

Lézeres újraolvasztási technológia alkalmazása kultivátorkapák esetén

Application of laser remelting technology in case of cultivator tine

DOMOKOS István¹, Dr. PÁLINKÁS Sándor¹, Dr. FAZEKAS Lajos¹, Dr. MOLNÁR András²

1 Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető utca 2-4,
<https://mecheng.unideb.hu/>

2 Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, 3515
Miskolc-Egyetemváros
<https://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/ATI/index.php>

Abstract

The efficiency of agricultural activity is significantly influenced by the condition of the power machines used in agricultural production. Among other things, the creation and maintenance of suitable soil conditions play a very important role in achieving the desired crop yield. The tiller tools are exposed to extremely high loads and significant wear, so it is necessary to investigate the relationship between the active layer and durability. The goal of our research work is to replace the old, worn-out cultivator teeth with longer-lasting hoes; Various heat treatment technologies were developed and hot metal powder spraying was used to achieve our goal. One part of the hoes was remelted with a flame, the other part with a laser. The products we make will be used in agricultural production in the future, so it can be determined which heat treatment or layering technology we use during production. Since a cultivator is equipped with many cultivator hoes, costs can be significantly reduced by using cultivator hoes made with well-chosen stratification technology and a larger crop/agricultural area can be achieved during cultivation. Based on the tests carried out so far, it can be predicted that the use of nickel-alloyed metal powders for a subsequent (hot) melting layer construction seems to be effective..

Keywords: hot metal powder spraying, lifetime repair, agricultural machinery, surface treatment.

Kivonat

A mezőgazdasági tevékenység hatékonyságát jelentősen befolyásolja a mezőgazdasági termelésben használt erő- és munkagépek állapota. A kívánt terméshozam elérésében nagyon fontos szerepet játszik többek között a megfelelő talajviszonyok megteremtése és fenntartása. A talajművelő szerszámok rendkívül nagy terhelésnek és jelentős kopásnak vannak kitéve, ezért szükséges a talajjal érintkező réteg és a tartósság kapcsolatának vizsgálata. Kutatómunkánk célja a régi, elhasználódott kultivátorfogak cseréje hosszabb élettartamú kapákkal; Célunk elérése érdekében különféle hőkezelési technológiákat fejlesztettünk ki, és meleg fémportörést alkalmaztunk. A kapák egyik csoportjának felületét lánggal, másik csoportját lézerrel olvasztottuk újra. Az általunk készített munkadarabok a jövőben a mezőgazdasági termelésben kerülnek felhasználásra, így meghatározható, hogy a gyártás során milyen hőkezelési vagy felületkezelési technológiát alkalmazunk. Mivel egy kultivátor sok kultivátorkapával van felszerelve, a jól megválasztott felületkezelési technológiával készült kultivátorkapák használatával a költségek jelentősen csökkenthetők és a művelés során nagyobb terület művelhető meg. Az eddig elvégzett vizsgálatok alapján megjósolható, hogy a nikkeltövezetű fémportörés, majd újraolvasztása biztató eredményeket ad.

Kulcsszavak: meleg fémportörés, élettartam javítás, mezőgazdasági munkagépek, felületkezelés.

1. Bevezetés

A mezőgazdasági tevékenységet alapvetően az erőgépek és a talajművelő gépek állapota határozza meg. A talajművelésben használt gépek aktív részei a munkavégzés során nagy kopásnak vannak kitéve (1. ábra).

A nemzetközi szakirodalomban több kutatócsoport is foglalkozik a talajművelő elemek kopásállóságának javításával [2, 3, 6]. A kívánt terméshozam elérésében nagyon fontos szerepet játszik

többek között a megfelelő talajviszonyok megteremtése és fenntartása. A kultivátorkapák ezért nagyon gyorsan elhasználódnak, a gazdálkodók kénytelenek folyamatosan javítani és cserélni őket. A kutatás célja ezen kapák kopásállóságának növelése, melynek eredményeként az élettartamuk jelentősen megnövelhető. Ez a megoldás ugyan drágább, de a karbantartási és üzemeltetési költségek csökkenése miatt gyorsan megtérül. Jelen kutatásunkban arra a kérdésre szeretnénk választ kapni, hogy ha a kaptagokat meleg fémportszórással állítják elő, milyen kopási eredményeket kapunk, és a forró fémportszórással felvitt réteg mennyire tudja megvédeni a felületet mechanikai hatásoktól. A kutatás során a meleg fémportszórással kezelt kapák felét lánggal, felét lézerrel olvasztották újra.



