



Hydromx white paper:

De Hydrodynamica van Nano vloeistoffen

INTRODUCTIE

Het doel van Nano vloeistoffen is om de hoogst mogelijke thermische eigenschappen te bereiken bij de kleinst mogelijke verhouding van nanodeeltjes tot de basisvloeistof door middel van uniforme spreiding en stabiel mengsel om dit doel te bereiken.

Er zijn duizenden onderzoek papers gepubliceerd die de thermische effectiviteit van Nano vloeistoffen aantonen om de wiskundige mechanica van een werkende Nano vloeistof te verklaren. Deze documenten illustreren de verbeterde thermische prestaties van Nano vloeistoffen ten opzichte van hun basisvloeistoffen.

WAAROM TRADITIONELE TECHNISCHE VERGELIJKINGEN DE PRESTATIES VAN NANOVLOEISTOFFEN NIET KUNNEN VOORSPELLEN

De essentie van dit document is om uit te leggen waarom het niet mogelijk is om traditionele, Newtoniaanse vloeistofformules voor Nano vloeistoffen te gebruiken.

Inherent zijn Nano vloeistoffen niet-Newtoniaans, wat een paradigmaverschuiving oplevert die een nieuwe manier van kijken naar Nano vloeistoffen vereist. Daarom kunnen standaard thermische eigenschappen van materialen, zoals specifieke warmte, de impact van een Nano vloeistof op hun HVAC-ontwerpen niet precies kwantificeren. Deze whitepaper is geschreven om meer wetenschappelijke vragen over deze niet-traditionele, energiebesparende technologie te beantwoorden.

Bovendien heeft de technische gemeenschap op alle niveaus een witboek nodig dat de standaard thermische eigenschappen van materialen, zoals specifieke warmte, biedt om de impact van een Nano vloeistof op hun HVAC-ontwerpen nauwkeurig te kwantificeren.

Dit document is geschreven om uit te leggen waarom het niet mogelijk is om bestaande formules te gebruiken (die zijn ontworpen op basis van 150 jaar oude kennis voor Newtoniaanse vloeistoffen onder laminaire vloeistofstroomomstandigheden) en om de reden te geven voor een paradigmaverschuiving die nodig is om werkende Nano vloeistoffen te kunnen begrijpen.

DE SOORTEN VLOEISTOFFEN

Er zijn twee soorten vloeistoffen: Newtoniaanse en niet-Newtoniaanse.

De traditionele warmteoverdrachtstvloeistoffen van vandaag (water en glycol) worden beschouwd als Newtoniaanse vloeistoffen omdat ze zich op een herhaalbare manier gedragen waarbij hun viscositeit constant is en niet afhankelijk is van stress. De relatie tussen schuifspanning en afschuifsnelheid is lineair. De viscositeitscoëfficiënt is constant.

Daarentegen kan het gedrag van niet-Newtoniaanse vloeistoffen niet worden verklaard onder de wet van viscositeit van Newton. De viscositeit van niet-Newtoniaanse vloeistoffen verandert onder kracht (schuifspanning en afschuifsnelheid). Om beter te begrijpen hoe niet-Newtoniaanse vloeistoffen zich gedragen, moeten we reologie en stroperig gedrag bestuderen. Reologie is de tak van de natuurkunde die de vervorming en het stromingsgedrag van materialen beschrijft. Viscositeit is de interne frictie van een vloeistof.

Alle vloeistoffen zijn samengesteld uit moleculen; dispersies bevatten ook aanzienlijk grotere deeltjes. Wanneer ze in beweging worden gebracht, worden moleculen en deeltjes gedwongen langs elkaar te glijden. Ze ontwikkelen een stromingsweerstand die wordt veroorzaakt door interne vervorming.

Als de viscositeit constant blijft terwijl de afschuifsnelheid toeneemt, wordt een vloeistof beschreven als Newtoniaans. Niet-Newtoniaanse vloeistoffen, die dit gedrag niet vertonen, vallen in twee categorieën: afschuifverdunding of afschuifverdikking.

