



IL VENETO UNA REGIONE DELL'EUROPA

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Dolomiticert indaga il campo delle tecnologie di sinterizzazione delle polveri per un'applicazione al settore calzaturiero: l'Istituto ha ottenuto il finanziamento per il progetto "Sintering Technologies for Shoes" presentato nel bando 2013 del POR CRO parte FESR 2007-2013, azione 5.1.1 "Cooperazione Interregionale" - cofinanziato dall'Unione europea, dallo Stato Italiano e dalla Regione del Veneto in applicazione del reg.to (CE) n. 1083/06 e reg.to n. 1828/06 nonché del Piano di Comunicazione del POR, con capofila Dolomiticert e come partner il Technologiezentrum Ski und Alpinsport.

LA SINTERIZZAZIONE DELLE POLVERI NEL SETTORE DELLE CALZATURE

Cos'è la sinterizzazione?

Per comprendere l'ambito del progetto è necessario spiegare che con il termine "sinterizzazione" si indicano tutte quelle tecniche che consistono

nella lavorazione di speciali polveri metalliche, mescolate con opportuni "leganti" in modo da ottenere un oggetto compatto.

Nel processo di sinterizzazione clas-

sico, i prodotti assumono la forma voluta attraverso un'operazione di compattamento in uno stampo, sotto pressioni molto elevate e con una "cottura" in forni speciali ad una tem-

peratura inferiore a quella di fusione del componente principale. Tuttavia, si sono sviluppate recentemente delle tecniche alternative di sinterizzazione, denominate "tecniche di sinterizzazione laser" che rendono possibile la produzione - in poche ore e senza l'ausilio di stampi - di oggetti di geometria comunque complessa, direttamente dal modello matematico dell'oggetto realizzato con l'ausilio di un sistema CAM tridimensionale: si tratta, in definitiva, di una tecnologia di prototipazione rapida.

Le macchine per la sinterizzazione laser diretta delle polveri lavorano per strati come tutte le macchine con logica additiva. Ciò è reso possibile da un opportuno fascio laser che viene pilotato attraverso processi non presidiati e completamente automatici. Con tali sistemi è possibile la costruzione rapida di parti tecniche in materiali definitivi, sia di plastica che di metallo.

Nel ciclo produttivo della sinterizzazione, il punto di partenza è costituito dalla scelta delle polveri, che possono avere diversa composizione e granulometria e che devono essere miscelate nelle percentuali richieste dalla composizione chimica del prodotto finale. La scelta della composizione e del dosaggio influisce in modo determinante sulla qualità del risultato finale ed è quindi un aspetto critico dell'intero procedimento. Le caratteristiche di un componente realizzato per sinterizzazione laser sono un'ottima accuratezza

dimensionale, una buonissima finitura superficiale, ed una caratteristica di robustezza, il tutto con la possibilità di usufruire di un'ampia gamma di materiali.

L'idea progettuale è di applicare tale tecnologia al mondo delle calzature: il vantaggio sta nel fatto che si possono realizzare vari componenti utilizzando diverse tipologie di polveri, liquidi o resine senza l'utilizzo di supporto e stampi (generalmente costosi e necessari per ogni componente differente). Inoltre, la bassa percentuale di scarti di produzione ed il limitato livello di energia richiesto per la fabbricazione rendono tale tecnica molto apprezzata in ambito industriale.

Il progetto ha sinora portato a risultati importanti sui diversi piani di azione. I soggetti coinvolti hanno aumentato le proprie competenze ed il lavoro svolto è risultato qualitativamente efficiente.

La fase di ricerca sui materiali e sulle tecnologie ha offerto un complessivo incremento di know-how sia per la stampa 3D, che per la sinterizzazione. La tecnologia più performante per l'applicazione considerata è risultata essere la tecnologia SLS - Selective Laser Sintering - che sfrutta appunto la sinterizzazione di polveri polimeriche per la realizzazione di componenti.

In sostanza, un laser porta le polveri

ad una temperatura di poco inferiore a quella di fusione facendo coalescere (consolidare) le particelle di polvere. Altre tecnologie sono state escluse per ragioni economiche o prestazionali. Il lavoro eseguito sui materiali, unito a quello svolto sulle tecnologie, ha portato a considerare i materiali per la sinterizzazione. Scelte di tipo prestazionale e decisioni d'ordine ipoeconomico hanno portato a considerare come materiali adatti allo scopo la poliammide (PA) e il poliuretano (TPU) in quanto elastomero.

