

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

(61)

(23) Výstavná priorita
(22) Přihlášeno 31 03 82
(21) PV 2267 - 82

(40) Zveřejněno 26 08 83
(45) Vydáno 01 01 85

227 091

(11)

(B1)

(51) Int. Cl. G 01 N 3/00,
C 08 F 110/00

(75)
Autor vynálezu

PORUBSKÁ MÁRIA ing., WEINITZ LUDOVÍT ing.,
KRB RASTISLAV ing. CSc., NITRA

(54)

Spôsob hodnotenia mechanických vlastností fólií
s výhodou z termoplastov

227 091

Vynález sa týka postupu hodnotenia mechanických vlastností fólií, najmä z termoplastov, perforačnou skúškou.

Doteraz používaný spôsob hodnotenia mechanických vlastností fólií predpisuje ČSN 64 0604 Zkouška tahem fólií z plastických hmot. Určenie hranice pevnosti v ťahu pri pretrhnutí P_{tp} a pomerného predĺženia pri pretrhnutí (ťažnosť) vyžaduje skúšobné telesá v tvare prúžkov o šírke 10 až 25 mm a dĺžke najmenej 150 mm. Hrúbka skúšobného telesa je daná hrúbkou skúšanej fólie. Príprava telies o predpísaných rozmeroch naráža na vážne obtiaže tam, kde sa testuje zmena vlastností fólie vystavenej vplyvom nejakého chemického alebo fyzikálneho vplyvu, napr. ožarovanie xenonovou výbojkou. Rôzne typy prístrojov pre urýchlené stárnutie dovoľujú umiestniť v expozičnom priestore limitovaný počet skúšobných telies. Podľa ČSN 0773 Umělé povětrnostní stárnutí plastů v přístroji s xenonovou výbojkou sa sledujú relatívne zmeny zvolenej charakteristickej vlastnosti, ktorú norma záväzne neurčuje. Ak sú to ťahové vlastnosti, potom pri postupe podľa ČSN 64 0604 určenie hranice pevnosti v ťahu pri pretrhnutí a pomerného predĺženia vyžaduje pre jednu hodnotu najmenej 5 skúšobných telies. Pre posúdenie priebehu starnutia exponovanej fólie sa hodnotia mechanické vlastnosti v rôznych časových intervaloch, čo výrazne obmedzuje frekvenciu odexponovaných vzoriek. Nevýhody doteraz používaných postupov vyplývajú z tohto porovnania:

Expozičný rámik v Xenoteste 1 200 má rozmery 200 x 67 mm. Z toho osvetlená t.j. pracovná plocha je 180 x 38 mm. Pri postupe podľa ČSN 64 0604 možno z exponovanej plochy pripraviť maximálne 3 skúšobné telesá, teda pre jednu skúšku treba použiť fóliu z 5/3 rámika. Predpokladajme dobu expozície 2 100 h s 300 hodinovými intervalmi skúšobného odberu. Pri použití perforačnej metódy hodnotenia mechanických vlastností sa do jedného rámika Xenotestu (o rozmeroch 200 x 67 mm) umiestnia skúšobné telesá troch rôznych vzoriek o rozmeroch 60 x 67 mm, kto-

ré postačia pre celý požadovaný časový rozsah umelého poveternostného starnutia. Jedna vzorka teda obsadí 1/3 rámika x 2 100 h. Pri hodnotení podľa ČSN 64 0604 však treba obsadiť pre odber

po 300 h	5/3 rámika
po 600 h	5/3 rámika
po 900 h	5/3 rámika
po 1 200 h	5/3 rámika
po 1 500 h	5/3 rámika
po 1 800 h	5/3 rámika
po 2 100 h	5/3 rámika

Spolu 8 400 h x 5/3 rámika

$$\text{Porovnanie } \frac{8\,400 \times \frac{5}{3}}{2\,100 \times \frac{1}{3}} = 20 \text{ značí, že normovaný postup je}$$

20 krát náročnejší na miesto v Xenoteste, resp. popisovaný spôsob hodnotenia umožní exponovať 20 krát viac vzoriek.

