

Versie beheer:

Nr	Onderwerp	datum	Naam
01	Eerste versie	17 mei 2019	B. Gravendeel

Inleiding

In dit document wordt de invloed van ijs tussen een magneet en een stalen wand besproken. Er wordt eerst iets vanuit de theorie besproken. Daarna volgen enkele testresultaten.

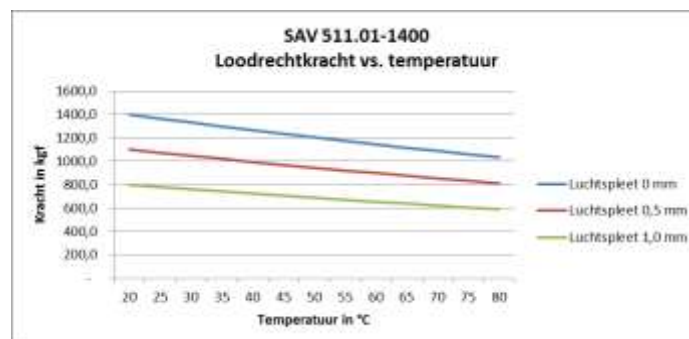
Theorie

Ijs zet volumetrisch 0,4% uit wanneer het van 0° C naar – 20° C gaat [‘Handbook of Chemistry and Physics’].

Stel dat er een luchtspleet aanwezig is van 0,5 mm en deze vult zich geheel met water. Bij afkoeling naar -20°C bevriest het water en gaat uitzetten.

Als het ijs in één richting uit kan zetten komt de volledige volumetoename voor rekening van de vergroting van de luchtspleet. De uitzetting komt dan overeen met 0,4% van 500 µm. Dat is 2 µm. Dit is te verwaarlozen als het gaat om het vergroten van de luchtspleet en de daardoor veroorzaakte afname van de magneetkracht.

De sterkte van een magneet is temperatuurafhankelijk: voor Neodymium is dat -0.5%/K. Dus bij afnemende temperatuur wordt de magneetkracht hoger.



Figuur 1: loodrecht kracht (normaalkracht) vs temperatuur, steigeranker op 10 mm staalplaat

Bij een temperatuurafname van 38 K (+18°C -> -20°C) wordt een kracht toename verwacht van 19%.

Praktijk

Er zijn metingen uitgevoerd bij SAV in Bladel. De magneet is met twee strippen koperfolie van 0,5 mm op de juiste afstand van de plaat gezet. Om de te testen magneet heen is een randje stopverf aangebracht met daarin water. Dit geheel is in een vriezer gezet en is naar -20°C gebracht.

De plaatdikte van de ondergrond is 7 mm. De luchtspleet is 0,5 mm (Cu-folie). De temperatuur in de testruimte $T_{\text{testruimte}} = 18^{\circ}\text{C}$.



Figuur 2: magneet in vriezer

Na het invriezen is een trektest uitgevoerd.



Figuur 3: testopstelling voor de bepaling van de losbreekkraft

Er is gemeten waarden met een NEO500 magneet.

Na 24 uur in de vriezer gelegen te hebben wordt een losbreekkraft gemeten van 480 kgf.

Na daarna 24 uur op kamertemperatuur gestaan te hebben wordt een losbreekkraft gemeten van 405 kgf.

Volgens de theorie zou de magneetkracht vanaf +18°C naar -20°C met 19% toe moeten nemen. Dat is 77 kgf. De verwachte losbreekkraft bij -20°C is dan 482 kgf. De gemeten kracht van 480 kgf wijkt hier 0.4% van af. Dat is ruim binnen de marge van de repeteerbaarheid van de metingen.

Schuifkracht meten is met de voorgestelde werkwijze niet zinvol om dat de lichtspleet met een tussenmateriaal gemaakt is. De wrijvingscoëfficiënt is dan afwijkend van de praktijk.

MEMO

Conclusie

Invriezen tot -20°C waarbij de magneet in een laagje water/ijs staat heeft een invloed op de magneetsterkte zoals volgens de theorie verwacht mag worden: hij wordt groter. De invloed van ijs is niet merkbaar in de losbreekkracht, noch in een positieve, noch in een negatieve zin.