

PRIMJENA 3D OPTIČKIH MJERENJA U ALATNIČARSTVU

Matej Samec
LTH Ulitki, d.o.o.

SAŽETAK

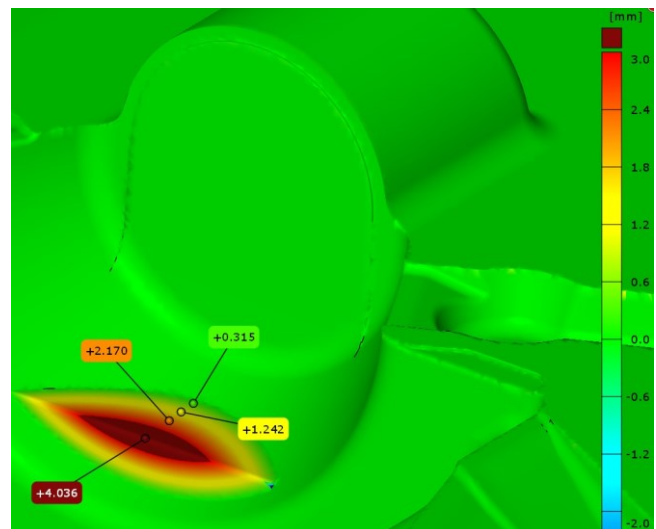
Zahtjevi za nove alate kao i zahtjevi kupaca odljevaka iz godine u godinu se povećavaju. U nastojanju da odgovorimo na te zahtjeve i postignemo što bolju kvalitetu, naša tvrtka je nabavila 3D optički mjerni sustav ATOS njemačkog proizvođača GOM mbH. ATOS nam omogućava 3D mjerenje oblika površina i usporedbu s teoretskim 3D modelima. Koristimo ga za potrebe konstrukcije, alatnice, ljevaonice i odjela mehaničke obrade. Program ATOS Professional ima puno mogućnosti za obradu podataka. Možemo mjeriti odstupanja od teoretskih vrijednosti, analizirati debljinu stjenki, položaje rupa ili cilindara, GD&T pravokutnost, simetričnost... Program nam također omogućuje i statističku analizu podataka pomoću kojih se može pratiti ponašanje pojedinih komponenti pri različitim operacijama.

1 UVOD

Zbog želje za podizanjem kvalitete i većom produktivnosti alatnice započeli smo izvoditi 3D optička mjerenja mjerenim sustavom ATOS. 3D mjerenja i daljnja obrada tako dobivenih podataka podigli su kvalitetu i skratili vrijeme izrade alata.

2 PRIMJENA U KONSTRUKCIJI

Mjerni sustav ATOS ima široku primjenu u konstrukciji novih proizvoda i alata. Jedna od njih je brza vizualno jasna usporedba osnovnog CAD modela (prije promjene) s modificiranim modelom (slika 1). Na taj način dobijemo 3D sliku na kojoj se može vrlo precizno označiti gdje i koliko materijala treba nanijeti (navarivanjem) ili odstraniti (glodanjem). Taj princip se koristi u korekcijama alata da bi se izbjeglo prekomjerno navarivanje. Time se skraćuje vrijeme navarivanja, smanjuje trošenje materijala za zavarivanje i skraćuje vrijeme obrade vara. Slika 1 prikazuje shemu zavarivanja u kojoj su prikazana odstupanja modela u milimetrima. Također je prikazana skala boja koja se može proizvoljno mijenjati i prilagoditi našim potrebama.



Slika 1: Prikaz odstupanja dva 3D modela

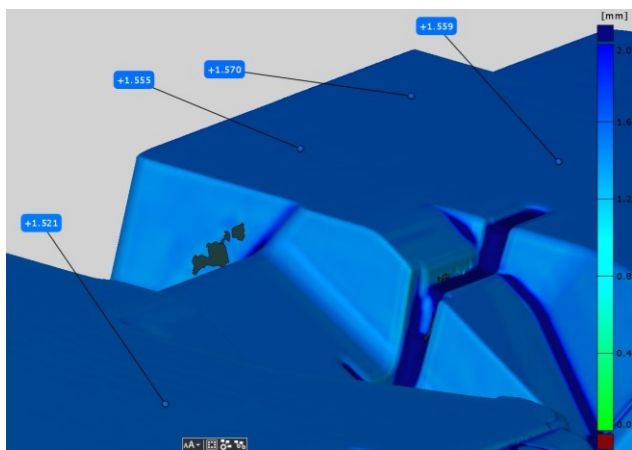
Osim usporedbe CAD modela, ATOS sustav koristimo i za mjerenje debljine stjenki što pogoduje postupcima optimizacije alata.