Spôsob hodnotenia mechanických vlastností fólií s výhodou z termoplastov sa podľa tohto vynálezu uskutočňuje tak, že sa stanoví napätie potrebné na perforáciu fólie s ihlou definovaného tvaru a prierezu upevnenou v trhacom stroji za súčasného odčítania zdanlivej ťažnosti pri perforácii na krivke napätie-deformácia. Skúšanie mechanickej pevnosti fólií sa robí teda stanovením napätia, potrebného na perforáciu vzorky ihlou definovaného tvaru a prierezu, uchytanou vhodným medzikusom na snímač sily trhacieho stroja. Pre tento účel je vhodná valcovitá ihla s pevným hrotom pre stanovenie odolnosti za tepla podľa Vicata (ČSN 64 0521, čl. 4 bod b), ktorá má kruhový prierez hrotu 1 mm² a teda obvod 3,54 mm. Doporučená rýchlosť pohybu ihly je 50 mm/min. Pre získanie jednej strednej hodnoty perforačného napätia sa vykoná 5 vpichov vo vzájomnej vzdialenosti 5 mm. V bezprostrednej blízkosti každého vpichu (1-2 mm) sa presným hrúbkomerom zmeria hrúbka fólie potrebná pre výpočet hranice pevnosti pri perforovaní. Túto veličinu definujeme takto:

Hranica pevnosti pri perforovaní σ_p je napätie pri perforácii, vypočítané z pomeru maximálnej sily odčítanej pri skúške a počiatočného prierezu skúšaného elementu. Prierez skúša-

ného elementu je daný súčinom hrúbky fólie v mieste vpichu a obvodu perforovacej ihly:

$$\tilde{\sigma}_p = \frac{F}{d \cdot o} \quad (\text{MPa}),$$

kde $\tilde{\sigma}_p$ je hranica pevnosti pri perforovaní (MPa),

F je maximálna sila odčítaná pri skúške (N),

d je hrúbka fólie (mm),

o je obvod perforovacej ihly (mm).

Hranica pevnosti pri perforovaní $\tilde{\sigma}_p$ u fólií pripravených lisovaním za tepla, t.j. zbavených orientácie, poskytuje hodnoty totožné s hranicou pevnosti v ťahu pri pretrhnutí $\tilde{\sigma}_{Ptp}$, určenej podľa ČSN 64 0604.

Záznam priebehu sily pri perforácii sa sníma pri takej rýchlosti posuvu registračného papiera, aby sa dala odčítavať aj zdanlivá ťažnosť pri perforovaní, ktorú definujeme takto:

Zdanlivá ťažnosť pri perforovaní l je úsek na osi deformácie odčítaný od počiatku po maximálnu silu zo závislosti napätie-deformácia vyjadrený v mm. Nie je možné vzájomne porovnávať zdanlivú ťažnosť pri perforácii pri rôznych hrúbkach fólií, rôznej rýchlosti pohybu ihly a registračného papiera.

Výhody spočívajú v tom, že sa mnohonásobne zvýši počet vzoriek odexponovaných napr. v Xenoteste, s čím súvisí zníženie nákladov na expozíciu jednej vzorky. Súčasne sa zvýši produktivita práce pri hodnotení mechanických vlastností v dôsledku kratšieho trvania prípravy skúšobného telesa (pre všetky merania jedno skúšobné teleso bez prísneho určenia rozmerov) a asi 5x kratšieho priebehu vlastnej skúšky. Ďalej je to možnosť realizácie ľubovoľného počtu súbežných meraní zvyšuje relevantnosť skúšky.

V priloženej výkresovej časti obr. 1 znázorňuje spôsob uchytenia fólie vyriešený pomocou prípravku pozostávajúceho z oceľového podkladu 1 a prítlačnej doštičky 2, medzi ktoré sa umiestni skúšobné teleso 3. Obe dosky majú navzájomne sa kryjúce otvory pre perforácie a slúžia vlastne ako šablona. Skúšobné teleso je medzi doskami upevnené upínacími čelustami 4 so skrutkami 5. Pri takomto usporiadaní experimentu perforácia ihlou 6 hrúbku fólie v okolí vpichu neovplyvňuje. Obr. 2 znázorňuje odčítavanie maximálnej sily F a zdanlivej ťažnosti

pri perforovaní. Obr. 3 a 4 znázorňujú priebeh zmien hranice pri perforovaní σ_p (krivka x), zmenu zdanlivej ťažnosti pri perforovaní (krivka Δ) a vývoj absorpcie karbonylu (krivka o) polyetylénových fólií v závislosti od času expozície v Xenotes-
te.

