

**SUPRAFETE FINISATE &  
FINISAJE ALE PIESELOR  
OBȚINUTE PRIN DMLS –  
(DIRECT METAL LASER  
SINTERING)**

**Ciofu Florin**, *Ș.l.dr. ing., Universitatea  
“Constantin Brâncuși” din Tg-Jiu*  
**Luca Liliana**, *Prof.univ.dr.ing.,  
Universitatea “Constantin  
Brâncuși” din Tg-Jiu*  
**Nioată Alin**, *Ș.l.dr. ing., Universitatea  
“Constantin Brâncuși” din Tg-Jiu*

**SURFACE FINISH &  
FINISHING OF DMLS PARTS –  
(DIRECT METAL LASER  
SINTERING)**

**Ciofu Florin**, *lecturer dr. ing.,  
“Constantin Brâncuși” University*  
**Luca Liliana**, *Prof.univ.dr.ing.,  
“Constantin Brâncuși” University*  
**Nioată Alin**, *lecturer dr. ing.,  
“Constantin Brâncuși” University*

**Abstract:** Utilizand procedeul LMD, părțile metalice ale unor geometrii complexe ale pieselor sunt construite strat cu strat (până la 20 microni), direct din datele 3D CAD, în mod automat, fără scule. Piesele au proprietăți mecanice excelente, de înaltă rezoluție, detaliile și calitatea suprafeței excepționale. În cazul în care dorește obținerea unor suprafețe cu caracteristici speciale, atunci se vor aplica metode de finisare sau superfinisare.

**Keywords:** strat cu strat, finisare, suprafață

**1. Finisare/lustruire (rugozitatea suprafețelor)**

Piese de schimb obținute cu utilaje LMD au un cost final comparabil cu o producție cu investiții mici, cu o rugozitate a suprafețelor de aproximativ  $Ra-350\mu\text{inch}$  sau  $Ra -8.75\ \mu\text{m}$ , sau chiar mai fine. Această rugozitatea a suprafeței poate fi îmbunătățită până la  $Ra-1\text{inch}$  sau  $Ra-0.025\mu\text{m}$ , calificată ca un finisaj oglindă. Există mai multe procedee disponibile care pot fi folosite pentru a atinge rugozitatea dorită a suprafeței. Aceste procedee includ, dar nu se limitează la:

**Abstract:** Utilizing the DMLS process, metal parts of the most complex geometries are built layer by layer (down to 20 microns) directly from 3D CAD data, automatically, without tooling. The parts have excellent mechanical properties, high detail resolution and exceptional surface quality. If it wishes to obtain surfaces with special features, then we apply methods of finishing or superfinishing.

**Keywords:** layer by layer, finishing, surface

**1.Finishing/Polishing (surface roughness)**

Parts “as built” off DMLS machines have a “raw” finish comparable to a fine investment cast, with a surface roughness of approximately  $350\ R\ a- \mu\ \text{inch}$  or  $R\ a-\mu\text{m}\ 8.75$ , or a medium turned surface. This surface roughness can be improved all the way up to  $1\ R\ a- \mu\ \text{inch}$  or  $R\ a-\mu\text{m}\ 0.025$ , qualifying as a super mirror finish. There are several processes available that can be used to achieve the desired surface roughness or finish. These processes include, but not limited to:

### 1.1. Sablarea abrazivă (nisip&materiale ceramice)

Sablarea abrazivă este procedeul de propulsie cu forță a unui flux de material abraziv, sub presiune mare pentru a netezi o suprafață aspră. Serviciile de sablare abrazivă sunt standardizate pentru toate procedeele LMD. Dacă se dorește o anumită piesă LMD, toate datele necesare ar trebui să se constate în momentul RFQ atunci când abordează problematica rugozității suprafețelor. Sablarea abrazivă cu granule din ceramică și nisip oferă o suprafață satinată, finisaj mat, de aproximativ 150 R a- μ-inch sau R a- μ m 24. Acest finisaj este în mare parte uniform, dar nu oferă o finisare uniformă de 100% (figura 1).



**Figura 1.** Piesă sablată pe suport ulterior îndepărtat.

### 1.1. Abrasive Blast (Grit & Ceramic)

Abrasive blasting is the operation of forcibly propelling a stream of abrasive material (media) against a surface under high pressure to smooth a rough surface. Abrasive blasting services are included standard for all DMLS projects. If a “raw” DMLS part is desired, this should be noted at the time of the RFQ when addressing the desired surface roughness. Abrasive blasting with grit and ceramic media provides a satin, matte finish of approximately 150 R a- μ inch or R a-μm 24. This finish is largely uniform, but does not provide a 100% uniform finish (figure 1).