1. ábra. Mezőgazdasági kombinátor szárzúzó kése, tárcsája és lúdtalpkapája[1]

2. minták előkészítése talajműveléshez és anyagvizsgálatokhoz

2.1. Meleg fémportszórás és lézeres újraolvasztás

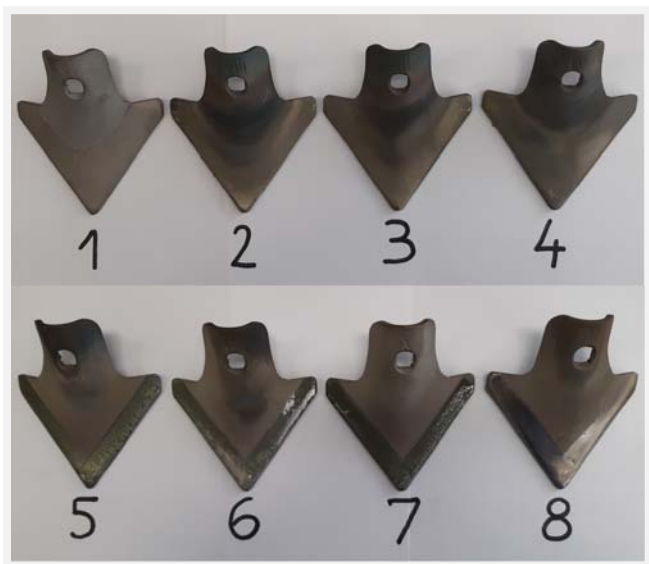
A kísérleti kapák fémportszórását a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Gépészmérnöki tanszékének hegesztő laboratóriumában végeztük el. A kísérlet elvégzéséhez 10 lúdtalpkapa állt rendelkezésemre. 8 darab felületére meleg fémportszórással vittük fel a kopásálló felületi réteget. További két darabon lézeres felrakó hegesztést alkalmaztunk. A Claddinget, azaz lézeres felrakó hegesztést Höganäs 60% Volfrám-Karbid porral végeztük. Ezt a folyamatot a BuBen Laser Budai Benefit Kft. lézertechnológiai üzeme végezte el számomra. A kísérletre elkészített kultivátor kapákat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Lúdtalpkapák felületkezelő eljárásai

1. táblázat

Minta Száma	Alkalmazott rétegfelviteli technológia	Az újraolvasztás módja
1	meleg fémportszórás Eutalloy® 10009 (BoroTec) ötvözetporral	lánggal
2	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lánggal
3	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lánggal
4	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lánggal
5	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lézerrel
6	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lézerrel
7	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lézerrel
8	meleg fémportszórás 50 % N 60 Mogul + 50 % Volfrám-Karbid	lézerrel
9	lézeres felrakóhegesztés Höganäs 60% Volfrám-Karbid	
10	lézeres felrakóhegesztés Höganäs 60% Volfrám-Karbid	

A táblázatban szereplő első 4 kapát lánggal újraolvasztottuk. Az úgynevezett remeltinget acetilén-oxigén gáz keverékével végeztük el. Az 5, 6, 7, 8-as számmal ellátott próbatestünket szintén a fentebb említett eljárással szórtuk fel.



2. ábra. A meleg fémportszóró kapák (Forrás: saját készítés)

2.2. Vizsgálati minták létrehozása

A metallográfiai vizsgálatokhoz létrehoztunk 10 darab próbatestet, melyeknek a felületét meleg fémportszórással kezeltük, majd ezeket lánggal, illetve lézerrel újraolvasztottuk a kapákkal megegyező módon.

