



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

217 279

(11)(B1)

(51) Int. Cl.³ G 01 N 31/06

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 19 12 79
(21) PV 9056/79

(40) Zveřejněno 26 03 82
(45) Vydáno 15 07 84

(75)

Autor vynálezu WALDMAN MICHAEL ing., VANĚČEK MILOSLAV ing., PRAHA

(54) Způsob testování aktivního uhlí

Způsobem podle vynálezu je testování aktivního uhlí, které je určeno pro zachycování par organických rozpouštědel zejména velmi nízkých koncentrací z plyných směsí, například z ovzduší. Testování se provádí plynou směsí, která sestává z plyného adsorbátu, např. benzenu a jednoho z nosných plynů, nebo jejich směsí, jimiž jsou vzduch a/nebo dusík, a/nebo kyslíčník uhličitý, a/nebo inertní plyn. Proudem plyné směsi se působí na testovaný vzorek, načež se stanoví jeho hmotnostní koncentrace. Pak se na tentýž vzorek působí proudem další plyné směsi, načež se stanoví přírůstek hmotnosti testovaného vzorku a závěrem se vyhodnotí výsledná hmotnostní koncentrace. Tohoto způsobu výhodně používají výrobci aktivního uhlí pro testování a výběr šarší vhodných do náplně sorpčních loží vysoce účinných pro zachycování koncentrací plyných adsorbátů ve vzduchu, zejména při zajišťování dodávek aktivního uhlí výrobcům detekčních trubíc a ochranných filtrů. Tohoto způsobu mohou výhodně použít i přímí výrobci sorpčních loží.

217279

Vynález řeší způsob testování aktivního uhlí, určeného pro zachycování par organických rozpouštědel, zejména velmi nízkých koncentrací z plyných směsí, například z ovzduší. Testování se provádí plynou směsí sestávající z plyného adsorbátu, např. benzenu nebo tetrachlormethanu a jednoho z nosných plynů nebo jejich směsí, jimiž jsou vzduch a/nebo dusík a/ nebo kyslíčník uhličitý a/nebo inertní plyn.

Zachycování plyných adsorbátů z plyných směsí, tvořených plyným adsorbátem a nosným plynem, např. vzduchem, se provádí sorpčními loži, jako jsou např. různé typy ochranných filtrů, purifikátory nebo vzorkovací trubice, užívané při hygienické kontrole ovzduší, jejichž sorpční náplň tvoří aktivní uhlí. V současné době se do náplní těchto sorpčních loží užívá komerčních typů aktivního uhlí, vyrobených pro jiné účely, nejčastěji pro účely rekuperace, kde je aktivní uhlí určeno pro zachycování vyšších koncentrací plynů a par než např. u ochranných filtrů, respirátorů nebo u vzorkovacích trubic. Průmyslové rekuperační aktivní uhlí bývá výrobcem testováno podle předepsaných postupů obvykle pouze třemi plynými směsami, ve kterých se hustotní koncentrace plyných adsorbátů rovnají hustotním koncentracím, které odpovídají tensi nasycených par kapalného adsorbátu, nebo jedné desetiny či jedné setiny hodnoty nasycených par při teplotě 293,15 K a barometrickém tlaku 101,325 kPa. Naproti tomu sorpční vlastnosti aktivního uhlí, určeného pro přípravu adsorpčních loží, např. ochranných filtrů nebo vzorkovacích trubic, kde plyny a páry jsou zachycovány v hustotních koncentracích ještě o dva až tři řády nižších, než je jedna setina nasycených par při teplotě 293,15 K a barometrickém tlaku 101,325 kPa, nejsou výrobci vůbec sledovány. Praktické zkušenosti nasvědčují tomu, že tyto vlastnosti různých šarží jednoho typu rekuperačního aktivního uhlí téhož výrobce se významně mění. Z toho důvodu se dosud nedaří zajišťovat výrobu sorpčních loží, majících trvale požadovanou kvalitu, přestože se pro jejich náplně užívá aktivního uhlí vyhovujícího závazným normám.