3. PRIMJENA U ALATNIČARSTVU

3.1 Kontrola komponenata prije toplinske obrade

Kontrola komponenata prije postupka zagrijavanja koristi se ako treba provjeriti da li je kooperant zaista proizveo gravuru onako kako je dogovoreno, te kada želimo usporediti gravuru prije kaljenja s gravurom nakon kaljenja.

Na slici 2 vidljivo je da je dodatak za obradu na gravuri otprilike 1,55 mm, kao što je i dogovoreno s kooperantom



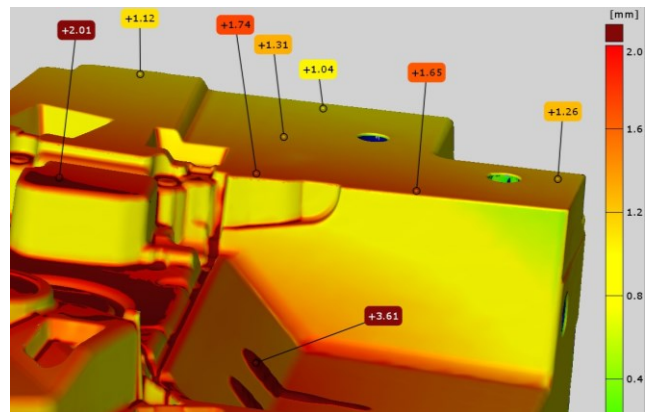
Slika 2: Dodaci na gravuri prije toplinske obrade

3.2 Kontrola komponenata nakon toplinske obrade (nakon kaljenja)

Geometrijska kontrola komponenata nakon kaljenje važnija je za proizvodnju alata nego kontrola prije toplinske obrade. Razlog tome je da toplinska obrada dovodi do deformacije površine i strukture materijala. Usporedbom 3D geometrije prije i poslije toplinske obrade može se opaziti mnogo toga korisnog za daljnju obradu.

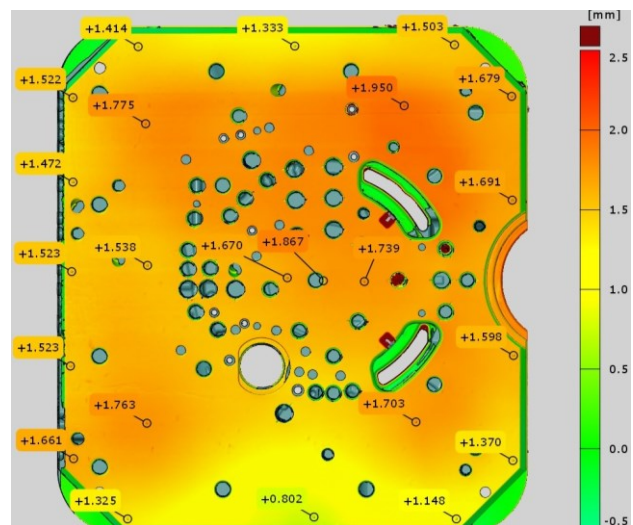
Na slici 3 možemo vidjeti kako se gravura deformirala pri toplinskoj obradi (kaljenju). Vidljivo je da dodaci više nisu konstantni, nego se međusobno znatno razlikuju. To se može uzeti u obzir u kasnijoj obradi gravure i time uštediti vrijeme i obradu glodanjem. Također se, na slici 3, dobro vidi ostatak vara (dodatak +3,61 mm).

Dodatke se može lagano odrediti i na stražnjoj strani gravure (Slika 4). Ove informacije nam uvelike pomažu postaviti gravuru u optimalnu poziciju na steznu ploču alatnog stroja. Pomoću raznih namjenskih podložaka možemo namjestiti gravuru na steznu ploču i tako ju pripremimo za daljnju obradu.



Slika 3: Deformacije gravure nakon kaljenja

Na isti način lako možemo odrediti dodatke na stranama gravure, koji su nakon toplinske obrade također deformirani. Dodaci ni ovdje više nisu konstantni. Podatak o dodacima na stranicama doprinosi ispravnom postavljanju gravure na steznu ploču obradnog stroja.



Slika 4: Deformacija stražnje površine gravure nakon kaljenja

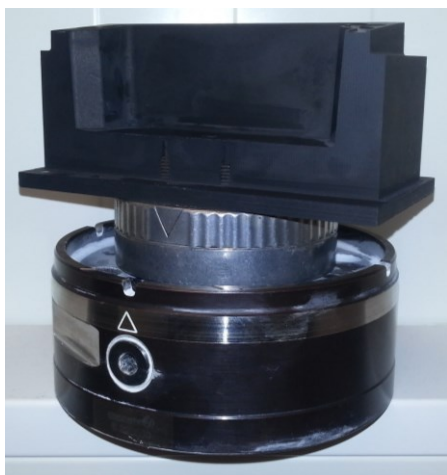
Usporedbom mjerenja istovrsnih objekata i statističkom analizom trenda moći ćemo u budućnosti bolje predvidjeti deformacije nakon kaljenja. Postupno ćemo smanjiti dodatke za obradu i tako znatno uštedjeti na vremenu obrade gravura kao i na obradi glodanjem.

