



SKÚŠKY ODOLNOSTI VYBRANÝCH MATERIÁLOV NA BRÚSNOM PLÁTNE

RESISTANCE TESTS OF SELECTED MATERIALS ON GRINDING CLOTH

Marián Kučera, Milan Kadnár, Ján Pršan

Abstract

The contribution brings evaluation of steel 12 050 (C45) as heat treated and hardened basic material and weld deposits made of additional materials C 508 and C 64 after being welded on and heat treated. These materials are assessed concerning wear resistance on grinding cloth. The results of basic material are compared to results of material of weld deposits. The results of tribologic experiment enable prediction of certain characteristics of friction pairs under conditions of particular friction node.

The following materials had been chosen for the particular experiment:

- steel 12 050 (C45) in state after heat treat
- steel 12 050 (C45) in state after hardening

The tribologic experiment was carried out on device which ranks in category of „pin – disk“ test devices. The resistance of selected materials was calculated from the size of weight loss and concerning power consumption.

Key words: pin on disk test, abrasive wear, wear resistance

Úvod

Trenie ako dôležitý fyzikálny jav, si vyžadovalo na objasnenie mnoho teoretickej a experimentálnej činnosti [1]. Komplexné riešenie problematiky trenia a sním súvisiaceho opotrebenia či už v teoretickej, ale aj v experimentálnej oblasti si vyžaduje určitý systémový prístup [2]. Z hľadiska tribologických vlastností materiálov je to predovšetkým otázka správnej voľby materiálov, prípadne dvojice, geometrického tvaru, drsnosti a pod [3]. Z hľadiska tribometrie je to predovšetkým otázka voľby skúšobného zariadenia, vlastnej metodiky, metódy skúšky ako aj tvaru a veľkosti vzoriek, ich prípravy a pod [4]. Zvlášť dôležité je zvoliť si vhodný prístup k riešeniu problematiky adhézneho trenia a sním súvisiaceho opotrebenia[5].

Špecifické podmienky práce poľnohospodárskych strojov vplyvajú na ich životnosť, ktorá je niekedy pomerne krátka, ako dôsledok rôznorodých spôsobov porušenia súčiastok a ich povrchov. Možno povedať, že relatívne krátka životnosť súčiastok strojov a zariadení pracujúcich v poľnohospodárskej výrobe je spôsobená[6] nadmerným opotrebením, premenlivosťou pracovných režimov, agresivitou prostredia.

Pri riešení problémov životnosti je nevyhnutné poznať základné príčiny a súvislosti, ktoré vedú k vzniku porúch a tým znižujú prevádzkovú spoľahlivosť [7].

Kontaktná adresa:

Ing. Marian Kučera, CSc., Ing. Milan Kadnár, PhD., doc. Ing. Ján Pršan, PhD. Katedra konštruovania strojov TF SPU, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel. 037 73 641 4106, eMail:marian.kucera@uniag.sk,milan.kadnar@uniag.sk,jan.prshan@uniag.sk



V prípade potreby obnovy opotrebeného povrchu, je problém ešte zložitejší ako sa navonok javí. Pretože ide o tribologický uzol s návarom, kladú sa zvýšené nároky na znalosť vlastností materiálov, vplyvu legujúcich prvkov a vplyvu technológie navárania na vlastnosti navarených vrstiev [8].

Materiál a metódy

Pri výbere metódy skúšania, skúšobného zariadenia a hodnotenia výsledkov skúšky sme mali na zreteli definíciu opotrebenia podľa normy STN 01 50 50:

Opotrebenie je nežiadúca zmena povrchu alebo rozmerov tuhých telies, ktorá je spôsobená buď vzájomným pôsobením funkčných povrchov alebo funkčného povrchu a média, ktoré vyvoláva opotrebenie. Opotrebenie sa prejavuje odstraňovaním alebo premiestňovaním častíc hmoty povrchu mechanickými účinkami.

