EAN '96

34th Conference of Experimental Stress Analysis
34. konference o experimentální analýze napětí
3. - 6.6. 1996, Plzeň, Czech Republic

EXPERIMENTÁLNÍ ANALÝZA SILOVÝCH A DEFORMAČNÍCH POMĚRŮ U VYTLAČOVACÍHO LISU

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF BOTH STRESS AND STRAIN DISTRIBUTIONS IN AN EXTRUSION PRESS

Michalec J., Růžička M.

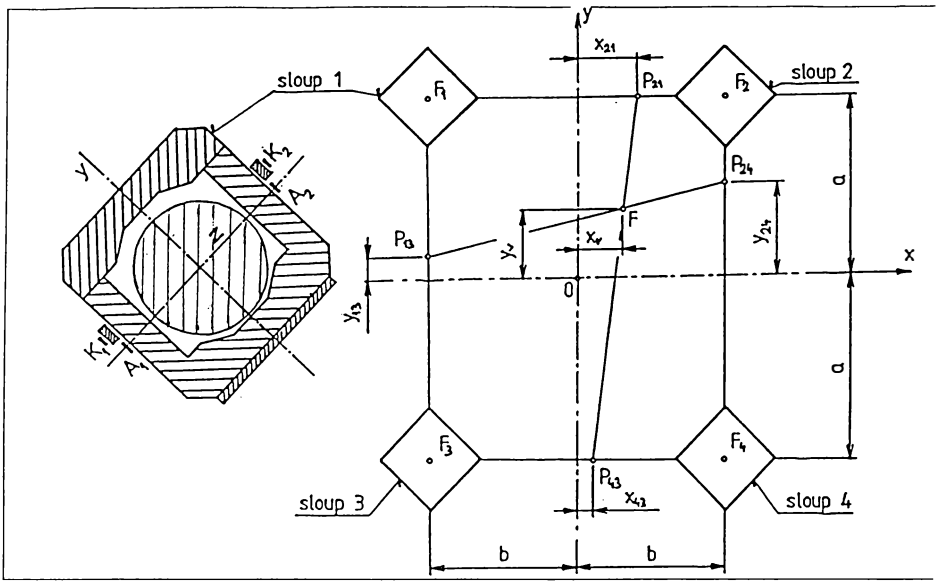
This paper presents methods Experimental assessment of both stress and strain distributions in the horizontal extrusion press 16 MN is presented. The force transfer verification in the prestressed press columns, together with the resultant position, by applying semi-conductor strain gauges, is given. The strain distributions of borh press columns and crosshead, by applying the large displacement strain gauges, were found out.

1. Úvod

Cílem rozsáhlého experimentu, který byl uskutečněn na vodorovném vytlačovacím lisu CXT 16 MN koncem minulého roku, bylo stanovení rozložení sil ve čtyřech vodorovných sloupech lisu během lisovacího cyklu a určení polohy jejich výslednice. Dalším úkolem bylo určit posuvy rozpěracích skříní sloupů, které nesou vodící plochy plunžru a deformace lisovací traverzy, kde jsou sloupy lisu zakotveny.

2. Síly ve sloupech - poloha jejich výslednice

Na schematickém řezu (**obr.1**) jsou síly ve sloupech lisu předpokládány v těžištích sloupů. Počátek souřadnicového systému x, y je v místě geometrické osy lisu. Souřadnice výslednice $F(x_r,y_r)$, které se stanoví ze statických podmínek rovnováhy, udávají exentricitu lisu. Předběžný tuhostní výpočet předepnutého sloupu ukázal, že skříň sloupu přenáší 0,676 celkové síly ve sloupu a pro špičkové zatížení lisu 16 MN je odpovídající deformace na skříni 200 μi ($1\mu i=10^{-6}$ m/m). Při přesnosti měření centrály ±1 μi by v nejnepříznivějším případě mohla vzniknout chyba ve stanovení souřadnice výslednice ve směru x ±3,5 mm a ve směru y ±4,2 mm. To by byly značné chyby, a proto byly použity křemíkové polovodičové tenzometry AP 120-6-12 se základní konstantou deformační citlivosti C_1 = 125. Tím byla zvýšena přesnost na ±0,02 μi a odpovídající maximální možná chyba v určení souřadnice výslednice je potom ve směru x ±0,07 mm a ve směru y ± 0,08 mm, což je přijatelné. Z uvedeného vyplývá vysoká náročnost na přesnost při měření poměrných deformací. Umístění aktivních tenzometrů na skříni podle

