

ZMENŠENIE HMOTNOSTI ZVYŠKOVÉHO MAZIVA NA ŤAHANOM DRÔTE

REDUCTION OF AMOUNT OF RESIDUAL LUBRICANT ON DRAWN WIRE

Viktor TITTEL

Autor: Ing. Viktor Tittel, CSc.

Pracovisko: Katedra tvárnenia, Materiálovotechnologická fakulta MtF STU, Trnava

Adresa: Bottova 23, 917 24 Trnava, SR

Tel.: 00421 33 5521007 E-mail: viktor.tittel@stuba.sk

Abstract

Po ťahaní drôtu s pomocou práškového maziva (ťahanie na suchých drôtoťahoch) ostáva na povrchu drôtu zvyškové mazivo, ktoré môže byť v niektorých prípadoch nežiadúce. V článku je navrhnutý spôsob jeho znižovania priamo na drôtoťahu bez negatívneho dopadu na proces ťahania. Článok obsahuje výsledky experimentálneho overovania tohto návrhu, pri ktorých došlo k viac ako 50% zníženiu hmotnosti zvyškového maziva na ťahanom drôte a zároveň bol získaný povrch ťahaného drôtu porovnateľný s povrchom drôtu ťahaného za mokra.

After wire drawing using powder lubricant (dry drawing), residual lubricant can be left at wire surface that is not desirable in some cases. The method of residual lubricant elimination just in the wiredrawing bench without decline of quality of the drawing process. The paper contain the results on experimental verification of this method, which provides the decrease of residual lubricant amount on the drawn wire up to 50 mass% with very high quality of the wire surface that is comparable with this of wire to be drawn using wet lubricant.

Key words

drôt ťahaný za studena, suché a mokré mazivá pre ťahanie drôtu, mazivo zvyškové

cold drawn wire, dry and wet lubricants for drawing of wire, residual lubricant

Úvod

Akosť a vhodný typ maziva má veľký význam pre proces ťahania drôtu za studena, ako i pre kvalitu hotového drôtu. Mazivá pre ťahanie za sucha sa používajú na ťahanie holých, alebo pozinkovaných drôtov z nízkouhlíkových, stredne a vysokouhlíkových ocelí. Drôty sú

pred ťahaním buď morené a povrchovo upravené, alebo sú iba mechanicky zbavené okují. Mazivá pre suché ťahanie sú vo forme práškov. Základom mazív sú stearany a to väčšinou stearan sodný alebo vápenatý [1]. Klasické „Priemyslové mydlo práškové 87%“ (ďalej Mydlo mleté 87%) sa používalo donedávna ako univerzálne t. j. pre všetky druhy drôtov. Postupne sa začali vyvíjať špeciálne mazivá, ktoré zohľadňovali druh ťahaného drôtu, povrchovú úpravu pred ťahaním, podmienky ťahania i použitie drôtu. Stanoviť vhodný typ maziva nie je jednoduché, pretože výber ovplyvňuje viacero faktorov alebo závislostí.

Mazivo je treba posudzovať z technologického, ekologického a ekonomického hľadiska. Z technologického hľadiska musí mazivo vytvárať hraničnú vrstvu medzi trecími plochami ťahaného drôtu a prievlaku čím sa znižuje trecia sila a teplota v mieste pretvorenia. Pokles vonkajšieho trenia tiež priaznivo ovplyvňuje plastické pretvorenie v prievlaku, umožňuje zväčšovať dielčie i celkové úbery, ako i ťažnú rýchlosť a kvalitu povrchu drôtu. Vhodné mazivo ovplyvňuje celý proces ťahania drôtu, jednotlivé jeho vlastnosti ako aj následné spracovanie. Z ekologického hľadiska je rozhodujúce minimalizovanie prašnosti v ťahárňach a zníženie nebezpečenstva kožných ochorení pri kontakte s nimi. Mazivo musí byť taktiež recyklovateľné a ekologicky likvidovateľné. Ďalšou požiadavkou je, aby povrchová vrstva, ktorá ostane na drôte po ťahaní bola ľahko odstrániteľná pred tepelnou, alebo chemickou úpravou (žihanie, pozinkovanie, pomosadzovanie a pod.). Z ekonomického hľadiska musí byť výroba čo najlacnejšia, t. z. nízke náklady na mazivo, jeho likvidáciu, spotrebu prievlakov, spotrebu energie a pod.

