40. EAN
40. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE EXPERIMENTÁLNÍ ANALÝZY NAPĚTÍ
40th INTERNATIONAL CONFERENCE EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS
3. – 6. VI. 2002, PRAHA/PRAGUE, CZECH REPUBLIC

CONTACT FORCE MEASUREMENT OF THE BELT CONVEYOR SCRAPER

MĚŘENÍ PŘÍTLAČNÝCH SIL STĚRAČE PÁSU U PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ

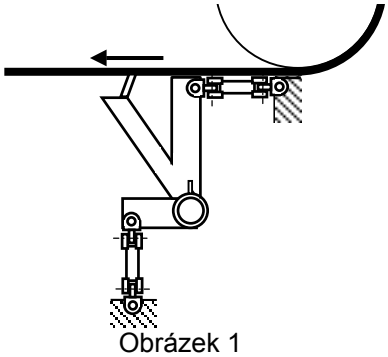
Jan Řezníček[1], Jitka Řezníčková[2], David Pelc[3]

Abstract: *The object for belt conveyors to work effectively in large carboniferous quarries is to obtain their high lifespan and safety. Also, it is necessary to obtain the clean surface in order that transported material, primarily under wet conditions, doesn't stick together on the conveyor and doesn't decrease the conveyor transportation power. A run-down flap row, which is located on the start of conveyor returnable part, is used for the stuck material removing from conveyor surface. Optimal contact force determination, which influences the run-down quality and the lifespan of the whole conveyor, was the research object.*

Keywords: force measurement, strain gauges, full-bridge, rubber tracked conveyor.

Úvod:

Stírání zbytků materiálu, které zejména ve vlhkém stavu ulpívají na povrchu dopravníkového pásu, se provádí soustavou stíracích lamel (lopatek) umístěných v dolní části dopravníku na počátku jeho zpětné větve. Pro odstranění maximálního množství materiálu je výhodná co největší přítlačná síla lamel, ale naopak tato velká přítlačná síla nadměrně odírá povrch pásu, čímž snižuje jeho životnost. Snahou provozovatele pak musí být nalezení kompromisu nastavení lamel pro dostatečné stírání při zachování vysoké životnosti dopravníků. Velikost přítlačné síly se nastavuje táhly a přitahováním centrálního hřídele, na kterém jsou lamely nasazeny (schéma viz obrázek 1). Kritériem pro nastavení přítlačné síly je osobní zkušenost obsluhy, která je však vždy zatížena subjektivním faktorem. Proto vznikla snaha tento subjektivní faktor odstranit a nahradit ho objektivním posouzením nastavení lamel. Jako cesta byla zvolena konstrukce „siloměrných“ členů, které by přítlačnou sílu jednoznačně definovaly.



Obrázek 1

Fáze vývoje:

Nejprve bylo třeba stanovit alespoň dílčí orientační meze požadovaných měřených veličin. S ohledem na podmínky provozu a prostředí, ve kterém bude zařízení používáno, byl kladen zvláštní důraz na mobilnost celého zařízení včetně nezávislosti na dostupnosti elektrické sítě. Jako měřicí metoda byla zvolena odporová tenzometrie v celomostovém zapojení. S ohledem na jednoúčelovost zařízení byl souběžně vyvíjen jednoúčelový několikakanálový měřicí zesilovač spolu s počítačovým ovládacím a měřicím programem.

České vysoké učení technické v Praze / Czech technical University in Prague:

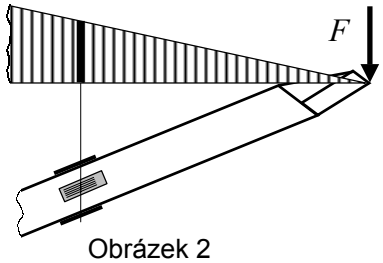
[1] *Fakulta strojní, Ústav mechaniky – odbor pružnosti a pevnosti, Technická 4, 166 07 Praha 6, tel.: +420 2 24 35 25 09, fax: +420 2 33 32 24 82, e-mail: reznicek@fsid.cvut.cz*

[2] *Fakulta dopravní, Katedra mechaniky a materiálů, Na Florenci , Praha 1, Czech Republic tel.: +420 2 24 89 07 29, e-mail: reznickova@fd.cvut.cz*

[3] *Fakulta strojní, student 5. ročníku, e-mail:david. pelc@iol.cz*

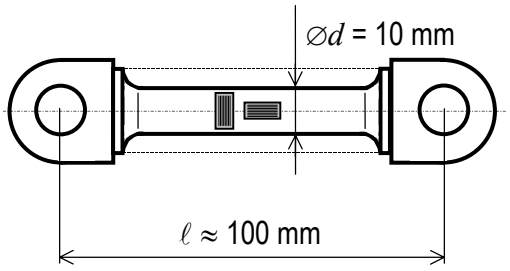
Měřicí člen

V první fázi přicházely v úvahu dvě možnosti instalace tenzometrického úplného mostu na stírací zařízení. ***První varianta*** předpokládala vznik „měřicích lamel“, které by měly nainstalovány tenzometry přímo na svém povrchu. V úvahu přicházela střední část lamely, která je namáhána převážně ohybem od kontaktní síly (viz obr. 2). Pro tuto variantu hovořila jednoduchá dostupnost povrchu pro instalaci tenzometrů a snadná možnost zakrytí celého mostu proti mechanickým i povětrnostním vlivům. Proti hovořila zejména nutnost rozebrat celou řadu lamel, na zvolená místa vložit připravené měřicí lamely a po měření vyjmout měřicí lamely a řadu opět sestavit s normálními lamelami.