Bij afschuif verdunnende materialen neemt de viscositeit, zoals de naam al doet vermoeden, af met een toenemende afschuifsnelheid. Naarmate afschuiving wordt toegepast, breekt de structuur van het materiaal af, stroomt het gemakkelijker en wordt de frictie verminderd. De meeste vloeistoffen en halfvaste stoffen, waaronder Nano vloeistoffen (zoals Hydromx), vallen in deze groep.

Omgekeerd vertonen afschuif verdikkende materialen een verhoogde viscositeit bij toenemende afschuifsnelheden. De schijnbare viscositeit van niet-Newtoniaanse vloeistoffen is geen materiaaleigenschap (zoals het geval is voor Newtoniaanse vloeistoffen).

Bij warmteoverdrachtstoepassingen zijn de warmteoverdrachtscoëfficiënten en de Prandtl- en Reynolds-getallen afhankelijk van de stromingseigenschappen van de vloeistof, zoals viscositeit. Bij niet-Newtoniaanse Nano vloeistoffen is de juiste viscositeitsmeetmethode "schijnbare viscositeit", waarbij de afschuifsnelheid rechtstreeks van invloed is op de viscositeit.

De specifieke warmtecapaciteit bepaalt gedeeltelijk de convectieve stromingsaard van de Nano vloeistof. De waarde van de specifieke warmtecapaciteit wordt geschat met behulp van theoretische modellen die uitgaan van de nanodeeltjes en de basisvloeistof bij thermisch evenwicht binnen het domein van Newtoniaans gedrag van vloeistoffen.

Om dit beter te visualiseren, stelt u zich de verschillende maten (en soorten) leidingen voor waar een warmteoverdrachtstvloeistof doorheen gaat in een gebouw. Met behulp van alle bekende theoretische modellen om de thermische verbetering van een Nano vloeistof in het werkende systeem nauwkeurig te berekenen, stort helaas in voor niet-Newtoniaanse vloeistoffen.

TURBULENTE STROMING

In real-world toepassingen werken verwarmings- of koelprocessen onder geforceerde turbulente stromingsomstandigheden. Dit creëert empirisch gezien een aanzienlijk probleem voor de technische gemeenschap, aangezien de thermische en fysische mechanismen van de geforceerde turbulente stroming nog moeten worden geformuleerd, zelfs niet voor Newtoniaanse vloeistoffen, vanwege de complexiteit van het gedrag van de vloeistof in een bepaald systeem.

Tijdens turbulente stroming worden eerst vortexen op micronniveau, dan op nanoniveau en vervolgens op atomair niveau (wervelingen) gecreëerd. Wervelingen komen voornamelijk verticaal of tegengesteld aan de stroming voor en belemmeren de thermische overdracht in Newtoniaanse vloeistoffen. Met Nano vloeistoffen daarentegen verbeteren dergelijke vortexen oneindig de interactie tussen nanodeeltjes, wat de thermische eigenschappen van de massa van de vloeistof verbetert.

Vergeleken met conventionele vaste-vloeistofsuspensies voor intensivering van de warmteoverdracht, hebben Nano vloeistoffen met goed gedispergeerde nanodeeltjes de volgende voordelen:

- Hoog specifiek oppervlak en dus meer warmteoverdrachtsoppervlak tussen deeltjes en vloeistoffen.
- Hoge dispersiestabiliteit met overheersende Brownse beweging van deeltjes.
- Verminderd pompvermogen in vergelijking met pure vloeistof om een gelijkwaardige warmteoverdracht te bereiken.
- Verminderde verstopping van deeltjes in vergelijking met conventionele slurries, waardoor het systeem wordt bevorderd.
- Instelbare eigenschappen, waaronder thermische geleidbaarheid en bevochtigbaarheid van het oppervlak,

Door de variërende deeltjesconcentraties zijn ze geschikt voor verschillende toepassingen.

WAAROM ACADEMISCHE ARTIKELEN OVER NANOVLOEISTOFFEN ELKAAR TEGENSPREKEN

Elke academische onderzoeker zou zijn proefschrift moeten schrijven over zijn doctoraatsinteressegebied.

Materiaalsoort enz. Een natuurkundige zou zich concentreren op dimensie loze getallen en hun geschikte formuleringen om de effecten van Nano vloeistoffen onder bepaalde strikte aannames te verklaren.

