

## EXPERIMENTÁLNA TECHNIKA

### Niektoré spôsoby regulácie tlaku a prietoku plynov v laboratóriu

M. LISÝ, J. SUROVÝ

*Katedra fyzikálnej chémie a Katedra ropy, procesov a aparátov Slovenskej vysokej školy technickej, Bratislava*

V laboratórnej praxi je často potrebné udržiavať stály tlak alebo stály prietok plynu. Pre tento účel sa vyvinuli mnohé zariadenia [1]. Pri väčšine používaných zariadení sa veľmi ťažko dá prietok presne nastaviť a udržiavať na potrebnej hodnote, ak je pretlak v sústave pomerne vysoký (nad 2 m vodného stĺpca). Z toho dôvodu sme vyvinuli niekoľko zariadení, v ktorých je možné zvolenú hodnotu tlaku alebo prietoku veľmi presne nastaviť i udržiavať aj pri spomínaných tlakových pomeroch.

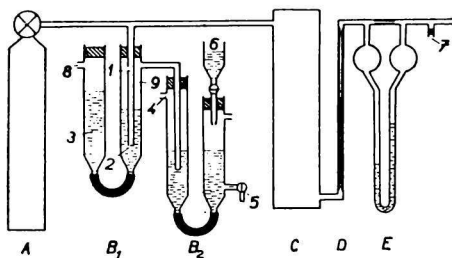
#### Experimentálna časť

Prietok plynu možno regulovať manostatmi uvedenými na obr. 1. Manostat  $B_1$  je naplnený ortuťou. Na koniec trubice 1 je pritavený frit 2. Hladina ortuti sa nastavuje pomocou nádrže 3. Plyn, ktorý prejde ortuťovým manostatom  $B_1$ , vchádza do manostatu  $B_2$ , naplneného vodou, a trubicou 4 opúšťa systém. Hladinu vody v tomto manostate možno jemne zvyšovať pridávaním vody z nádrže 6 alebo jemne znižovať vypúšťaním vody cez kohút 5. Ortuťovým manostatom sa tlak nastaví zhruba a vodným sa jemne doreguluje na potrebnú hodnotu. Uvedené zariadenie zlučuje výhody ortuťových manostatov (malá výška pri vyšších tlakoch plynu) a vodných manostatov (presná regulácia v dôsledku nízkej špecifickej váhy). Pulzovanie tlaku spôsobené prebublávaním plynu v ortuťovom manostate sa odstraňuje pomocou vyrovnávacej nádoby  $C$  a kapiláry  $D$ . Zariadenie udržiava objemový prietok na zvolenej hodnote len vtedy, keď hydrodynamický odpor systému, do ktorého plyn dávkuje, je konštantný. Tento nedostatok možno čiastočne odstrániť spojením otvoru 8 na vyrovnávacej nádrži 3 s rúrkou 7 za prietokomerom. Účinnosť tohto automatického vyrovnávania závisí od pomeru prierezov nádrží 3 a 9 [1].

Nevýhodou regulácie prietoku plynu zariadením znázorneným na obr. 1 je, že plyn, ktorý prejde manostatmi, v dôsledku zníženia tlaku sa čiastočne znehodnocuje. Tento nedostatok je odstránený pri manostate znázornenom na obr. 2. Plyn vchádza cez škrtiacu kapiláru  $B$  a solenoidový ventil  $C$  (výrobok podniku ZPA, typ. č. 96071) do nádrže  $D$ , v ktorej sa tlak udržiava na zvolenej hodnote manostatom  $E$ . Manostat pozostáva z  $U$  trubice naplnenej vodou alebo inou vhodnou kvapalinou aspoň minimálne elektricky vodivou. Na pravej strane  $U$  trubice je referenčná nádrž 1 uzavretá kohútom 2. Do tejto nádrže je cez zátku vtavený kontakt 3. Ďalší kontakt 4 je vtavený do pravého ramena  $U$  trubice. Uvedené kontakty sú zapojené na elektrónkové relé, ktoré ovláda solenoidový ventil (ventil je zatvorený pri spojených kontaktoch). Prv než začneme plyn dávkovať, nádrž 1 uzavrieme od okolia kohútom 2 (poloha kohúta je vyznačená na obr. 2). Kohútom 5

