



ARIS L2-4445: Optimizacija parametrov selektivnega laserskega taljenja Ti6Al4V z grobim prahom

Avtorji naloge:

Dr. Simon Malej
Dr. Aleksandra Kocijan

Poročilo pripravil:

Dr. Simon Malej

Vodja laboratorija:

dr. Irena Paulin

Direktor:

izr. prof. dr. Matjaž Godec

1. UVOD

Poročilo je povezano s poročanjem v okviru ARIS projekta L2-4445 z naslovom: Razvoj naprednih Ti6Al4V komponent rezervoarja za letalsko industrijo s hibridno SLM/DED dodajno tehnologijo za 2. poročevalno obdobje glede na časovnico projekta. Poročilo vsebuje drugi del optimizacije gradnje titanove zlitine Ti6Al4V s selektivnim laserskim taljenjem.

2. DOLOČITEV PARAMETROV TISKANJA ZA Ti6Al4V Z GROBIM PRAHOM ZA 2. OPTIMIZACIJO

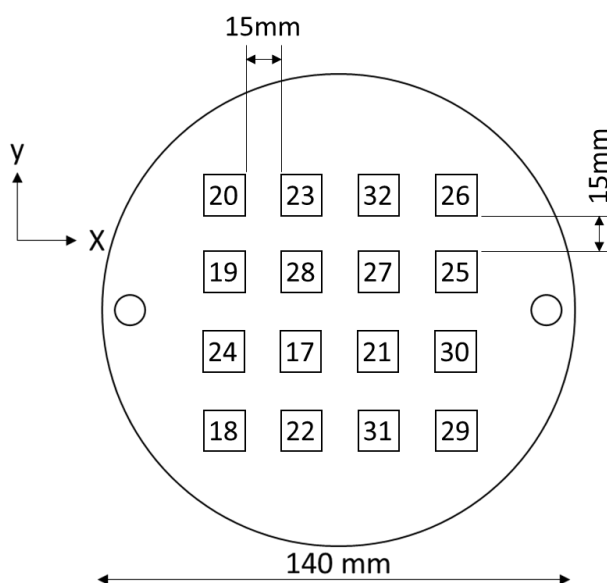
V prvem delu projekta smo optimizirali gradnjo Ti6Al4V vzorcev s selectivnim laserskim taljenjem in uporabili bolj grob prah. Uporabili smo prah proizvajalca AP&C iz Kanade, z velikostjo zrn med 45 in 105 μm (Slika 1). Prva optimizacija je pokazala, da je treba volumsko energijsko gostoto še povečati ($>80\text{J}/\text{mm}^3$). Najboljše rezultate smo dobili s parametri AK1 (moč laserja = 350W, hitrost vrstičenja 1000mm/s, debelina sloja 60 μm , Medlaserska razdalja 60 μm in premer laserskega žarka 60 μm . Vzorci izdelani z debelino sloja 80 μm so bili v povprečju slabši. Volumsko energijsko gostoto bi morali drastično povečati, da z debelino sloja 80 μm pretalili celoten volumen, kar bi zmanjšalo produktivnost. V 2.optimizaciji smo se osredotočili na debelino sloja 60 μm in volumske energijske gostote 80J/mm³ ali več. Na osnovi enačbe 1, smo določili nove parametre, ki so podani v tabeli 1. Osredotočili smo se na najvišje hitrosti skeniranja in moči laserja z namenom, da obdržimo produktivnost. Tabela 1 prikazuje št. vzorcev, ime vzorcev, moč laserja, hitrost vrstičenja, debelina sloja, medlasersko razdaljo, premer laserskega žarka in volumska energijska gostota, ki smo jih izbrali za 16 različnih vzorcev v okviru 2. optimizacije. Postavitev vzorcev in njihova številka je prikazana na Sliki 1.

Enačba 1	$E = \frac{P}{v * t * H}$ <p>P... Moč laserja, W v... Hitrost vrstičenja, mm/s h... Medlaserska razdalja, μm t... Debelina sloja, μm</p>
----------	--

Tabela 1: Št. vzorcev, ime vzorcev, moč laserja, hitrost vrstičenja, debelina sloja, medlasersko razdaljo, premer laserskega žarka in volumska energijska gostota, ki smo jih izbrali za 2. optimizacijo.

