

Obsahová přesnost plniček na lihoviny

683.5 : 663.87

J. SUKOVATÝ

Autor předkládá své poznatky o přesnosti u nás nejužívanější poloautomatické hladinové plničky. V druhé části seznamuje s principem prototypů s. Vítka a s. Diviška. Upozorňuje na návrh automatu pro plnění, zátkování a etiketování lahví konstruktéra s. Marčana.

Na podkladě teoretického posuzování a praktického měření obsahového plnění, prováděného na různých typech plniček v našich závodech, uvádíme jednotlivé výsledky, které ukazují přednosti konstrukčního řešení strojů s ohledem na maximální přesnost plnění.

Nejužívanějším typem plničky v našich závodech je zlepšená poloautomatická hladinová plnička. Podstatou tohoto strojního zařízení je řada odměrných válců spojených s nádrží, ve které je přívod lihové kapaliny regulován plovákem. Účelná a vhodná konstrukce strojního zařízení zaručuje jednoduchost operace při velké přesnosti plnění poloautomatu. Pákovým zařízením ovládá se střídavě polovina ze řady přítokových a vypouštěcích kohoutů. Přívod lahví k plnění, jakož i další postup lahví k zátkování, etiketování a kontrole, provádí se automaticky průběžným pásem.

Nastavením pístů v odměrných válcích na libovolný jmenovitý obsah v rozmezí 100 až 1000 ml je možno okamžitě plnit láhve v mezích dovolených úchylek a mikrometrickým posuvem značně zvětšit přesnost plnění.

Uvádíme rozměry strojních dílů, které mají přímý vliv na přesnost plnění.

Vyústění pístu do trubky, která má dvojí funkci, a to vyrovnání hladiny a odvzdušnění, má průměr $d = 8 \text{ mm}$ a průřez $F = 50,26 \text{ mm}^2$.

Výška hladiny v trubce při normálním provozu plnění pohybuje se v mezích $\Delta v = \pm 1 \text{ cm}$, t. j.

celkem 2 cm na výšku. Tím je dána teoretická absolutní odchylka od jmenovitého obsahu plničky, která je stejná při libovolném nastavení a která činí:

$$F \cdot \Delta v = 0,5026 \text{ cm}^2 \cdot 1 \text{ cm} = \pm 0,50 \text{ ml},$$

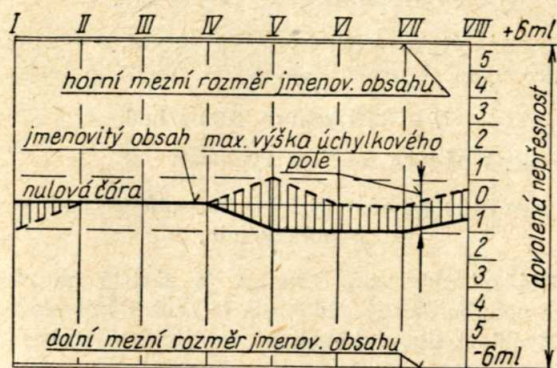
F = plocha vyrovnávací hladiny,

v = maximální výška kolísání hladiny.

Při zkoušení přesnosti obsahového plnění plničky jmenovaného typu, jež jsme provedli ve Spojených lihovarech, n. p., závod Říčany, byly získány pro lihovou kapalinu, jmenovitý obsah 1000 ml, lihovitost 40 % obj., teplota 12 °C (dovolená úchylka $\pm 6 \text{ ml}$) tyto hodnoty:

Naměřené úchyly v ml		
I. měření	II. měření	úchylka dvoj. měř.
0	-1	1
0	0	0
0	0	0
0	0	0
-1	+1	2
-1	0	1
-1	0	1
-0,5	+0,5	1

DIAGRAM PŘESNOSTI PLNĚNÍ



Provedeme-li n měření, můžeme k posouzení přesnosti měření vypočítat krajní chybu \varkappa , jež je dána vztahem

$$\varkappa \approx 3\bar{\delta}$$

kde $\bar{\delta}$ je střední kvadratická chyba výsledku měření a je dána vztahem

$$\bar{\delta} = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n(n-1)}}$$

při čemž Δ_i jsou odchylky jednotlivých měření od aritmetického středu vypočteného ze všech naměřených hodnot (v našem případě od jmenovité hodnoty).