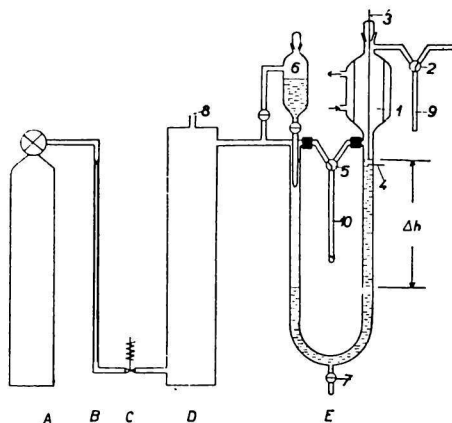
spojíme ramená U trubice nakrátko. Výška hladiny kvapaliny v U trubici musí byť taká, aby kontakty 3 a 4 neboli spojené. Zo zásobnej fľaše púšťame plyn do nádrže *D* väčšou rýchlosťou, než je odber plynu, cez otvor 8, pričom tlak v nádrži *D* i v manostate stúpa. Po dosiahnutí potrebnej rýchlosti odberu plynu z nádrže *D* kohút 5 dáme do polohy znázornenej na obr. 2. Keďže ramená U trubice nie sú už nakrátko spojené, hladina kvapaliny v pravom ramene U trubice stúpa a po elektricky vodivom spojení kontaktov 3 a 4 sa zatvorí solenoidový ventil *C*. Hodnota tlaku  $p_1$  v nádrži *D* je daná súčtom

$$p_1 = p_2 + \gamma \Delta h, \quad (1)$$



Obr. 1. Schéma zapojenia ortuťového a vodného manostatu.

*A* — fľaša s plynom; *B*<sub>1</sub> — manostat naplnený ortuťou; *B*<sub>2</sub> — manostat naplnený vodou; *C* — vyrovnávací nádrž; *D* — kapilára; *E* — prietokomer.



Obr. 2. Regulácia prietoku v plynu solenoidovým ventilom.

*A* — fľaša s plynom; *B* — kapilára; *C* — solenoidový ventil; *D* — vyrovnávací nádrž; *E* — manostat.

kde  $p_2$  = tlak v referenčnej nádrži 1,  
 $\gamma$  = špecifická váha použitej kvapaliny,  
 $\Delta h$  = rozdiel hladín v ramenách U trubice.

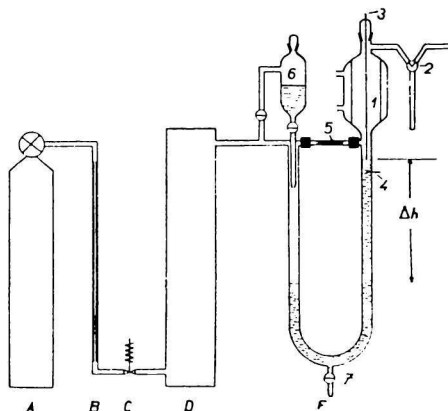
Tlak  $p_1$  možno jemne a presne doregulovať na potrebnú hodnotu zmenou hodnoty  $\Delta h$  pridávaním vody z nádrže 6 alebo vypúšťaním vody z manostatu cez kohút 7. Hodnota  $p_1$  sa dá regulovať aj zmenou hodnoty  $p_2$  spojením rúrky 10, v ktorej je tlak  $p_1$  s referenčnou nádržou 1 (tlak sa zvyšuje), alebo spojením rúrky 9, v ktorej je atmosferický tlak s referenčnou nádržou 1 (tlak sa znižuje). Zvýšenie tlaku  $p_2$  pri tejto regulácii je tým väčšie, čím vyššia je hodnota  $\Delta h$ , a závisí aj od pomeru objemu rúrky 10 k objemu referenčnej nádrže 1. Tlak  $p_2$  je omnoho vyšší než atmosferický tlak, v dôsledku čoho objem rúrky 9 pri jemnom znižovaní tlaku  $p_2$  musí byť menší než objem rúrky 10.