Na tomto základe sme rozhodli pre skúšky adhézneho opotrebenia bez mazania

Skúšky boli realizované na skúšobnom zariadení s brúsnym plátnom – obr. 1 a obr.2, ktoré patrí do kategórie skúšobných strojov „čap – kotúč“ s plošným dotykom elementov trecieho uzla. Skúšobné zariadenie je vhodné na porovnávacie skúšky vybraných materiálov. Podstata skúšky spočíva v tom, že vzorky(skúšobné telieska) tvaru čapov sú zaťažované konštantnou silou a pritláčané k brúsnemu plátnu na otáčajúcom sa kotúči. Čapy boli vyhotovené z materiálu 12 050(C45) a príslušných nižšie uvedených návarov (tab.2) a etalón bol vyhotovený z materiálu 12 014, ako porovnávací materiál.

Chemické zloženie použitých materiálov je nasledovné (v %):

C 508 – 0,25C; 0,9Mn; 0,9Si;

C 64 – 0,7C; 0,7Mn; 0,25Si; 0,03P; 0,06(S+P); 0,22Cu; 0,1Cr; 0,1Ni

12 050 – 0,42-0,5C; 0,17-0,37Si; 0,5-0,8Mn; 0,04P; 0,04S; 0,25Cr; 0,3Ni; 0,3Cu

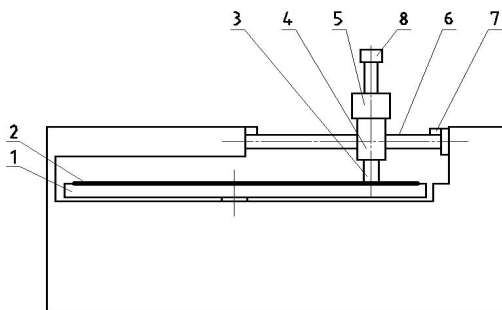
12 014 – max.0,06C; max0,45Mn; max.0,15Si; 0,02P; 0,02S; min0,02Al



Obr. 1 Skúšobné zariadenie

Fig. 1 Test device

Naváranie vzoriek sa robilo na experimentálnom naváračom zariadení ENZ-100 v ochrannej atmosfére CO₂. Vzorky pre skúšky odolnosti voči adhéznemu opotrebeniu boli navárané na tyč priemeru $\varnothing 105$ mm z materiálu 12 050 metódou rotačného navárania jednodrôtovým a dvojdrôtovým procesom. Ako metódy navárania boli vybrané naváranie s dvomi oblúkovými drôťmi a naváranie s pridávaním studeného drôtu. Pre každú vzorku bola navarená dĺžka 20 až 25 mm.

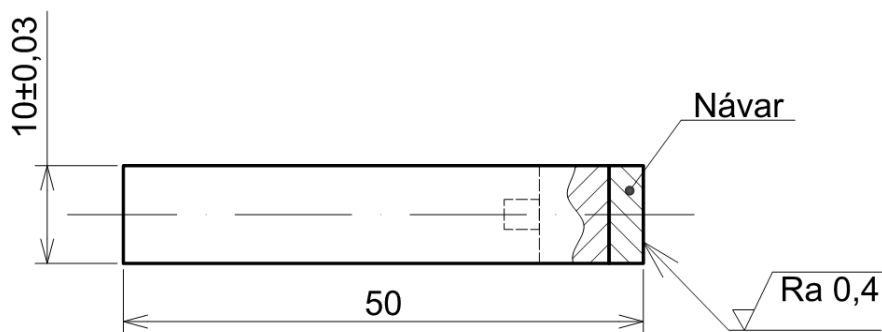


- 1- kotúč
- 2- brúsne plátno
- 3- skúšobné teliesko
- 4- upínacia hlavica
- 5- závažie
- 6- pohybová skrutka
- 7- koncový vypínač
- 8- snímač

Obr. 2 Principiálna schéma zariadenia
Fig.2 Illustration of working principle of device