Obrázek 2

Druhou variantou bylo využití přítlačného mechanizmu lamel. Jako výhodné se jevily dva válcové členy s oky na koncích - táhla, která přenášejí síly ze stavěcího hřídele na vlastní lamelu. Na každé lamele jsou dvě – jedno namáhané tahem a druhé tlakem. Vzhledem k okům na koncích táhel je dom˙ antní jejich tahové resp. tlakové namáhání. Vhodná instalace úplného tenzometrického mostu pak umožní přídavné vlivy zcela vykompenzovat. Oba členy jsou v původní konstrukci značně předimenzovány. Jejich zeslabením byl získán větší signál na tenzometrech a dále dostatek prostoru pro zakrytí celého tenzometrického mostu. Výhodou volby těchto členů byla také snadná dostupnost jejich povrchu při instalaci v laboratoři a snadná kalibrace v zatěžovacím stroji. Rozhodující byla skutečnost, že přímo v terénu stačí jen vyměnit u zvoleného stěrače původní závěsy za měřicí, aniž by bylo třeba rozebírat celý systém lamel. Měření tak vždy proběhne na originální řadě lamel.



Obrázek 3

Návrh a konečná konstrukce siloměrných táhel

Síly v táhlech byly uvažovány v rozmezí 0 ÷ +10 000 N (tah) a 0 ÷ -10 000 N (tlak). Při zapojení tenzometrů do celého mostu, kde podélné tenzometry tvoří dvě protilehlé větve a příčné tenzometry tvoří druhé dvě protilehlé větve, je vztah mezi skutečným a výstupním signálem dán rovnicí $\varepsilon_{výstup} = 2\cdot(1+\mu)\cdot\varepsilon_{skut.}$.

Požadavek dostatečné citlivosti snímače stanovil rozsah výstupního signálu alespoň 1 500 μi. Skutečný signál musí tedy dosahovat hodnot okolo 600 μi. Pro ocel a sílu $F = \pm 10\,000$ N je třeba, aby plocha průřezu měla velikost $A \approx 80$ mm^2. Tímto postupem byl stanoven konečný průměr $\varnothing d = 10$ mm, na který bylo tělo táhla upraveno. Přechody na původní průměr $\varnothing D = 18$ mm byly voleny poměrně oblé, aby nedošlo ke vzniku zbytečných koncentrátorů napětí s ohledem na cyklický způsob namáhání táhel, i když zvolená konstrukce měřicích prvků předpokládá pouze krátkodobá měření s pomocí měřicích táhel, a tak jejich cyklické namáhání bude časově omezené. Výsledný tvar měřicích táhel je patrný z obrázku 3.

Elektrická část byla zakryta silikonovou pastou a hliníkovou fólií, přes kterou byla nasazena krycí plastiková trubka, která překrývala celou zúženou část táhla. Z každého táhla byl vyveden cca 0,5 m dlouhý propojovací kabel opatřený propojovacím konektorem.

Měřicí aparatura a program

Pro zpracování měřených signálů byl sestrojen jednoduchý zesilovač a převodník pro přímý kontakt měřicího členu s počítačem třídy PC prostřednictvím sériového portu. Zesilovač je na svém vstupu vybaven soustavou přepínatelných odporů, které umožní zcela vyvážit úplný tenzometrický most na snímači před konkrétním měřením. Napájení zesilovače bylo zvoleno stejnosměrné 12V, aby ho bylo možno napájet i z autobaterie. Kontrolní i měřicí program pro přenosný počítač byl vyvinut pro OS Windows s využitím všech grafických možností tohoto prostředí. Kontrolní program slouží k základnímu nastavení aparatury a ke kalibraci jednotlivých snímačů. Měřicí program má nastavovací modul a dále zpracovatelský modul, který snímá kontinuálně hodnoty všech kanálů, zobrazuje je v grafickém okně monitoru a současně je ukládá v datovém formátu na pevný disk pro následné zpracování a vyhodnocení.

Vlastní kalibrace a měření

Provedená kalibrace potvrdila předpoklad lineárního chování snímačů v celém jejich měřicím rozsahu i jejich dostatečně velký výstupní signál. K vlastnímu praktickému nasazení v terénu dojde v průběhu měsíce května.