Již v roce 1961 sice navrhl v SSSR akademik Dubinin pro hodnocení průmyslových typů aktivního uhlí pro sorpci z plyné fáze dvě konstanty, pomocí lze rychle a pohodlně orientačními výpočty posoudit sorpční vlastnosti daného aktivního uhlí z hlediska plyných adsorbátů různých fyzikálně-chemických vlastností při jejich různých hustotních koncentracích v plyných směsích, zejména při hustotních koncentracích nižších než jedna setina hustotní koncentrace, odpovídající tensi nasycených par kapalného adsorbátu při teplotě 293,15 K a barometrickém tlaku 101,325 kPa. První konstanta, označovaná v literatuře symbolem W_0 , vyjadřuje hodnotu celkového adsorpčního prostoru aktivního uhlí. Její hodnota těsně souvisí s celkovým objemem velmi jemných pórů o efektivním poloměru do 1,6 nm, tzv. mikropórů. Druhá konstanta, označovaná v literatuře symbolem B , vyjadřuje konstantu mikroporozity aktivního uhlí. Její hodnota souvisí s průměrným efektivním poloměrem mikropórů ve struktuře aktivního uhlí a dále s poměrným zastoupením větších pórů o efektivním poloměru v intervalu 1,6 až 10 nm, tzv. mezopórů.

Dosud známé postupy pro stanovení těchto konstant jsou značně složité, vyžadují serii časově náročných sorpčních měření na nákladných zařízeních, vybavených např. zdroji vysokého vakua, velmi citlivými spirálovými vahami apod., které jsou k dispozici

většinou pouze na výzkumných pracovištích. Z uvedených důvodů nebylo testování aktivního uhlí stanovením hodnot jeho strukturních konstant W_0 a B v provozních podmínkách dosud zavedeno, ačkoliv konstanty W_0 a B představují jedny z nejuniversálnějších charakteristik aktivního uhlí vůbec. Praxe však takové testování vyžaduje, neboť se nároky na kvalitu aktivního uhlí, užívaného do náplní sorpčních loží pro sorpci plyných adsorbátů z ovzduší, zvyšují v souvislosti s aktuální problematikou ochrany životního prostředí a ochrany zdraví pracujících před škodlivými účinky chemických látek, unikajících do ovzduší.

Tento úkol se podařilo vyřešit podle vynálezu způsobem testování aktivního uhlí, určeného pro zachycování par organických rozpouštědel, zejména velmi nízkých koncentrací, z plyných směsí, například z ovzduší. Testování se provádí plynou směsí, která sestává z plyného adsorbátu, například benzenu nebo tetrachlormethanu, a jednoho z těchto nosných plynů, nebo jejich směsí, jimiž jsou vzduch a/nebo dusík a/nebo kyslík uhlíčitý a/nebo inertní plyn, stanovením strukturních konstant, kterými je jednak celkový adsorpční prostor W_0 daný vztahem

$$W_0 \left[\text{cm}^3/\text{g} \right] = (C_{s1}/d_T) \cdot \exp \left[\frac{\ln 10 \cdot \log^2(C_{go}/C_{g1}) \cdot \log(C_{s2}/C_{s1})}{\log^2(C_{go}/C_{g1}) - \log^2(C_{go}/C_{g2})} \right]$$

jednak konstanta mikroporozity B daná vztahem

$$B \left[\text{K}^{-2} \right] = \frac{\ln 10 \cdot \log(C_{s2}/C_{s1})}{T^2 \cdot [\log^2(C_{go}/C_{g1}) - \log^2(C_{go}/C_{g2})]}$$

kde $T \left[\text{K} \right]$

je teplota měření

$C_{go} \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$

je hustotní koncentrace plyného adsorbátu v nosném plynu, odpovídající tensi nasycených par nad kapalným adsorbátem

$C_{g1} \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$

při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, je hustotní koncentrace plyného adsorbátu v nosném plynu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, pro níž platí vztah

$$C_{g1} = (10^{-4} \text{ až } 10^{-3}) C_{go},$$

$C_{g2} \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$

je hustotní koncentrace plyného adsorbátu v nosném plynu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, pro níž platí vztah