Parametre skúšky:

- Dĺžka trecej dráhy 50m
- Priemer kotúča 480mm
- Radiálny posuv vzorky 3mm
- Merný tlak 0,32Nmm⁻²
- Použitie brúsne plátno A99-G (korundové plátno Globus 120)



Obr. 3 Tvar a rozmery vzorky s návarom
Fig. 3 Shape and dimensions of the sample with weld deposit

Tabuľka 2 Charakteristiky vzoriek pre skúšky opotrebenia

Table 2 Samples` characteristics for wear test

Číslo vzorky	Základný materiál	Prídavný materiál	Tepelné spracovanie	Tvrdosť (HV)
1	12 050	C 508	Kalenie,850°C/voda,popúšťanie 170 °C/1h./vzduch	554
2	12 050	C 508+C64	Kalenie,850°C/voda,popúšťanie 170 °C/1h./vzduch	598
3	12 050	2 x C 508	Kalenie,850°C/voda,popúšťanie 170 °C/1h./vzduch	527
4	12 050	-	Kalenie,850°C/voda,popúšťanie 170 °C/1h./vzduch	606
5	12 050	C 508	-	368
6	12 050	C 508+C64	-	368
7	12 050	2 x C 508	-	296
8	12 050	-	Kalenie,850°C/voda,popúšťanie 650 °C/1h./vzduch	256



Po vychladnutí boli vzorky sústružené na prsteneček, ktorý bol frézovaním rozdelený na 12 častí. Ďalším sústružením bola pripravená aktívna časť vzorky, ktorá bola osadená do protikusku a zalepená alduritom. Hrúbka návaru na čelnej ploche po dokončení bola 2 mm. Z každého návaru boli pripravených 10 skúšobných teliesok. Po tepelnom spracovaní boli telieska upravené podľa obr. 3, a sústružené na konečný rozmer Ø10 mm. Uvedený spôsob prípravy vzoriek, aj keď je veľmi náročný, nám zaručoval, že aktívna časť vzorky, predovšetkým u navarených vrstiev bude čo najviac zodpovedať z hľadiska svojich vlastností skutočným povrchom.

Výsledky a diskusia

Výsledky skúšky odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu na brúsnom plátne sú spracované v tabuľke č.3.

Tabuľka 3 Výsledky skúšky

Table 3 Test results

Vzorka číslo	Skúšaný materiál	Tepelné spracovanie	Priemerný úbytok hmotnosti (g)	Zdanlivá hustota energie trenia (MPa)	Intenzita opotrebenia (-)	Stredné šmykové napätie (MPa)	Koeficient šmykového trenia (-)	Pomerná odolnosť proti abrazív. opotreb.(-)	Tvrdosť (HV)
1	C 508	kalenie	0,17985	40 334	5,8.10E-6	0,2339	0,731	1,4807	554
2	C 508+C 64	kalenie	0,154	52 920	5,0.10E-6	0,2646	0,826	1,7282	598
3	2xC 508	kalenie	0,1644	34 610	5,3.10E-6	0,1834	0,578	1,6200	527
4	12 050	kalenie	0,1796	54 508	5,8.10E-6	0,3165	0,989	1,4800	606
5	C 508		0,1892	37 300	6,1.10E-6	0,2275	0,711	1,4075	368
6	C 508+C 64		0,1958	37 730	6,3.10E-6	0,2376	0,742	1,3601	368
7	2xC 508		0,20075	34 400	6,5.10E-6	0,2236	0,698	1,3265	269
8	12 050	zušľachtené	0,204	47 356	6,6.10E-6	0,3125	0,976	1,3056	256
etalón	12 014		0,2663	29 700	8,6.10E-6	0,255	0,798	1,0	100

Na obrázku 4 je grafické porovnanie pomernej odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu a tvrdosti jednotlivých materiálov. Vzorky sú rozdelené z hľadiska tepelného spracovania základného materiálu na dve skupiny.

