

## Vyjadrenie rovníc adsorpčných izochrón a izoplán v systémoch s Langmuirovým priebehom adsorpčnej izotermy

Š. KACHAŇÁK

*Katedra anorganickej technológie Slovenskej vysokej školy technickej,  
Bratislava*

Vyjadrili sa rovnice adsorpčných izochrón a izoplán v staticky pracujúcich kolónach pre prípad, ak adsorpčné rovnováhy určuje Langmuirova rovnica adsorpčnej izotermy. Zohľadnil sa vplyv odporu v tuhej fáze a kvázidifúzných efektov na rýchlosť procesu. Vyjadrila sa rovnica, definujúca vplyv týchto faktorov na úhrnný koeficient prestupu látky, ktorého hodnota sa ich účinkom pozdĺž vrstvy znižuje. Rovnice umožňujú výpočet adsorbéra a stanovenie optimálnych pracovných podmienok. Ich platnosť sa overila na vlastnom experimentálnom materiáli, ako aj údajoch iných autorov o meraní kinetiky adsorpcie pár vo vrstve aktívneho uhlia.

Priebeh adsorpcie vo vrstve nepohyblivého adsorbenta (v kolóne) charakterizuje alebo izochróna, opisujúca koncentračnú vlnu adsorbátu pozdĺž vrstvy, alebo peniková koncentračná vlna — izoplána. Údaje o ich priebehu umožňujú výpočet adsorbéra a stanovenie optimálnych pracovných podmienok. Doteraz známe rovnice ich nevyjadrujú dostatočne presne, a preto sa pre príslušné prevádzkové podmienky stanovujú experimentálne.

Podľa J. M. Biksona [1] výšku vrstvy  $h_0$ , v ktorej sa simplex koncentrácie mení od  $Q$  do  $1-Q$ , vyjadruje rovnica

$$\frac{k_v}{w} h_0 = \frac{2 - \Theta}{\Theta} \ln \frac{1 - Q}{Q}. \quad (1)$$

Úhrnný koeficient prestupu látky sa pritom vyjadruje rovnicou

$$\frac{1}{k_v} = \frac{1}{k_g} + \frac{1}{k_s} + \frac{D^*}{w^2}. \quad (2)$$

Posledný člen v tejto rovnici vyjadruje vplyv kvázidifúzie na rýchlosť procesu vo vrstve.

Analýzou experimentálneho materiálu sa zistilo, že kvázidifúzia nevyplýva len na hodnotu úhrnného koeficienta prestupu látky, ale súčasne deformuje adsorpčnú izochrónu a izoplánu. Potvrdilo sa tiež, že vplyvom odporu v tuhej fáze sa pri postupnom sýtení vrstvy hodnota úhrnného koeficienta prestupu látky znižuje. Ak v príslušnom rozsahu adsorpčné rovnováhy na aktívnom uhlí vyjadruje Langmuirova rovnica adsorpčnej izotermy, hodnota úhrnného koeficienta prestupu látky sa pri postupnej zmene koncentrácie pozdĺž vrstvy mení podľa rovnice

$$k_v = \frac{k_{v-0}}{\frac{1 - \Theta}{1 - k} + \Theta Q}. \quad (3)$$

Riešením diferenciálnych rovníc sústavy sa pri uplatnení vzťahu (3) získala rovnica

$$\frac{k_{v-0}}{w} h_0 = \frac{(1 - \Theta)(2 - \Theta k)}{\Theta(1 - k)} \ln \frac{1 - Q}{Q} + \Theta(1 - 2Q). \quad (4)$$

Pri  $k = 0$  rovnica (4) prechádza na tvar

$$\frac{k_{v-0}}{w} h_0 = \frac{2(1-\Theta)}{\Theta} \ln \frac{1-Q}{Q} + \Theta(1-2Q). \quad (5)$$

Z rovníc (1, 4 a 5) vychádza:

$$H = \frac{k(1-\Theta)}{1-k} H_L + H_0. \quad (6)$$

Hodnoty koeficientov  $k_{v-0}$  a  $k$  možno určiť na základe experimentálnych údajov, štatisticky spracovaných pomocou linearizovaných rovníc (4) alebo (6).

Na výpočet času  $t$ , za ktorý sa vo výške vrstvy  $h$  dosiahne simplex koncentrácie adsorbátu  $Q$ , bola podľa vzťahu (3) odvodená rovnica

$$\frac{k_{v-0}}{\Gamma_{v-0}} z = \frac{k(1-\Theta)}{1-k} \left[ \frac{1}{\Theta k} \ln \frac{Q}{1-Q} + \ln(1-Q) + 1 \right] + \Theta \left( Q - \frac{1}{2} \right). \quad (7)$$

Veličina  $z$  v tejto rovnici vyjadruje transformovaný čas:

$$z = t - \frac{h}{u}. \quad (8)$$

Pre  $k = 0$  rovnica (7) sa upraví na tvar [2]:

$$\frac{k_{v-0}}{\Gamma_{v-0}} z = \frac{1-\Theta}{\Theta} \ln \frac{Q}{1-Q} + \Theta \left( Q - \frac{1}{2} \right) \quad (9)$$

Ak  $k_v = k_{v-0}$ , teda ak sú splnené podmienky, ktoré uplatnil J. M. Bikson [1] pri odvodení rovnice (1), veličinu  $z$  vyjadruje výraz

$$\frac{k_{v-0}}{\Gamma_{v-0}} z = \frac{1}{\Theta} \ln \frac{Q}{1-Q} + \ln(1-Q) + 1. \quad (10)$$

Z rovníc (7, 9 a 10) vychádza:

$$Z = \frac{k(1-\Theta)}{1-k} Z_L + Z_0. \quad (11)$$

Rovnice (7) alebo (11) umožňujú výpočet adsorpčných izoplán. Ak sa použije transformácia, ktorú uvádzajú O. M. Todes [3] a J. M. Bikson [1]:

$$\xi = h - ut,$$

odvodí sa vyššie uvedeným postupom rovnice na výpočet adsorpčných izochrón.