A lúdtalpkapák alapanyaga C60-as anyagminőségű melegen hengerelt acéllemez. A meleg fémportszórás során a különböző rétegeket felvittük egy-egy a kultivátorkapa anyagával megegyező anyagminőségű acéllapra, ezáltal próbadarabokat hoztunk létre a felvitt réteg és az alapanyag között kialakult átmeneti réteg vizsgálata céljából. A próbatestek újraolvasztása lánggal, illetve lézerrel történt. A rétegek összetételét, valamint az újraolvasztás módját a 2. táblázat tartalmazza.

Vizsgálati minták

2. táblázat

Minta száma	Az alkalmazott rétegfelviteli technológia	Az újraolvasztás módja
7a	meleg fémportszórás Deloro 60 ötvözetporral	lánggal
8a	meleg fémportszórás N 40 Mogul ötvözetporral	lánggal
9a	meleg fémportszórás N 50 Mogul ötvözetporral	lánggal
10a	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lánggal
7b	meleg fémportszórás Deloro 60 ötvözetporral	lézerrel
8b	meleg fémportszórás N 40 Mogul ötvözetporral	lézerrel
9b	meleg fémportszórás N 50 Mogul ötvözetporral	lézerrel
10b	meleg fémportszórás N 60 Mogul ötvözetporral	lézerrel

2.3. Ultrahangos keménységvizsgálat

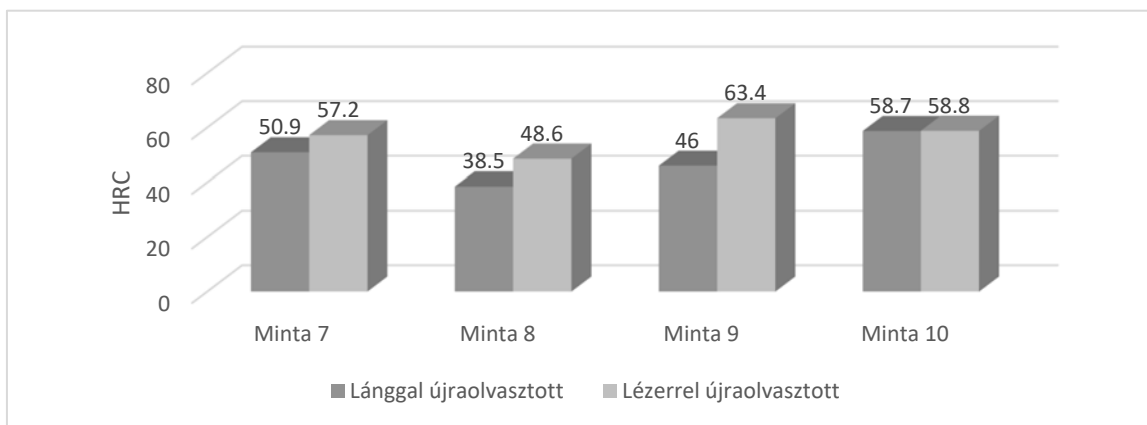
A kísérlet elején a vizsgálat fő célja az volt, hogy megvizsgáljuk a lézeres újraolvasztás hatását a felszóró rétegre.

Erre a célra SAUTER HO ultrahangos keménységmérőt alkalmaztunk (3. ábra). A SAUTER HO egy Vickers gyémánt csúcs segítségével méri meg a próbatest keménységét, amely meghatározott erővel nyomódik a mérni kívánt próbatestre. Ezután a csúcsot megrezgeteti ultrahanggal. A keménységi értéket az ultrahang csillapításából számolja ki az eszköz.



3. ábra. SAUTER HO ultrahangos keménységmérő (Forrás: saját készítés)

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a lézeres újraolvasztás jelentősen megnövelte a szórt felület keménységét a 7., 8. és 9. minta esetében (4. ábra).



4. ábra. Az ultrahangos keménységvizsgálat eredményeinek összehasonlítása oszlop diagramban.