Oznaka na skici	Oznaka vzorca	Moč laserja P, W	Hitrost v rstičenja v, mm/s	Debelina sloja t [μm] prah	Medlaserska razdalja H [μm]	Premer laserskega žarka d [μm]	Volumska energijska gostota E, J/mm ³
17	AK 17	400	1000	60	60	60	111.1111
18	AK 18	400	950	60	60	60	116.9591
19	AK 19	400	900	60	60	60	123.4568
20	AK 20	400	800	60	60	60	138.8889
21	AK 21	350	950	60	60	60	102.3392
22	AK 22	350	900	60	60	60	108.0247
23	AK 23	350	850	60	60	60	114.3791
24	AK 24	350	800	60	60	60	121.5278
25	AK 25	300	900	60	60	60	92.59259
26	AK 26	300	850	60	60	60	98.03922
27	AK 27	300	800	60	60	60	104.1667
28	AK 28	300	750	60	60	60	111.1111
29	AK 29	250	800	60	60	60	86.80556
30	AK 30	250	750	60	60	60	92.59259

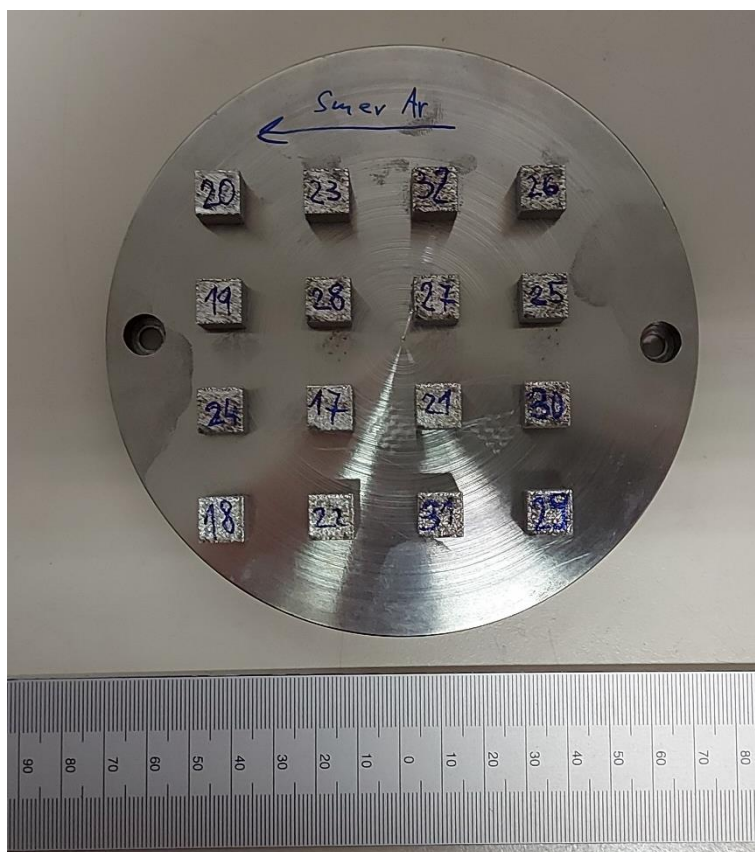
31	AK 31	250	700	60	60	60	99.20635
32	AK 32	250	650	60	60	60	106.8376



Slika 1: Postavitev vzorcev in št. vzorca na osnovni plošči za selektivno lasersko taljenje.