**Figure 1.** This is an insert which had supports removed and abrasive blasted.

### 1.2. Lovire prin ciocănire

Lovitura prin ciocănire este un proces folosit pentru a produce un strat de compresiune, (stres rezidual) și a modifica proprietățile mecanice ale metalelor. Aceasta implică aplicarea de lovituri de impact cu o suprafață, cu suficientă forță pentru a crea deformarea plastică a materialului. Este similar cu sablarea, cu excepția faptului că acesta funcționează prin mecanismul de plasticitate, mai degrabă decât prin abraziune. Ciocănirea astfel a unei suprafețe deformând-o plastic, provoacă schimbări în proprietățile mecanice ale stratului superficial al suprafeței. În funcție de geometria piesei, peening shot poate crește durata de viață, rezistența la oboseala 0 - 1,000%. Shot peening este folosit în principal pentru turnătorii, pentru debavurare sau

### 1.2. Shot Peen

Shot peening is a process used to produce a compressive residual stress layer and modify mechanical properties of metals. It entails the use of media to impact a surface with sufficient force to create plastic deformation.

It is similar to blasting, except that it operates by the mechanism of plasticity rather than abrasion. Peening a surface spreads it plastically, causing changes in the mechanical properties of the surface.

Depending on the part geometry, part material, shot material, shot quality, shot intensity, and shot coverage, shot peening can increase fatigue life from 0–1000%.

Shot peening is used primarily for foundries for deburring or descaling surfaces in

detartrarea suprafețelor în curs de pregătire, preparation for additional post-processing.  
pentru suplimentare de post-procesare.



**Figura 2.** Piesă din oțel, finisată cu lovituri prin ciocănire.

**Figure 2.** Stainless Steel PH1, shot peened finish

### 1.3. Lustruire electrochimică

Lustruirea electrochimică, denumită și electrolustruire, este un proces electrochimic prin care se îndepărtează materialul de pe suprafața pieselor metalice prin slefuire, pasivare, și debavurare. Precedeul mai este adesea descris ca fiind inversa galvanizare; diferă de la anodizare în măsura în care scopul de anodizare este de a crește grosimea stratului de oxid, de protecție de pe suprafața unui material. Procesul poate fi utilizat în locul polizării abrazive de lustruire, și este o opțiune ieftină pentru obținerea de piese care nu sunt dependente de toleranță, creând o finisare uniformă strălucitoare. Măsura în care lustruirea electrochimică este competitivă, depinde de gradul de pregătire a suprafețelor tratate.

### 1.4. Galvanizarea

Galvanizarea este un proces care folosește curentul electric pentru a reduce ionii de un material dintr-o soluție și a-i transfera spre un obiect conductor obținând un strat subțire de material metalic. Galvanizarea este utilizată în principal pentru depunerea unui strat de metal pentru a conferi o proprietate dorită (de exemplu, abraziune și rezistență la uzură, coroziune de protecție, lubrifiere, calitățile estetice, etc.)

O altă aplicație folosită de galvanizare

### 1.3. Electrochemical Polishing

Electrochemical polishing also referred to as electro polishing, is an electrochemical process that removes material from metal parts through polishing, passivation, and deburring. It is often described as the reverse of electroplating; differing from anodizing in that the purpose of anodizing is to grow a thick, protective oxide layer on the surface of a material rather than polish. The process may be used in lieu of abrasive fine polishing in micro structural preparation, and is an inexpensive option for DMLS projects that are not tolerance dependent, creating a bright uniform finish. The extent to which electro polishing is successful depends upon the degree of preparation of the treated surfaces.

### 1.4. Electroplating

Electroplating is a process that uses electrical current to reduce ions of a desired material from a solution and coat a conductive object with a thin layer of the metal material. Electroplating is primarily used for depositing a layer of metal to bestow a desired property (e.g., abrasion and wear resistance, corrosion protection, lubricity, aesthetic qualities, etc.). Another application uses electroplating to build up thickness on undersized parts. Plating is also an inexpensive method of improving

este aceea de a modifica grosimea unor piese subdimensionate. Placarea este, de asemenea, o metodă ieftină de a îmbunătăți rugozitatea suprafeței, prin ei.

### 1.5. Optical Polish (Finisare manuală)

Atunci când piesele au o geometrie nu foarte complicată cu dimensiuni care nu sunt dependente de toleranță, cea mai bună opțiune de finisare este o polizare optică. Lustruirea optică se cu un cost eficient fiind cel mai bun mod de a realiza o finisare strălucitoare. Datorită structurii metalelor DMLS, între 0,003 mm și 0,010mm din materialul de suprafață poate fi îndepărtat, în funcție de geometria suprafeței. Dacă se dorește această opțiune, designerii sau inginerii vor, avea în vedere că poate fi necesar să fie necesară o compensare cu materiale suplimentare pentru a asigura integritatea piesei după post-procesare. Lustruirea optică nu se recomandă pentru loturi mari, deoarece se obține o finisare inconsistentă. (figura 3 a, b, figura 4).

surface roughness, with the reduction in roughness once again hinging upon the degree to which surface are treated prior to plating.