V skupine vzoriek 1-4 sú základný materiál aj návar kalené. V skupine vzoriek 5-8 je základný materiál zušľachtený a návar sú v prírodnom stave. Podľa normy STN 01 50 84 rozhodujúcim kritériom pre hodnotenie jednotlivých materiálov pri skúške na brúsnom plátne je veľkosť pomernej odolnosti proti opotrebeniu ψ_{abr} .

Podľa normy platí:

$$\psi_{abr} = \frac{\Delta m_e}{\Delta m_{vz}}, \tag{1}$$

kde, Δm_e - úbytok hmotnosti etalónu

Δm_{vz} - úbytok hmotnosti vzorky

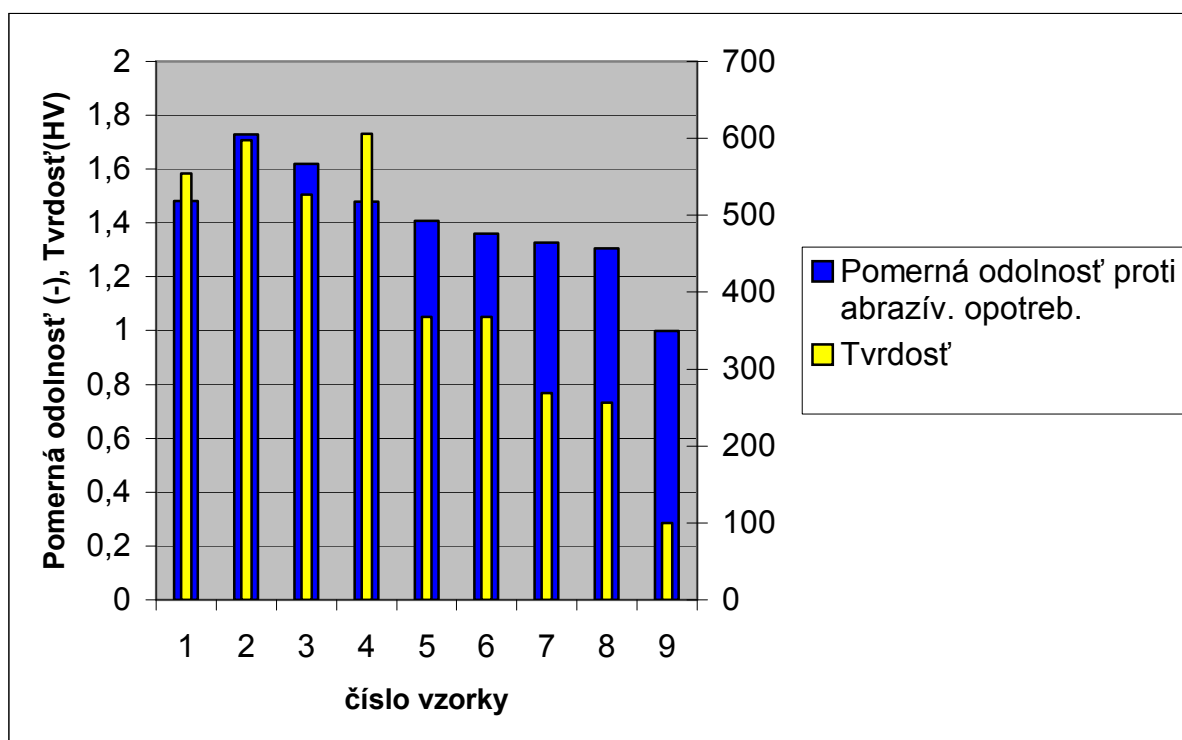
V skupine vzoriek 1 – 4 najvyššiu hodnotu ψ_{abr} dosiahol návar kombináciou materiálov C 508 + C 64 a najnižšiu základný materiál 12 050 napriek najvyššej tvrdosti.