3. IZDELAVA VZORCEV S SELEKTIVNIM LASERSKIM TALJENJEM

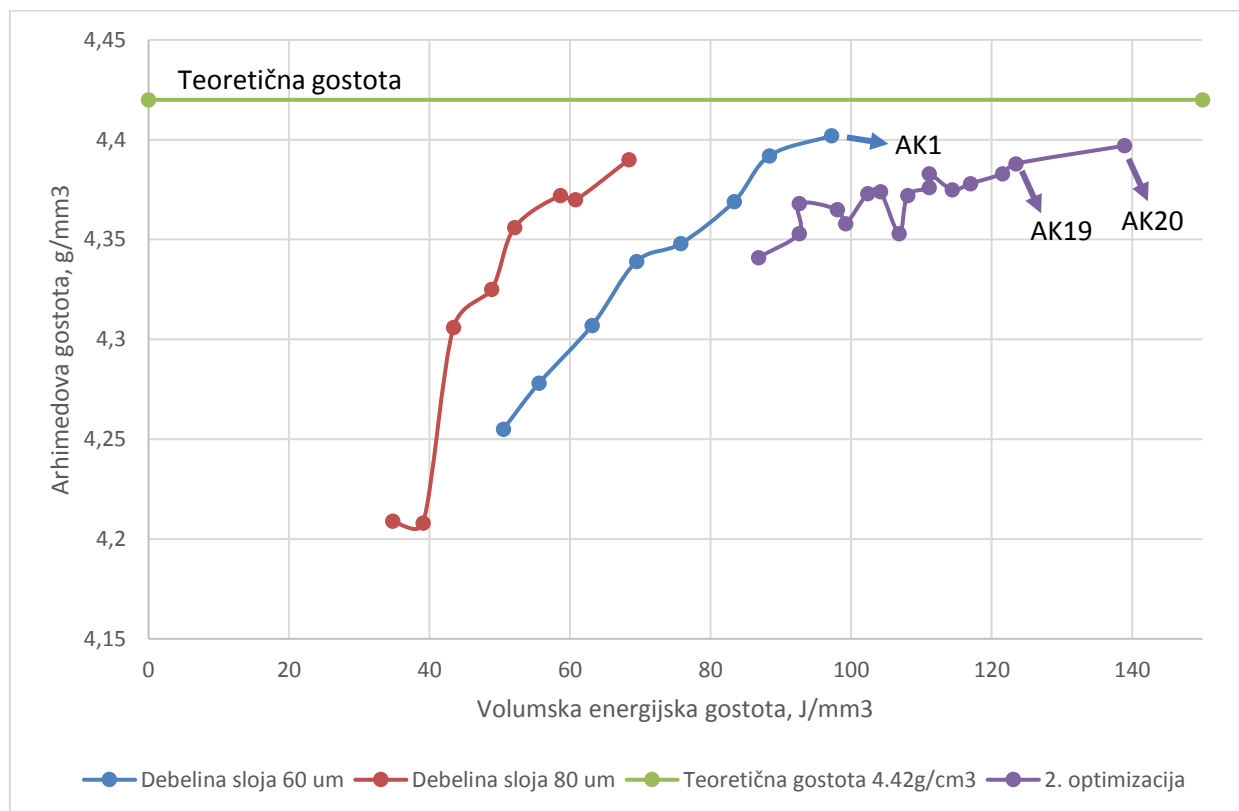
3D tiskanje smo izvedli na tiskalniku Aconity MINI 3D brez ogrevanja podlage in z zamikom sloja 67°. Tiskanje smo vršili s parametri podanimi v Tabeli 1. Stanje vzorce po tiskanju je prikazano na Sliki 2. Vizualna preiskava vzorcev po tiskanju ni pokazala večjih napak z ozirom na razpoke in geometrijo vzorcev. Po pregledu smo vzorce odstranili s podlage in jih pripravili za analize. Vzorcem smo določili gostoto, s tehtnico Satorius Entris II Essential Line in z dodatkom za merjenje gostote YDK03. Za medij smo uporabili absolutni etanol (CAS n° 64-17-5). Po meritvah gostote smo vzorce prerezali in pripravili metalografski obrus. Vzorcem smo v poliranem stanju s svetlobno mikroskopijo posneli napake v mikrostrukturi. Svetlobno mikroskopijo smo naredili na mikroskopu ZEISS Axio Imager Z2m.