Pri zostrojovaní manostatu treba dbať na to, aby temperovaný objem nádrže 1 bol omnoho väčší než objem netemperovaných rúrok vpravo od kohúta 5 (treba použiť kapilárne kohúty a rúrky). Vplyv zmeny teploty prostredia na hodnotu referenčného tlaku je tým väčší, čím vyššia je hodnota referenčného tlaku  $p_2$ , ako to vyplýva aj zo stavovej rovnice ideálneho plynu:

$$\frac{dp_2}{dT} = R \frac{n}{V} = \frac{p_2}{T}. \quad (2)$$

Kvapalina v manostate uvedenom na obr. 2 nemá kludovú polohu. Kmitanie hladiny okolo rovnovážnej hodnoty možno vhodnou voľbou prierezu (dĺžky) kapiláry *B* a objemu vyrovnávacej nádrže *D* znížiť na hodnotu menšiu než  $\pm 1$  mm vodného stĺpca.

Opísaný manostat dá sa jednoduchou úpravou zapojiť ako regulačný prietokomer, ktorý udržiava konštantný objemový prietok i pri zmene hydrodynamického odporu sústavy, do ktorej plyn dávkujeme. Zapojenie je znázornené na obr. 3. Kohút *5* na obr. 2 je nahradený kapilárou vhodného prierezu podľa veľkosti objemového prietoku. V tomto prípade plyn prechádza kapilárou *5* cez referenčnú nádrž *1* (v tomto zapojení sa nádrž *1* netemperuje) a kohút *2*. Pri regulácii prietoku je výška hladiny kvapaliny v pravom ramene *U* trubice konštantná a je daná polohou kontaktu *3*. Hodnota prietoku je daná hodnotou  $\Delta h$ , ktorá sa odčíta na stupnici ľavého ramena *U* trubice a reguluje sa prídávaním vody z nádrže *6* alebo vypúšťaním vody cez kohút *7*.



Obr. 3. Zapojenie manostatu ako regulačného prietokomeru.

*A* — fľaša s plynom; *B* — kapilára; *C* — solenoidový ventil; *D* — vyrovnávacia nádrž; *E* — regulačný prietokomer.

### Súhrn

Opísali sme dva spôsoby regulácie prietoku, prípadne tlaku plynu v laboratórnych zariadeniach. Opísané manostaty umožňujú udržiavať tlak plynu na zvolenej hodnote s odchýlkou menšou než  $\pm 1$  mm vodného stĺpca aj vtedy, keď jeho hodnota je pomerne vysoká (niekoľko metrov vodného stĺpca). Jeden z opísaných manostatov možno po jednoduchej úprave použiť aj ako regulačný prietokomer.

### НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВКИ ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ГАЗОВ В ЛАБОРАТОРИИ

М. Лиси, Ю. Суrowы

Кафедра физической химии и Кафедра нефти, процессов и аппаратов Словацкого политехнического института, Братислава

Описаны два метода регулировки давления и скорости протекания газа на лабораторных установках. С помощью описанного маностата можно удерживать давление газа при заданном значении с точностью большей, чем  $\pm 1$  мм водяного столба и в то

время, когда его значение относительно велико (несколько метров водяного столба). Один из описанных маностатов после несложной переделки можно применить в качестве регулирующего газометра.

## EINIGE VERFAHREN ZUR REGULIERUNG DES DRUCKS UND DURCHFLUSSES VON GASEN IM LABORATORIUM

M. Lisý, J. Surový

Lehrstuhl für physikalische Chemie und Lehrstuhl für Erdöl, Prozesse und Apparate  
an der Slowakischen Technischen Hochschule, Bratislava

Es werden zwei Verfahren zur Regulierung des Durchflusses und gegebenenfalls des Drucks von Gasen in Laboratoriumsvorrichtungen beschrieben. Die beschriebenen Manostaten machen es möglich, den Gasdruck auf einen gewählten Wert mit einer Abweichung von  $\pm 1$  mm Wassersäule auch dann aufrechtzuerhalten, wenn dieser Wert verhältnismässig hoch liegt (einige m Wassersäule). Der eine dieser Manostaten kann nach einer einfachen Umgestaltung auch als Regulationsdurchflussmesser verwendet werden.

### LITERATÚRA

1. Pinkava J., *Laboratorní technika kontinuálních chemických procesů*, 117—130. Nakladatelství ČSAV, Praha 1958.

Do redakcie došlo 7. 4. 1962

*Adresa autorov:*

*Inž. Mikuláš Lisý, Katedra fyzikálnej chémie SVŠT, Bratislava, Kollárovo nám. 2.  
Inž. Július Surový, Katedra ropy, procesov a aparátov SVŠT, Bratislava, Kollárovo nám. 2.*