$$C_{g2} = (5 \cdot 10^{-3} \text{ až } 5 \cdot 10^{-2}) C_{go},$$

- $C_{g2} [g/cm^3]$ je hustotní koncentrace plynného adsorbátu v nosném plynu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, pro níž platí vztah $C_{g2} = (5 \cdot 10^{-3} \text{ až } 5 \cdot 10^{-2}) C_{g0}$,
- $C_{s1} [g/g]$ je hmotnostní koncentrace adsorbátu v testovaném aktivním uhlí, která odpovídá sorpční rovnováze testovaného aktivního uhlí s plynnou směsí s hustotní koncentrací plynného adsorbátu C_{g1} ,
- $C_{s2} [g/g]$ je hmotnostní koncentrace adsorbátu v testovaném aktivním uhlí, která odpovídá sorpční rovnováze testovaného aktivního uhlí s plynnou směsí s hustotní koncentrací plynného adsorbátu C_{g2} ,
- e je Eulerovo číslo rovné 2,71828....
- $d_T [g/cm^3]$ je hustota kapalného adsorbátu při teplotě T měření,
- $\exp$ je operátor, udávající matematickou operaci umocnění Eulerova čísla e na výraz uvedený za tímto operátorem, kde $e = 2,71828....$

Podstata vynálezu spočívá v tom, že se na testovaný vzorek aktivního uhlí, uložený v trubici a zabavený sorbovaných plynů a par, tedy o hmotnosti $m_0 [g]$, působí proudem plynné směsi o hustotní koncentraci C_{g1} plynného adsorbátu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa až do dosažení sorpční rovnováhy, načež se stanoví vážením přírůstek hmotnosti $\Delta m_1 [g]$ vzorku aktivního uhlí, způsobený sorbovaným adsorbátem. Hmotnostní koncentrace C_{s1} se pak stanoví jako $\Delta m_1 / m_0$. Pak se na tentýž testovaný vzorek aktivního uhlí o hmotnosti $m_0 + m_1$ působí proudem další plynné směsi stejného chemického složení o hustotní koncentraci plynného adsorbátu C_{g2} při téže teplotě T měření a při téže barometrickém tlaku až do opětovného dosažení sorpční rovnováhy, načež se vážením stanoví další přírůstek hmotnosti $\Delta m_2 [g]$ testovaného vzorku aktivního uhlí, způsobený dalším nasorbovaným adsorbátem. Hmotnostní koncentrace C_{s2} se pak stanoví jako poměr $(\Delta m_1 + \Delta m_2) / m_0$.

Výhody způsobu podle vynálezu spočívají především v tom, že pro testování aktivního uhlí není nutné připravovat plynné směsi s předem přesně udanou hustotní koncentrací plynného adsorbátu v nosném plynu. Způsob podle vynálezu vyžaduje, aby byly pro testování aktivního uhlí připravovány plynné směsi s hustotními koncentracemi C_{g1} a C_{g2} plynného adsorbátu ležícími pouze ve stanovených koncentračních intervalech. Tuto výhodu mohou ocenit zejména ti pracovníci, kteří jsou seznámeni s mimořádnými obtížemi, které jsou spojeny s přípravou plynných směsí s předem přesně stanovenou hustotní koncentrací plynného adsorbátu. Způsobem podle vynálezu lze přitom stanovit strukturní konstanty W_0 a B aktivního uhlí s potřebnou reprodukovatelností, přičemž odchylky stanovených hodnot činí nejvýše $\pm 10\%$ a sladění výsledků z různých laboratorů je velmi dobré. Všechna měření pro způsob podle vynálezu se redukují na vážení běžnými analytickými vahami s přesností $\pm 0,2$ mg, přičemž způsob podle vynálezu nevyžaduje práci se zdroji vysokého vakua a přesnými měřidly průtokových rychlostí plynných směsí. Tak zbavení testovaného vzorku aktivního uhlí od sorbovaných par se provádí jeho zahříváním v proudě čistého inertního plynu při teplotě 520 až 600 K až do dosažení nejnižší konstantní

hmotnosti testovaného vzorku aktivního uhlí v trubici. Aktivní uhlí je přitom uloženo v trubici a zafixováno v ní záložkami, např. z mosazných sítěk nebo skleněné vaty, které kladou průchodu plynů velmi malý odpor. Rovněž dosažení sorpčních rovnováh se zjišťuje periodickým vážením testovaného vzorku aktivního uhlí v trubici, a toto se zjistí tehdy, když hmotnost testovaného aktivního uhlí v proudu příslušné plynné směsi již dále nenarůstá, ale zůstává konstantní.

Způsob podle vynálezu a jeho využití jsou blíže objasněny v následujících dvou příkladech jeho konkrétního provádění.