Množstvo zvyškového maziva (v skutočnosti je to zmes maziva, nosiča maziva a železa alebo čiastočne zoxidovaného železa [1]) je ovplyvňované následnými vplyvmi: spôsob povrchovej úpravy a hrúbka vytvorenej vrstvy (vápenie, bóraxovanie, fosfátovanie, pomedňovanie a pod.), rýchlosť ťahania, druh maziva, geometria prievlaku a pod. Hrúbka vrstvy rastie so zväčšujúcim sa podielom vápna v použítom mazive [3]. Množstvo maziva na drôte v priebehu ťahania rozhoduje o kvalite ťažného procesu resp. o tom, aké trenie bude na styčných plochách (prievlak–drôt) vznikáť a následne ovplyvňovať spotrebu energie, prievlakov a pod. Podmienky mazania a teda i druh použitého maziva vplýva na veľkosť spevnenia drôtu [4].

V procese ťahania musíme zaistiť takú hrúbku mazacieho filmu, ktorá nám zabezpečí čo najmenší koeficient trenia. Na hotovom drôte však niekedy túto vrstvu požadujeme čo najmenšiu a to z dôvodu ďalšieho bezproblémového spracovania, alebo estetického vzhľadu porovnateľného s lesklým povrchom, ktorý vzniká po ťahaní drôtu za mokra. Cieľom nasledovného riešenia bolo navrhnúť systém ťahania drôtov na suchom drôtoťahu tak, aby na hotovom drôte bola čo najmenšia hrúbka maziva bez dopadu na kvalitu ťahania a bez nutnosti ďalšej operácie, ktorá by si vyžiadala ďalšie náklady.

Experimentálna časť

Postup pri experimente vychádzal s nasledovných hypotéz.

1. Pri ťahaní je potrebná určitá hrúbka a množstvo maziva a preto ju nebudeme znižovať.
2. Pre ťahanie použijeme mazivo vyrobené na báze sodného mydla, ktoré je vo vode rozpustné.
3. Posledný dielčí úber rozdelíme na dva úbery tak, aby druhý úber bol cca 6-8%.

4. Oba prievlaky budú od seba vzdialené cca 800 až 1000 mm a umiestnené v nádrži s vodou. Pri prechode drôtu cez vodu sa zvyškové mazivo rozpúšťa a následne stiera v druhom prievlaku, ktorý je ponorený vo vode.

Takto sa získa drôt s požadovaným lesklým povrchom (s malým množstvom maziva na drôte), pričom sa neovplyvní proces ťahania. Dieľčí úber je pomerne plošné pretvorenie prierezu pri ťahaní drôtu cez jeden prievlak. Stanovíme ho nasledovne:

$$\varepsilon_d = \left(\frac{d_0^2 - d_1^2}{d_0^2} \right) * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde znamená:

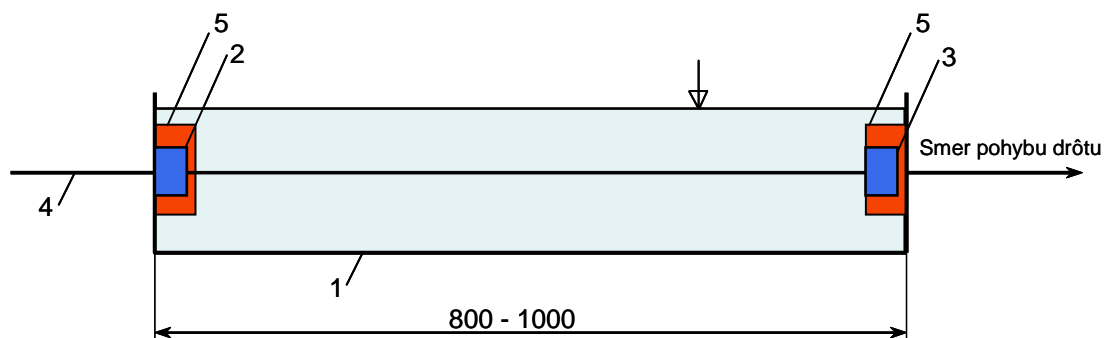
d_0 – priemer drôtu vstupujúceho do prievlaku,

d_1 – priemer drôtu vystupujúceho z prievlaku.

