

Egyedi koptatógép tervezése fémportszóró kultivátor kapatok kopásvizsgálata céljából

Designing a custom wear machine for evaluating the wear of hot metal sprayed cultivator tines

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, Anyagszerkezzetani és Anyagtechnológiai Intézet, 3515
Miskolc-Egyetemváros
<https://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/ATI/index.php>

Abstract

In the study, I detailed the technology of hot metal spraying, which is an efficient surface repair method. Following this, I presented the design process of the wear testing machine aimed at simulating the wear of cultivator tines. I highlighted the design considerations of the machine, as well as the importance of selecting the motor and gearbox. Using diagrams, I illustrated the main components and operation of the planned machine. Finally, I summarized the results of the research and the possibilities of the planned wear testing machine for laboratory and practical use.

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

Kivonat – Kivonat cím

A tanulmányban részleteztem a meleg fémportszórás technológiáját, amely egy hatékony felületjavítási eljárás. Ezt követően bemutattam a koptatógép tervezésének folyamatát, melynek célja a kultivátor kapák kopásának szimulálása. Kiemeltem a gép tervezésének szempontjait, valamint a motor és hajtómű kiválasztásának fontosságát. Az ábrák segítségével bemutattam a tervezett gép fő részeit és működését. Végül összefoglaltam a kutatás eredményeit és a tervezett koptatógép laboratóriumi és gyakorlati felhasználásának lehetőségeit.

Kulcsszavak: meleg fémportszórás, élettartam javítás, mezőgazdasági munkagépek, felületkezelés

BEVEZETÉS

1.1. Meleg fémportszórás technológiája

A meleg fémszórás egy olyan felületjavítási eljárás, amelyet napjainkban széles körben alkalmaznak. A módszer során a fémport felmelegítik [1-4], majd nagy nyomáson szórják a javítandó felületre, így kiváló tapadást és korrózióvédelmet biztosítanak.

A meleg fémszórás előnyei közé tartozik a gyorsaság, a tartósság és a költséghatékonyság, ezért ezt a technológiát széles körben választják a felületjavításhoz. A meleg fémszórás technológiája folyamatosan fejlődik, új anyagokat, eljárási paramétereket és alkalmazásokat fedeznek fel, amelyek tovább növelik a felületjavítási eljárás jelentőségét.

A fémszórásos eljárások széles körben alkalmazhatók az elhasznált gépkomponensek felújítására, és ma már az új alkatrészek gyártásában is szerepet játszhatnak. A kutatómunka során kísérleti próbatesteket hoztunk létre (lásd 1. ábra), amelyek éleit meleg fémszórással (meleg fémszórás és lézeres újraelvasztás) kopásálló rétegekkel láttuk el. A permetezett kísérleti darabok csak bizonyos évszakokban használhatók mezőgazdasági célokra, mivel a talajelőkészítés során, a vetés előtt, valamint a már kelő növények soros műveléséhez használják.



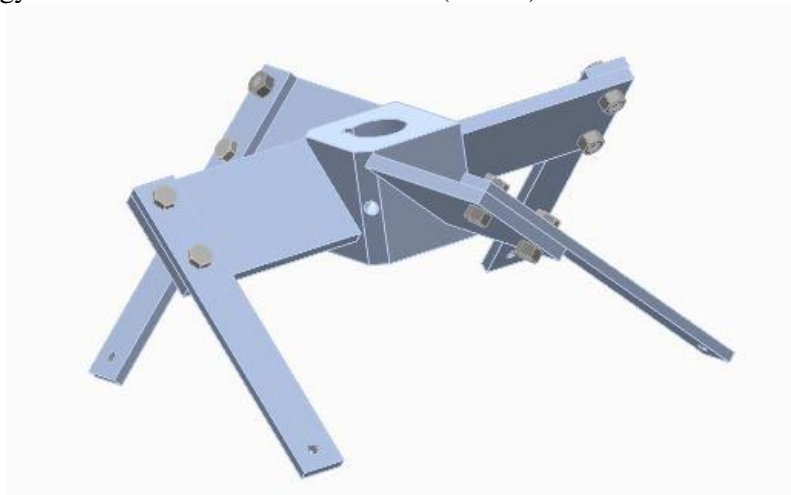
1 ábra: Az ötvözetpor rétegfelvitele meleg fémorszórással