2.3. Mikroszkópos vizsgálat

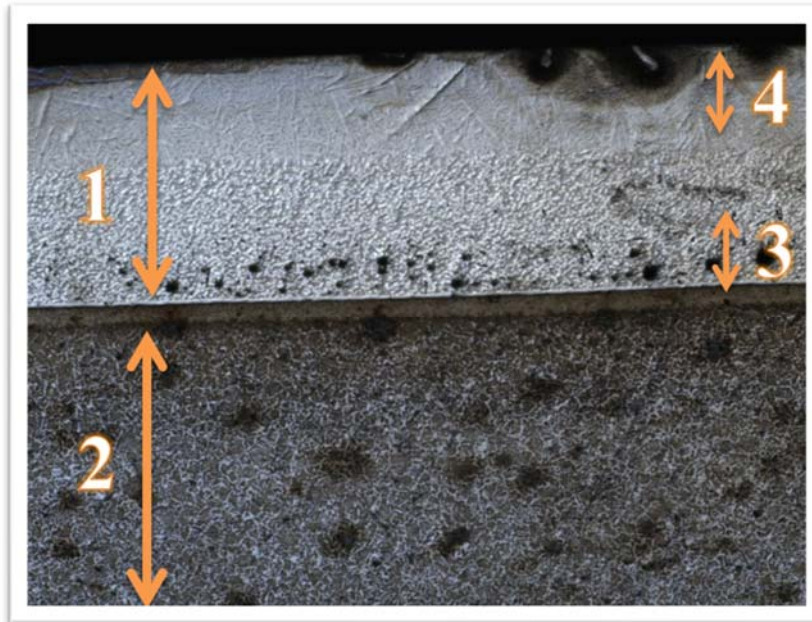
Legvégül az előkészített próbatesteket, szövetszerkezetét egy Karl Zeiss Smartzoom 5 fénymikroszkóppal vizsgáltuk meg (5. ábra). Arra voltunk kíváncsiak, hogy a lézeres újraolvasztás milyen mélyen képes behatolni a rétegbe, illetve milyen szövetszerkezeti változások jönnek létre a lézeres újraolvasztás során. Igyekeztünk a számunkra legideálisabb nagyítást elérni, hogy mind az alapanyag, mind a felszórt réteg, valamint a diffúziós zóna is látszódjon.



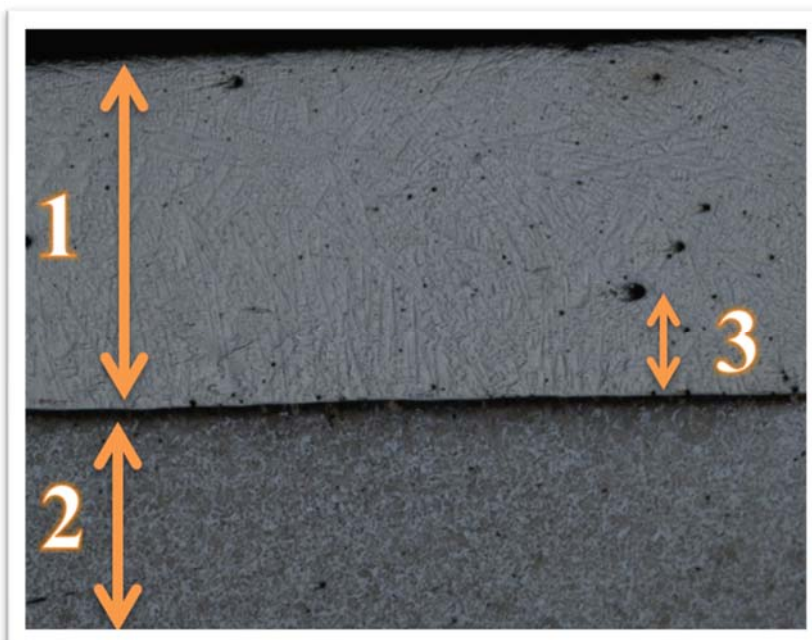
5. ábra. Karl Zeiss Smartzoom 5 fénymikroszkóp.

