

CUTTING QUALITY IMPROVEMENT ON CROSS CUTTING SHEARS

J.Straka^{*}, F.Ficek^{*}

Summary: *The paper describes solving of problem of permanent deformation of the sheet end when cut using the flying pendulum shears. The permanent cross deformation is caused by the upper double oblique knife. Result of the solution is that the lower knife will not be straight as up to now, but also double oblique, identical with the upper knife, however, with half inclination. We have come to these results by computer modeling of the existing and new states. Subsequently, we have compared these two states and determined the optimum solution.*

1. Úvod

Výroba dělicích linek byla započata ve Žďasu v roce 1959. Strojírenské podniky, výrobci lodí, výrobci svařovaných profilů, stavebnictví, karosářské linky v automobilovém průmyslu, podniky v elektrotechnickém průmyslu či zpracovatelé plechů pro potravinářství a konzervárenství - ti všichni požadují dodávky plechových polotovarů v přesných parametrech a kvalitě.

Klíčovým zařízením příčných linek na dělení pásů jsou letmé nůžky.

Náš příspěvek popisuje řešení problému trvalé deformace konce tabulí při stříhu na těchto letmých nůžkách.

Jedná se konkrétně o letmé kyvadlové nůžky 12,5x1500 na hrubé dělicí lince v současném U.S.Steel Košice, které byly dány do provozu cca před 10 lety při rekonstrukci této linky.

2. Stručný popis kyvadlových nůžek

Letmé nůžky s přívodním dopravníkem jsou umístěny v příčné dělicí lince v prostoru mezi hotovými 15-válečkovou rovnačkou a urychlovacím dopravníkem, který dopravuje nastříhané tabule do ukladače.

Pohled na tyto letmé nůžky a jejich umístění v lince ilustruje Obrázek 1 a 2. Letmé kyvadlové nůžky 12,5x1500 s přívodním dopravníkem slouží k příčnému dělení ocelového pásu za chodu na tabule předvolených délek. Přívodní dopravník zajišťuje podávání začátku a konce pásu, dopravu ustřižených tabulí od nůžek a odbavení odstřižených začátků nebo vzorků z pásu. Rozvinutý pás je bočně oříznutý na kotoučových nůžkách a vyrovnaný v 15-válečkové rovnačce před letnými nůžkami.

* Ing.Josef Straka, Ing.František Ficek : ŽĎAS a.s, Strojírenská 6, 591 71 Žďár nad Sázavou, Česká republika, tel.+420 566 642 595, +420 566 643 551, fax.+420 566 642 846
e-mail:josef.straka@zdas.cz, františek.ficek@zdas.cz