KOPIATÓGÉP TERVEZÉSE

Az irodalomkutatás [7, 8] bebizonyította, hogy számunkra jelenleg elérhető kopásvizsgálati módszerek nem lesznek megfelelőek. Ez szükségessé tette egy új koptatógép megtervezését, ami lehetővé teszi, hogy az elkészített kultivátorkapákat behelyezzük, rögzítsük és egy megfelelő közegben, megfelelő sebességgel mozgassuk, amivel szimulálni tudjuk a szántóföldi körülmények közötti kopást.

Ezt az információt a későbbiek folyamán egy matematikai módszer kidolgozására szeretném felhasználni, ami lehetővé teszi számunkra, - a talajtani viszonyokat figyelembe véve és az anyagi tulajdonságokat ismerve - hogy előre meg tudjuk határozni a kopás mértékét. Fontos az is, hogy a már elkészített és felszórt kultivátorkapákat ne csak szántóföldi körülmények között tudjuk tesztelni, ahol a talajviszonyok dinamikus változása miatt nehéz egzakt adatokat kapni, hanem laboratóriumi körülmények között vizsgálva egy kvázi homogén közegben is fel tudjuk majd állítani egy kopási mintázatot.

Elsődleges fontosságú volt, hogy meghatározzam a kapák által bejárt út átmérőjét. ehhez ismernem kellett a tervezhető tartály átmérőjét. Én egy 1000 mm átmérőjű tartályt választottam, amibe a kapák bejárt útját 540 mm lesz. A kapákat ahhoz, hogy valós pályán tudjanak mozogni, megfelelő szögbe kell állítani, aminek köszönhetően egy turbina alakú keresztet terveztem. (2. ábra).



2. ábra.: Turbina a kultivátor kapák felfogatásához

A tervezési szempontokat meghatároztuk, ahol körvonalaztuk a kopáspróbás géppel szemben támasztott követelményeket, amelyek a következők:

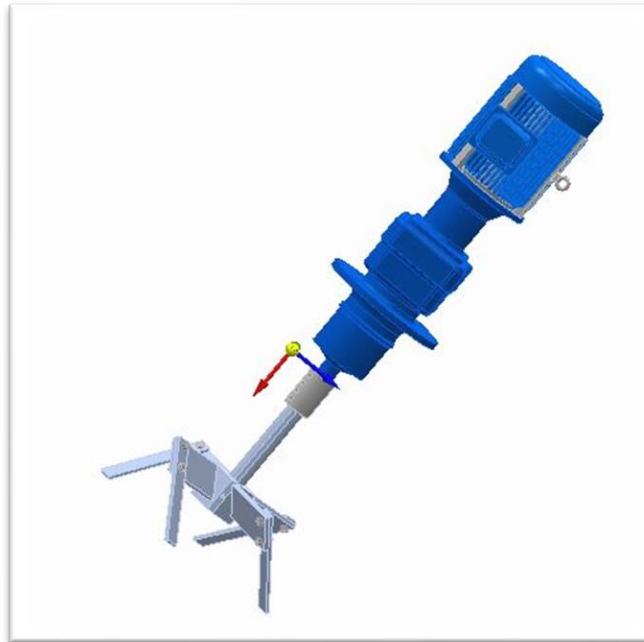
- A koptatást egy ismert szemcseméretű és ellenállású homokban kell elvégezni.
- Ez a közeg változtatható kell hogy legyen.
- A kapákat körpályán kell mozgassuk, hogy a közeg abrazív hatása valóban a felszört és hőkezelt éleket koptassa.
- A vizsgált munkadarab kell mozogjon, nem pedig a közeg.
- A forgó mozgást egy elektromotor állítja elő, amely fordulatszámát egy hajtóművel kell csökkentjük.
- Mivel a gépet valóban meg szeretném valósítani, emiatt fontos, hogy gazdaságosan kivitelezhető legyen.