P ř í k l a d 1

Testováním sorbentem bylo běžné aktivní uhlí pro rekuperační účely. Jeho vzorek o hmotnosti asi 0,6 g, odebraný podle zásad odběru reprezentativních vzorků sypkých nehomogenních materiálů, byl vpraven do přesně zvážené skleněné trubice délky 10 cm a vnitřního průměru 6 mm, a zafixován v trubici svinutými mosaznými sítěmi. Trubicí se vzorkem aktivního uhlí vloženou do píčky, byl proháněn při teplotě 573 K čistý dusík při průtočné rychlosti asi 500 ml/min. až do dosažení konstantní hmotnosti vzorku, tedy hmotnosti, která se dalším zahřevem v proudu čistého dusíku neměnila. Vážením pak bylo zjištěno, že testovaný vzorek aktivního uhlí, který byl předešlým postupem zbaven jím sorbovaných plynů a par, má hmotnost $m_0 = 0,599$ g.

Pro testování tohoto vzorku aktivního uhlí bylo užito dvojice plynných směsí, připravených ve dvou tlakových lahvích. Plynné směsi sestávaly z plynného adsorbátu, kterým byly benzenové páry, a nosného plynu, jímž byl argon. Při teplotě $T = 293,15$ K a při barometrickém tlaku 101,325 kPa měla hustotní koncentrace par benzenu první plynné směsi v první tlakové lahvi hodnotu $C_{g1} = 3,26 \cdot 10^{-7}$ g/cm³ a hustotní koncentrace par benzenu druhé plynné směsi v druhé tlakové lahvi měla hodnotu $C_{g2} = 3,26 \cdot 10^{-6}$ g/cm³. Při teplotě T měření a barometrickém tlaku 101,325 kPa odpovídá hodnotě tenze nasycených par benzenu, nalezené v tabulkách, hustotní koncentrace par benzenu v argonu $C_{g0} = 3,19 \cdot 10^{-4}$ g/cm³.

Trubicí se vzorkem aktivního uhlí o hmotnosti m_0 byla proháněna první plynná směs o hustotní koncentraci benzenových par C_{g1} při průtočné rychlosti asi 1000 cm³/min při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa až do dosažení sorpční rovnováhy, to je tak dlouho, až se hmotnost aktivního uhlí dalším přiváděním první plynné směsi neměnila. Vážením byl nalezen hmotnostní přírůstek $m_1 = 0,079$ g, odpovídající hmotnosti sorbovaných par benzenu na vzorku aktivního uhlí. Hmotnostní koncentrace C_{s1} , která odpovídá sorpční rovnováze testovaného vzorku aktivního uhlí s první plynnou směsí o hustotní koncentraci par benzenu C_{g1} , měla pak odpovídající hodnotu $C_{s1} = m_1/m_0 = 0,079/0,599 = 0,132$ g/g. Potom bylo na tentýž testovaný vzorek aktivního uhlí, tedy o hmotnosti $m_0 + \Delta m_1 = 0,599 + 0,079 = 0,678$ g, působeno proudem druhé plynné směsi o hustotní koncentraci benzenových par C_{g2} při průtočné rychlosti rovněž asi 1000 cm³/min a téže teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa až do opětavého dosažení sorpční rovnováhy. Opětným vážením byl nalezen hmotnostní přírůstek $\Delta m_2 = 0,054$ g, odpovídající hmotnosti dalších sorbovaných par benzenu. Hmotnostní koncentrace C_{s2} , která

odpovídá sorpční rovnováze testovaného vzorku aktivního uhlí s druhou plynnou směsí o hustotní koncentraci par benzenu C_{g2} , měla pak odpovídající hodnotu

$C_{s2} = (\Delta m_1 + \Delta m_2)/m_0 = (0,079 + 0,054)/0,599 = 0,222 \text{ g/g}$. V tabulkách byla nalezena pro teplotu T měření hustota kapalného benzenu $d_T = 0,8790 \text{ g/cm}^3$.

