

10 ABSORPCIA

Absorpcia je fyzikálny dej, pri ktorom sa rozpúšťa (pohlcuje) plyn v kvapaline. Oddelovanie zložiek plynnej zmesi absorpciou je podmienené ich rôznou rozpustnosťou v kvapalnom rozpúšťadle – absorbente. Kvalita oddelenia jednej alebo viacerých zložiek od ostatných zložiek plynnej zmesi závisí predovšetkým od výberu rozpúšťadla. Preto by malo spĺňať nasledujúce požiadavky:

- absorbent musí želanú zložku dobre rozpúšťať; túto vlastnosť majú obyčajne kvapaliny chemicky podobné rozpúšťanej zložke,
- musí byť selektívne, to znamená, že má rozpúšťať len jednu zložku; táto vlastnosť sa nazýva selektivita a od nej závisí ostrosť oddelenia absorbovanej zložky,
- prchavosť rozpúšťadla má byť čo najmenšia, aby sa zabránilo znečisteniu plynu jeho parami a tiež stratám rozpúšťadla; malá prchavosť absorbentu je dôležitá aj z dôvodu oddelenia absorbovanej zložky z rozpúšťadla desorpciou.

Absorpcia je svojím charakterom difúzny proces. Množstvo látky pohltenej v absorbente za jednotku času, teda rýchlosť absorpcie, závisí od koncentračného spádu pohlcovanej zložky vo fázach, lebo od neho závisí rýchlosť transportu tejto látky v plynnej fáze smerom k fázovému rozhraniu a v kvapalnej fáze smerom od fázového rozhrania. Je to operácia, pri ktorej prebieha jednosmerná výmena látky cez fázové rozhranie.

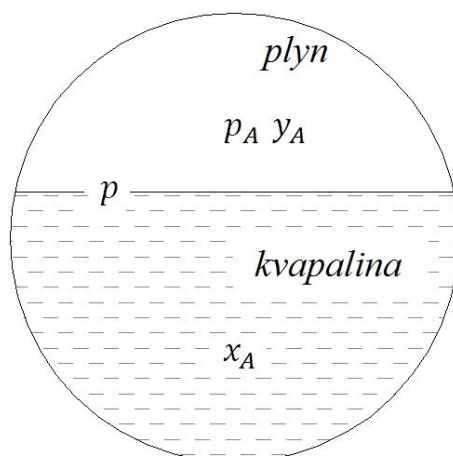
Pri analýze tohto procesu sa predpokladá, že v absorbente je rozpustná jedna alebo niektoré zložky plynu, kým ostatné sú nerozpustné (indiferentný plyn). Zároveň sa predpokladá, že absorbent je kvapalina s natoľko nízkym tlakom nasýtených pár, že sa jej molekuly nedostávajú cez fázové rozhranie. Takýto systém, skladajúci sa z pohlcovanej zložky, indiferentného plynu a rozpúšťadla má tri stupne voľnosti. To znamená, že pri určitej teplote a tlaku je udaním zloženia kvapalnej fázy jednoznačne určené zloženie plynnej fázy. Matematicky to možno vyjadriť vzťahom

$$y = f(x)_{T,p} \quad (10.1)$$

kde y , x sú molové zlomky pohlcovanej zložky v plynnej, resp. kvapalnej fáze v rovnovážnom stave systému. Grafické znázornenie funkcie (10.1) nazývame rovnovážna krivka. Jej rovnica sa zvykne zapisovať v tvare

$$y = K x \quad (10.2)$$

kde K je rovnovážny pomer (distribučný koeficient). Nie je to konštanta, ale je to zložitá funkcia, ktorá vo všeobecnosti závisí od teploty, tlaku a zloženia rovnovážnych fáz. Princíp výpočtu vychádza z fázovej rovnováhy medzi kvapalinou a plynom.



Obr. 10.1. Fázová rovnováha [6]

Ak obsahuje inert plynú zložku A o koncentrácii y_A , potom pri tlaku p je jej parciálny tlak daný vzťahom:

$$p_A = p y_A \quad (10.3)$$

Rovnováhu medzi plynou a kvapalnou fázou vyjadruje Henryho zákon, ktorý má tvar:

$$p_A = H x_A \quad (10.4)$$

kde H je Henryho konštanta, odpovedajúca teplote T .

Ak sa z rovnice (10.3) vyjadri parciálny tlak, z rovnice (10.4) sa vypočíta koncentrácia rozpustenej zložky A v kvapaline, ktorá je v rovnováhe s plynom, v ktorom má zložka A koncentráciu y_A .

$$x_A = \frac{p}{H} y_A \quad (10.5)$$

Hodnoty Henryho konštanty sú uvedené napr. v príručke Perry a Green pre rôzne plyny a teploty.

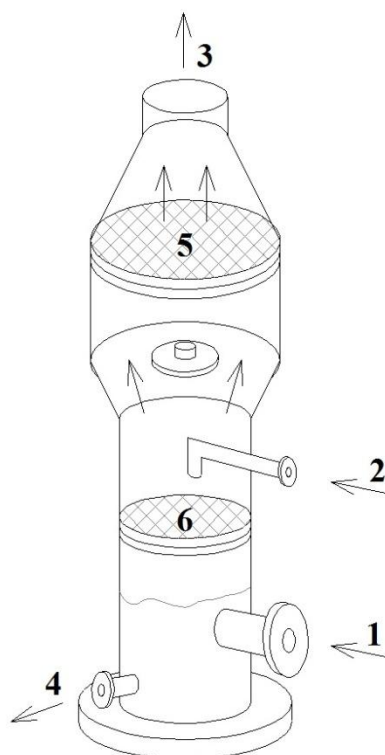
Absorpcia môže byť:

- **fyzikálna** – jedna zložka plynu má vyššiu rozpustnosť ako ostatné,
- **chemická** – založená na reakcii zložky ktorú má byť oddelená s rozpúšťadlom.

