



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

246238

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

G 01 N 33/44
G 01 F 17/00

(22) Přihlášeno 17 08 84
(21) PV 6228-84

(40) Zveřejněno 16 01 86

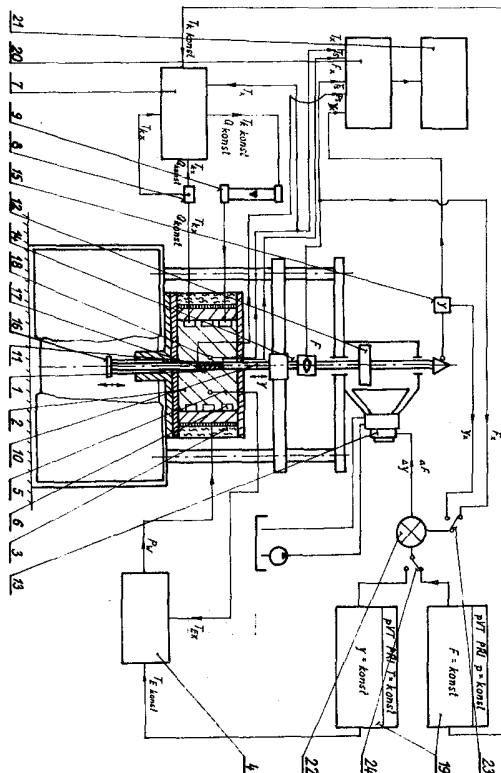
(45) Vydáno 15 09 87

(75)
Autor vynálezu

ZEMAN LUBOMÍR ing., PRAHA

(54) Zařízení pro měření závislosti měrného objemu plastu na tlaku a teplotě

Zařízení pro měření závislosti měrného objemu plastů na tlaku a teplotě, realizující měření závislosti měrného objemu plastu na izotermické hydrostatické kompresi nebo izobarickém ochlazení nebo ohřívání. Zařízení sestává z regulované vytápěné nebo ochlazené tepelně izolované tlakové cely a z programově řízeného zatěžovacího zařízení tvořeného přímočarým hydromotorem s elektrohydraulickým servoventilem, snímačem síly a snímačem dráhy ve spojení s příslušným programátorem.



Vynález se týká zařízení pro měření závislosti měrného objemu plastu na tlaku a teplotě, tj. zjišťování tzv. pVT-diagramů. Tyto diagramy dávají představu o odezvě materiálu na izotermickou hydrostatickou kompresi nebo na izobarické ochlazování, případně ohřívání. Oba typy měření jsou realizovány jedním zařízením.

Znalosti naměřených hodnot uvedených závislostí u konkrétních plastů se v praxi využívá především při návrhu strojů pro zpracování plastů, k určení adiabatického ohřevu plastů a v poslední době zejména při přípravě souboru vstupních parametrů k automatické regulaci a řízení technologického procesu vstřikováním plastů.

Přístroje pro měření závislostí měrného objemu plastů na tlaku a teplotě jsou různé koncepce, přičemž se nejčastěji používá tří základních typů:

- první skupinu tvoří zařízení, jejichž základem je tlaková cela tvaru lisovacího nástroje, upnutá na stůl hydraulického lisu;
- druhá skupina zahrnuje zařízení, kde tlaková cela je umístěna v termostatu a tlak na zkušební těleso je vyvoláván hydraulicky; modifikaci tohoto systému tvoří zařízení, ve kterém působí hydraulická kapalina přímo na zkušební těleso;
- třetí skupinu zastupují zařízení, ve kterých je zkušební těleso libovolného tvaru umístěno v poddajné nádobě naplněné rtutí a tato je ponořena do temperované tlakové nádoby naplněné kapalinou.

Žádné z uvedených zařízení neumožňuje měření obou typů závislostí, zařízení umožňují vesměs měření pouze na principu izotermického hydrostatického stlačení, jsou komplikovaná, neumožňují automatizaci měření, jejich přesnost není vysoká.

Uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro měření závislosti měrného objemu plastů na tlaku a teplotě, sestávající z tepelně izolované tlakové cely a ze zatěžovacího zařízení.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že do pracovního prostoru uvedené tepelně izolované a regulovaně vytápěné nebo ochlazované tlakové cely zasahuje tlakový píst programově řízeného zatěžovacího zařízení, sestávajícího z přímočarého hydromotoru s elektrohydraulickým servoventilem a jeho zpětnými vazbami tvořenými snímačem síly vyvozené přímočarým hydromotorem na tlakový píst a snímačem dráhy pohybu tlakového pístu. Elektrohydraulický servoventil je přitom spojen se součtovým členem, na jehož vstup je přes přepínač měřicích míst připojen snímač síly a snímač dráhy, a přes přepínač programů je připojen programátor. Na výstupu součtového členu je pak elektrohydraulický servoventil.

Zařízení pro měření závislosti měrného objemu plastů na tlaku a teplotě podle vynálezu umožňuje rychlé, přesné a vysoce automatizované měření a vyhodnocování požadovaných závislostí. Například při automatickém počítačovém řízení vstřikovacího procesu se využívá v tvářecí dutině vstřikovací formy, což ve svém důsledku vede k podstatnému zvýšení kvality takto vyráběných součástí. Problém dokonalého zaplnění pracovního prostoru tlakové cely hodnoceným materiálem, která je podmínkou přesnosti a reprodukovatelnosti výsledků, je vyřešen užitím tělíska definovaného tvaru a velikosti, které se vkládá do tepelně izolované tlakové cely, kde je pod tlakem přetaveno.

Na přiloženém výkresu je znázorněno schéma zařízení na měření závislosti měrného objemu plastů na tlaku a teplotě, složené z tepelně izolované tlakové cely s temperací, zatěžovacího zařízení a řídicí jednotky s příslušnými regulačními obvody.

Zkušební těleso 1 je umístěno v pracovním prostoru tepelně izolované tlakové cely 2, v jejíž stěně je jednak zabudován chladicí šnek 6 spojený přes snímač 8 teploty temperačního média s řídicím temperačním zařízením 7 spojeným s programátorem 19 a s průtokoměrem 9, jednak je ovinuta elektrickým topením 3 spojeným přes snímač 5 teploty s regulátorem 4 elektrického topení 3. Na zkušební těleso 1 těsně dosedá tlakový píst 10, v jehož čele je ve vývrtnu

umístěn snímač 11 teploty zkušební tělesa 1. Tlakový píst 10 je mechanicky spojen s přímočarým hydromotorem 12 a dále přes elektrohydraulický servoventil 13 se součtovým členem 22, s nímž je tlakový píst 10 současně spojen přes zpětnovazební snímač 14 síly a přijímač 23 měřicích míst, k němuž je zároveň připojen i snímač 15 dráhy.

Součtový člen 22 je pak přes přepínač 24 programů spojen s programátorem 19. Do spodní části tlakové cely 2 pod zkušební těleso 1 zasahuje spodní píst 16, v jehož čele je umístěn tlakový snímač 17. Tlaková cela 2 je opatřena snímačem 18 teploty, umístěným ve vývrtu v její stěně. Snímač 11 teplot zkušební tělesa 1, zpětnovazební snímač 14 síly, snímač 15 dráhy, tlakový snímač 17 a snímač 18 teploty tlakové cely 2 jsou přes registrační zařízení 20 připojeny k vyhodnocovací jednotce 21:

Měření závislosti měrného objemu plastů na tlaku a teplotě probíhá následujícím způsobem:

Zkušební těleso 1 umístěné v pracovním prostoru tlakové cely 2, která je vytápěna pomocí elektrického topení 3 řízeného regulátorem 4 elektrického topení přes snímač 5 teploty topení nebo ochlazována kapalným nebo plynovým médiem v chladicím šneku 6, je zatěžováno prostřednictvím tlakového pístu 10, v jehož čele je ve vývrtu umístěn snímač 11 teploty zkušební tělesa 1.