Príklad 1

Porovnanie mechanických vlastností lisovaných fólií name-
raných podľa ČSN 64 0604 a perforačnou skúškou uvádza tabuľka
1 a 2:

Hranice pevnosti fólií

Tabuľka č.1

Vzorka	Ťahová skúška ČSN 64 0604				Perforačná skúška			
	P _{tp} (MPa)	s (MPa)	v (%)	Interval spoľahl.	p (MPa)	s (MPa)	v (%)	Interval spoľahl. (MPa)
rPE	12,0	1,2	9,7	10,8-13,2	11,4	0,7	6,0	10,7-12,1
lPE	20,7	1,3	6,5	19,4-22,0	22,5	1,2	5,6	21,3-23,7
PP	21,0	3,7	17,6	17,3-24,7	24,9	0,7	2,6	24,2-25,6
PA-6	60,4	9,4	15,6	51,0-69,8	54,8	2,2	4,1	52,6-57,0
PVC mäkk.	13,5	1,1	7,9	12,4-14,6	14,6	0,3	2,1	14,3-14,9
hPS	18,4	1,5	8,0	16,9-19,9	19,2	1,6	8,2	17,6-20,8

Ťažnosti fólií

Tabuľka č.2

Vzorka	Ťahová skúška ČSN 64 0604			Perforačná skúška		
	(%)	s (%)	v (%)	l (mm)	s (mm)	v (%)
rPE	415	87	21,1	19,1	0,4	1,9
lPE	573	186	32,5	17,0	0,7	4,1
PP	289	297	102	17,8	0,7	4,1
PA-6	58	17	29,6	11,6	0,9	8,0
PVC mäkk.	191	14	7,1	28,9	0,5	1,8
hPS	2 935	203	6,9	11,2	0,8	7,6

- σ_{ptp} je hranica pevnosti v ťahu pri pretrhnutí
 σ_p je hranica pevnosti pri perforovaní
 $\tilde{\sigma}$ je pomerné predĺženie pri pretrhnutí (ťažnosť)
 l je zdanlivá ťažnosť pri perforovaní
 s je smerodajná odchýlka
 v je variačný koeficient

Pri oboch skúškach sa použila zhodná rýchlosť pohybu čer-
 tuste a ihly: 50 mm/min. Pri perforovaní bola rýchlosť posuvu
 registračného papiera voči rýchlosti ihly 10:1.

