

IMPLEMENTACE PRINCIPŮ VIBRAČNÍCH DOPRAVNÍKŮ DO OBLASTI TERMICKÉHO DĚLENÍ MATERIÁLŮ

Ing. Lukáš Skřivan

Abstract

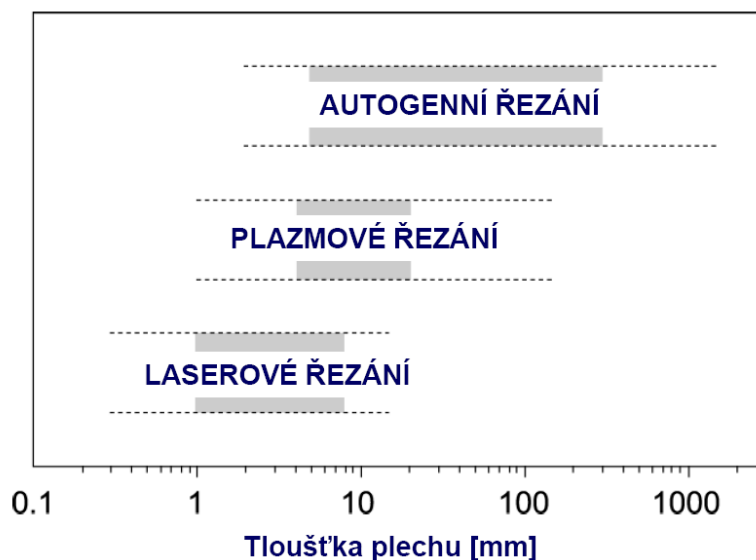
This report deals with basic application possibilities of the vibration transporters in the sphere of machine for the thermic cutting of the material. During the thermic cutting process of the material with the autogen burner, plasma and laser beam is generated large quantity of the slag, which is puffed out the cutting seam. This quantity is direct proportional to the thickness of the cutting material and the width of the cutting seam – depend on the use technology (autogen, plasma, laser). By the automation of the machine for the thermic cutting is initialized the needs of the automation export this cutting slag from the working area. But the installation of these manipulation mechanisms is complicated due to the requirement of the combination with the suction system for the cutting emission and often the high temperature in the working area. The chain bulldozer and the belt transporters with the metal plate are using for this application in this time. These mechanisms are often very noisy and unreliable. Therefore vibration principles are interesting alternative of the solution. That is the reason why we specify some possible construction types of vibration manipulators. Another friendly factor of the vibration principle appears the use of the vibration for the forming melt to the slag granulates. All applications of the vibration principle will be solved as the main theme of the dissertation work.

1 Základní přehled termických technologií v oblasti dělení materiálů

Stroje pro termické dělení materiálů mají stále větší význam a jejich rozvoj v oblastech průmyslové výroby zaznamenává velký boom. Tato situace je zapříčiněna zejména současnou konstrukční úrovní, tj. požadavkem na lehké a tuhé skořepinové konstrukce optimalizované metodami MKP, k jejichž stavbě je zapotřebí přířezů (výpalků) většinou z válcovaných tabulových plechů. Významného rozvoje se dosáhlo také v oblasti laserových a plazmových technologií. Tyto laserové a plazmové systémy osazované na přesná a dynamická polohovací zařízení pak dosahují požadované přesnosti a jsou tak často užívána k dělení materiálů bez nutnosti následného opracování povrchů. Jedná se tedy o jeden z nejefektivnějších a nejrychlejších (tj. v dostatečné přesnosti) technologických principů na členění materiálů, často i s přímou úpravou okrajových ploch pro potřeby svařování.



Obr.: 1 Dělení materiálů za pomoci termických technologií



Obr.: 2 Termický proces dělení & oblasti nasazení

1.1 Termické dělení materiálu laserem

Nejpoužívanější lasery v tomto oboru jsou kontinuální CO₂ lasery se středním výkonem do 15 kW, kterými je možné řezat konstrukční oceli do tloušťky až 20 mm, korozivzdorné oceli do tloušťky 12 mm a slitiny hliníku do tloušťky 8 mm. Pro přesnější řezy s menší šířkou řezné spáry se používají Nd:YAG lasery o výkonu 100 až 1000 W, kterými lze řezat konstrukční oceli do tloušťky 6 mm, korozivzdorné oceli do tloušťky 3 mm a slitiny hliníku do tloušťky 2 mm. Laserem lze řezat např. titan, oceli s nízkým obsahem uhlíku a korozivzdorné oceli.