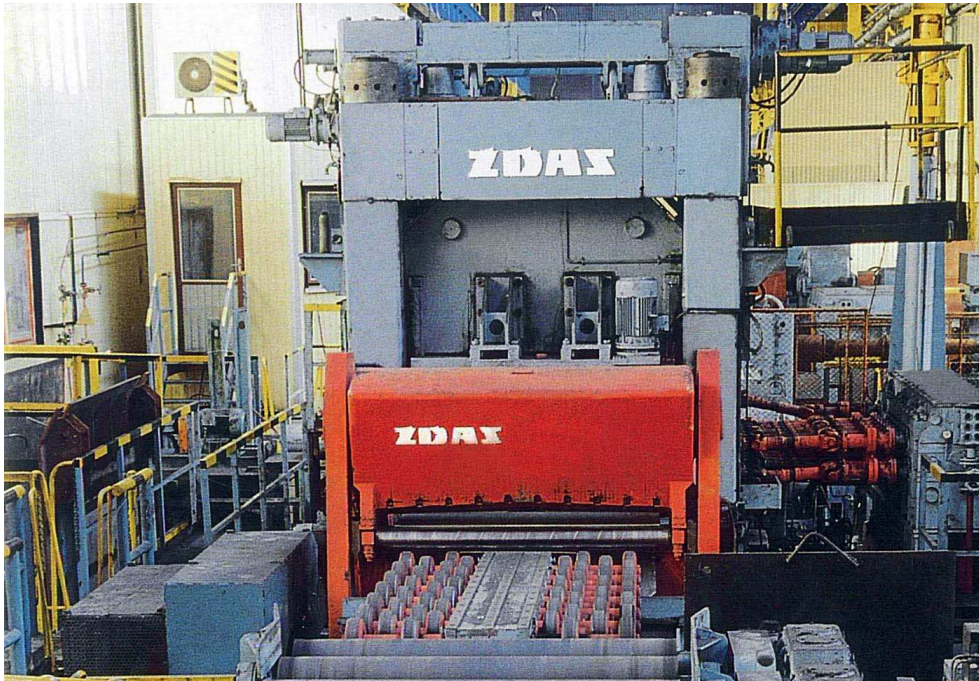
Nůžkami prochází pás rychlostí max.60m/min. Podaná délka do nůžek je snímána odměrným válečkem, se kterým je spojeno inkrementální čidlo. Obvod válečku je stanoven tak, aby jeden puls čidla byl 0,1mm podané délky plechu. Pohon hotovni rovnačky je řídicím pohonem pro letmé nůžky, rovnačka slouží jako podavač pásu do nůžek. Dopravník mezi nůžkami a rovnačkou má stejnosměrný pohon, který je rychlostně sladěn na stejnou rychlost s rovnačkou. Dopravník za nůžkami má rovněž stejnosměrný pohon, který je rychlostně svázán s urychlovacím dopravníkem.

Vlastní letmé nůžky mají dva samostatné, oddělené pohony. Pro stříh je použit asynchronní setrvačnickový pohon s třecí spojkou a brzdou. Pro vyvození kyvného pohybu kyvadla slouží regulovaný stejnosměrný elektromotor, který přes dvoustupňovou převodovku pohání klikový mechanismus. Tento pohon urychluje před každým stříhem kyvné rameno z výchozí polohy tak, že před započatím stříhu je rychlost hrany spodního nože ve vodorovném směru shodná s rychlostí pásu. Synchronní rychlost nože s pásem je udržována po celou dobu vlastního stříhu. Stříh provádí horní nůž tím způsobem, že lamelovou třecí spojkou ovládanou vzduchem se připojí excentrický hřídel k otáčejícímu se setrvačníku. Po provedení jedné otáčky hřídele vykoná horní nůž pohyb dolů a nahoru, načež se zabrzdí opět ve výchozí poloze.

Horní nůž je s dvojitě šikmým sklonem ostří $2 \times 2^\circ$. Spodní nůž je rovný. Tímto uspořádáním nožů je dosaženo minimálních rozměrů zařízení, protože zatížení vznikající od stříhu je symetrické a nenamáhá vedení stojanu boční silou. To vede k využití tzv. bezstojanové koncepce, kterou jsme uplatnili i v konstrukci těchto letmých kyvadlových nůžek.



Obrázek 1 Letmé kyvadlové nůžky 12,5x1500



Obrázek 2 Letmé kyvadlové nůžky 12,5x1500 – čelní pohled



Obrázek 3 Pohled na hranu tabulí

3. Technické parametry zařízení

· Tloušťka pásu	5 – 12,5 mm
· Šířka pásu	700 - 1550 mm
· Min/max. stříhaná délka	1,5 / 12 m
· Max. pracovní rychlost	60 m/min
· Min. pracovní rychlost	9 m/min
· Přesnost stříhaných délek	± 2mm
· Max. počet stříhů	30 / min

4. Nové konstrukční řešení

Trvalou příčnou deformaci konců dělených tabulí způsobuje horní dvojitě šikmý nůž. Tuto deformaci nejlépe ilustruje Obrázek 3, který ukazuje měření prohnutí konce tabule pomocí příčně přiloženého pravítka.

