ohio 43210, USA,Department of Nuclear Science and Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139, USA, 2007

۹- ذاکر سمیه ، زمستان ۱۳۹۰، "بررسی تاثیر نانو ذرات فلزی روی انتقال حرارت جابه جایی اجباری در لوله های پره دار" ، دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

۱۰- امور شیمی شرکت بهره برداری نیروگاه طرشت ، تابستان ۱۳۹۲