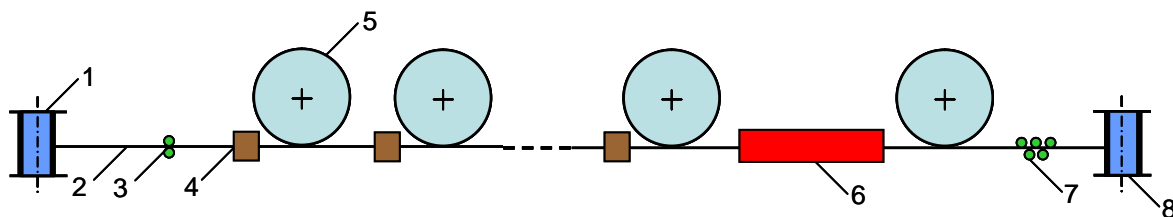
V rámci riešenia bolo navrhnuté a vyrobené zariadenie, ktorého princíp je na obr. 1. Súčasťou tohto zariadenia je i zásobná nádrž s obsahom cca 600 l, v ktorej dochádza k chladeniu vody a jej čisteniu usádzaním rozpusteného maziva.

Experimenty boli rozdelené do dvoch častí:

Prvá časť experimentu bola zameraná na možnosť dosiahnutia malej hmotnosti zvyškového maziva a dosiahnutie lesklého povrchu ťahaného drôtu. Experimenty boli vykonané na drôtoťahu UDZSA 2500/4, na ktorom bolo nainštalované zariadenie podľa obr. 1 medzi tretím a štvrtým ťažným bubnom. Ťahaný materiál bol valcovaný drôt akosti 11 343, \varnothing 5,5 mm, $R_m = 408$ MPa, ktorý sa ťahal na priemery \varnothing 4 a \varnothing 3,1 mm. Pred ťahaním bol drôt morený v HCl a povrchovo upravený vápnením 5 g.m^{-2} . Ťažná rýchlosť bola $3,3$ a $4,6 \text{ m.s}^{-1}$. Na mazanie prvých troch ťahov bolo použité sodné mleté mydlo 87%.



Obr. 1 Princíp zariadenia na zmenšenie hmotnosti zvyškového maziva na drôtoťahu
 1–nádrž s cirkulujúcou kvapalinou, 2–prievlak s úberom cca 20 %,
 3–prievlak s úberom cca 6%, 4–ťahajúci drôt, 5–držiak prievlaku



Obr. 2 Umiestnenie zariadenia na zmenšenie hmotnosti zvyškového maziva na drôtoťahu
 1 – odvíjadlo, 2– ťahaný drôt, 3– vodiace kladky, 4 – prievlak s mazivom,
 5 – ťažný bubon, 6 – zariadenie na zmenšenie hmotnosti zvyškového maziva,
 7 – rovnacie kladky, 8 – navíjadlo

Úber pripadajúci na štvrtý ťah bol rozdelený na dva úbery, ktoré sa realizovali v prievlakoch na zariadení. Prvý prievlak v zariadení sme nemazali (postačovalo mazivo na drôte), druhý s úberom len 6% bol ponorený vo vode, resp. emulzii, ktorá vznikala z vody a zvyškov maziva. Ťahanie drôtu prebiehalo bez problémov a bez výmeny prievlaku počas výroby celej dávky, čo predstavovalo hmotnosť 2×10 ton drôtu. Po ťahaní boli z drôtu odobraté vzorky. Zistené hmotnosti zvyškového maziva na drôtoch v g.m^{-2} (aritmetický priemer z piatich meraní) sú uvedené v tabuľke 1. Zároveň boli zistené hodnoty pri klasickom ťahaní a tieto porovnané s nameranými hodnotami pri použití zariadenia na zníženie hmotnosti zvyškového maziva.