Teplota média v chladicím šneku 6 je řízena temperačním zařízením 7 se snímačem 8 teploty temperačního média a průtokoměrem 9. Pohon pístu je odvozen od přímočarého hydromotoru 12 řízeného pomocí elektrohydraulického servoventilu 13 a zpětnovazebního snímače 14 síly vyvozené přímočarým hydromotorem 12 na tlakový píst 10 nebo pomocí snímače 15 dráhy pro měření pohybu nebo deformace pístnice.

Vyhazování zkušební tělesa 1 z pracovního prostoru a jeho čištění se provádí pohyblivým spodním pístem 16, v jehož čele je umístěn tlakový snímač 17. Měření teploty tlakové cely 2 je prováděno snímačem 18 teploty tlakové cely, programové nastavení síly nebo deformace programátorem 19. Všechny naměřené hodnoty teploty, síly nebo dráhy jsou zaznamenávány registračním zařízením 20 a vyhodnocovány ve vyhodnocovací jednotce 21.

Součtový člen 22 slouží k porovnání skutečných hodnot síly nebo dráhy, zjištěných snímačem 14 síly nebo snímačem 15 dráhy s hodnotami nastavenými v programátoru 19. Programátor 19 přes přepínač 23 měřicích míst určuje, zda bude zaznamenána skutečná hodnota síly F_x nebo deformace y_x . Přepínač 24 programů naproti tomu určuje, zda bude zjišťována závislost měrného objemu na teplotě při konstantním tlaku či závislost měrného objemu na tlaku při konstantní teplotě.

Zařízení pracuje buď při izotermické hydrostatické kompresi, tj. při $T = \text{konst.}$, kdy je zkušební těleso 1 zatěžováno konstantní deformací $y = \text{konst.}$ realizovanou konstantní rychlostí pohybu tlakového pístu 10. V tomto případě snímač 15 dráhy pohybu tlakového pístu 10 dává do programátoru 19 a součtového členu 22 signál, jehož hodnota odpovídá skutečné deformaci y_x zkušební tělesa a kde je tento signál porovnán s hodnotou $y = \text{konst.}$ a případně dán povel ke změně Δy , a tím k vyrovnání požadované a skutečné hodnoty pohybu tlakového pístu 10.

Z důvodu podchycení reálného průběhu zkoušky je hodnota skutečné deformace y_x průběžně zaznamenávána. Obdobně probíhá zkouška při izobarickém ochlazování nebo ohřívání, tj. při konst. tlaku $p = \text{konst.}$, kdy je zkušební těleso 1 zatěžováno konstantní silou $F = \text{konst.}$ Síla F je nastavena na programátoru 19 a je porovnávána v součtovém členu 22 se skutečnou silou F_x zjištěnou pomocí snímače 14 síly F . Princip je založen na tom, že při změně délky zkušební tělesa 1 v důsledku jeho řízeného ochlazování nebo ohřívání se hodnota síly $F = \text{konst.}$ změní na F_x a po zpracování v součtovém členu 22 je dán signál o hodnotě F ke změně nastavení pístu přímočarého hydromotoru 12. Průběh síly F_x se po čas zkoušky zaznamenává. Oba popsání děje se opakují pro dané úrovně $F = \text{konst.}$ a $y = \text{konst.}$

Pro zajištění konstantní teploty zkušební tělesa 1 při dlouhodobém ohřevu slouží elektrické topení 3, které je ovládáno pomocí regulátoru 4. Z programátoru 19 je veden údaj o nastavené teplotě $T_E \text{ konst}$ do regulátoru 4, který pomocí příkonu P_W řídí elektrické topení 3. Snímač teploty topení zaznamenává skutečnou teplotu T_{Ex} , která je v regulátoru 4 porovnávána s $T_E \text{ konst}$, a z tohoto porovnání vychází změna příkonu P_W . Zároveň je prováděn záznam teploty T_x tlakové cely 2 ze snímače 18 teploty tlakové cely 2.

