

Automatisatie van micro-Vickers-hardheidsmeter

Seppe Schoefs

master IIW Elektromechanica

Situering

Laser Cladding Venture (LCV) te Oudsbergen specialiseert zich in de verscheidene toepassingen van *laser cladding* [1], een lasproces voor het aanbrengen van coatingmaterialen.

Het aangebrachte coatingmateriaal vergt samen met het onderliggende substraat een **nauwgezette analyse** van de **metallurgische eigenschappen**. Door het lasproces zal een **heat affected zone** ontstaan in het substraat waarvan de eigenschappen variëren ten opzichte van het niet beïnvloede substraatmateriaal. Deze analyse gebeurt door het uitvoeren van **Vickers-hardheidsmetingen** in de **verschillende lagen** van het materiaal, vaak tientallen tot honderden metingen.

Doelstelling

Ter **versnelling van de materiaalanalyse** dient de **Vickers-hardheidsmeter**, weergegeven in figuur 1, te worden geautomatiseerd. Deze moet in staat zijn een **grote reeks metingen** uit te voeren op **verschillende plaatsen** ter analyse van de heat affected zone.

De software die zorgt voor deze sturing dient over een **gebruiksvriendelijke interface** te beschikken waarop een operator de nodige parameters kan instellen en de toestand van de hardheidsmeter kan opvolgen. Deze interface dient nadien de operator te voorzien van een **overzichtelijk verslag** van de meetresultaten.

Methode

Materiaal

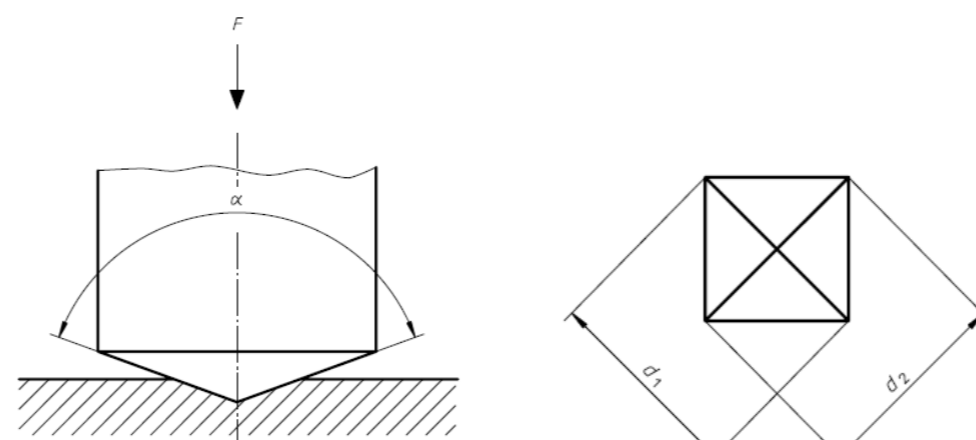
Ter automatisatie van de hardheidsmeter worden verschillende componenten geïntegreerd. Er wordt een **XY-tafel** toegevoegd voor het verplaatsen van het proefstuk, een **visiesysteem** voor het meten van de gemaakte indentaties en een **software trigger** en **toestandsbewaking** voor de hardheidsmeter. Deze componenten worden met elkaar geïntegreerd door middel van **LabVIEW** en **Arduino**.

XY-Tafel

De XY-tafel brengt **autonoom** en met **hoge precisie** het proefstuk naar een **volgende positie** zodat een nieuwe test kan worden uitgevoerd. De beweging van het platform van de XY-tafel wordt gerealiseerd door twee **stappenmotoren**, gekoppeld aan schroefspindels. Deze zetten de roterende beweging van de motoren om in een translatie van het platform. Een sturing op basis van **Arduino** werd ontworpen om de XY-tafel in beide richtingen te doen bewegen.