Maar zoals hierboven vermeld, treden in real-world toepassingen alleen turbulente stromingsomstandigheden op. Alle bekende formules voor thermische vergelijkingen zijn ontwikkeld voor Newtoniaanse vloeistoffen. In real-world Nano fluïdum toepassingen bestaat geen van deze voorwaarden!

De enige methodologie die overblijft om de werkzaamheid van een Nano vloeistof in een real-world toepassing te meten en te verifiëren, is het vergelijken van twee identieke (of vergelijkbare) voor- en na-periodes. Bovendien werd dit feit ook goedgekeurd en erkend door het officiële oordeel van de USGBC over de "Efficient Heat Transfer Fluids Product Category Rule", waarin stond dat alleen "uitzonderlijke berekening

ANDERE WETENSCHAPPELIJKE ONDERSTEUNING VOOR THERMISCHE VERBETERING VAN NANOFLUIDEN

Bij gebrek aan nauwkeurige formules die de effectiviteit van Nano vloeistoffen als warmteoverdrachtsmechanisme verklaren, zijn de volgende verklaringen voorgesteld:

Brownse beweging

Brownse beweging van nanodeeltjes. Hun speculaties zijn gebaseerd op nanodeeltjes die een groter oppervlak bieden voor moleculaire botsingen. Het hogere momentum en het grotere oppervlakte-uitwisselingsgebied van nanodeeltjes (hogere massaconcentraties in vergelijking met de gastheervloeistofmoleculen) worden verondersteld thermische energie efficiënter te vervoeren en over te dragen op grotere afstanden in de basisvloeistof voordat ze deze vrijgeven in een kouder deel van de vloeistof (kleine pakketjes energie).

Grensvlaklaagtheorie (Kapitza-weerstand)

Verstrooiing op een grensvlak (verstrooiing van fononen en elektronen). Het type verspreide drager hangt af van de materialen die de interfaces besturen. In vloeistof-vaste grensvlakken (bijv. op nanodeeltjes gebaseerde vloeistofinterfaces) wordt aangenomen dat de grensweerstand afneemt; Daarom wordt aangenomen dat de algehele thermische weerstand van het systeem (bijvoorbeeld een nanovloeistof in dit geval) afneemt.

Aggregatie en diffusie

Basisvloeistof. Er wordt gespeculeerd dat het voorkomen van deze ketenassemblage een sneller pad biedt voor warmteoverdracht door de nanovloeistof (snellere warmte diffusie).

Elektrische dubbellaagse (EDL) theorie

Verandert het gemiddelde Freeënpad van de nanodeeltjes en vergroot de warmteoverdracht van moleculen.

Afvlakking van het snelheidsprofiel door viscositeit

Profiel voor stromingen in leidingen en kanalen dan het verwachte parabolische snelheidsprofiel (Poiseuille-stroming). Aangenomen wordt dat de verhoogde snelheid in de buurt van de muur de convectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt verhoogt die in deze toepassingen wordt waargenomen.

Straling in de buurt van het veld

Nanoschalen (straling in het nabije veld). Dit verbetert de warmteoverdracht tussen het verwarmingsoppervlak en de nanodeeltjes, de basisvloeistofmoleculen en tussen de nanodeeltjes zelf met 2-3 keer in vergelijking met de schattingen van de farfield-straling.

Thermoforetische krachten

De concentratie van nanodeeltjes die rond de verwarmings- en koelzijde verandert ten opzichte van de gemiddelde waarde. Het gevolg van deze herverdeling van nanodeeltjes is dat de warmteoverdrachtscoëfficiënt dienovereenkomstig wordt aangepast.

Schuifverdunnend gedrag van stromingen

Dunner wordend gedrag. Aangenomen wordt dat de viscositeit afneemt bij de vaste grenzen van een stromende Nano vloeistof, omdat de afschuifsnelheid van de Nano vloeistoffen langs de wanden toeneemt. Dit bevordert een verhoogde warmteoverdracht tussen de muur en de vloeistof, omdat de breedte van de thermische grenslaag wordt verkleind. Het zorgt ook voor een gunstig smerend effect.

Fonon-overdracht

Fonon- en elektroneninteractie en verstrooiing op nanoschaal (ballistisch warmtetransport).