Hlavními výhodami řezání laserem jsou:

- termický řezný proces s minimálním tepelně ovlivněnou oblastí zajišťující maximální přesnost řezu
- Díky vysoce koncentrovanému laserovému svazku je dosaženo velmi malého řezu (0,1 – 0,6 mm) a minimální deformace
- vysoká kvalita řezání různých materiálů, měkké oceli až do tloušťky 30 mm
- řezání v úkosů materiálů o tloušťce do 15 mm
- na rozdíl kyslíko-acetylenového řezání plamenem nejsou při řezání laserem potřebné žádné závěrečné operace

1.2 Termické dělení materiálu plazmou

V mnoha oblastech zpracování kovů se jako reálná alternativa poměrně drahého laserového řezání stále více rozvíjí velmi přesné dělení plazmou. Pokud jde o kvalitu řezu a řeznou rychlost, dosahuje se přitom výsledků, které jsou ve vysoké míře srovnatelné s výsledky laserového řezání. A to jednoznačně s nižšími investičními a provozními náklady.

Plazmová technologie používá koncentrovaný oblouk, který taví materiál pomocí vysokoteplotního plazmového svazku. Řezat lze všechny vodivé materiály. Standardní řezací systémy často používají řezací jednotky, které jsou schopny řezat proudem od 20 – 1000 A, plechy o tloušťce od 5 – 160 mm. Plazmový plyn je stlačený vzduch, dusík, kyslík nebo argon/vodík, používající se k řezání nízkolegovaných a vysokolegovaných ocelí.

2 Problematika struskového hospodářství – možné využití principů vibrační dopravy

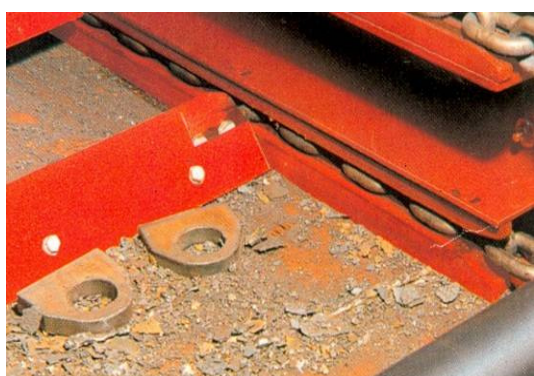
Při termickém řezném procesu dělení materiálů pomocí kyslíko-acetylenových hořáků, plazmových a laserových paprsků vzniká velké množství řezné taveniny (strusky), která je vyfukována z řezné spáry. Množství je přímo úměrné tloušťce děleného materiálu a šířce řezné spáry - ta závisí na použité technologii (autogen, plazma, laser). S postupným automatizováním strojů pro termické dělení materiálů vzniká také potřeba automatického vyvážení této řezné taveniny (strusky) z pracovního prostoru stroje. Zakomponování vyvážecích mechanismů je komplikováno nutností kombinace s odsávacím systémem emisních zplodin řezného procesu a často vysokou teplotní zátěží celého prostoru. V současné době se k tomuto účelu využívá jednoduchého systému záchytných kontejnerů, kontejnerů s pojezdem, řetězových shrnovačů a pásových dopravníků s kovovými lamelami. Systém záchytných kontejnerů je velice jednoduchý a tím i spolehlivý, ale jeho velkou nevýhodou je nutnost dlouhé odstávky stroje při potřebě vyprázdnění těchto kontejnerů. Kontejner s pojezdem je jakýmsi prvním stupněm automatizace, ale jeho nevýhoda spočívá v relativně malé záchytné kapacitě. Mechanismy řetězových shrnovačů a pásových dopravníků jsou často velmi hlučné a díky své členité konstrukci dosti nespolehlivé.



Obr.: 3 Sběrné sekční kontejnery



Obr.: 4 Pojezdný sběrný kontejner s integrovaným odsáváním



Obr.: 5 Řetězový shrnovač



Obr.: 6 Pásový dopravník s kovovými lamelami

Velice zajímavou alternativou se tedy jeví aplikace vibračních principů dopravy. Dále tedy uvádíme několik možných typů stavby vibračních manipulátorů. Dalším příznivým faktorem u vibračních principů se jeví využití vibrací pro formování chladnoucí taveniny do struskového granulátu či možnost automatického separování malých výpalků od strusky.

3 Základní rozdělení vibračních dopravníků

Vibrační dopravníky jsou mechanické dopravníky využívající k přemísťování materiálu setrvačných sil působících na částice dopravovaného materiálu.

Vibrační dopravník tvoří žlab obvykle tvaru širokého písmene U, nebo kruhového, který je pružně uložen na základu. Pohon dopravníku dává žlabu kmitavý pohyb. Podle způsobu a vlastností pohonu žlabu a jeho uložení může kmitavý pohyb žlabu a zejména pohyb částic dopravovaného materiálu být značně složitý. Zásadně mohou nastat dva případy.