3.3 Kontrola elemenata iz kooperacije

U alatnici povremeno dođe do zagušenja kapaciteta, tada je potrebno proizvesti različite komponente kod kooperanata. Prije nego smo nabavili 3D optički mjerni sustav ATOS kontrola kvalitete izrade bila je vrlo teška i dugotrajna. Mnoge pogreške uočene su tek nakon prvih probnih lijevanja. Nabavom 3D mjernog sustava kontrola kvalitete komponenata koje su proizveli kooperanti znatno se poboljšala. Pogreške na komponentama otkrivaju se već u prvim fazama izrade alata, a ne tek pri prvim probama lijevanja.

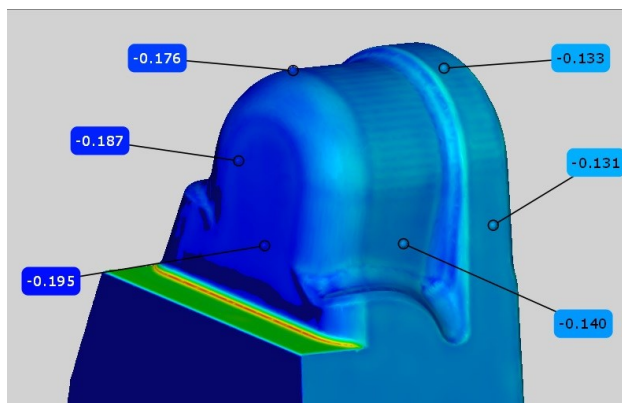
3.4 Kontrola elektroda

Za proizvodnju alata za tlačni lijev često se koriste grafitne ili bakrene elektrode. Mi u 95% slučajeva koristimo grafitne elektrode. Prije prve upotrebe, elektrode za eroziju najprije izmjerimo 3D sustavom ATOS. Da bi elektroda bila pravilno centrirana, mora bit pravilno pričvršćena u držač (Mecatool - Slika 5).



Slika 5: Prikaz upinjanja elektrode u držaču Mecatool

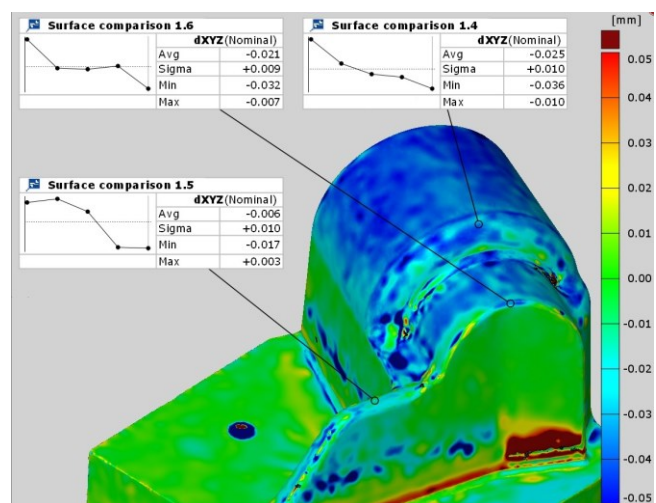
Analizom mjerenja lako odredimo da li je elektroda u centru držača ili ne. Također se vidi odstupanja od teoretskog oblika elektrode (Slika 6). Ako su odstupanja u granicama tolerancije, elektrodu koristimo, inače ju moramo vratiti na doradu.



Slika 6: Prikaz odstupanja elektrode od teoretske forme

Na temelju višekratnih mjerenja iste elektrode nakon različitih režima erodiranja lako možemo razumjeti kako i na koji način se elektroda troši. Program ATOS Professional, s kojim provodimo mjerenja i analiziramo podatke omogućuje nam i statističku analizu izmjerenih podataka. Na slici 7. vidimo opadajući trend 'dodataka' materijala elektrode nakon višekratnog erodiranja.

