

12 ADSORPCIA

Absorpcia je proces, pri ktorom prichádza k zachytávaniu látok na fázovom rozhraní tuhej látky. Látky môžu byť plynné, kvapalné. Adsorbent je tuhá látka, na ktorej povrchu dochádza k adsorpcii. Adsorbát je zložka roztoku, ktorá prechádza do adsorbovaného stavu. Desorpcia je prevádzanie adsorbátu z povrchu adsorbenta nazad do roztoku.

Využíva sa fyzikálna vlastnosť tuhých látok, ktorou je schopnosť koncentrovať na povrchu plyny, pary a kvapaliny.

Princíp adsorpcie spočíva v tom, že na povrch adsorbentu, ktorý je niekoľko stoviek m^2g^{-1} , sa fyzikálne alebo chemicky viažu molekuly alebo ióny adsorbátu. Ich množstvo je dané adsorpciou rovnováhou.

Z hľadiska väzobných síl existuje niekoľko typov adsorpcie.

- **Fyzikálna adsorpcia**

Je spôsobená Van der Waalsovými príťažlivými silami. Tieto sily spôsobujú, že molekuly adsorbovanej látky sa zachytávajú na adsorbente pri teplote vyššej ako zodpovedá teplote kondenzácie čistej látky. V prvej fáze sa povrch pokrýva molekulami v jednej vrstve (mononukleárna vrstva), na ktorú sa potom zachytávajú ďalšie vrstvy molekúl, pričom hrúbka vrstvy je daná dosahom Van der Waalsových síl. Rýchlosť takejto adsorpcie je značná a adsorbovanú látku možno ľahko desorbovať. Ide sa o vratný pochod. Čisto fyzikálna adsorpcia je exotermický dej, pri ktorom vzniká adsorpcné teplo, ktoré je asi 15 až 20-násobkom kondenzačného tepla. Adsorpcia spôsobená Van der Waalsovými silami nie je výrazne selektívna, t. j. individuálne vlastnosti adsorbovaných látok nemajú podstatný vplyv na ich zachytávanie na povrchu adsorbentu.

- **Chemická adsorpcia**

- *Aktivovaná adsorpcia* je spôsobená medzimolekulárnymi chemickými väzbami, pričom neprichádza ku vzniku novej zlúčeniny. Vratný dej je pomerne obtiažny. Je to exotermický proces, pri ktorom je uvoľnené teplo blízke hodnotám reakčného tepla.
- *Chemisorpcia* viaže na povrch pevnej látky molekuly z okolia za vzniku novej chemickej zlúčeniny. Rýchlosť takejto reakcie je rádovo väčšia ako u predchádzajúcej a je daná reakčnou rýchlosťou. Je to nevratný exotermický dej, pri ktorom uvoľnené teplo je rovné teplu reakčnému. Je to selektívny proces.

ADSORBENTY

Sú to porézne látky s veľkým merným povrchom. Obvykle sú granulované do guľôčok alebo lisované do tabletiiek. Medzi najpoužívanejšie patria:

- **aktívne uhlie**

Vzniká karbonizáciou uhlia, dreva alebo škrupín koksu. Aktivácia (parciálny oxidačný proces) sa robí horúcim vzduchom alebo parou. Využíva sa na adsorpciu organických rozpúšťadiel, čistenie piva, vína, olejov a pod.

- **silikagel - SiO_2**

Používa sa pre sušenie vzduchu a plynov.

- **alumina - Al_2O_3**

Využíva sa ako nosič katalyzátora a aktivuje sa zahriatím.

- **adsorpčné hliny**
Sem patria bauxit, bentonit a kaolín. Aktivujú sa teplom.
- **kostná múčka**
Používa sa pre čistenie cukru.

Zložitosť a rôznorodosť síl uplatňujúcich sa pri adsorpcii a možnosť ich vzájomnej kombinácie je príčinou toho, že v tejto oblasti sa nepodarilo dosiaľ urobiť veľa zovšeobecnení, ktoré by sa dali použiť pre výpočty. Napriek tomu je spracovaných veľa prác, zaoberajúcich sa formuláciou rovnovážnych závislostí.

Princíp výpočtu vychádza z rovnovážnej krivky, ktorá sa nazýva adsorpčná izoterma. Opisuje dosiahnutú rovnováhu medzi adsorbátom na povrchu adsorbentu a kvapalným alebo plynným roztokom. Pri danej teplote a koncentrácii roztoku prijme adsorbent len určité množstvo látky A , ktoré sa označí q_A (kg A /kg adsorbentu).