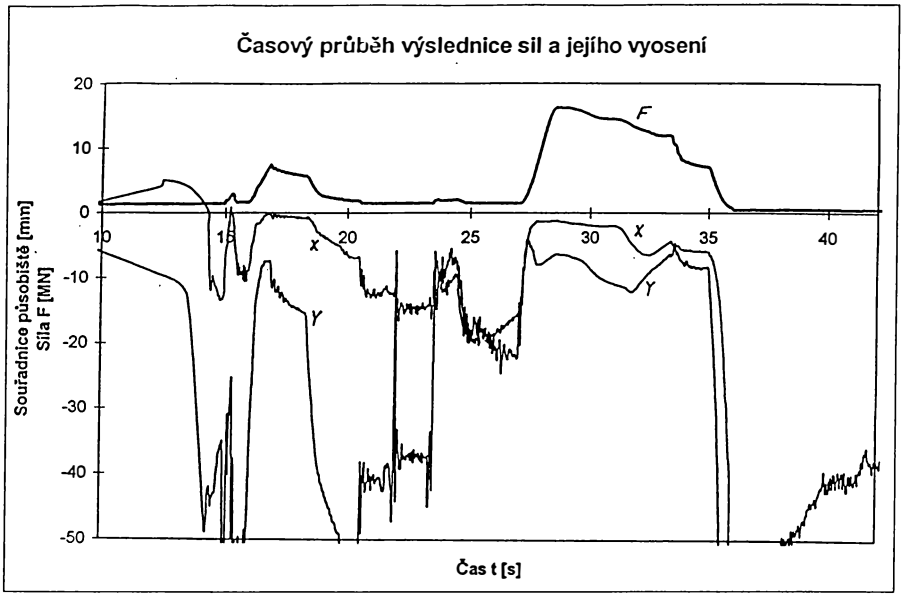


obr. 1

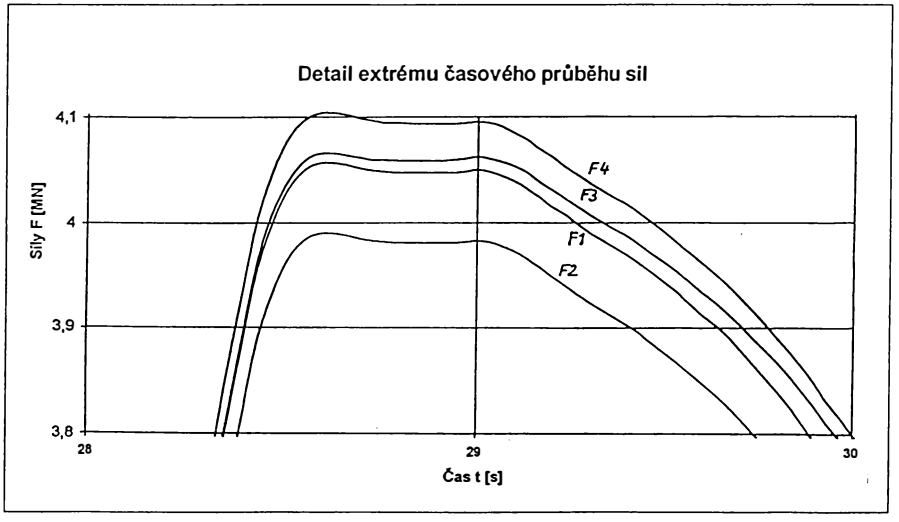
obr.1 byl eliminován ohyb kolem osy z i y. Osa z je totiž neutrálnou osou a její poloha byla stanovena experimentálně, protože byly oprávněné pochybnosti o dodržení výkresových rozměrů vnitřku skříně. Aktivní tenzometry byly zapojeny do série a tvořily jednu větev půlmůstku, kde v druhé větvi byly v sérii tenzometry kompenzační. V místě každé dvojice aktivního a kompenzačního tenzometru byla průběžně měřena a registrována povrchová teplota skříně, aby mohla být provedena korekce na vliv teploty. Dále byla prováděna korekce na vliv velikosti měřené deformace a korekce na vliv rozdílných odporů použitých tenzometrů. Problematikou uvedených korekcí se zabývá spoluřešitel Ing. Růžička, CSc. v příspěvku "Analýza faktorů ovlivňujících přesnost měření při aplikaci polovodičových tenzometrů".Ukázka průběhu výslednice sil F a polohy jejího působiště (souřadnic x a y) během celého lisovacího cyklu je na obr.2. Vlastní lisování probíhá mezi 28. a 33. sekundou záznamu. Z obrázku je zřejmé, že v tomto časovém úseku dochází ke změně souřadnice y a v závěru lisování též ke změně souřadnice x. Obr.3 ukazuje detail extrémních hodnot sil ve sloupech mezi 28,5 sec. a 30 sec. záznamu.