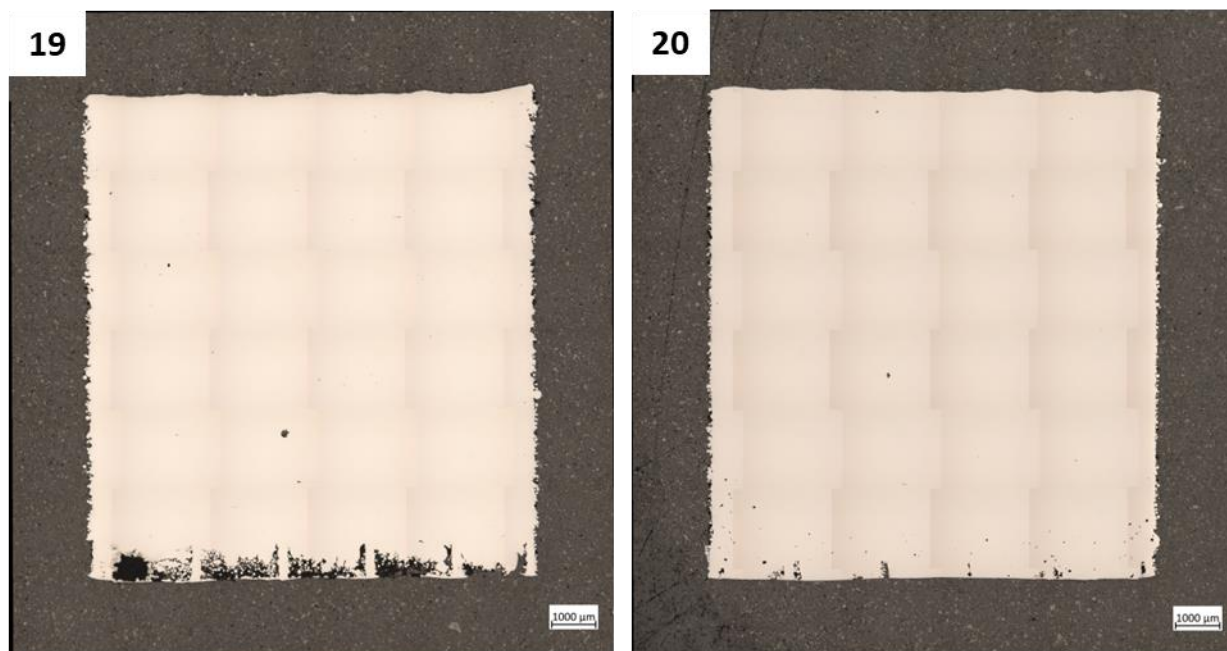
Slika 2: Stanje vzorcev na osnovni plošči po 2. optimizaciji.

4. REZULTATI 2. OPTIMIZACIJE ZA POSTELJNI NAČIN GRADNJE

Slika 3 prikazuje graf Arhimedova gostota v odvisnosti od volumske energijske gostote, za vzorce iz 1. optimizacije (za debelini sloja $60\mu\text{m}$ in $80\mu\text{m}$) in 2. optimizacije kjer smo tiskali z debelino sloja $60\mu\text{m}$. Na Sliki 4 je narisana tudi zelena linija, ki prikazuje teoretično gostoto titanove zlitine Ti6Al4V ($4.42\text{g}/\text{cm}^3$). V prvi optimizaciji je najvišjo gostoto ($4.402\text{g}/\text{cm}^3$) dosegel vzorec AK1. Kljub veliko višji volumski energijski gostoti, v 2. optimizaciji nismo dosegli višje gostote. Velika možnost je, da meritve gostot niso bil narejene ustrezno. Najvišjo gostoto ($4.397\text{g}/\text{cm}^3$) je dosegel vzorec AK20. Dokaz, da meritev gostote ni bila izvedena ustrezno so rezultati preiskave mikrostrukture s svetlobno mikroskopijo. Slika 4 prikazuje mikrostrukturi vzorca AK19 in AK20 v poliranem stanju. Iz Slik 5 19 in 20 ni videti večjih makro napak kot je bilo to pri vzorcu AK1 (Slika 4). Z vidika mikrostrukture sta vzorca Ak19 in 20 narejena ustrezno.



Slika 3: Graf Arhimedova gostota v odvisnosti od volumske energijske gostote za vzorce kjer je debelina sloja 60μm in 80μm. Na grafu je narisana tudi zelena linija, ki prikazuje teoretično gostoto titanove zlitine Ti6Al4V.



Slika 4: Mikrostrukture vzorcev AK19 in 20 v poliranem stanju, posneti s svetlobnim mikroskopom.



Slika 5: Mikrostruktura vzorca AK1 v poliranem stanju, posneta s svetlobnim mikroskopom.

5. ZAKLJUČKI

Druga optimizacija 3D tiskanja grobega Ti6Al4V prahu s selektivnim laserskim taljenjem je bila uspešna na osnovi preiskav mikrostrukture. Meritve gostote so pokazale nasprotno in jih je treba ponoviti. Mikrostrukturne preiskave vzorcev AK19 in AK20 namreč, niso pokazali večjih makro in mikro napak. Parametri, ki so bili uporabljeni za 3D tiskanje vzorcev Ak19 in AK20, bodo uporabljeni za gradnjo vzorcev za mehanske in korozijske preizkuse.