Pro přímé ochlazování nebo ohřívání zkušební tělesa 1 se používá kapalně nebo plynné médium temperované v temperačním zařízení 7 na požadovanou teplotu na $T_K \text{ konst}$ při izotermické kompresi, případně na požadovaný teplotní gradient při kompresi izobarické. Temperační médium o teplotě $T_K \text{ konst}$ a průtočném množství Q_{konst} prochází temperačním systémem tlakové cely 2, přičemž na výstupu z cely se jeho teplota T_{Kx} zjišťuje pomocí snímače 8 teploty temperačního média. Skutečná teplota tlakové cely 2 T_x se zaznamenává a je vstupní veličinou pro porovnání s T_{Kx} .

V průběhu celého měření, a to jak izotermických, tak i za izobarických podmínek, se snímají a zapisují, tj. ukládají do paměti hodnoty ze snímače 11 teploty zkušební tělesa i tlakového snímače 17. Teplota T_s udávaná snímačem 11 teploty zkušební tělesa představuje nejbližší příklonění k reálné teplotě zkušební tělesa 1 stejně jako síla F_s , případně tlak P_s z tlakového snímače 17, které zároveň slouží jako kontrolní hodnoty pro hodnotu udávanou snímačem 14 síly.

V popisu činnosti je použito následujícího označení:

$y = \text{konst}$	- konstantní deformace zkušební tělesa
y_x	- skutečná deformace zkušební tělesa
Δy	- rozdíl mezi $y = \text{konst}$ a y_x
F_x	- skutečná síla působící na zkušební těleso
ΔF	- rozdíl mezi $F = \text{konst}$ a F_x
$T_E \text{ konst}$	- nastavená teplota elektrického topení
T_{Ex}	- skutečná teplota v blízkosti elektrického topení
P_W	- příkon elektrického topení
$T_K \text{ konst}$	- nastavená teplota pro ohřev nebo ochlazování, příp. nastavený teplotní gradient
T_{Kx}	- teplota temperačního média na výstupu z cely
T_x	- skutečná teplota cely a zkušební tělesa
Q_{konst}	- průtočné množství temperačního média
T_s	- skutečná teplota zkušební tělesa
F_s	- skutečná kontrolní síla působící na zkušební těleso
P_s	- skutečný tlak ve zkušebním tělese

Celý postup měření na popsaném zařízení včetně přípravy vzorků je blíže popsán na následujících příkladech.

P ř í k l a d 1

Zjišťování závislosti měrného objemu plastu na tlaku a teplotě za izotermických podmínek.

Měření bylo provedeno s tepelně izolovanou tlakovou celou o následujících parametrech: rychlost ohřevu $0,125 \text{ }^\circ\text{C/s}$, max. rozptyl teploty v průřezu cely $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Zkušební těleso z 1-polyetylenu Liten MB 62 bylo třískově opracováno z části výstřiku o tloušťce 12 mm, vloženo do tlakové cely a pod tlakem $0,1 \text{ MPa}$ přetaveno a ochlazeno na počáteční teplotu $19 \text{ }^\circ\text{C}$.

Rozměry zkušební tělesa: - průměr 8 mm,
 - délka 45 mm,
 - objem 2261,97 mm³.

Podmínky zkoušky: - rychlost zatěžování 0,5 mm . min⁻¹
 - řízení teploty elektronickým regulátorem teploty, příkon 100 %, zpětná vazba 1,2 s, počet odečítaných dílků 3
 - izotermické měření provedeno při 19, 50, 100, 150, 200 °C
 - výdrž na teplotě před měřením po najetí na teplotu odspodu 60 min.

Zaznamenaný byly parametry zkoušky: F_x , Y_x , T_x , T_s , P_p , T_{Ex} , čas. Z těchto parametrů byly nalezeny tyto závislosti měrného objemu - viz tabulku 1.

P ř í k l a d 2

Zjišťování hodnot závislosti měrného objemu plastu na tlaku a teplotě za izobarických podmínek.