Význam krajní chyby \varkappa je tento: pravděpodobnost, že prostá hodnota chyby při plnění je menší než \varkappa je 99,7 %.

Z naměřených 16 úchylek uvedených v předchozí tabulce plyne

$$\bar{\delta} = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{5,5}{16(16-1)}} = \pm 0,15 \text{ ml}$$

takže krajní chyba

$$\varkappa \approx 3\bar{\delta} = \pm 0,45 \text{ ml}$$

Tato hodnota souhlasí zcela dobře s teoreticky vypočtenou hodnotou absolutní odchylky $\pm 0,5$ ml, zjištěnou pozorováním hladiny kapaliny ve vyrovnávací trubce.

Po zkušenostech, které jsme získali při cejchování plniček jmenovaného typu, se ukázalo, že je nutno upustit od obsahového stanovení zářezů pro mikrometrický posuv, a to proto, že nemáme přesně zjištěny fyzikální veličiny lihovin s různým obsahem cukru. Tento problém, který je nutný pro úspěšnou rekonstrukci automatů cizí výroby, řešíme ve spolupráci s Katedrou fyziky strojní fakulty ČVÚT. Ukázalo se, že odchylky Δ_1 zářezů stanovených obsahově byly až 2 mm na výšku, což dávalo odchylku

$$F \cdot \Delta_1 = 55,5 \text{ cm}^2 \cdot 0,2 \text{ cm} = 11,1 \text{ ml},$$

F = plocha odměrného válce,

Δ_1 = obsahová odchylka zářezu.

Tuto obsahovou úchylku lze odstranit mikrometrickým posuvem, ale narušuje zbytečně plnicí přesnost stroje. Stanovení cejchovaných zářezů a jejich strojní provedení ukázalo se velmi uspokojivým na podkladě početních údajů. Naznačení určené hod-

noty provádí se s přesností $\Delta_2 = \pm 0,1$ mm na výšku, takže úchylka při cejchování plničky činí $F \cdot \Delta_2 = 55,5 \text{ cm}^2 \cdot 0,01 \text{ cm} = \pm 0,56 \text{ ml}$ od jmenovitého obsahu.

Takto máme zaručeno, že obsahová přesnost plnění plničky není narušena.

Vedle uvedeného typu používáme v našich závodech plničky různých konstrukcí. Za zmínku stojí, že naše podniky mají automaty na plnění, zátkování a etiketování lahví, které však nevyhovují požadavkům kladeným na přesnost. To vedlo naše konstruktéry k vytvoření několika velmi dobrých prototypů domácí výroby. Uvádíme princip prototypu s. Vítka, Karlovy Vary, výhodný s ohledem na přesnost plnění.

Lihová kapalina přitéká do odměrných válců, opatřených pístem, pod tlakem 0,2 atp. Důležitou částí plničky s ohledem na přesnost plnění je plováková komora, umístěná ve vrchní části pístu spolu s uzavíracím plovákem.

Průměr plovákové komory $d_1 = 3,5$ cm, $F_1 = 9,62 \text{ cm}^2$,

Průměr plováku $d_2 = 3,0$ cm, $F_2 = 7,06 \text{ cm}^2$.

Rozdíl $F_1 - F_2 = 9,62 - 7,06 = 2,56 \text{ cm}^2$.

Stlačitelnost kapaliny, t. j. relativní zmenšení objemu při tlaku 0,2 kg/cm² je

voda = $468 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

alkohol = $100 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

40 % roztok alk. \pm voda = $285 \cdot 10^{-5}$ při 1 atm. a při tlaku 0,2 kg/cm² = $285 \cdot 0,2 \cdot 10^{-5} = 57 \cdot 10^{-5}$.

Tudíž relativní zmenšení objemu je $57 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3$.

Obsahová hladina činí podle zjištění výkyvy v plovákové komoře o ploše $F_1 - F_2 = 2,56 \text{ cm}^2$ v mezích $\Delta v = \pm 6$ mm, což činí odchylku

$$\Delta_3 = (F_1 - F_2) \cdot \Delta v = 2,56 \text{ cm}^2 \cdot 0,6 \text{ cm} = \pm 1,54 \text{ ml}.$$

Δ_3 = odchylka od jmenovitého obsahu,

Δv = výkyvy hladiny.