Lo step successivo è stato quello di decidere quale componente fosse necessario sviluppare, prendendo in considerazione la calzatura protettiva per motociclisti: il pool di studiosi ha optato per il sottopiede, punto da cui partire per concepire l'intero prodotto con il processo di sinterizzazione.

Per individuare le esigenze del componente è stata effettuata una caratterizzazione di tipo qualitativo e, in seguito, sono state prodotte delle mappature dedicate.

Uno studio approfondito è servito ad individuare le prestazioni delle calzature in commercio, ad aiutare la progettazione dei componenti e a definire degli obiettivi da raggiungere. Il lavoro è stato svolto in un'ottica di utilizzo-adattamento delle tecnologie di sinterizzazione alla produzione di calzature, ma anche allo

scopo di migliorarne le prestazioni. Prove caratterizzanti dedicate sono state messe a punto per testare determinate caratteristiche ed i test sono stati effettuati su due tipi di calzature in commercio. La fase di implementazione, studio e creazione dei file eseguibili ha visto coinvolti i soggetti dedicati nello studio delle soluzioni da adottare. Diverse opzioni sono state studiate, disegnate e poi testate per definirne le prestazioni.

È stata raccolta una notevole mole di informazioni che si sono rivelate utili per lo sviluppo progressivo delle varie parti, e che saranno utili per gli sviluppi futuri. I componenti mandati in stampa sono stati testati secondo le metodologie prestabilite ed i risultati per le soluzioni ritenute più idonee sono in linea con gli ob-

biettivi imposti inizialmente a addirittura, li superano. Questo progetto ha dimostrato come le tecnologie di sinterizzazione siano adatte ad un futuro impiego nella produzione di calzature protettive per motociclismo. Il gap prestazionale rispetto ai materiali tradizionalmente impiegati esiste, ma la possibilità di creare strutture complesse (nervature, strutture alligierite, strutture intelaiate, ammortizzanti) permette di sopperire a questo divario che comunque si rivela minimo. La tecnologia di sinterizzazione risulta lenta, ma la questione è soggettiva. Una disposizione ottimale degli oggetti in macchina permette un ottimo rendimento.

Evitare di costruire stampi per i com-

ponenti spinge fortemente verso la scelta di queste tecnologie soprattutto per piccoli lotti di produzione (si pensi al settore Racing). Altro punto di forza è la possibilità di creare strutture e componenti altrimenti non realizzabili con altre tecnologie (vedere il tacco a colonne ideato in questo progetto, oppure le soluzioni di snodo anteriore).

I componenti realizzati rappresentano la base per sviluppi futuri. Una delle grandi potenzialità di queste tecnologie è che le modifiche sul componente sono facilmente realizzabili sul file eseguibile (senza quindi modificare stampi). I file eseguibili creati per questo progetto sono quindi adattabili e modificabili, e rappresentano un punto di partenza immediato per i soggetti interessati.



Dolomiticert investigates the field of technologies for the sintering of powders for an application in the shoe industry: the Body has obtained funding for the project "Sintering Technologies for Shoes" presented in the 2013 call of POR CRO part FESR 2007-2013, action 5.1.1 "Interregional Cooperation" – co-funded by the European Union, the Italian State and Veneto Region in pursuance of regulation (EC) no. 1083/06 and regulation no. 1828/06 as well as of the Communication Plan of the POR, with Dolomiticert as Lead Partner and Technologiezentrum Ski und Alpnsport as Partner.

SINTERING OF POWDERS IN THE SHOE SECTOR

What is sintering?

In order to understand the scope of the project it is necessary to explain that

the term "sintering" is used to describe all the techniques which imply working with special metal powders mixed

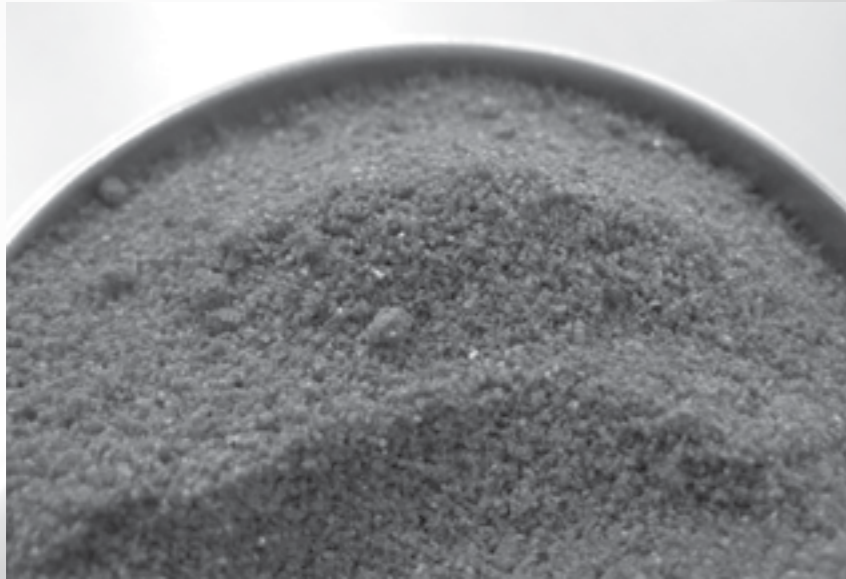
with suitable "binders" in order to obtain a compact object.

