

KOKKUVÕTE

Antud bakalaureusetöö raames uuriti süsinik- ja tööriistaterastele füüsiliselt aursadestatud keraamiliste (AlTiN ja AlTiN/ α -Si₃N₄ (nACo®, Platit AG)) pinnakatete mehaaniliste omaduste muutusi, enne ja pärast pinnatud teraste laserkarastamist.

Täpsemalt oli eesmärgiks tuvastada laserkarastamise mõjul muutused materjalide kõvadus- ja abrasiivkulumisnäitajatele. Töö käigus tehti ka mikrostruktuuride ülevõtted, nii enne kui ka peale laserkarastamist, selleks et faasimuutuste abil analüüsida mehaaniliste omaduste muutuste põhjuseid. Katsematerjalide kohtkarastus viidi läbi võimsustel: 700 W, 900 W ja 1100 W.

Katsematerjalidest oli töösse valitud kõrglegeeritud tööriistateras Vanadis® 6 ja süsinikteras C45E. Mõlemad materjalid leiavad laialdast kasutust masinaehituse ja mehaanika valdkonnas, näiteks hammasrataste, võllide ja laagrite valmistamisel. Lisaks sellele valmistatakse Vanadis® 6 terasest lõiketööriistu ja terikuid, mille abil on võimalik toota eelpool mainitud masinaelemente.

Katsetulemuste kokkuvõte antakse edasi järgnevalt järelduste vormis ning on jagatud vastavalt läbiviidud katsete põhjal kategooriateks.

- Kolmel juhul neljast 1100 W laserkarastamisel oli temperatuur pinde jaoks liiga kõrge. See tähendab, et aursadestatud pinnakate deformeerus suurel määral või üldsegi hävines. Seega on võimalik järeldada, et uuritud kõvapinnete laserkarastamisel ei tohiks laserkiire võimsust tõsta üle 900 W.
- Vanadis® 6 on läbiviidud katsete ja vaatluste põhjal oluliselt tundlikum kõrgele temperatuurile, kui C45E süsinikteras. See tähendab, et pinded ei kannatanud deformeerumata suuremat laserkiire võimsust, kui 700 W.
- Aursadestatud kõvapinnete laserkarastamine aitab olulisel määral tõsta teraste kõvadust. Eriti tugevat kõvadusnäitajate paremist võis täheldada C45E süsinikterase puhul. Ometi vajab märkimist erandina 700 W võimsuse laserkiirega karastamine, mis vähendas kõvadust rohkem, kui poole võrra. See on ka anomaalia, mis vajab põhjalikumat uurimist.

- Kõikide mõõdetud katsete aursadestatud pinde nakkekindlus oli veidi tõusnud või äärmisel juhul püsinud samal tasemel. Seega võib väita, et laserkarastamine omab pigem neutraalset mõju nACo® ja AlTiN kõvapinnete nakkekindlusele uuritud teraste korral.
- Laserkarastamise mõju pinnakatete mikroabrasiivkulumisele oli samuti positiivse mõjuga ning võimaldas paremaid kulumiskindluse näitajaid. Oluline on mainida, et parenenud tulemusi nähti just madalal, ehk 700 W võimsusega laserkarastamisel.
- Makroabrasiivkatse tulemused olid väga laialt varieeruvad ning ühtset järeldust välja ei ole võimalik tuua. Oli juhte, kui laserkarastamise järgsed tulemused olid oluliselt kehvemad, kui algsed näitajad. Ehk enamikel juhtudel ei ole laserkarastamine põhjendatud kõvapinnete makroabrasiivkulumise kindluse tõstmiseks. Erandina on võimalik välja tuua C45E süsinikteras, millele on aursadestatud AlTiN kõvapinne. Sellisel juhul võimaldab laserkarastamine 900 W ja 1100 W võimsusega tõsta pinde kulumiskindlust vastavalt 81-160% võrra.

SUMMARY

Within the framework of this bachelor's thesis, changes in the mechanical properties of physical vapor deposited ceramic (AlTiN and AlTiN/ α -Si₃N₄ (nACo®, Platit AG)) coatings on carbon and tool steels were investigated before and after laser hardening of the coated steels.

More specifically, the aim was to identify the changes in the hardness and abrasive wear characteristics of the materials due to the effect of laser hardening. During the work, photographs of the microstructures were also taken, both before and after laser hardening, in order to analyze the causes of changes in mechanical properties due to phase changes. Spot hardening of the test materials was carried out at powers: 700 W, 900 W and 1100 W.

Among the test materials, high-alloyed tool steel Vanadis® 6 and carbon steel C45E were selected for the work. Both materials are widely used in the field of mechanical engineering, for example in the manufacture of gears, shafts and bearings. In addition, cutting tools are manufactured from Vanadis® 6 steel, with the help of which it is possible to produce the aforementioned machine elements.

A summary of the test results is presented below as conclusions and is categorized according to the conducted tests.

- In three out of four cases during 1100 W laser hardening, the temperature was too high for the surface. This means that the vapour-deposited surface coating was deformed to a large extent or completely destroyed. Thus, it is possible to conclude that the power of the laser beam should not be increased above 900 W during laser hardening of the studied hard coatings.
- Based on tests and observations, Vanadis® 6 is significantly more sensitive to high temperatures than C45E carbon steel. This means that the coatings did not suffer a higher laser beam power than 700 W without being deformed.
- Laser hardening of vapor-deposited hard surfaces helps to significantly increase the hardness of steels. A particularly strong improvement in hardness could be observed in the case of C45E carbon steel. However, as an exception, the hardening with a 700 W laser beam of should be noted, which reduced the

hardness by more than half. This is also an anomaly that needs further investigation.

- The adhesion of the vapor-deposited coatings during all the tests slightly increased or, in extreme cases, remained at the same level. Thus, it can be stated that laser hardening has rather no effect on the adhesion resistance of nACo® and AlTiN hard coatings on the studied steels.
- The effect of laser hardening on microabrasive wear of hard coatings also had a positive effect and enabled better wear resistance. It is important to mention that the improved results were seen only in the case of low laser beam power, i.e. 700 W.
- The results of the macroabrasive test varied to a large extent, and it is not possible to draw a single conclusion. There were cases, when the results after laser hardening were significantly worse than the initial ones. In other words, in most cases, laser hardening doesn't lead to increase of the resistance to macroabrasive wear of hard coatings. An exception is C45E carbon steel, which has a vapor-deposited AlTiN hard surface. In this case, laser hardening with a power of 900 W and 1100 W allows to increase the wear resistance of the surface by 81-160%, respectively.