Sklon břitu horního nože $2 \times 2^\circ$ výrazně snižuje střížnou sílu, avšak má nepříznivý vliv na deformaci tabulí v místě stříhu. Konec tabule má trvalou deformaci v příčném směru 2 až 10mm, začátek tabule je prakticky bez deformace. Deformace je závislá na tloušťce stříhaného pásu a jeho mechanických vlastnostech. Částečný vliv má také nastavení vůle mezi noži a otupení nožů, avšak tento vliv je nepodstatný. Deformace se výrazněji projevuje hlavně u nejsilnějších plechů s nízkou mezí kluzu, to jsou zejména měkké značky KOSIL.

Zákazník požádal o řešení tohoto problému, které by odstranilo nebo podstatně zmenšilo trvalou deformaci konců tabulí.

Obrázek 3 ukazuje názorně tuto deformaci na tzv. hraně, tj. na sobě narovnaných v ukladači srovnaných tabulích.

Zmírnění této příčné deformace jsme v době uvedení nůžek do provozu řešili úpravou břitu nože (lomenou střížnou hranou) tak, že zbylá deformace byla považována za přijatelnou, protože se pohybovala na okraji úchylek dle normy DIN 1543 a EURONORM 29-69 Feinebenabweichungen, tj. pečlivě rovných plechů a úchylky Normaleben splňovala vždy. Toto řešení však plně neodstranilo tuto deformaci, pouze ji zmenšilo, což v dnešní době už nevyhovuje požadavkům některých zákazníků na kvalitu a jakost tohoto zboží.

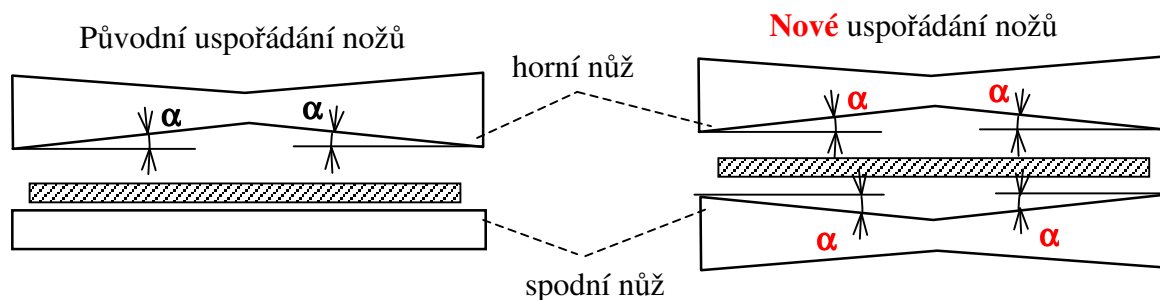
Protože nešlo u stávajících letmých nůžek zvýšit střížnou sílu zmenšením sklonu dvojitě šikmého horního nože pod 2° , jelikož dimenze střížného mechanismu a pohonu jsou dané, navrhli jsme následující řešení. Spodní nůž nebude rovný jako doposud, ale rovněž dvojitě šikmý, shodný s horním nožem, avšak s polovičními sklony tj. $2 \times 1^\circ$. Takové řešení se nám osvědčilo na letmých nůžkách v Kovohutích Břidličná i v U.S.Steel Košice, avšak pro tenčí pásy do 6mm.

Cílem počítačového řešení bylo modelovat stav napětí a deformací v oblasti stříhu pro stav stávající, tj. dvojitě šikmý horní nůž $2 \times 2^\circ$ se spodním rovným nožem a pro nové nože $2 \times 2 \times 1^\circ$ tj. horní i spodní nůž dvojitě šikmé, s polovičním sklonem. Porovnáním obou stavů jsme získali představu o možnosti zlepšení nebo odstranění problému.

5. Vlastní výpočtové modelování a provedení výpočtu

Cílem výpočtového modelování je posoudit vliv změny sklonu nožů (úhel α , Obrázek 4) na trvalou deformaci tabule plechu v okolí stříhu. Na základě provozních zkušeností lze konstatovat, že deformace tabule v okolí stříhu je podstatná zejména:

- pro plechy tl. 10 a 12.5 mm, deformace dosahuje cca 10 mm.
- pro měkké materiály, (např. KOSIL 240, mez kluzu 235 MPa, mez pevnosti 340-470 MPa).