In the classic sintering process, prod-

ucts take the desired shape through a process of compacting in a mould, under very high pressure and a stage of "cooking" in special ovens at a temperature lower than the fusion temperature of the main component. Nonetheless, recently alternative sintering techniques have been developed: they are called "laser sintering techniques" and they make it possible to manufacture objects with a complex geometry in just a few hours and without moulds, starting directly from the mathematical model of the object by

using a 3D Cam system. In conclusion it is a rapid prototyping technique. Machines for the direct laser sintering of powders work through successive layers as all machines with additive processes. This is possible thanks to a suitable laser beam which is guided through unmanned and completely automatic processes. Through these systems it is possible to manufacture technical parts in final materials (both plastic and metal) in a quick way. In the sintering production cycle, the starting point is the choice of powders

which may have a different composition and granulometry, and which must be mixed according to the percentages required by the chemical composition of the final product. The choice of composition and dosage affects the quality of the final result in a crucial way and it is therefore a critical aspect of the whole process. The characteristics of a component made with laser sintering are excellent dimensional accuracy, very good surface finish, and solidity together with the opportunity of using a wide range



of materials.

The project idea is applying this technology to the shoe sector: the advantage is the fact that various elements can be made by using different kinds of powders, liquids or resins without needing supports or moulds (which are generally expensive and different for every component). Moreover, the low percentage of rejected items and the limited level of energy required for manufacturing make this technique highly appreciated in the industrial sector.

So far the project has led to important results on various action plans. The parties involved have increased their

skills and the work done has been qualitatively efficient.

The research stage on materials and technologies has offered an overall increase in the know-how for both 3D printing and sintering. The most performing technology for the considered application has turned out to be SLS technology (Selective Laser Sintering) which exploits the sintering of polymeric powders to make components. Essentially, a laser takes the powders to a temperature just below fusion, thus making the particles of powder coalesce (consolidate). Other technologies have been excluded for economical or performance reasons. The work carried out both on materials and

technologies has led us to take into account which materials would be suitable for sintering. Choices based on performance and decisions of a hypo-economic nature have led us to consider materials such as polyamide (PA) and polyurethane (TPU) since it is elastomeric.

The following step has been deciding which component should be developed, taking into account protective motorcycling shoes: the pool of experts has chosen the insole, the starting point to develop the whole product through sintering.

In order to detect the needs of the component, a qualitative characterization has been carried out, followed by dedicated mapping.

An in-depth study has been conducted to understand the performance of the shoes on the market, to help planning components and set the targets to reach. The work has been carried out in the perspective of using-adapting sintering technologies for the manufacturing of shoes, but also to improve their performances.

Dedicated characterizing tests have been defined to assess certain features and tests have been carried out on two kinds of shoes on the market. The stage of implementation, study and creation of executable files saw the participation of parties dedicated to the study of the solutions to adopt. Different options have been studied, designed and then tested to define

their performance.

A considerable amount of information useful for the progressive development of the various parts has been collected, and it will be useful also for future developments. The printed parts have been tested in compliance with the set methods, and the results for the best suited solutions are ameliorative or in line with the targets set initially.

This project has shown how sintering technologies are suitable for future use in the production of motorcycling protective shoes. There is a performance gap compared to the materials

traditionally used in the sector, but the possibility of creating complex structures (ribs, lighter structures, framed and cushioning structures) makes it possible to make up for the gap which is nonetheless minimum. Sintering technology is slow, but this is a subjective issue.

An optimal layout of the objects in the machine allows for excellent performance.

Avoiding to make moulds for components leads towards the choice of these technologies above all for small batches (e.g. for the Racing sector). Another strength is the possibility of

creating structures and components which would be impossible to realize with other technologies (see the column heel designed in this project, or the solution for the front joint).

The components which have been made lay the foundations for future developments. One of the great potentials of these technologies is that changes on the component are easy to realize on the executable file (without having to change the moulds). The executable files created for this project are therefore adaptable and modifiable and are a direct starting point for those interested.