Měření bylo provedeno s tepelně izolovanou tlakovou celou o následujících parametrech: rychlost ochlazování pro danou tepelnou izolaci a průtok chladicí vody 0,02 °C/s.

Zkušební těleso stejné jako v příkladu 1 bylo vyrobeno stejným způsobem.

Podmínky zkoušky: - řízené ochlazování s gradientem 0,02 °C/s
 - izobarické měření při 0,1, 20, 40, 60, 100 a 160 MPa
 - najeto odspodu na počáteční teplotu zkoušky, výdrž na této teplotě 60 min.

Zaznamenaný byly parametry zkoušky: F_x , Y_x , P_s , T_x , T_s , T_{Kx} , Q_{konst} . Z výsledků byl stanoven měrný objem - viz tabulku 2.

Tabulka 1

Teplota (°C)	Tlak (MPa)	Změna měrného objemu $\frac{\Delta V}{V_{19}}$ °C (%)
19	20	0,446
19	60	1,198
19	100	2,099
19	150	3,132
19	200	4,000
50	20	0,528
50	60	1,462
50	100	2,442
50	150	3,630
50	200	4,455
100	20	0,594
100	60	1,584
100	100	2,772
100	150	4,000
100	200	4,884
150	20	0,660
150	60	2,000
150	100	3,135

Teplota (°C)	Tlak (MPa)	Změna měrného objemu $\frac{\Delta V}{V_{19}}$ °C (%)
150	150	4,785
150	200	6,402
200	20	0,792
200	60	2,192
200	100	4,125
200	150	6,336
200	200	8,118

Tabulka 2

Tlak (MPa)	Teplota (°C)	měrný objem (cm ³ g ⁻¹)
0,1	30	1,05266
0,1	60	1,06942
0,1	90	1,10176
0,1	110	1,13804
0,1	130	1,26345
0,1	150	1,28080
0,1	180	1,30470
0,1	200	1,32123
20	30	1,04589
20	60	1,06110
20	90	1,08628
20	110	1,11825
20	130	1,24023
20	150	1,25499
20	180	1,27677
20	200	1,29108
40	30	1,03842
40	60	1,05210
40	90	1,07297
40	110	1,09933
40	130	1,15989
40	150	1,23264
40	180	1,25221
40	200	1,26605
60	30	1,03208
60	60	1,04542
60	90	1,06311
60	110	1,08558
60	130	1,13232
60	150	1,21417
60	180	1,23331
60	200	1,24638
100	30	1,02007
100	60	1,03085
100	90	1,04682

Pokračování tabulky

Tlak (MPa)	Teplota (°C)	měrný objem (cm ³ g ⁻¹)
100	110	1,06153
100	130	1,09097
100	150	1,18284
100	180	1,20069
100	200	1,21290
160	30	1,00601
160	60	1,01544
160	90	1,02865
160	110	1,04013
160	130	1,05575
160	150	1,08785
160	180	1,16731
160	200	1,17780

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zařízení pro měření závislosti měrného objemu plastu na tlaku a teplotě, sestávající z tepelně izolované tlakové cely a ze zatěžovacího zařízení, vyznačené tím, že do pracovního prostoru regulovaně vytápěné nebo ochlazované tlakové cely (2) zasahuje tlakový píst (10) programově řízeného zatěžovacího zařízení sestávajícího z přímočarého hydromotoru (12) s elektrohydraulickým servoventilem (13) a jeho zpětnými vazbami tvořenými snímačem (14) síly vyvozené přímočarým hydromotorem (12) na tlakový píst (10) a snímačem (15) dráhy pohybu tlakového pístu (10), přičemž elektrohydraulický servoventil (13) je spojen se součtovým členem (22), na jehož vstup je přes přepínač (23) mařicích míst připojen snímač (14) síly a snímač (15) dráhy, a přes přepínač (24) programů programátor (19), a na jehož výstupu je elektrohydraulický servoventil (13).

1 výkres