3. Posuvy rozpěracích skříní předepnutých sloupů

Byly použity elektrické snímače velkých posuvů s rozsahem ±10 mm a přesností 0,01 mm. U každé skříně byl měřen vodorovný a svislý posuv. Nejdůležitější jsou posuvy dolních sloupů lisu v místech, kde spočívají kluzáky plunžru při vlastním lisování (místa PP a PZ) na **obr.5**. V případě, kdy vodorovný a svislý posuv jsou záporné a stejně velké, např. PPX3 a PPY3 (**obr.4**) zůstane kluzák plunžru v původní poloze. Když tomu tak není, dochází k posuvu kluzáku



Obr. 2



Obr. 3

plunžru ve směru svislém i vodorovném. Z geometrie vodících ploch (obr.4) lze odvodit vztahy pro složky posuvů geometrické osy plunžru v místě PP ve tvaru

$$PPX = \frac{PP3 - PP4}{2} \quad , \quad PPY = \frac{PP3 + PP4}{2}$$

kde PPX a PPY jsou svislé posuvy vodící plochy sloupu, které stanovíme z naměřených posuvů sloupu ze vztahů

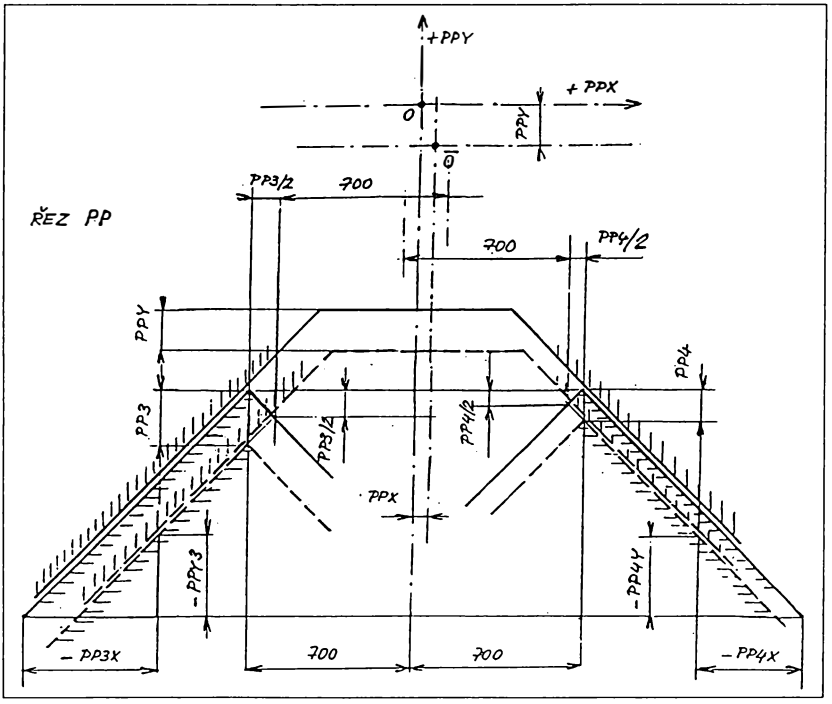
$$PP3 = PPX3 - PPY3 \quad , \quad PP4 = PPX4 - PPY4$$

