

The impact of a high energy laser on a ceramic thermal protection system

Door Kandidaat Beroepsofficier
Jesse BRESSERS

Deze masterscriptie richt zich op de impact die een hoogvermogen laserwapen kan hebben op een keramisch hitteschild. Hypersonische vliegtuigen en intercontinentale ballistische raketten zijn beide hogesnelheidsdreigingen waarvoor onderschepping en eliminatie beide grote beproevingen zijn. Een gemeenschappelijk kenmerk van deze twee bedreigingen is het keramische hitteschild. Dit onderzoek zal de mogelijkheid bekijken om hoogvermogen laserwapens te integreren in de gelederen van Defensie, om deze hypersonische gevaren uit te schakelen. Het onderzoek bestaat uit twee grote onderdelen: het keramisch hitteschild en het hoogvermogen laserwapen.

Het domein van de hitteschilden is uitgebreid en zeer interessant. Er kunnen twee grote groepen worden onderscheiden: de thermische schilden en de ablatieve schilden. De thermische schilden zijn gemaakt om de opwarming van het oppervlak weg te stralen van het gevoelige materiaal eronder. De ablatieve hitteschilden daarentegen, bestaan uit een hars dat aan pyrolyse wordt blootgesteld en een luchtstroom rond het materiaal creëert, waardoor de warmte wordt tegengehouden. In het kader van dit onderzoeksverslag zal een thermisch warmtewerend hitteschild, bestaande uit zirkoniumdiboride en siliciumcarbide, in de testfase gebruikt worden. De hitteschild monsters werden geproduceerd door het *Belgische Keramisch Onderzoekscentrum (BCRC)* in Bergen.

Naast het doelwit is het wapen een cruciaal onderdeel van deze masterscriptie. Dankzij een Erasmus uitwisseling met het *Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR)* in Nederland was een hoogvermogen fiberlaser beschikbaar voor de testfase. Deze laser levert een hoge energie met een variabele spotgrootte. Om de invloed van de laser op de monsters volledig te kwantificeren, zullen meerdere verschillende vermogensdichtheden op het doel worden gebruikt. De laser zal worden gebruikt in een laboratoriumomgeving en op een afstand van slechts 15 meter, zodat we negatieve atmosferische invloeden zo veel mogelijk kunnen minimaliseren.

Twintig monsters waren beschikbaar voor belichting tijdens de testfase. Tijdens de testfase werden meerdere variabelen ingevoerd en getest. De eerste variabele was het uitgangsvermogen. Door het vermogen van de laser te veranderen, konden we de benodigde bestralingssterkte op het doel kwantificeren om de gewenste effecten te bereiken. Dankzij de variabele spotgrootte konden nog meer variaties in vermogensdichtheid op het doel worden gerealiseerd. Tenslotte werd kort ingegaan op de invloed van de temperatuur en de oppervlaktelaag van de monsters.

Na het belichten van de monsters werden de gewenste effecten bereikt of niet. Verschillende monsters behoorden tot de categorie "geen zichtbare effecten" en ondergingen drie verschillende soorten niet-destructieve testen om te bepalen of er microscopische effecten aanwezig waren. Het BCRC voerde een vibratie-analyse uit, de COBO-afdeling van de *Koninklijke Militaire School (KMS)* voerde een microscopische analyse uit met behulp van de rasterelektronenmicroscop en de *Non-Destructive Inspection (NDI)* eenheid in Peutie voerde een radiografische scan uit om eventuele schade te ontdekken. Deze testen hebben ons in staat gesteld eventuele effecten die niet met het blote oog zichtbaar waren, visueel en kwantitatief te beschrijven.

Dit onderzoeksdomein is nog lang niet voltooid. Meer monsters met verschillende afmetingen en verschillende soorten materialen moeten worden getest om de reactie met alle beschikbare hitteschilden volledig te begrijpen. De atmosfeer zal een grote invloed hebben op de hoogvermogen laser wanneer deze in de praktijk wordt gebruikt; het is dus van groot belang deze invloed te karakteriseren. Alvorens deze laserwapens efficiënt te kunnen implementeren in de gelederen van Defensie, moeten nog heel wat variabelen worden opgelost en verder onderzoek is dus zeker op zijn plaats. Tenslotte zal het ook belangrijk zijn om het vermogen van de monsters als hitteschild te testen na belichting. Zal een bepaald effect voldoende zijn om het systeem te doen falen of zal volledige vernietiging nodig zijn om de hypersonische doelen te elimineren?