V druhej časti experimentov sme skúmali vplyv povrchovej úpravy a použitého maziva pri výrobe predťahov ($\varnothing 5,5$ mm ťahaný na $\varnothing 2,7$ mm) na množstvo zvyškového množstva maziva na drôte. Tiež bol skúmaný vplyv maziva použitého pri ťahaní drôtu $\varnothing 2,7$ mm na $\varnothing 1$ mm. K experimentom bol použitý materiál: valcovaný drôt $\varnothing 5,5$ mm, akosť 11 300, $R_m = 380$ MPa. Zariadenie bolo nainštalované na drôtoťah UDZSA 630/6 medzi predposledným a posledným ťažným bubnom (obr. 2). Skúmali sme dve povrchové úpravy valcovaného drôtu: vápenie (5 g.m^{-2}) a bóraxovanie ($5,2 \text{ g.m}^{-2}$). Pri ťahaní $\varnothing 2,7$ na $\varnothing 1$ mm na prvých piatich ťahoch boli použité nasledovné maziva: Profil S1 - vápenaté mazivo, V6S - sodné mazivo s vysokým obsahom tuku so 100% rozpustnosťou vo vode. Úber pripadajúci na šiesty ťah bol rozdelený na dva, ktoré boli umiestnené v zariadení na zníženie zvyškového maziva, podobné ako v prvej časti experimentu. Rýchlosť ťahania bola 10 m.s^{-1} , použitá kvapalina - voda. Prvý prievlak v zariadení mal úber cca 20% (obr. 1) nebol mazaný. Druhý prievlak v zariadení mal úber 6 % (obr. 1) nebol taktiež mazaný a bol ponorený vo vode. Pri experimente boli menené jednotlivé premenné parametre. Po ustálení pracovného postupu sme odobrali vzorky drôtu na zistenie hmotnosti zvyškového maziva. Hmotnosť sme zisťovali vážením vzorku so zvyškovým mazivom a vážením vzorku po odstránení maziva z drôtu. Zistená hodnota hmotnosti bola prepočítaná na m^2 povrchu drôtu. Aritmetický priemer z piatich výsledkov je v tabuľke 2. [2].

Namerané hodnoty

HMOTNOSŤ ZVYŠKOVÉHO MAZIVA NA DRÔTE

Tabuľka 1

Priemer drôtu \varnothing [mm]	Rýchlosť drôtu v [m.s ⁻¹]	Pevnosť drôtu R_m [MPa]	Hmotnosť zvyškového maziva na drôte [g.m ⁻²]	
			Bez použitia zariadenia	S použitím zariadenia
4	3,3	610	5,77	2,60
3,1	4,6	770	4,18	1,96

VPLYV POVRCHOVEJ ÚPRAVY A POUŽITÉHO MAZIVA
NA HMOTNOSŤ ZVYŠKOVÉHO MAZIVA NA DRÔTE

Tabuľka 2

Povrchová úprava valcovaného drôtu pred ťahaním	Použité mazivo pre ťahanie drôtu		Hmotnosť zvyškového maziva na drôte [g.m ⁻²]
	\varnothing 5,5 na \varnothing 2,7 mm	\varnothing 2,7 na \varnothing 1 mm	
Bórax	Profil S1	Mydlo mleté 87%	0,35
Bórax	Profil S1	Profil S1	1,76
Bórax	Mydlo mleté 87%	V6S	0,27
Vápno	Profil S1	V6S	1,28
Hmotnosť zvyškového maziva na drôte vstupujúceho do zariadenia (po piatom ťahu)			
Bórax	Profil S1	V6S	0,73
Hmotnosť odstráneného maziva v zariadení na znižovanie hmotnosti			0,42
Hmotnosť zvyškového maziva na drôte z mokrého ťahu			0,38

Diskusia k dosiahnutým výsledkom

Ako vyplýva z tabuľky 1, pri použití zariadenia (obr. 1.) došlo pri drôte s priemerom \varnothing 4 mm k zníženiu hmotnosti zvyškového filmu po ťahaní z 5,77 na 2,60 g.m⁻², čo je zníženie o 55%. Rovnako pri drôte s priemerom \varnothing 3,1 mm z hmotnosti 4,18 na 1,96 g.m⁻², čo predstavuje 53%. U oboch priemerov bolo odstránených viac ako 50 % predpokladanej hmotnosti zvyškového maziva, čo dokumentuje veľmi dobrú účinnosť navrhnutého systému, pričom kvalita ťahania sa nezhoršila a drôt vykazoval lesklý povrch. Rozpúšťanie vrstvy umožnilo mazivo rozpustné vo vode (na báze sodného mydla). Účinnosť rozpúšťania bola závislá na teplote. Vodu však nie je potrebné ohrievať. Kvapalinu zohrieva drôt, resp. teplo vznikajúce pri jeho ťahaní. Zariadenie vyžaduje samostatný cirkulačný chladiaci systém, aby nedošlo k znečisteniu chladiacej vody v centrálnom chladiacom systéme.