Analogické vztahy platí i v místě PZ pro složky posuvů PZX a PZY. Za předpokladu dokonalé tuhosti celého plunžru lze nyní stanovit vztahy pro odpovídající posuvy lisovacího trnu v zápustce lisu PNX a PNY. Podle **obr. 6** platí

$$PNX = PZX - 2{,}02\overline{6} \cdot (PZX - PPX)$$

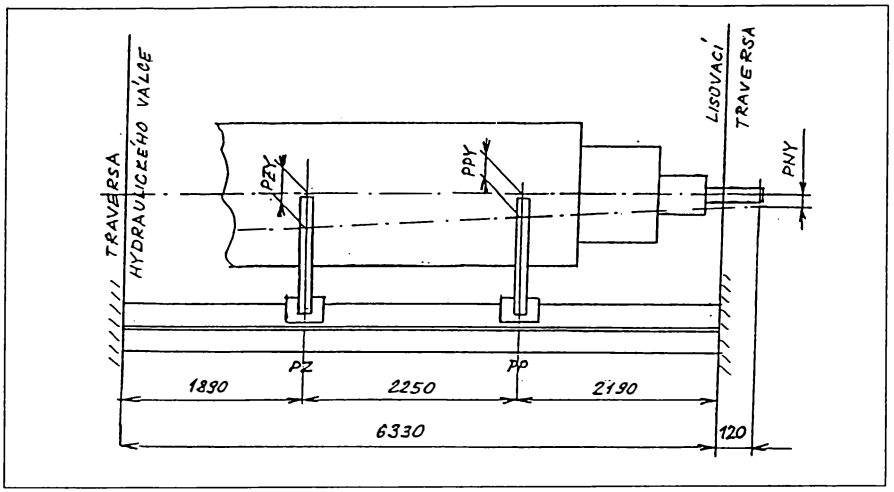
$$PNY = PZY - 2{,}02\overline{6} \cdot (PZY - PPY)$$

Ukázky naměřených složek posuvů PPX3, PPY3, PZX3 a PZY3 během celého lisovacího cyklu jsou na obr.6. Jak je vidět z obrázku, uvedené posuvy nejsou stejně velké a během vlastního lisování (22. až 27 sekunda průběhu) se mění i jejich vzájemné poměry velikosti.