V prvním případě jsou částice dopravovaného materiálu ve styku se žlabem a pohybují se vlivem rozdílu silových impulsů, které jim jsou uděleny žlabem při jeho pohybu ve směru dopravy a zpět.

V druhém případě dochází v určité fázi pohybu žlabu k oddělení částic materiálu od žlabu. Částice jsou vrženy žlabem do prostoru, pohybují se po vrhových parabolách a dopadají zpět na žlab. Celý proces se neustále opakuje, přičemž se částice materiálu pohybují ve směru dopravy. Protože vzdálenosti, na něž jsou částice vrhány, jsou velmi malé, hovoříme o mikrovřhu. Z uvedeného hlediska lze rozdělit vibrační dopravníky na:

- Dopravníky impulsní, mezi něž patří
 - pohyblivé dopravní žlaby,
 - třasadla.
- Dopravníky s mikrovřhem, které mohou být poháněny
 - systémem s tuhou vazbou mezi pohonem a žlabem,
 - systémem s pružnou vazbou mezi pohonem a žlabem..

Základní parametry jednotlivých typů jsou přehledně uvedeny v Tab. 1.:

Tab.: 1

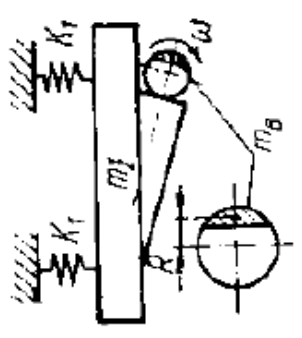
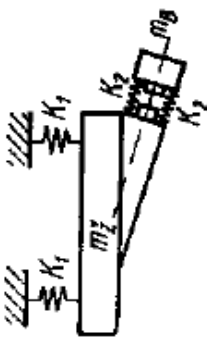
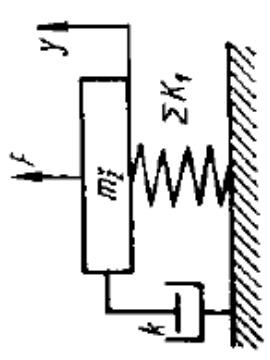
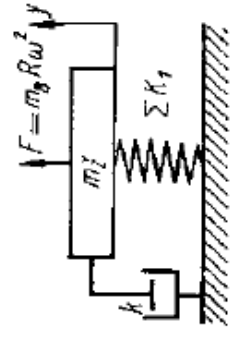
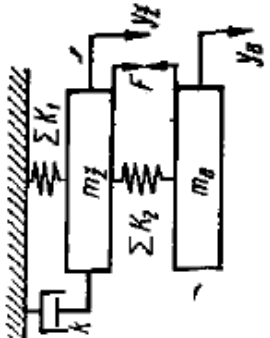
Dopravník Parametr	Pohyblivé dopravní žlaby	Třasadla	Vibrační s mikrovřhem		
			pohon klikovým mechanismem	pohon budičem	
				provoz pod rezonancí	provoz v rezonanci
Dopravní výkonnost ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	200	200	50 až 200	až 1 000 ¹⁾ až 150 ²⁾	až 1 000 ¹⁾ až 150 ²⁾
Dopravní délka (m)	až 200 (sekce až 3 m)	až 200 (sekce 3 až 6 m)	2 až 50	20 až 60	20 až 60
Sklon	—25° až +25°	—15° až +15°	±5° až +10°	±10° až +20°	±10° až +20°
Frekvence (Hz)	3 až 6	6 až 7	5 až 25	10 až 100	10 až 100
Amplituda (mm)	120 až 300	30 až 40	3 až 15	0,05 až 5	0,05 až 5
Součinitel celkového odporu	1,5	1,35			

Poznámka: ¹⁾ V provedení žlabovém. ²⁾ V provedení trubkovém.

3.1 Základní veličiny vibračních dopravníků s mikrovřhem

V následující tabulce Tab.: 2 je uveden stručný popis základních veličin vibračních dopravníků s mikrovřhem:

Tab.: 2

Dopravník Veličina	Vibrační s mechanickým pohonem	Vibrační poháněný mechanickým budičem	Vibrační poháněný elektromagnetickým budičem
Schéma dopravníku			
Náhradní dynamický model			
Pohybová rovnice	$m_z \cdot \ddot{y} + k \cdot \dot{y} + (\sum K_1) \cdot y = F_B$	$(m_z + m_B) \cdot \ddot{y} + k \cdot \dot{y} + (\sum K_1) \cdot y = F_B$	$m_B \cdot \ddot{y}_B + (\sum K_2) \cdot (y_B - y_z) + F_B = 0$ $m_z \cdot \ddot{y}_z - (\sum K_2) \cdot (y_B - y_z) +$ $+ (\sum K_1) \cdot y_z + k \cdot \dot{y}_z - F_B = 0$
Hmoty kmitající soustavy m_s	$m_s = m_z$	$m_s = m_z + m_B$	$m_s = m_z + m_B$
Amplituda kmitající soustavy	$X_s \approx X_z = R$	$X_s = R \cdot \frac{m_B}{m_s}$	$X_s = X_z + X_B$