Obrázek 4 Geometrie nožů

Výpočtové modelování je provedeno ve třech různých variantách. Ve všech těchto variantách jsou uvažovány dva druhy materiálu plechu s rozdílnými mechanickými vlastnostmi.

- KOSIL 240, mez kluzu 235 MPa, mez pevnosti 340 MPa.
- KODUR 500 MC, mez kluzu 500 MPa, mez pevnosti 600 MPa.

1. Současný stav, horní nůž je dvojitě šikmý $\alpha = 2^\circ$ a spodní rovný.
2. Pro účely posouzení vlivu velikosti úhlu α na trvalou deformaci tabule plechu je řešena tato teoretická varianta výpočtu. Horní nůž je dvojitě šikmý $\alpha = 1^\circ$ a spodní rovný. Zmenšením velikosti úhlu α dojde ke zvýšení velikosti střížné síly. Tuto konstrukční úpravu nelze v daném případě provést.
3. Stav pro navrhované uspořádání nožů, horní i spodní nůž dvojitě šikmý ($\alpha = 1^\circ$).

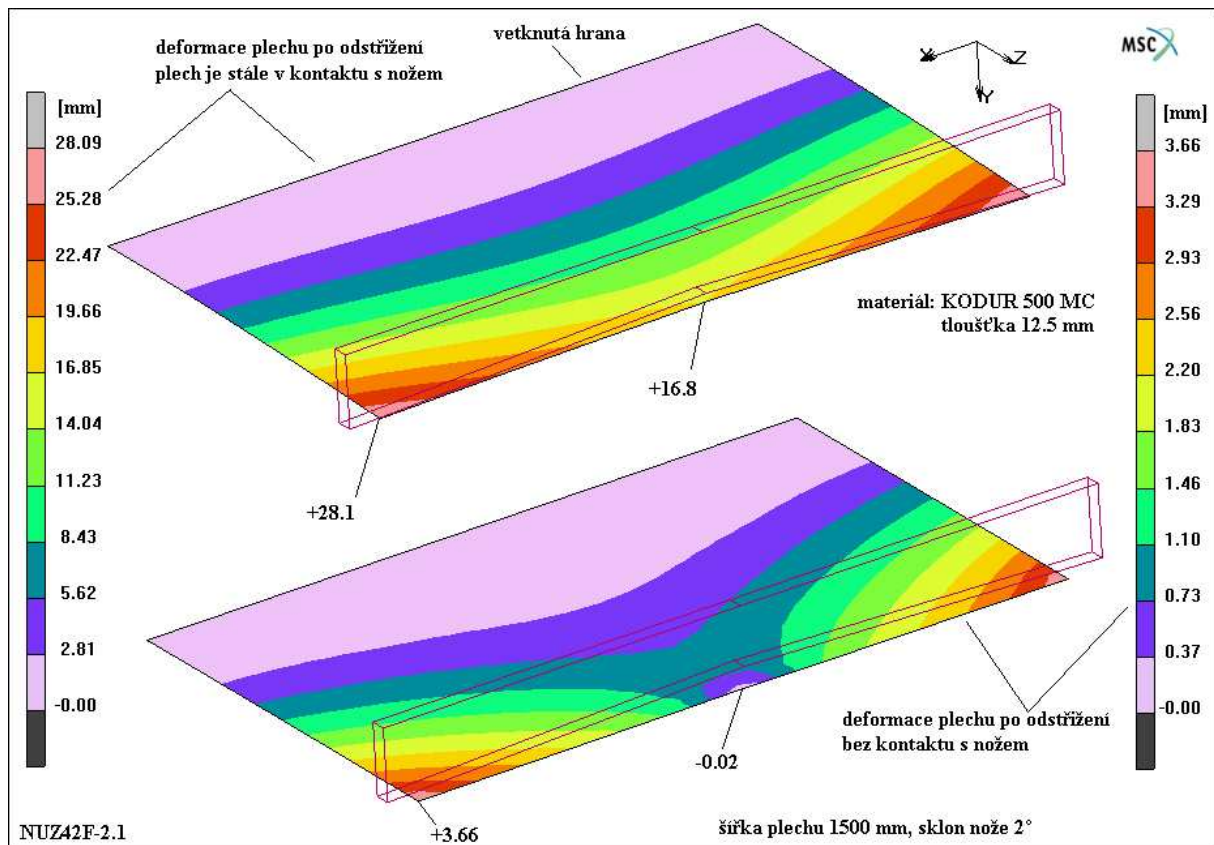
Výsledkem těchto tří variant výpočtu jsou různé hodnoty velikosti deformace H [mm] (průhybu) tabule plechu v místě stříhu. Porovnáním těchto hodnot, lze určit velikost vlivu změny geometrie nožů na deformaci tabule plechu.