Výsledky druhej časti experimentov zahŕňujú štyri zvolené kombinácie povrchovej úpravy, a maziva použitého na výrobu predťahov \varnothing 2,7 mm a ťahania \varnothing 1 mm. Ako najlepšia bola zistená kombinácia: povrchová úprava – bórax, mazivo pri výrobe predťahov – sodné mydlo 87% a mazivo pri ťahaní \varnothing 1 mm – sodné mydlo V6S. Hmotnosť zvyškového maziva

vyjadrená na plochu drôtu $\varnothing 1$ mm bola $0,27 \text{ g.m}^{-2}$. Experimentom sa preukázala reálna možnosť znižovania hmotnosti zvyškového maziva na drôte a to priamo v procese ťahania. Toto riešenie nevyžaduje používať žiadne špeciálne separátne čistiace zariadenie. Z hľadiska povrchových úprav boli dosiahnuté lepšie výsledky u povrchovej úpravy bóraxovanie ako u vápnenia. Experimentmi sme preukázali, že sodné mazivá všeobecne, či už pri ťahaní predťahu, alebo ťahaní na strednom ťahu sú vhodnejšie z hľadiska získania tenšej vrstvy zvyškového maziva. Ďalšou výhodou je ich dobrá rozpustnosť vo vode. Vhodnou voľbou typu maziva (sodné, alebo vápenaté) pri ťahaní predťahu a samotnom ťahaní finálneho drôtu môžeme regulovať hmotnosť zvyškového maziva na drôte. Hodnota hmotnosti $0,27 \text{ g.m}^{-2}$ odpovedá svojou úrovňou hmotnosti zvyškového maziva po ťahaní za mokra, kde sme zistili hodnotu $0,38 \text{ g.m}^{-2}$. Taktiež povrch drôtu je svojim vzhlľadom porovnateľný s drôtom ťahaným za mokra podľa STN 42 6410.2 (drôt tvrdý ťahaný za mokra).

Záver

Experimenty preukázali, že navrhnutý systém je veľmi účinný a je ho možné používať pre dosiahnutie malého množstva zvyškového maziva na drôte po ťahaní. Tiež pre získanie lesklého povrchu na úrovni povrchu drôtu ťahaného za mokra bez dopadu na kvalitu procesu ťahania. Navrhnuté zariadenie je jednoduché, oproti iným systémom (pracujúce na chemickom, alebo ultrazvukovom princípe) je energeticky nenáročné. Systém neobmedzuje prácu na drôtoťahu a je možné pracovať s obvyklými rýchlosťami ťahania. Technológia bola použitá pri výrobe drôtu $\varnothing 1$ mm, ktorý bol určený na žíhanie v ochrannej atmosfére a povrch i po žíhaní musel ostať čistý a bez zvyškov zuhoľnateného maziva. Spoľahlivosť navrhnutého riešenia bola dostatočne overená pri výrobe viac ako 1 000 ton drôtu.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] MARCOL, J. *Tažený ocelový drát*. ŽDB Bohumín, 1996.
- [2] TITTEL, V. *Výskum technológie lesklého ťahania. Správa pre záverečné posudzovanie výskumnej úlohy*. Hlohovec: 2000.
- [3] SCHNEIDER, F. LANG, G. UND ANDERE. *Stahldraht Herstellung und Anwendung*, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig: 1973. 421 s.
- [4] LUKŠIC, J., ŠIŠKA, P. Vplyv maziva na ťahanie ocelového drôtu pri pretvorení $\varphi = 0,4$. In *CO – MAT – TECH 2000*. Bratislava: 2000, s.165-170. ISBN 80-227-1413-5,
- [5] BAČA, J. *Objemové tvárnenie: Zápusťkové kovanie*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2005. 161 s. ISBN 80-227-2176-X
- [6] STN 42 6410 : 1970 *Ťahaný ocelový drôt na všeobecné účely*.