A mikroszkopikus vizsgálatok során összehasonlítottuk a meleg fémorszort kapák lánggal végzett átolvasztással valamint a lézeres újraolvasztással kapott szövetszerkezeteit. A kiértékelés során megállapítottam, hogy mindegyik mintán elkülönülten látható az alapanyag, az átmeneti diffúziós zóna, illetve a felszort réteg, továbbá a lézerral újraolvasztott minták esetén az újraolvadt réteg egyértelműen megkülönböztethető.

Mindegyik mintán elkülönülten látható az alapanyag, az átmeneti diffúziós zóna, illetve a felszort réteg, továbbá az is látható a képeken, hogy az alapanyaggal nincs felkeveredés (felhígulás).



6. ábra: 8b minta; Alapanyag (2), az átmeneti diffúziós zóna (3), illetve a felszort réteg(1), lézerral újraolvasztott dendrites réteg (4). (Forrás: saját készítés)



7. ábra: 9b minta; Alapanyag (2), az átmeneti diffúziós zóna (3), illetve a felszort réteg oszlopos dendrites szerkezete(1), (Forrás: saját készítés)

Megfigyeltük, hogy a lézeres újraolvasztás behatolási mélysége megfigyelhető a 8b és 9b mintákon.

A 9b mintán a felszort réteget a lézer teljesen átolvasztotta, mivel ott a felszort réteg fele olyan vastag, mint a 8b-as minta esetében. A 9b minta felületén lévő réteg 0,8 mm, a 8b minta felületén 1,8 mm. Mivel a

lézer a 9b mintát átolvasztotta, a 8b mintát pedig kb. 0,8 mm mélyen, így az is megállapítható, hogy a lézer behatolási mélysége a jelen beállításokkal körülbelül 0,8 mm.

3. Összefoglalás

A vizsgálat során 9 db. mintát különböző minőségű ötvözetporral porszórtunk, majd ezeket lánggal, vagy lézerrel újraolvasztottuk. A kezelt próbatestek felületét ultrahangos keménységmérővel, illetve fénymikroszkóppal vizsgáltuk.

A kutatómunkánk elérte a kezdeti célját. Megállapítottuk, hogy a meleg fémportszórás felületek lézeres újraolvasztás után keményebb felületet alkotnak, mint a lánggal újraolvasztás esetén.

A mikroszkopikus vizsgálatok során összehasonlítottuk a meleg fémportszórás követő lánggal végzett átolvasztás és a lézeres újraolvasztással kapott szövetszerkezeteket. A kiértékelés során megállapítottuk, hogy mindegyik mintán elkülönülten látható az alapanyag, az átmeneti diffúziós zóna, illetve a felszóró réteg, továbbá a lézerral újraolvasztott minták esetén az újraolvasztó réteg egyértelműen megkülönböztethető és megfigyelhető, hogy az alapanyaggal nincs felkeveredés (felhígulás).

Irodalmi hivatkozások

- [1] Pálinkás S., Fazekas L., Gindert-Kele Á., Molnár A., Hagymássy Z., Konyhás D., Improvement of tillage elements of agricultural Machinery; ISCAME 2016
- [2] Sukhpreet S., Sukhpal S. C., Influence of hardfacings on wear behavior of EN-42A steel in actual field conditions; Advances in Materials and Processing Technologies, 2022
- [3] Fayurshin A., Farkshatov M., Saifullin R., Islamov L., Gaskarov I., Masyagutov R., Bagautdinova I., Improving the Durability of Cultivator Blades Using One-Sided Gas Flame Surfacing, Jurnal of Applied Engineering Science, 2021
- [4] Hartmann V., Felker J., Kalmár V., Horváth G.; Mezőgazdasági gépalkatrészek felújítása, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1986
- [5] Tóth E., Felületi Rétegek Technológiája, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1993
- [6] Keyhany, P., Vahdat, S. E., Repair of Structural Steel Surface Groove by Using Flame Welding Method by Spraying Pure Iron Powder. Archives of Foundry Engineering, 2016
- [7] <https://www.micro-shop.zeiss.com/en/us/system/smartzoom+5-smartzoom+5-digital+microscopes/10284/>