Tato odchylka je způsobena objemovým zmenšením vzduchu, který zůstává nad plovákem po uzavření, dále obsahovými výkyvy vzduchu v samotné lihové kapalině.

Srovnání nepřesností v tabulce:

Nepřesnost plnění v %			Dovolená nepřesnost v %		
1,0 l	$\pm 1,54 \text{ ml}$	$\pm 0,15 \%$	$\pm 6 \text{ ml}$	$\pm 0,60 \%$	
0,7 l	$\pm 1,54 \text{ ml}$	$\pm 0,21 \%$	$\pm 5,5 \text{ ml}$	$\pm 0,78 \%$	
0,5 l	$\pm 1,54 \text{ ml}$	$\pm 0,30 \%$	$\pm 5 \text{ ml}$	$\pm 1,00 \%$	

Pozornosti a naší technické podpory zasluhuje si návrh na automat pro plnění zátkování a etiketování lahví konstruktéra s. F. Marčana, vedoucího závodu v Č. Kamenici. Toto strojní zařízení řeší potíže, které vznikají v závodech vyřazováním prázdných lahví, nevyhovujících svým obsahem. Přeměrování lahví je předřazeno vlastnímu plnění a provádí se stlačeným vzduchem. Obsahové úchylky lahví jsou místy až 50 ml. Nevyhovující láhve se automaticky vyřazují a nalézají použití při novém plnění 450, 650 a 950 ml.

Přesnost plnění tohoto automatu je podle teoretických výpočtů velmi dobrá a činí $\pm 1,82$ ml. Vezmeme-li v úvahu automatické předměřování, přesné plnění v mezích dovolených úchylek, dále automatické zátkování, etiketování a kontrolu hotového výrobku, vidíme, že toto strojní uspořádání bylo by přínosem pro naše závody. Vyčkáme praktického vyzkoušení prototypu a v případě kladného výsledku byl by dán našim závodům první automat splňující kladené požadavky.

Dále uvádíme obsahovou přesnost plnění automatické odměrné plničky ve Spojených lihovarech, závod Jirny, konstruktér soudruh Divíšek.

Automat má tyto přednosti:

a) velmi dobrou přesnost plnění při velkém výkonu,

b) snadnou a celkovou regulaci jak jmenovitých obsahů, tak přesné nastavení v mezích dovolených úchylek,

c) není zapotřebí uzavíracích a výtokových koutů, čímž se ušetří na barevných kovech.

Dané hodnoty stroj. dílů automatu, mající přímý vliv na obsahovou přesnost plnění jsou:

Průměr kružnice, kterou opisuje výtoková trubka na dělicí nádobě $D = 950$ mm, výkon zubového čerpadla 33 až 44 l/min.

Obsahová přesnost plnění byla zkoušena při jmenovitém obsahu 950 ml.

Obvod opisující kružnice $O = 3,14 \cdot 95 =$
 $= 298,45$ cm.

Rozdělení obvodu $L = \frac{O}{16} = 18,65$ cm.

Průřez výtokové trubky $F = 3,46$ cm², $D = 21$ mm.
Pro výpočet uvažujeme výkon zubového čerpadla

$N = 35$ l/min $= 2100$ l/hod.

Dělená nádoba otáčí se rychlostí

$v = 2100$ l/hod. : $15,2$ l $= 138$ otáček/hod. $=$
 $= 2,3$ otáčky/min.

Otáčení zubového čerpadla je závislé na rotačním pohybu dělené nádoby, a to ozubenými převody.

Rychlost lihové kapaliny ve výtokové trubce

$v' = 2100$ l/hod. : $3600 = 0,583$ l/vt
 583 cm³/vt : $3,46$ cm² $= 168,5$ cm/vt.

Rozdělení nádoby na myšlené kružnici, opsané výtokem je zhotoveno s přesností

$\Delta_1 = \pm 0,5$ mm, $\Delta t = 1,625$ vt : $186,5 = 0,0087$ vt.

Krajní chyba \times je

583 ml/vt $0,0087$ vt $= 5,07$ ml měřeno s ohledem na $\pm \Delta_1$, tudíž krajní chyba:

$\times = \pm 2,5$ ml

Tuto krajní chybu \times , která plně vyhovuje dovoleným úchylkám až do obsahu 200 ml, je možno zmenšit, a to za předpokladu přesnější strojní výroby dílů automatu.