Figuur 1: Vickers-hardheidsmeter

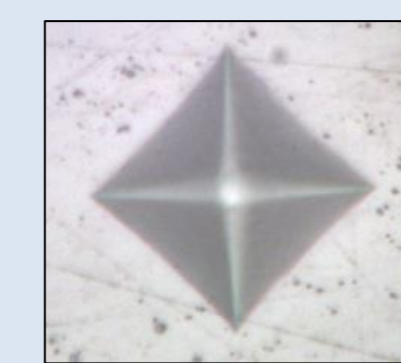


Figuur 2: Principe van Vickers-hardheidsmeting

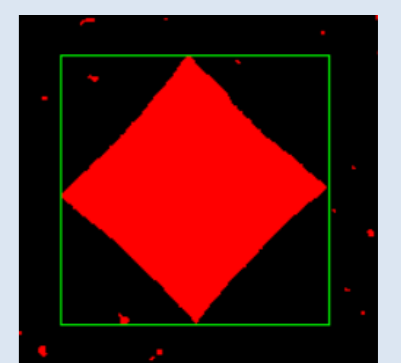
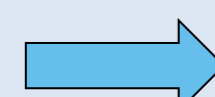
Visiesysteem

De meting van de Vickers-indentatie neemt het **meeste tijd** in beslag. Om dit proces te automatiseren, wordt een **computervisiesysteem** geïmplementeerd. Door gebruik te maken van **beeldsegmentatie** en **blob-analyse** zal het visiesysteem de Vickers-indentatie isoleren uit het originele beeld en de **uiterste diagonalen opmeten**. De gemiddelde lengte van deze diagonalen, samen met de aangelegde kracht geven de Vickers-hardheid (HV) via onderstaande formule (1). Het principe van deze meting is weergegeven in figuur 2.