Príklad 2

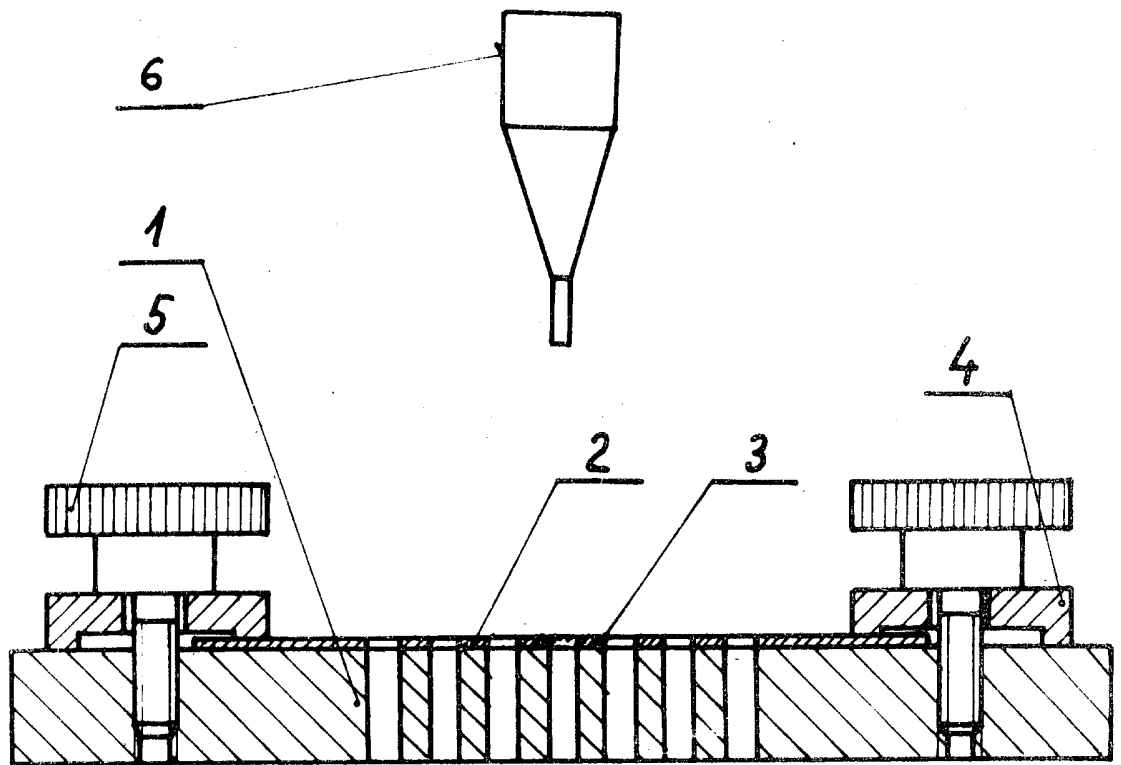
Priebeh zmien hranice pevnosti pri perforovaní σ_p , zdan-
 livej ťažnosti pri perforovaní l a vývoj absorbie karbonylu
 počas umelého poveternostného starnutia nestabilizovanej a
 stabilizovanej fólie z rPE je zrejmý z obr. 3 a 4, kde krivka
 preložená bodmi:

- x predstavuje závislosť $\sigma_p = f$ (času expozície),
 Δ predstavuje závislosť $l = f$ (času expozície),
 $\bigcirc$ predstavuje závislosť $A_{CO/0,1 \text{ mm}} = f$ (času expozície).

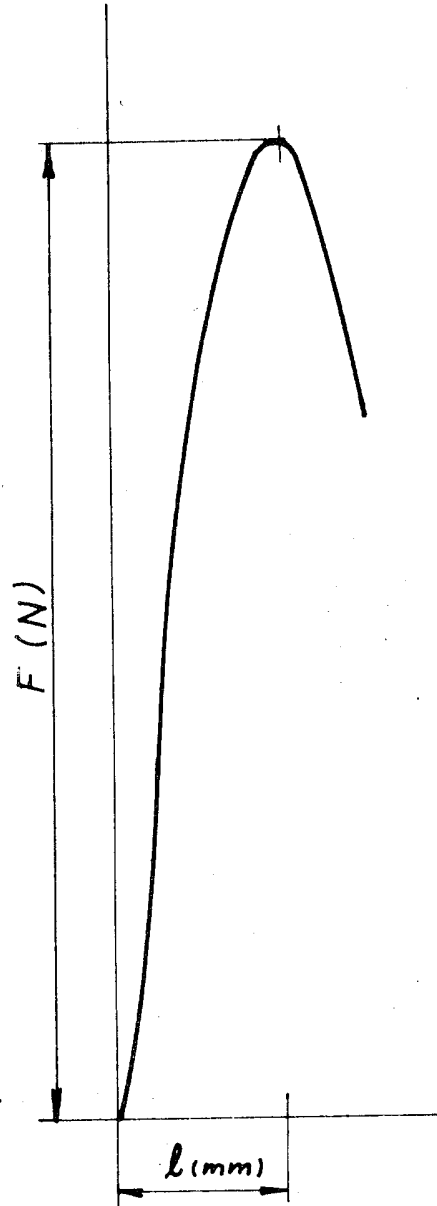
Na obr. 4 krivka hranice pevnosti a zdanlivej ťažnosti
 pri perforovaní jasne sleduje štádium sieťovania, čo sa pri hod-
 notení normovaným postupom nedá zachytiť, pretože výsledok
 skúšky určuje najslabšie miesto skúšobného telesa. Pri perfo-
 račnej skúške je v dôsledku malej plochy skúšaného elementu
 podstatne menšia pravdepodobnosť výskytu náhodného defektu
 v materiáli a získané hodnoty vernejšie postihujú skutočné
 zmeny počas starnutia.