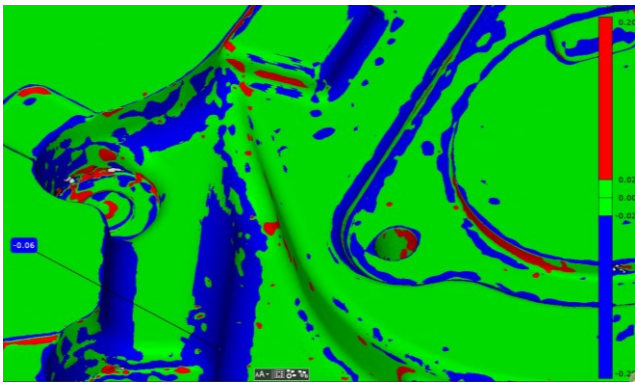
Usporedbom višestrukih mjerenja oblika elektrode i statističke obrade tih rezultata možemo bolje predvidjeti kada će se elektroda potrošiti u tolikoj mjeri da će ju biti potrebno obnoviti ili napraviti novu.



Slika 7: Prikaz trošenja materijala elektrode nakon ponovljenog erodiranja

3.5 Završna kontrola komponenata

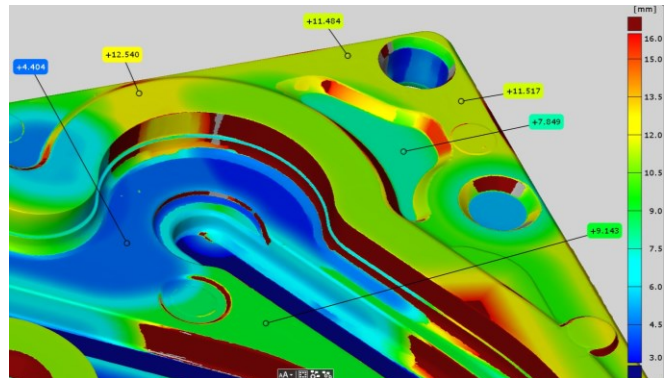
Završna kontrola komponenata dolazi u obzir nakon provedenih završnih korekcija. Program ATOS Professional ima više mogućnosti prikaza rezultata u rasponu boja. Za prikaz odstupanja u završnoj kontroli uobičajeno koristimo skalu od tri boje (Slika 8). Zelena su označene vrijednosti koje od teoretskog modela odstupaju unutar tolerancije (u našem slučaju $\pm 0,02$ mm). Crvena boja nam pokazuje gdje imamo višak, a plava boja gdje postoji manjak materijala. Boje i skalu može se proizvoljno definirati.



Slika 8: Prikaz završne kontrole komponente

4. MJERENJE FINALNIH PROIZVODA – ODLJEVAKA

Mjerni sustav ATOS koristimo i za mjerenje finalnih proizvoda - odljevaka. Radimo kontrolu prvih uzoraka odljeva, tijekom serijske proizvodnje i nakon svih korekcija alata. Odljevke najprije 3D skeniramo s jedne, a zatim s druge strane. Program zatim preko zajedničkih referentnih točaka sastavlja cjelovitu sliku odljevka. Zatim uspoređujemo naše mjere s teoretskim modelom i utvrđujemo odstupanja. Također se može jednostavno izmjeriti pozicije rupa, pravokutnosti, ravnosti, paralelizma, koncentričnosti i mnoge druge stvari. Često nas zanima debljina stijenke koju jednostavno izmjerimo na više načina. Jedan od njih je da nam program automatski izračuna debljinu stjenke i prikaže skalom boja (slika 9).



Slika 9: Prikaz debljine stjenki odljevka

5. PRIMJENA 3D MJERENJA ZA „POVRATNO INŽENJERSTVO“

U slučaju da nemamo računalni 3D model komponenti nego imamo samo fizički objekt, možemo ga jednostavno snimiti 3D mjernim sustavom ATOS, a zatim, na temelju izmjerene geometrije, namjenskim CAD programima rekonstruirati 3D CAD model na principima 3D modeliranja. Takav proces prikladniji je za jednostavnije elemente no moguće je i povratno inženjerstvo složenih elemenata, ali to naravno zahtijeva dosta vremena.

6. USPOREDBA REZULTATA MJERENJA 3D KOORDINATNIM STROJEM I OPTIČKIM 3D SKENIRANJEM

Mjerenje 3D optičkim sustavom ATOS puno je brže nego s 3D koordinatnim strojem. Za 3D skeniranje odljevka trebamo u prosjeku oko 2 sata, i time dobijemo veliku količinu podataka o površini. Kontaktni 3D koordinatni stroj ne može dati toliko informacija o samoj površini, ali može sa nešto većom točnošću odrediti pozicije pojedinih rupa i različitih pozicija na komadu. U dosadašnjem korištenju 3D skeniranje uglavnom koristimo za mjerenje površina, a rjeđe za mjerenje položaja rupa.