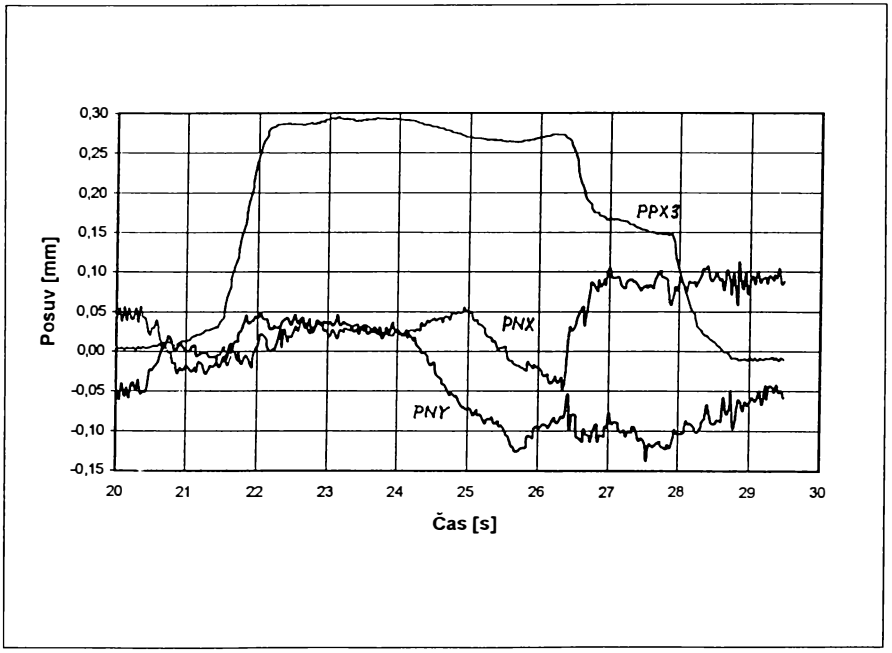


Obr. 4

To vede k posuvům lisovacího trnu během lisovací operace **obr.7** (posuvy PNX a PNY), kde je pro lepší orientaci vynesen též průběh naměřeného posuvu -PPX3/3 (charakterizuje průběh lisovací síly). Vypočtené posuvy strnu, provedené pouze pro dobu vlastního lisování, velmi dobře korespondují s polohou výslednice sil ze sloupů v odpovídajícím časovém úseku (obr.2).


TRAVERSA
HYDRAULICKÉHO VÁLCE
PZY
PPY
LISOVACÍ
TRAVERSA
PNY
PZ
PP
1890
2250
2190
6330
120

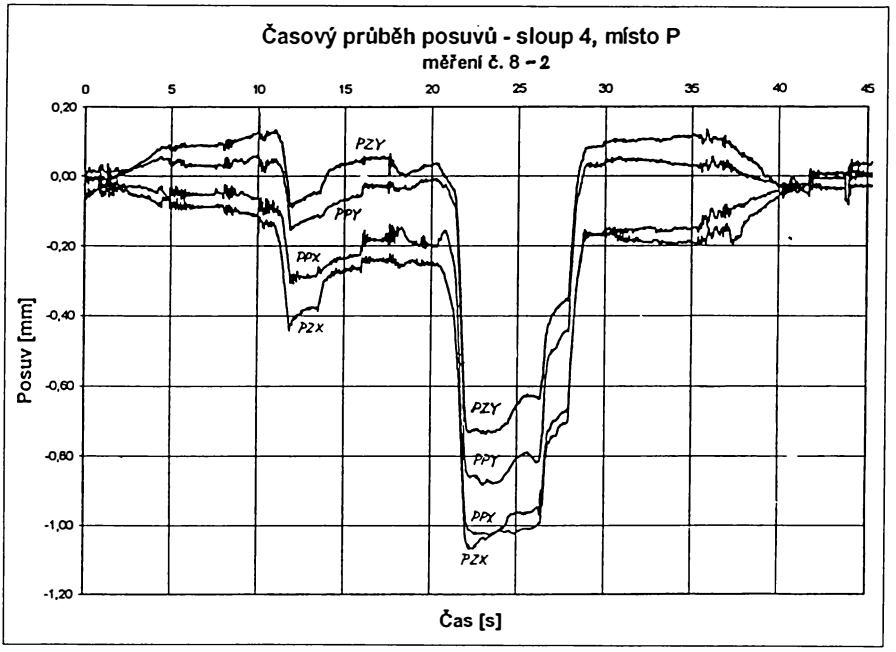
Obr. 5


Posuv [mm]
Čas [s]
PPX3
PNX
PNY
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
-0,05
-0,10
-0,15
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Obr. 7

4. Deformace lisovací traverzy

Průhyb lisovací traverzy tloušťky 580 mm ve vzdálenosti 340 mm od osy lisu byl zjištěn o velikosti 0,52 mm. Tento průhyb má za následek natočení čel skříní sloupů o úhel 0,00114 rad. Analytický výpočet průhybové čáry předepnuté skříně horního sloupu od natočení jejího čela o výše uvedený úhel potvrdil naměřené posuvy skříně.



Obr. 6

Doc. Ing Jiří Michalec, CSc; Ing. Milan Růžička, CSc.
ČVUT Fakulta strojní, Katedra pružnosti a pevnosti,
Technická 4, 166 07 Praha 6
tel.:(02) 2435 2512, fax: (02) 329386, e-mail: MICHALEC@fsinet.fsid.cvut.cz