Na základě získaných dat byly pro testované aktivní uhlí nalezeny hodnoty celkového adsorpčního prostoru W_0 ,

$$W_0 = \frac{0,132}{0,879} \cdot \exp \left[\frac{\ln 10 \cdot \log^2 \left(\frac{3,19 \cdot 10^{-4}}{3,26 \cdot 10^{-7}} \right) \cdot \log \left(\frac{0,222}{0,132} \right)}{\log^2 \left(\frac{3,19 \cdot 10^{-4}}{3,26 \cdot 10^{-7}} \right) - \log^2 \left(\frac{3,19 \cdot 10^{-4}}{3,16 \cdot 10^{-6}} \right)} \right] = 0,386 \text{ cm}^3/\text{g} \pm 10\%$$

a konstanty mikroporosity B

$$B = \frac{\ln 10 \cdot \log \left(\frac{0,222}{0,132} \right)}{293,15^2 \left[\log^2 \left(\frac{3,19 \cdot 10^{-4}}{3,26 \cdot 10^{-7}} \right) - \log^2 \left(\frac{3,19 \cdot 10^{-4}}{3,16 \cdot 10^{-6}} \right) \right]} = 1,228 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-2} \pm 10\%$$

Příklad 2

Podle postupu, který je uveden v příkladu 1, bylo testováno osm vzorků aktivního uhlí, označených 1 až 8, různého původu plynnou směsí par benzenu a nosného plynu vzduchu stanovením jejich strukturních konstant, to je celkového adsorpčního prostoru W_0 a konstanty mikroporosity B a z výsledků testování byla sestavena tabulka I.

Tabulka I

číslo vzorku aktivního uhlí	W_0 cm^3/g	$B \cdot 10^6$ K^{-2}
1	0,615	1,102
2	0,560	0,862
3	0,512	0,785
4	0,434	0,818
5	0,389	1,252
6	0,330	0,952
7	0,320	0,899
8	0,230	0,822

Jak bylo již uvedeno, lze na základě stanovených hodnot konstant W_0 a B posuzovat sorpční výkonnost daného aktivního uhlí při jeho různých praktických aplikacích. Sorpční výkonnosti $C_s [\text{g/g}]$ aktivního uhlí se rozumí nejvyšší množství adsorbátu v gramech, kterou je schopen 1 g vzorku aktivního uhlí zachytit při dané hustotní koncentraci plynného adsorbátu v plynné směsi, tedy hmotnostní koncentrace adsorbátu v aktivním uhlí, která odpovídá sorpční rovnováze aktivního uhlí s plynnou směsí o dané hustotní

koncentraci adsorbátu. Stanovení sorpční výkonnosti C_s vzorku aktivního uhlí otestovaného způsobem podle vynálezu pro danou hustotní koncentraci plynného adsorbátu se opírá o známý vztah

$$C_s = W_0 \cdot d_T \cdot e^{-\left[BT^2 \log^2 (C_{g0}/C_g)\right]},$$

kde C_g [g/cm^3] je hustotní koncentrace plynného adsorbátu v plynné směsi, pro níž je sorpční výkonnost aktivního uhlí počítána. V literatuře bývá tento vztah označován jako Dubinin-Raduškevičova rovnice.

Podle uvedeného vztahu byla vypočtena sorpční výkonnost těchto osmi vzorků aktivního uhlí zachycování par benzenu ze vzduchu při teplotě 293,15 K a hustotní koncentraci benzenových par $C_g = 3,19 \cdot 10^{-8} \text{ g}/\text{cm}^3$, tedy koncentraci, která je běžná například v ovzduší pracovišť. Získané výsledky jsou shrnuty v tabulce II. V tabulce II jsou rovněž uvedeny sorpční výkonnosti všech osmi testovaných vzorků pro zachycování par benzenu ze vzduchu při jejich hustotní koncentraci $C_g = 3,19 \cdot 10^{-5} \text{ g}/\text{cm}^3$, tedy hustotní koncentraci běžné v rekuperovaných plynech, které jsou stanoveny postupem podle závazných norem pro rekuperační aktivní uhlí. Podle nalezených hodnot sorpční výkonnosti C_s jednotlivých vzorků aktivního uhlí pro obě výše uvedené hustotní koncentrace par benzenu v plynných směsích je v tabulce II sestaveno pořadí vhodnosti jednotlivých vzorků z tabulky I pro oba výše uvedené účely.