Spôsob hodnotenia mechanických vlastností fólií s výhodou z termoplastov, vyznačujúci sa tým, že sa z pomeru maximálnej sily odčítanej pri perforácii fólie a počiatočného prierezu skúšaného elementu stanoví napätie potrebné na perforáciu fólie valcovitou ihlou s plochým hrotom o definovaných rozmeroch upevnenou v trhacom stroji za súčasného odčítania zdanlivej ťažnosti pri perforácii na krivke napätie-deformácia.

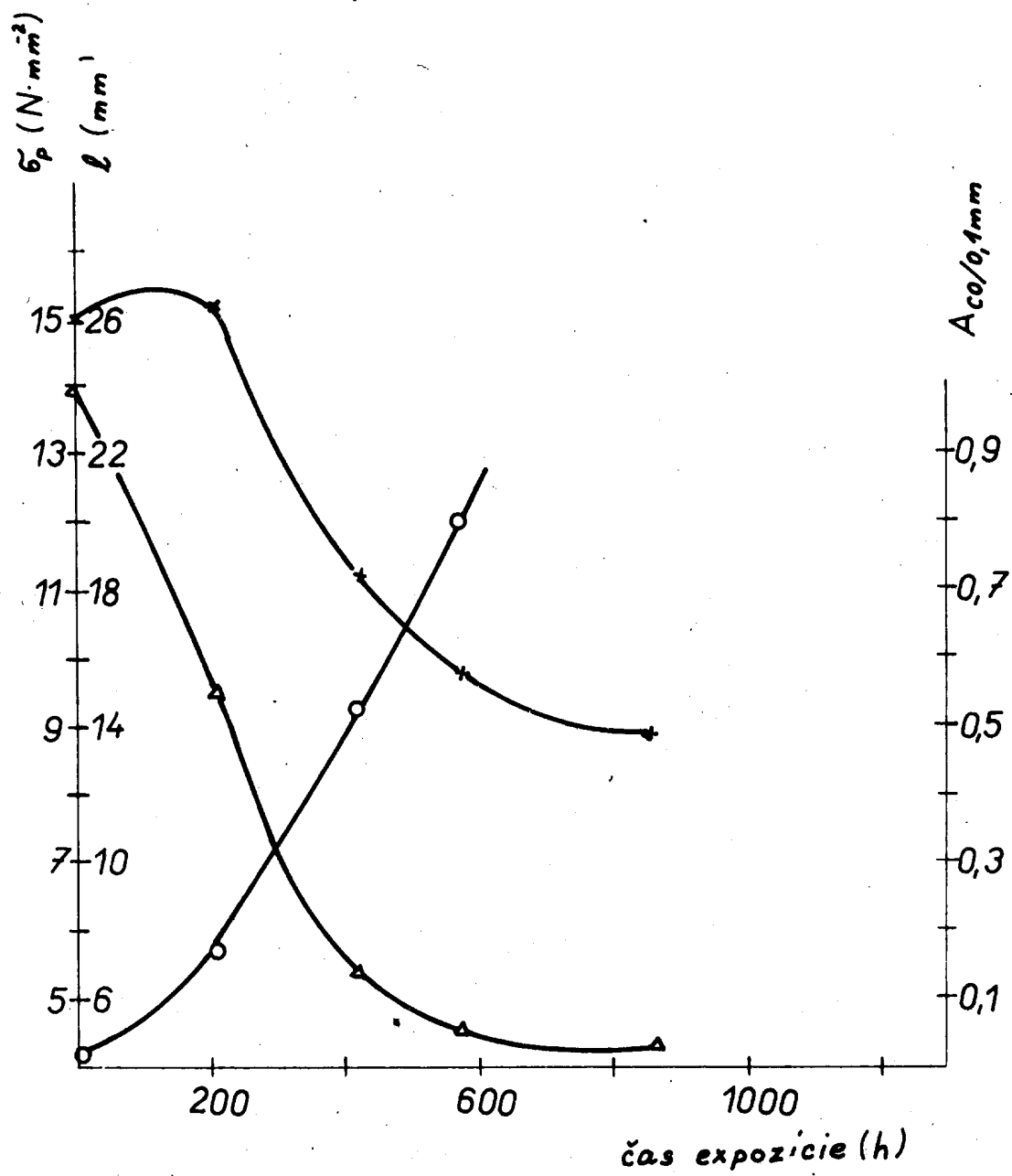
3 výkresy



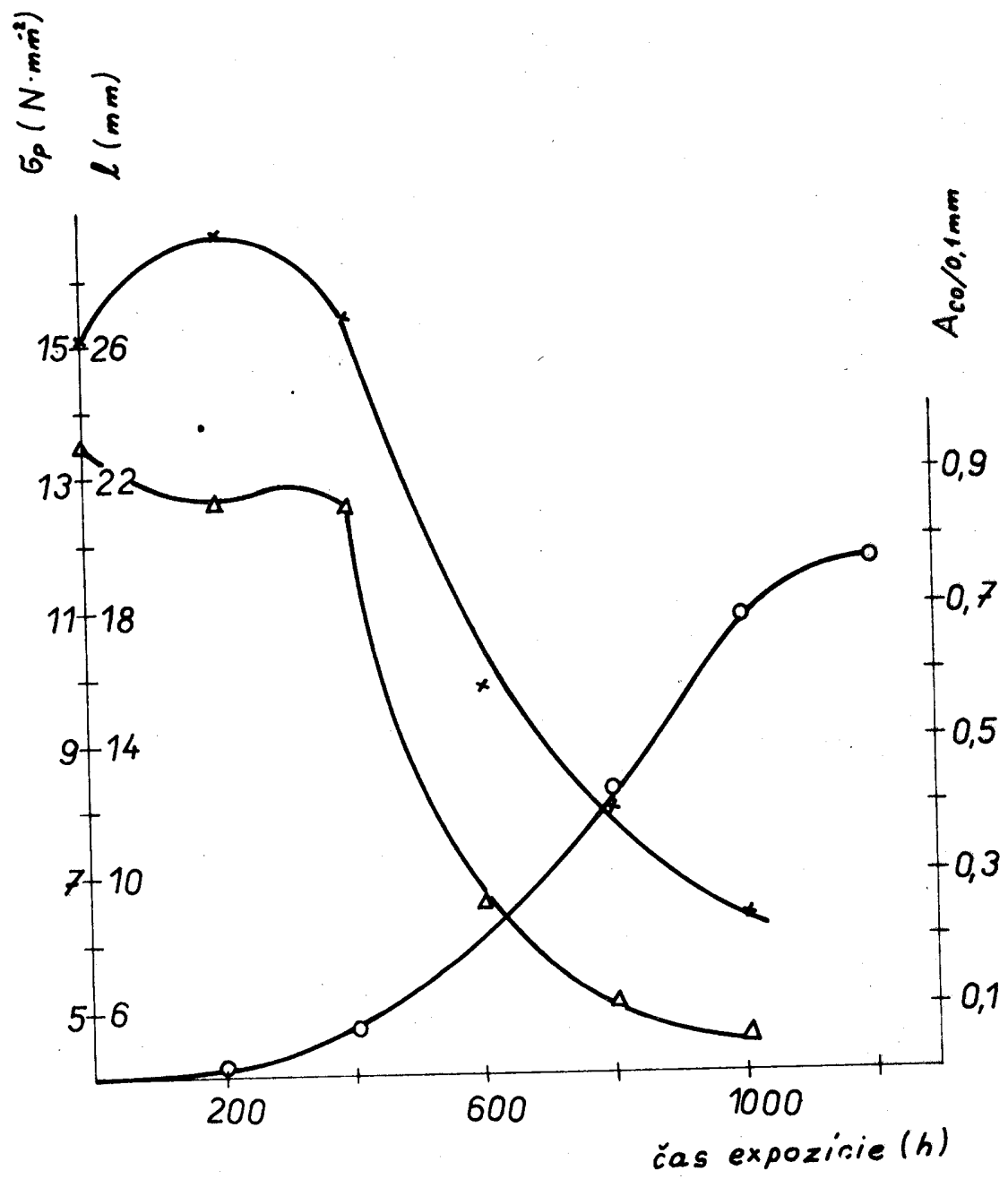
OBR.1



OBR. 2



OBR. 3



OBR. 4