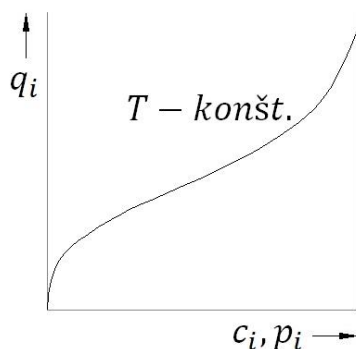
Pre plyny potom platí:

$$q_i = f(T, p_A, p_B, p_C, \dots, \text{história}) \quad (12.1)$$

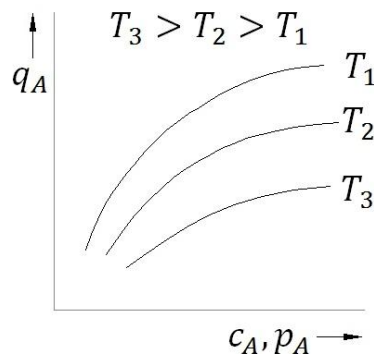
Pre kvapaliny platí:

$$q_i = f(T, c_A, c_B, c_C, \dots, \text{história}) \quad (12.2)$$

Históriou sa rozumie cesta slučiek adsorpcie – desorpcie v absolvovaných cykloch. Pre plyny môže mať podstatný vplyv, pre kvapaliny je zanedbateľný.



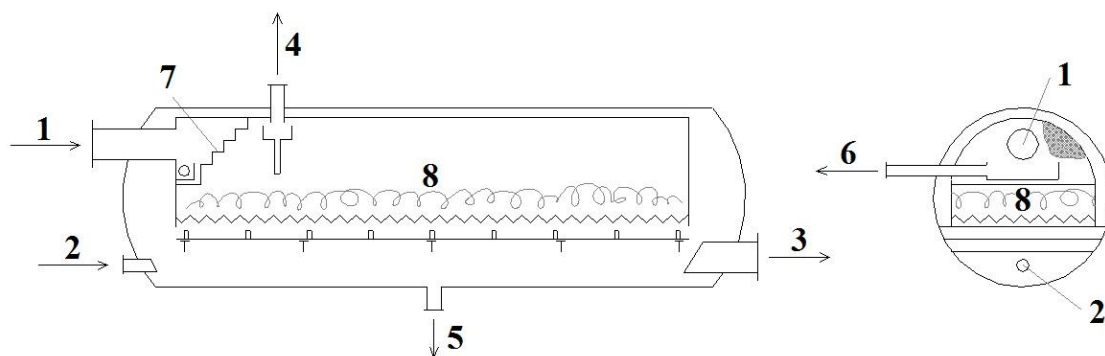
Obr. 12.1. Adsorpčná izoterma [6]



Obr. 12.2. Vplyv teploty [6]

APARÁTY

Na obrázku 12.3 je adsorbér, v ktorom plyn alebo kvapalina prechádza statickou vrstvou adsorbentu nasýpaného na roštoch.



Obr. 12.3. Horizontálny adsorbér s nehybnou vrstvou adsorbentu [6]:
 1 – vstup paroplynnej zmesi, 2 – vstup pary, 3 – výstup plynu,
 4 – výstup vdnej pary a desorbovaných výparov, 5 – výstup kondenzátu,
 6 – výstup zachytených kvapiek, 7 – sito, 8 – adsorpčné lôžko

Do nádoby vstupuje paroplynná zmes, z ktorej sa má oddeliť para a získať čistý plyn. Táto zmes prechádza cez rozptylové sito a adsorpčnú vrstvu, kde sa zachytáva, v tomto prípade, parná zložka. Na výstupe sa získava čistý plyn. Adsorpčná vrstva sa regeneruje pomocou pary, ktorá vstupuje pod rošt, prechádza ním, pričom berie so sebou desorbované výpary. Časť pary, ktorá skondenzuje sa odvádza cez hrdlo pre výstup kondenzátu.

Adsorpcia prebieha nestacionárne lebo vrstva adsorbentu na roštach sa postupne zaplňuje adsorbovanou látkou. Po jej zaplnení je potrebné adsorbent regenerovať, a to zvýšením teploty, znížením tlaku alebo inertným plynom. Všetky tieto spôsoby uvoľnia adsorbovanú látku a regenerujú adsorbent.

V priemyselných aplikáciách sa adsorpcia najčastejšie využíva na:

- **čistenie plynov** (sušenie plynu, odstránenie CO₂, SO₂, delenie uhlíkovodíkov – metán, etylén, etán, propylen, propán, výroba kyslíka a dusíka),
- **čistenie kvapalín** (odfarbenie ropných produktov a cukru...),
- **získavanie cenných surovín zo zriedených roztokov,**
- **delenie plynov a kvapalín,**
- **chromatografickú analytiku.**

ZOZNAM SYMBOLOV

c_i	– mólovo-objemová koncentrácia zložky i	(mol. m ⁻³)
i	– zložka	(1)
p_i	– parciálny tlak i -tej zložky	(Pa)
q_i	– hmotnostný zlomok	(1)
T	– teplota	(K)