Platnosť odvodených rovníc sa overila na vlastnom experimentálnom materiáli v širokom koncentračnom rýchlostnom rozsahu, ako aj na experimentálnom materiáli iných autorov o adsorpcii pár na aktívnom uhlí.

## Symboly

$Q$	$C/C_0$ ; simplex koncentrácie
$D^*$	koefficient kvázidifúzie adsorbátu vo vrstve
$h$	výška vrstvy
$h_0$	výška vrstvy, v ktorej sa simplex koncentrácie mení od $Q$ do $1 - Q$
$H$	$\frac{k_{v-0}}{w} h_0$ ; bezrozmerná výška vrstvy
$H_0$	$\frac{k_{v-0}}{w} h_0$ ; bezrozmerná výška vrstvy pre $k = 0$
$H_L$	$\frac{k_{v-0}}{w} h_0$ ; bezrozmerná výška vrstvy pri $k_v = k_{v-0}$
$k$	koefficient vyjadrujúci vplyv kvázidifúzie a odporu v tuhej fáze
$k_g$	koefficient prestupu látky v plynnej fáze
$k_s$	koefficient prestupu látky v tuhej fáze
$k_v$	úhrnný efektívny koefficient prestupu látky
$k_{v-0}$	úhrnný koefficient prestupu látky
$u$	rýchlosť postupu rovnovážneho sorpčného čela
$w$	lineárna mimovrstvová rýchlosť plynu
$t$	čas
$z$	transformovaný čas
$Z$	$\frac{k_{v-0}}{\Gamma_{v-0}} z$ ; bezrozmerný transformovaný čas
$Z_0$	$\frac{k_{v-0}}{\Gamma_{v-0}} z$ ; bezrozmerný transformovaný čas pre $k = 0$
$Z_L$	$\frac{k_{v-0}}{\Gamma_{v-0}} z$ ; bezrozmerný transformovaný čas pri $k_v = k_{v-0}$
$\Gamma_{v-0}$	integrálny Henriho koefficient
$\Theta$	rovnovážny stupeň pokrytia aktívneho povrchu
$\xi$	transformovaná výška vrstvy

### ВЫВЕДЕНИЕ УРАВНЕНИЙ АДСОРБИЦИОННЫХ ИЗОХРОН И ИЗОПЛАН В СИСТЕМАХ С ЛАНГМЮРОВСКИМ ХОДОМ АДСОРБИЦИОННОЙ ИЗОТЕРМЫ

Ш. Каханяк

Кафедра неорганической технологии Словацкого политехнического института,  
Братислава

Вывелись уравнения адсорбционных изохрон и изоплан в статически работающих колоннах для случая, когда адсорбционное равновесие определяется уравнением адсорбционной изотермы Лангмюра. Было учтено влияние сопротивления в твердой фазе и квазидиффузионных эффектов на скорость процессов. Вывелось уравнение, которое определяет влияние этих факторов на общий коэффициент перехода вещества, величина которого под их влиянием вдоль слоя уменьшается. Уравнение позволяет вычисление адсорбера и определение оптимальных рабочих условий. Их применимость

проверилась на собственных и опубликованных экспериментальных данных другими авторами по измерению кинетики адсорбции пара в слое активного угля.

*Перевел М. Федоронько*

ABLEITUNG DER GLEICHUNGEN DER  
ADSORPTIONSISOCHRONEN UND -ISOPLANEN IN SYSTEMEN MIT  
LANGMUIRSCHEN VERLAUF DER ADSORPTIONSISOTHERME

Š. Kachaňák

Lehrstuhl für anorganische Technologie an der Slowakischen Technischen Hochschule,  
Bratislava

Abgeleitet wurden Gleichungen für die Berechnung der Adsorptionsisochronen und -isoplanen in statisch arbeitenden Kolonnen für den Fall, daß die Adsorptionsgleichgewichte durch die Langmuirsche Gleichung der Adsorptionsisotherme bestimmt werden. Der Einfluß des Widerstandes in der festen Phase sowie der Quasidiffusionseffekte auf die Geschwindigkeit des Prozesses wurde berücksichtigt. Gleichfalls wurde eine Gleichung formuliert, die den Einfluß dieser Faktoren auf den Gesamtkoeffizienten der Massenübertragung definiert, dessen Wert sich unter diesem Einfluß langs der Schicht verringert. Die Gleichungen ermöglichen die Berechnung des Adsorbers und die Bestimmung der optimalen Arbeitsbedingungen. Ihre Gültigkeit bewährte sich am eigenen experimentellen Material sowie auch im Vergleich mit den Angaben anderer Autoren über Messungen der Adsorptionskinetik der Dämpfe in einer Aktivkohlschicht.

*Übersetzte T. Guttmanová*

LITERATÚRA

1. Bikson J. M., *Ž. fiz. chim.* **27**, 1530 (1953).
2. Valtýni J., *Kandidátska dizertačná práca*. Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Bratislava 1965.
3. Todes O. M., Bikson J. M., *Dokl. Akad. nauk SSSR* **75**, 727 (1950).

Do redakcie došlo 20. 11. 1967

*Adresa autora:*

*Prof. Ing. Štefan Kachaňák, CSc., Katedra anorganickej technológie SVŠT, Bratislava, Jánska 1.*