$$HV = 1,8544 * \frac{F [kg]}{d^2 [mm]} \quad (1)$$



Figuur 3: Indentatie voor verwerking



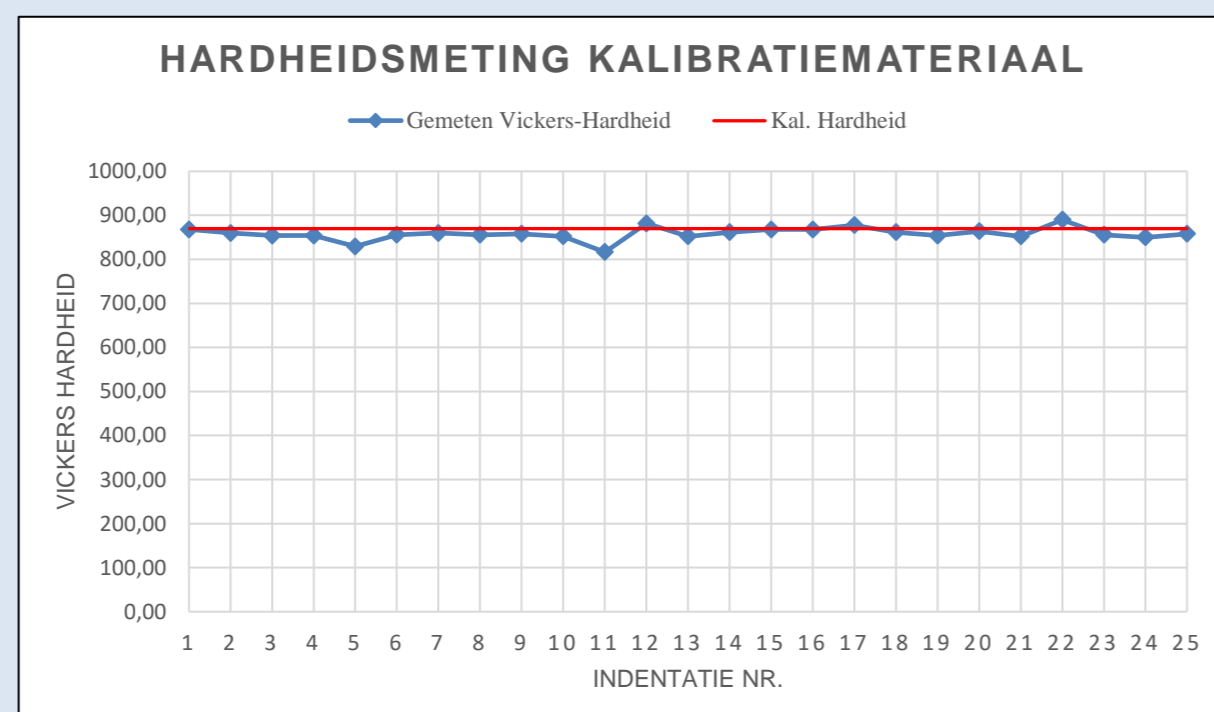
Figuur 4: Indentatie na verwerking

Resultaten

Experimentele resultaten

Figuur 5 toont de resultaten van een reeks metingen op een gekalibreerd stuk metaal. Er zijn 25 metingen uitgevoerd in een gridpatroon van vijf bij vijf. Dit metaal heeft een gekalibreerde Rockwell-hardheid van 65,4, wat overeenkomt met een **Vickers-hardheid van 870**. De blauwe lijn vertoont het verloop van de metingen genomen door de geautomatiseerde hardheidsmeter, terwijl de horizontale rode lijn een Vickers-hardheid van 870 voorstelt. In de figuur is te zien dat de meetresultaten van het geïmplementeerde visiesysteem **nooit** een afwijking vertonen die **groter is dan 10%** van de werkelijke waarde, en **meestal zelfs onder de 5%** blijven.

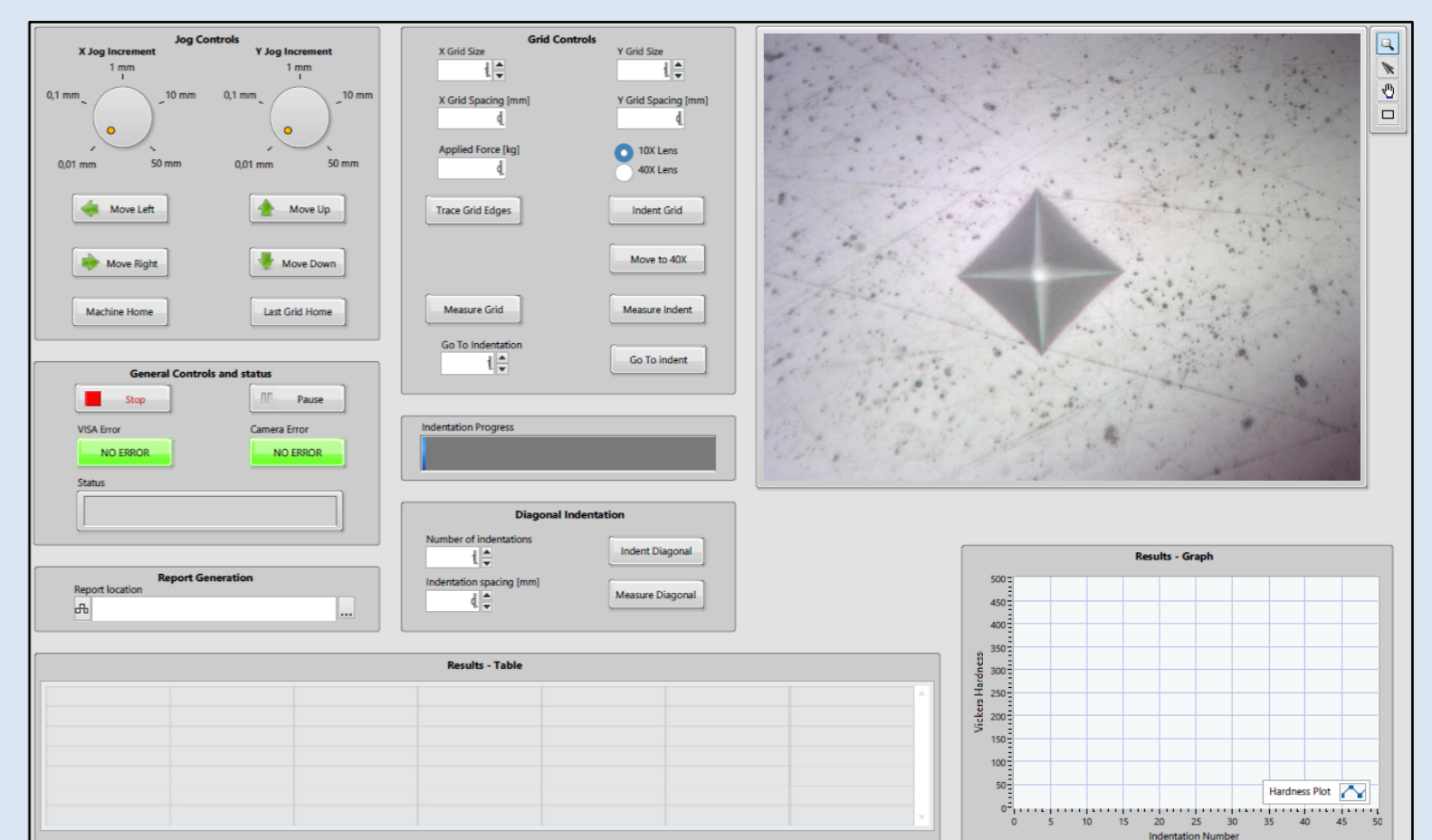
Dankzij de automatisatie wordt een aanzienlijke tijd bespaard. Het voltooien van het vijf bij vijf gridpatroon kost **slechts 30 minuten**, terwijl dit **zonder automatisering meer dan een uur** in beslag zou nemen. Bovendien zou de operator gedurende deze tijd de machine moeten bedienen, iets wat na de automatisatie niet meer nodig is.