Tab.: 2

Vlastní frekvence kmitající soustavy		$\Omega_s = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\sum K_1}{m_z}}$	$\Omega_s = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\sum K_1}{m_z + m_B}}$	$\Omega_s = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\sum K_2 \cdot \frac{m_z + m_B}{m_z \cdot m_B}}$
Frekvence [Hz]		5 až 25	10 až 50	25 až 100
Amplituda [mm]		6 až 30	1 až 10	0,1 až 6
Střední dopravní rychlost [mms ⁻¹]		0,2 až 0,8	0,03 až 0,5	0,01 až 0,3
Maximální sklon	vzhůru	10°	10°	15°
	dolů	5°	15°	25°
Délka žlabu [m]		5 až 50	0,5 až 40	0,5 až 6
Regulace dopravního výkonu		výškou vrstvy, otáčkami, amplitudou	výškou vrstvy, otáčkami, změnou poloh nevyvažku	výškou vrstvy, napětím

4 Závěr

Principu vibrační dopravy se nejčastěji využívá pro přepravu sypkých materiálů. Jeho využití v oblasti strojů pro termické dělení materiálů se však jeví jako velice zajímavá alternativní aplikace. Vedle velké spolehlivosti a dostatečného přepravního výkonu, mohou být dalšími nespornými aplikačními výhodami např.: využití vibračního principu pro formování řezné taveniny do podoby „struskového“ granulátu, separace malých výpalků od strusky či třídění malých výpalků dle jejich velikosti. Další rozvoj a ověření jednotlivých přínosů této alternativní aplikace vibračních principů dopravy bude nadále předmětem řešené disertační práce.

Použité materiály

- [1] TALÁCKO J.: *Automatizace výrobních zařízení*, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000
- [2] DRAŽAN F., JEŘÁBEK K.: *Manipulace s materiálem*, Nakladatelství technické literatury SNTL, Praha 1979
- [3] POLÁK, J., SLÍVA, A.: *Dopravní a manipulační zařízení III.*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0963-X
- [4] POLÁK, J.: *Dopravní a manipulační zařízení II.*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003, ISBN 80-248-0493-X
- [5] DRAŽAN, F., VOŠTOVÁ, V., JEŘÁBEK, K., BRAND, M.: *Teorie a stavba dopravníků*, Vydavatelství ČVUT, Praha 1983
- [6] Hebezeuge und Fördermittel, VEB Verlag Technik, Berlin 1961
- [7] CVEKL, Z., DRAŽAN, F. : *Teoretické základy transportních zařízení*, SNTL, Praha 1976
- [8] HALÍČEK, B., KLÍMA, K., NOVÁK, V. : *Vibrační technika – Symposium pracovníků báňského pŕmyslu*, ČSVTS, Příbram 1988
- [9] THOMPSON, W. T., DAHLEH, M.D. : *Tudory of Vibration with Applications*, Prentice Hall 1998, ISBN 0-13-651068-X
- [10] MAIROVITCH, L. : *Principels and techniques of vibrations*, Prentice Hall 1997, ISBN 0-02-380141-7
- [11] FULLER, C.R. : *Aktive Kontrol of Vibration*, Academic Prass, London 1996, ISBN 0-12-269440-6
- [12] INMAN, D.J. : *Engineering Vibration*, Prentice Hall, Englewood Cliffs 1996, ISBN 0-13-518531-9
- [13] ŠEFRNA, V. – SKŘIVAN, L.: *Manipulační systém pro laserové a děrovací pracoviště*, X. CONFERENCE OF POSTGRADUATE STUDENTS AT FACULTY OF ENGINEERING OF SLOVAK TECHNICAL UNIVERSITIES – NOVUS SCIENTIA 2007, ÚVZ Hermany, ISBN: 978-80-8073-922-5
- [14] SKŘIVAN, L. – ŠEFRNA, V.: *Ideological proposal possibilities of automated workplaces for semi-products of sheet panel processing*, Zborník abstraktov z 1. ročníka medzinárodnej konferencie ERIN 2007, Vydavateľstvo STU, Bratislava, ISBN 978-80-227-2636-8
- [15] www.finn-power.de
www.cz.trumpf.com
www.bystronic.com
www.salvagnini.it
www.amada.com
www.esab-cutting.de