Tabulka II

číslo vzorku aktivního uhlí	sorpční výkonnost C_s [g/g] při hustotní koncentraci benzenových par v ovzduší C_g [g/cm^3]		pořadí vhodnosti pro náplně sorpčních loží určených pro	
	$3,19 \cdot 10^{-8}$	$3,19 \cdot 10^{-5}$	zachycování benzenových par z ovzduší pracovišť	průmyslovou rekuperaci benzenových par
1	0,119	0,662	4	1
2	0,151	0,610	2	2
3	0,153	0,530	1	3
4	0,124	0,466	3	4
5	0,063	0,425	8	5
6	0,079	0,395	6	6
7	0,082	0,381	5	7
8	0,066	0,320	7	8

Je zřejmé, že pořadí vhodnosti jednotlivých vzorků aktivního uhlí pro rekuperační účely se významně odlišuje od pořadí vhodnosti jednotlivých vzorků aktivního uhlí pro náplně vysoce účinných sorpčních loží pro zachycování par benzenu z ovzduší pracovišť. Výběr optimálního typu aktivního uhlí pro vysoce účinná sorpční lože, např. pro zachycování par rozpouštědel o hustotních koncentracích nejvýše jedna setina hus-

totní koncentrace odpovídající tensi nasycených par kapalného rozpouštědla při teplotě 293,15 K a při atmosferickém tlaku 101,325 kPa, pouze na základě výsledků jejich testování postupy podle závazných norem pro rekuperační aktivní uhlí, vede ve většině případů k nesprávným závěrům. Tak vzorek č. 1 je z daného souboru nej kvalitnější, ale současně také nejdražší aktivní uhlí pro rekuperaci, ale např. pro náplně vzorkovacích trubíc pro hygienickou kontrolu ovzduší představuje toto aktivní uhlí sorbent pouze střední kvality. Podobně je tomu u vzorku č. 5. Toto aktivní uhlí má pro rekuperační účely střední kvalitu, ale pro náplně do respirátorů, chránících pracovníky před organickými plyny a parami, je málo vhodné. Naopak středně kvalitní aktivní uhlí pro rekuperaci podle vzorku č. 4 se ukazuje v daném souboru pro náplně ochranných respirátorů jako nejvhodnější.

U běžných typů aktivního uhlí pro sorpci par z plynné fáze kolísají hodnoty W_0 v rozmezí 0,2 až 0,6 cm³/g a hodnoty B v rozmezí $0,2 \cdot 10^{-6}$ až $1,3 \cdot 10^{-6}$ K⁻². Je pravidlem, že aktivní uhlí, které vykazuje hodnotu W_0 blízkou hraniční hodnotě 0,6 cm³/g má současně vyšší hodnotu B, většinou v rozmezí $0,8 \cdot 10^{-6}$ až $1,3 \cdot 10^{-6}$ K⁻². Je proto třeba hodnocení kvality aktivního uhlí vztahovat vždy k hustotní koncentraci adsorbátu v plynné fázi, kterou lze očekávat při používání zhotovených sorpčních loží v praxi. U aktivního uhlí určeného pro zachycování velmi nízkých hustotních koncentrací plynného adsorbátu rozhoduje o sorpční výkonnosti aktivního uhlí především hodnota konstanta B, zatímco hodnota konstanty W_0 ji významně neovlivňuje. Velmi nízkou hustotní koncentrací se rozumí hustotní koncentrace nejvýše jedna desetitisícina hustotní koncentrace par adsorbátu, odpovídající tensi nasycených par kapalného adsorbátu při teplotě 293,15 K a při barometrickém tlaku 101,325 kPa. Tyto typy aktivního uhlí by tedy měly mít hodnotu konstanty B velmi blízkou hraniční hodnotě $0,2 \cdot 10^{-6}$ K⁻², tedy by měly mít převažující zastoupení velmi úzkých mikropórů s efektivním poloměrem 0,5 až 0,8 nm. Naopak kvalita aktivního uhlí z hlediska zachycování par při jejich hustotních koncentracích jedna tisícina až jedna setina hustotní koncentrace par adsorbátu, odpovídající tenzi nasycených par kapalného adsorbátu při teplotě 293,15 K a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, je určena především objemem mikropórů, tj. hodnotou konstanty W_0 .