Vlastní výpočtové modelování je realizováno pomocí programového systému MSC.MARC. Výpočet je proveden za předpokladu velkých pružně plastických přetvoření a deformací. Je uvažován mechanický kontakt nožů a stříhaného plechu. Nože jsou modelovány jako absolutně tuhá tělesa. Pro zajištění stability výpočtu je uvažovaná tabule plechu v dostatečné vzdálenosti od místa stříhu vetknuta.

Výsledné deformace H [mm] tabule plechu jsou uvedeny v následující tabulce 1.

materiál	úhel sklonu nože α [°]		deformace H [mm] plech 12,5x1500
	horní nůž	spodní nůž	
KOSIL 240	2	rovný	12.20
KODUR 500 MC	2	rovný	3.70
KOSIL 240	1	rovný	1.33
KODUR 500 MC	1	rovný	0.27
KOSIL 240	1	1	1.23
KODUR 500 MC	1	1	0.33

Příklad výsledných deformací tabule plechu je uveden na Obrázku 5



Obrázek 5 Příklad deformace tabule plechu po stříhu

Na základě hodnot deformace uvedených v tabulce 1 je možné učinit následující závěr. Pro materiál KOSIL 240 je dosaženo cca 3.5 krát větší deformace tabule plechu než u materiálu KODUR 500 MC. Velikost deformace tabule plechu velmi silně závisí na velikosti úhlu sklonu nožů α . Pro materiál KOSIL 240 dojde ke zmenšení deformace průhybu z 12.2 mm na 1.23 mm, pro materiál KODUR 500 MC z 3.7 mm na 0.33 mm.

6. Závěr

Z výsledků výpočtu a závěrečné analýzy je zřejmé, že při stříhu dvojitě šikmým nožem je zejména u plechů tloušťky nad 10 mm deformace konců pásů plechu značně závislá na sklonu ostří dvojitě šikmých nožů.

Pro naše budoucí konstrukce dělicích strojů je nutné uvažovat se sklonem dvojitě šikmých nožů v rozmezí max. 1-1,5° pro plechy o tloušťkách nad 10mm.

Při vývoji nového dělicího stroje bude důležité vždy danou technologii stříhu počítačově modelovat a následně učinit kompromis mezi požadovanou kvalitou stříhu a úhlem sklonu dvojitě šikmých nožů s ohledem na střížnou sílu, která je závislá na tomto sklonu ostří.

Je nutné se zmínit, že v některých aplikacích je možné nahradit technologii stříhu s dvojitě šikmým nožem technologií stříhu s jednostranným sklonem ostří.

Při stříhu nožem s jednostranným sklonem, je závislost deformací konců pásů na hodnotě sklonu ostří nože menší, nevýhoda této technologie však je v jednostranném zatížení střížného mechanismu a stojanu stroje. Tím stoupá náročnost na dimenzování stroje resp. roste hmotnost a velikost zařízení, což zejména u letných nůzek, kdy rozbíháme hmoty střížného mechanismu do každého stříhu, inspiruje k hledání jiného lepšího řešení. V neposlední řadě

vyvstává nutnost, při současném trendu rekonstrukcí starých linek výměnou hlavních strojů přímo do stávající linky, minimalizovat velikost nového stroje.

Úlohou modelování technologie stříhu nožem s jednostranným sklonem ostří a deformací vznikajících při této technologii jsme se v tomto příspěvku nezabývali.