A motor 1,1 kWh teljesítményű 3 fázisú 1400 1/min fordulátú motor 19mm-es kihajtótengellyel szerelve. A motor peremes, így nincs szükség adapterre, vagy talpra, közvetlenül a hatóműhöz rögzíthető.

A hajtóművet a motorhoz választottam, mivel ekkora bejárt körön jelentősen kell csökkentjük a fordulatszámot, illetve a nyomaték növekedésnek kedvező hatása lesz a homokban.

A hajtómű egy CHC-20 típusú homlokfogaskerékes hajtómű, amely 19mm átmérőjű tengelyt képes fogadni, az áttétele $i=13,8$.

Az 5. ábra az összeszerelt koptatógép fő részét mutatja be.



3. Ábra.: Motor, hajtómű, merev tengelykapcsoló, tengely szerelve

Ez optimális sebességet fog számunkra eredményezni, mivel ismerjük a turbina által bejárt kör átmérőjét ($d=540\text{mm}$) a motor fordulatszámát (1400 1/min), illetve az áttételt ($i=13,8$).

SZÁMÍTÁSOK

A számítás megmutatja, hogy a szántóföldön ha a szántóföldön optimális sebesség 10 km/h, ez a koptatógépben 540 mm-es átmérővel 98,24 1/min-nek felel meg.

Ahhoz, hogy kiszámoljuk, hogy egy kultivátor mennyi folyómétert tesz meg egy ha-on, ismernünk kell a munkaeszköz munkaszélességét. Én egy átlagos méretű Kverneland szántóföldi kultivátort vettem alapul. Ennek a munkaszélessége 6,1 m.

Mivel tudjuk, hogy egy hektár mérete 10.000 m², ami 100m x 100m kiszámítható a traktor által bejárt út hossza a területen.

$$100 \text{ m} / 6.1 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 1639.34 \text{ m} \quad (1)$$

Továbbá kiszámíthatjuk, hogy 1 másodperc alatt a koptatógépben a kapa mekkora utat jár be:

:

$$1.64 \text{ 1/s} \times 0.54 \text{ m} \times \pi = 2.78 \text{ m} \quad (2)$$

Ebből következik, hogy az 1639,34 m távot a kapa a koptatógépben

$$1639.34 \text{ m} / 2.78 \text{ m} = 539.7 \text{ s} \quad (3)$$

alatt járja be, ami 9 percnél felel meg. Tehát ezzel a fordulatszámmal a koptatógépben közel 9 percre van szükség, hogy a kapa bejárja a ha-onkénti távolságot.

3.1. Meleg fémforszórás technológiája

A megtervezett koptatógép számos jellemzővel rendelkezik, amelyeket a tervezés során figyelembe kellett vennem a működési hatékonyság, a könnyű kezelhetőség és a gazdaságos kivitelezés szempontjából. Az alábbiakban bemutatom a gép főbb tulajdonságait:

- **Tartály:** A tartály átmérője: 1000 mm, mely rozsdamentes acélból készül, könnyen beszerezhető anyag. Kultivátor kapák bejárt útja: 540 mm, a kapa mozgását turbina alakú kereszt vezérli. A kultivátor kapák csavarkötéssel rögzíthetők a turbina végén található furathoz.



4 Ábra: Tartálydob lábakkal és karimával

- **Meghajtás:** Motor: 1,1 kWh teljesítményű, 3 fázisú aszinkron motor. Fordulatszám: 1400 1/perc, ami egy homlok fogaskerekes hajtómű áttételével ($i=13,8$) csökken, így optimalizált sebességet eredményez a kultivátor kapáknak.
- **Tervezett Sebesség:** A koptatógépben lévő kultivátor kapák sebessége: 98,24 1/perc, ami szántóföldi kultivátorok szokásos vontatási sebességével egyezik meg (10 km/h).
- **Fedelelek:** Nyitható fedelelek: Zongorazsanérral rögzítve a motortartó középlemezhez. Fedelelek anyaga: Műanyag vagy plexi, könnyen kezelhető, cserélhető és ellenáll a külső hatásoknak.
- **Motortartó középlemez:** Hegesztéssel rögzítve, tartalmazza a hajtóműtalpot és a rögzítő furatokat. Hajtóműtalp: Hajlított lemezalkatrész, ami a motor-hajtómű kombinációt tartalmazza.