### 1.5. Optical Polish (Hand Finishing)

When projects have geometries in low quantities that are not tolerance dependent, the best finishing option is an optical polish. Optical polishes are extremely cost effective, and the best way to achieve a brilliant finish. Due to surface porosity of DMLS metals, .003” to .010” of surface material is removed depending upon geometry. If this option is desired, it is imperative that designers or engineers consult with GPI prior to building, as specific surfaces may need to be offset with additional material to ensure part integrity after post-processing. Optical polishing is not ideal for large batches as it lends itself to an inconsistent finish from part to part (figure 3 a,b, figure 4).



**Figura 3.** a-Cobalt Chrome, optical polish; b- Cobalt Chrome, optical polish (finisare oglindă)



**Figure 3.** a-Cobalt Chrome, optical polish; b- Cobalt Chrome, optical polish(mirror finish)



**Figura 4.** Piesa din spate este nefinisată. În plan apropiat este o piesă din oțel inoxidabil finisată prin metoda “optical finish”.

**Figure 4.** The shell behind the finished part is a “raw” part. You can see the contrast with this finish. This finish is the “optical finish”. Stainless Steel.

### 1.6. Procedee de microprelucrare

Procedeul de microprelucrare este un tratament mecanic-fizico-chimic aplicat pe suprafața unor piese plasate în interiorul unui rezervor de tratament, oferind finisaje selectiv alese pe suprafață. Finisajul suprafeței este obținut prin procedeul de microprelucrare numai pe acele zone unde se cere finisaj special.

Procedeul de microprelucrare începe cu o analiză detaliată a stării suprafeței care urmează să fie prelucrată, în vederea stabilirii parametrilor de prelucrare necesari pentru a îndeplini obiectivele cerute.

Procedeul de microprelucrare este un proces de lot, destul de costisitor, cu costuri variind de la \$ 500 la \$ 1000. Acest procedeu are aplicare selectivă și este ideal pentru proiecte care necesită toleranțe de precizie, prelucrări de finisare la un număr mare de piese, precum și piese cu configurații geometrice complexe care nu pot fi abordate printr-o metodă alternativă.

### 1.7. CNC finisare/prelucrare

CNC asigură o finisare de înaltă calitate permițând aplicații de conturare pentru a obține toleranțe strânse. Detaliile, orientate spre precizie pot fi realizate cu 3 axe, 5 axe sau 6 axe, pe strunguri CNC. Având o posibilitate de fixare conform strungurilor elvețiene, strungurile CNC pot fi utilizate pentru prelucrarea unor piese complexe de foraj, crucea de tarodat, de cruce de frezat și de mortezat, axa de morărit. Cu fixare corespunzătoare se pot obține toleranțe cât mai strânse, de sub 1 micron. În cazul în care se recomandă această opțiune de prelucrare, de pre-construcție, este necesar să se adauge suficient material astfel încât să poată fi respectate toleranțele (figura 5).

### 1.6. Micro Machining Process

Micro Machining Process (MMP) is a mechanical-physical-chemical surface treatment applied to items placed inside a treatment tank, providing highly accurate selective surface finishes. The desired surface finish is obtained by using MMP only on those areas where that particular finish is required. MMP begins with a detailed analysis of the surface state of the item to be treated, establishing the processing parameters required to meet the customer's objectives. MMP can finely distinguish and selectively apply different primary roughness, secondary roughness and waviness profiles to surfaces. MMP is a batch process that is quite expensive, with costs ranging from \$500 to \$1000 for sample finish testing. After acceptable samples have been provided, costs for batch runs start at approximately \$3000. This process has selective application, and is ideal for projects requiring precision tolerance finishing to a large number of parts, as well as parts with internal passages that cannot be reached by an alternate method.

### 1.7. CNC Finishing/Machining

CNC finishing permits high quality contoured milling applications to achieve tight tolerances. Detail-oriented precision can be accomplished with 3-axis, 5-axis and 6-axis CNC lathes. Conventional fixed headstock and Swiss-style CNC lathes can be utilized to support complex operations such as cross drilling and cross tapping, cross milling and slotting, C-axis milling and off-center work. Proper fixturing can yield tolerances as tight as 1 micron or (.00004). Should this post processing option be desired, pre-build planning is required to add sufficient material to machined features and surfaces so that tolerances can be met (figure 5).



**Figura 5.** Stainless Steel PH1, brut și cu material îndepărtat.

**Figure 5.** Stainless Steel PH1, raw with supports removed.

## Bibliography

- [1].Ciofu Florin, Asupra aplicării laserului ca sursă energetică în procesul de agregare/depunere a unor pulberi metalice – Teza de Doctorat.
- [2] Berce, P. Bâlc, N. -*Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura tehnică, București, 2000.
- [3] Bâlc, N. – *Tehnologii neconvenționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001.

## Bibliography

- [1].Ciofu Florin, Asupra aplicării laserului ca sursă energetică în procesul de agregare/depunere a unor pulberi metalice – Teza de Doctorat.
- [2] Berce, P. Bâlc, N. -*Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura tehnică, București, 2000.
- [3] Bâlc, N. – *Tehnologii neconvenționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001.