Figuur 5: Experimentele data op gekalibreerd stuk metaal

Gebruikersinterface

Figuur 6 toont de **nieuwe gebruikersinterface** van de hardheidsmeter. Hierop zal de operator het gehele **proces beheren en controleren**. **Diverse parameters** zoals de dimensies van het te maken gridpatroon, worden op deze interface ingesteld. De **resultaten** van de verschillende metingen worden hier eveneens weergegeven.



Figuur 6: Nieuwe gebruikersinterface hardheidsmeter

Conclusie

Ter conclusie van deze masterproef kan worden vastgesteld dat LCV opnieuw over een **operationele hardheidsmeter** beschikt die voldoet aan hun vooropgestelde eisen. Deze machine is in staat **nauwkeurig en herhaaldelijk** honderden metingen uit te voeren die **maximaal 10% afwijken** van de effectieve hardheid van het materiaal. De hardheidsmeter beschikt over een **gebruiksvriendelijke interface** waarop alle nodige parameters kunnen worden ingesteld, en ook de machine manueel kan worden bediend. De meetresultaten worden duidelijk en overzichtelijk weergegeven in de gebruikersinterface en geëxporteerd naar een Excel-bestand voor verdere verwerking en analyse. Door deze automatisatie wordt een **significante tijds winst** van 70% gemaakt t.o.v. het handmatig proces.

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Prof. Dr. Ir. Johan Baeten (KU Leuven)
Dr. Ir. Stijn Clijsters (LCV)

[1] J. Ocaña José L. and Grum, "Laser Cladding," in *Encyclopedia of Tribology*, Y.-W. Wang Q. Jane and Chung, Ed., Boston, MA: Springer US, 2013, pp. 1926–1934. doi: 10.1007/978-0-387-92897-5_695.