- **Funkcionalitás:** A koptatógép alkalmas a homokkal történő munkavégzésre, a kultivátor kapák pedig egyenletes körpályán mozoghatnak, szimulálva a szántóföldi kultivátorok munkáját.
- **Laboratóriumi és Gyakorlati Felhasználás:** A gép tervezése lehetővé teszi laboratóriumi körülmények között való tesztelést is, így a kultivátor kapák kopását és viselkedését laboratóriumi beállítások mellett is meg lehet vizsgálni.



5 Ábra: Az összeszerelt koptatógép palást nélkül

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a kutatásban összegeztük a meleg fémorszórt kapák előkészítését, valamint lánggal és lézerrel való hőkezelését. Ezáltal készen állnak a koptatógépben történő vizsgálatra, valamint a szántóföldi körülmények közötti tesztelésre.

A kutatás második részében megterveztem egy laboratóriumi koptatógépet, amit optimalizáltam a sebességet, illetve meghatároztam a koptató közeget, ami labor körülmények között alkalmas a szántóföldi művelés szimulálására.

Továbbá kiszámítottam, hogy 1 másodperc alatt a koptatógépben a kapa 2,78 m utat jár be. Ebből következik, hogy az 1639,34 m távot a kapa a koptatógépben 539,7s alatt járja be, ami 9,43 percre felel meg. Tehát a meghatározott fordulatszámmal a koptatógépben közel 10 percre van szükség, hogy a kapa bejárja a hektáronkénti távolságot.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Aramide, B., Pityana, S., Sadiku, R. et al. Improving the durability of tillage tools through surface modification—a review. *Int J Adv Manuf Technol* 116, 83–98 (2021)
- [2] Fayurshin, Azamat, Farkhshatov, Mars, Saifullin, Rinat, Islamov, Linar, Gaskarov, Inar, Masyagutov, Rivaz, Bagautdinova, Inara: Improving the durability of cultivator blades using one-sided gas-flame surfacing. *Journal of Applied Engineering Science*. 19. 1-11. (2021).
- [3] Sukhpreet Singh & Sukhpal Singh Chatha: Influence of hardfacings on wear behavior of EN-42A steel in actual field conditions, *Advances in Materials and Processing Technologies*, 9:4, 1524-1540 (2023)
- [4] Jiao, W., Ouyang, W., Hao, F. et al. Long-term cultivation impact on the heavy metal behavior in a reclaimed wetland, Northeast China. *J Soils Sediments* 14, 567–576 (2014)
- [5] S, Pálincás ; L, Fazekas ; Á, Gindert-Kele ; A, Molnár: Investigation of tillage elements of agricultural machinery, *IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING* 393 Paper: 012028 , 6 p. (2018)
- [6] István, Domokos ; Sándor, Pálincás ; Lajos, Fazekas ; András, Molnár: Lézeres újraolvasztási technológia alkalmazása kultivátorkapák esetén, In: Barabás, István (szerk.) *OGÉT 2023; XXXI. Nemzetközi Gépészeti Konferencia, Kolozsvár, Románia* 508 p. pp. 99-104., 6 p. (2023)
- [7] Kurzenhäuser, S., Hegadekatte, V., Schneider, J. et al. Tribological characterization and numerical wear simulation of microcomponents under sliding and rolling conditions. *Microsyst Technol* 14, 1839–1846 (2008).
- [8] Ádám Kalácska, Patrick De Baets, Dieter Fauconnier, Florian Schramm, Ludger Frerichs, Jacob Sukumaran: Abrasive wear behaviour of 27MnB5 steel used in agricultural tines, *Wear*, Volumes 442–443 (2020)