Způsob podle vynálezu výhodně využijí výrobci aktivního uhlí pro testování a výběr šarží aktivního uhlí vhodných do náplní sorpčních loží vysoce účinných pro zachycování nízkých koncentrací plynných adsorbátů ze vzduchu, zejména při zajišťování dodávek aktivního uhlí výrobcům detekčních trubíc, ochranných filtrů, případně vzorkovacích trubíc pro hygienickou kontrolu pracovního ovzduší a podobně. Způsobu podle vynálezu mohou však využít i přímo výrobci těchto sorpčních loží pro přejímkovou kontrolu sorpčních vlastností dodávaného aktivního uhlí.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob testování aktivního uhlí, určeného pro zachycování par organických rozpouštědel, zejména velmi nízkých koncentrací, z plyných směsí, například z ovzduší, plynou směsí, která sestává z plynného adsorbátu, například benzenu nebo tetrachlormethanu, a jednoho z nosných plynů, nebo jejich směsí, jimiž jsou vzduch a/nebo dusík a/nebo kyslík uhličitý a/nebo inertní plyn, stanovením strukturních konstant, kterými je jednak celkový adsorpční prostor W_0 daný vztahem

$$W_0 \left[\text{cm}^3/\text{g} \right] = (C_{s1}/d_T) \cdot \exp \left[\frac{\ln 10 \cdot \log^2 (C_{go}/C_{g1}) \cdot \log^2 (C_{s2}/C_{s2}/C_{s1})}{\log^2 (C_{go}/C_{g1}) - \log^2 (C_{go}/C_{g2})} \right],$$

jednak konstanta mikroporosity B , daná vztahem

$$B \left[\text{K}^{-2} \right] = \frac{\ln 10 \cdot \log^2 (C_{s2}/C_{s1})}{\left[T^2 \cdot \log^2 (C_{go}/C_{g1}) - \log^2 (C_{go}/C_{g2}) \right]},$$

kde $T \left[\text{K} \right]$ je teplota měření,

$C_{go} \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$ je hustotní koncentrace plynného adsorbátu v nosném plynu, odpovídající tensi nasycených par nad kapalným adsorbátem při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa,

$C_{g1} \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$ je hustotní koncentrace plynného adsorbátu v nosném plynu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, pro níž platí vztah

$$C_{g1} = (10^{-4} \text{ až } 10^{-3}) C_{go},$$

$C_{g2} \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$ je hustotní koncentrace plynného adsorbátu v nosném plynu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa, pro níž platí vztah $C_{g2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ až } 5 \cdot 10^{-2} C_{go}$,

$C_{s1} \left[\text{g}/\text{g} \right]$ je hmotnostní koncentrace adsorbátu v testovaném aktivním uhlí, která odpovídá sorpční rovnováze testovaného aktivního uhlí s plynou směsí s hustotní koncentrací plynného adsorbátu C_{g1} ,

$C_{s2} \left[\text{g}/\text{g} \right]$ je hmotnostní koncentrace adsorbátu v testovaném aktivním uhlí, která odpovídá sorpční rovnováze testovaného aktivního uhlí s plynou směsí s hustotní koncentrací plynného adsorbátu C_{g2} ,

$\exp$ je operátor, udávající matematickou operaci umocnění Eulerova čísla e na výraz uvedený za tímto operátorem, kde $e = 2,71828 \dots$

$d_T \left[\text{g}/\text{cm}^3 \right]$ je hustota kapalného adsorbátu při teplotě T měření,

vyznačený tím, že se na testovaný vzorek aktivního uhlí, uložený v trubici a zbavený sorbovaných plynů a par, o hmotnosti m_0 g, působí proudem plynné směsi o hustotní koncentraci C_{g1} plynného adsorbátu při teplotě T měření a při barometrickém tlaku 101,325 kPa až do dosažení sorpční rovnováhy, načež se stanoví vážením přírůstek hmotnosti Δm_1 [g] vzorku aktivního uhlí, způsobený sorbovaným adsorbátem, a hmotnostní koncentrace C_{g1} se stanoví jako poměr $\Delta m_1/m_0$, a pak se na tentýž testovaný vzorek aktivního uhlí o hmotnosti $m_0 + \Delta m_1$ působí proudem další plynné směsi stejného chemického složení o hustotní koncentraci plynného adsorbátu C_{g2} při téže teplotě T měření a při téže barometrickém tlaku až do opětného dosažení sorpční rovnováhy, načež se vážením stanoví další přírůstek hmotnosti Δm_2 [g] testovaného vzorku aktivního uhlí, způsobený dalším nasorbovaným adsorbátem, a hmotnostní koncentrace C_{g2} se stanoví jako poměr $(\Delta m_1 + \Delta m_2)/m_0$.