V skupine vzoriek 5 – 8 najvyššiu hodnotu ψ_{abr} dosiahol návar materiálom C 508 a najnižšiu opäť základný materiál 12 050 v stave zušľachtenom.s najnižšou tvrdosťou.

Zdanlivá hustota energie trenia, intezita opotrebenia a stredné šmykové napätie sú doplňujúce ukazovatele a sú mierou kritickej hladiny energie charakterizujúcej daný trecí proces.



Z výsledkov možno konštatovať, že návary v oboch skupinách materiálov dosiahli vyššie hodnoty pomernej odolnosti ψ_{abr} ako základné materiály. Tvrdosť materiálu nebola rozhodujúca. Rozhodli pravdepodobne lepšie vlastnosti návarov dané heterogénnou štruktúrou návarového kovu.



Obr.4 Porovnanie ψ_{abr} a tvrdosti
Fig.4 Comparison of ψ_{abr} and hardness

Záver

Zámerom predloženého príspevku bolo prezentovať dosiahnuté výsledky zo skúšok trenia a opotrebenia ale aj poukázať na možnosti riešenia tejto problematiky. Niektoré výsledky sú prezentované na inom mieste, a podrobne je možné sa s nimi oboznámiť v nižšie uvedenej literatúre. Z poznatkov ktoré sme získali počas mnohých experimentov je potrebné uviesť dôležitosť systémového prístupu v každej etape daného experimentu z hľadiska :

- výberu materiálov
- náročnosti experimentu
- dostupnosti skúšobných zariadení
- metód hodnotenie výsledkov
- oblasti aplikácie výsledkov, a pod.

V súčasnosti je potrebné rozšíriť skúmanie tejto problematiky na oblasť nestacionárnych procesov a využiť dostupné metódy na matematické modelovanie a simuláciu daných procesov.



Použitá literatúra

1. Vocel, M- Dufek, V akol.: Tření a opotřebení strojních součástí. Praha, SNTL 1976.
2. Czichos, H.: Tribologi. A System Approach to the Science and Technology of Friction. Amsterdam, Elsevier 1978.
3. Kučera, M.: Analýza poznatkov zo skúšania tribologických vlastností vybraných materiálov. In: Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie. „Nové trendy v konštruovaní a v tvorbe technickej dokumentácie 2004“, máj 2004, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004, pp. 75-80.
4. Brendel, H. a kol.: Tribotechnika, Praha, SNTL, 1984.
5. Buckley, D. h.: Surface Effects in Adhesion, Friction, Wear and Lubrication. Amsterdam, Elsevier 1981.
6. Kučera, M.: Vlastnosti vrstiev navarených v ochrane CO₂ určených pre renováciu v poľnohospodárstve, KDP, SPU Nitra, 1991.
7. Dzimko, M. – Schwab, P.: Aspekty spoľahlivosti tribologických systémov. Sympóziu „Intertribo 1984“, DT ČSVTS Bratislava, 1984.
8. Blaškoviš, P.- Čomaj, M.: Renovácia naváraním a žiarovým striekaním. STU v Bratislave, 2006.

Súhrn

V príspevku boli zhodnotené oceľ 12 050 (C 45) ako základný materiál v stave zušľachtenom a kalenom a návary prídavnými materiálmi C 508 a C 64 v stave po navarení a kalení z hľadiska odolnosti proti opotrebeniu na brúsne plátne. Výsledky dosiahnuté u základného materiálu sú porovnané s výsledkami materiálov navarených vrstiev. Výsledky tribologického experimentu dávajú možnosť predikcie určitých vlastností trecích dvojíc v podmienkach konkrétneho trecieho uzlu. Vlastný tribologický experiment bol realizovaný na zariadení, ktoré patrí do kategórie skúšobných strojov „čap – kotúč“. Odolnosť vybraných materiálov bola vypočítaná z veľkosti úbytkov hmotnosti ako aj z hľadiska spotreby energie.

Kľúčové slová: brúsne plátno, abrazívne opotrebenie, odolnosť proti opotrebeniu