APARÁTY

Zariadenia pre kontakt plynov a pár podľa konštrukčného usporiadania možno rozdeliť na:

- **etážové kolóny,**
- **náplňové kolóny,**
- **mechanicky miešané tanky,**
- **statické zmiešavače.**

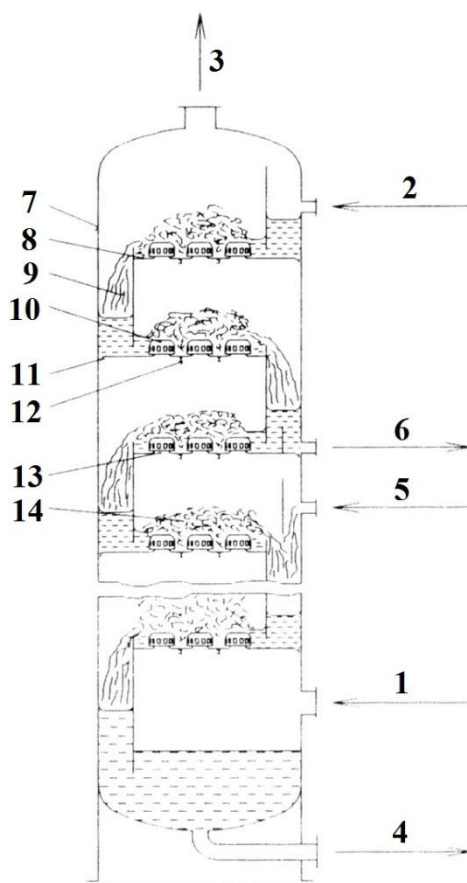


Obr. 10.2. Kolónový aparát pre absorpciu (absorbér) [6]:
 1 – vstup plynu, 2 – vstup kvapaliny, 3 – výstup plynu, 4 – výstup kvapaliny,
 5 – demister (odlučovač kvapiek), 6 – rozdeľovacia mreža

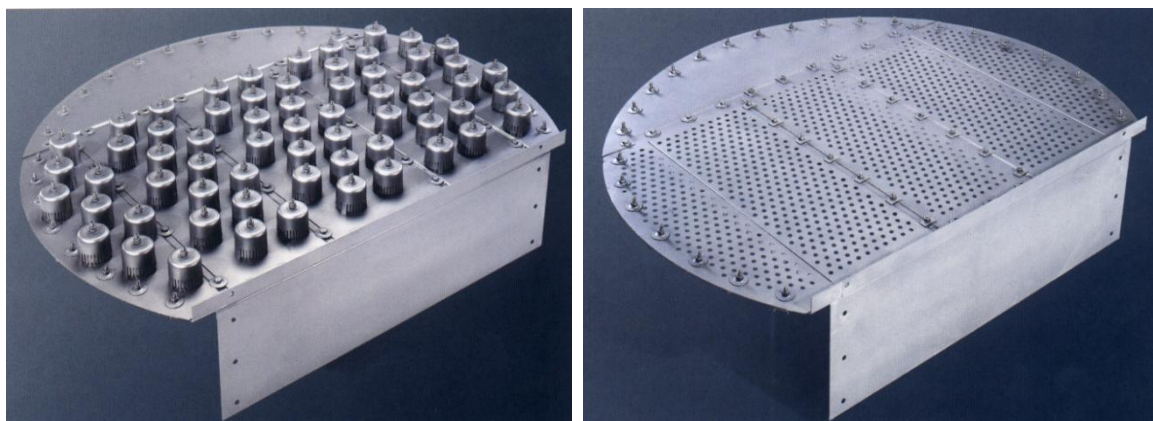
Absorpcia sa využíva ako separačný proces a často sa používa v chemickej technológii na oddeľovanie určitých zložiek plynnej zmesi ich pohltením v kvapaline. Za ňou spravidla nasleduje desorpcia. Je to opačný proces, pri ktorom sa absorbovaná zložka oddeľuje od rozpúšťadla. Jej účelom je oddeliť absorbovanú zložku z rozpúšťadla pre získanie čistej absorbovanej zložky alebo regenerácie rozpúšťadla.

Pri návrhu absorbéra je potrebné vykonať nasledovné návrhy a výpočty:

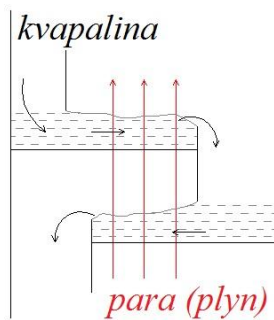
- počet stupňov kontaktov (napr. etáží),
- hydrodynamické výpočty (tlakové straty, dovolené rýchlosti, zahľtenie kolóny, zádrž plynu, príkon na miešanie),
- tepelné výpočty (teplotné profily, teplotné straty),
- prenos hmoty (súčinitele prenosu a prestupu hmoty, účinnosti),
- voľba prevádzkových parametrov (zdržné doby, objemy, priemery, teploty, tlaky)
- pevnostné výpočty (hrúbka stien, prírub, stabilita kolóny).



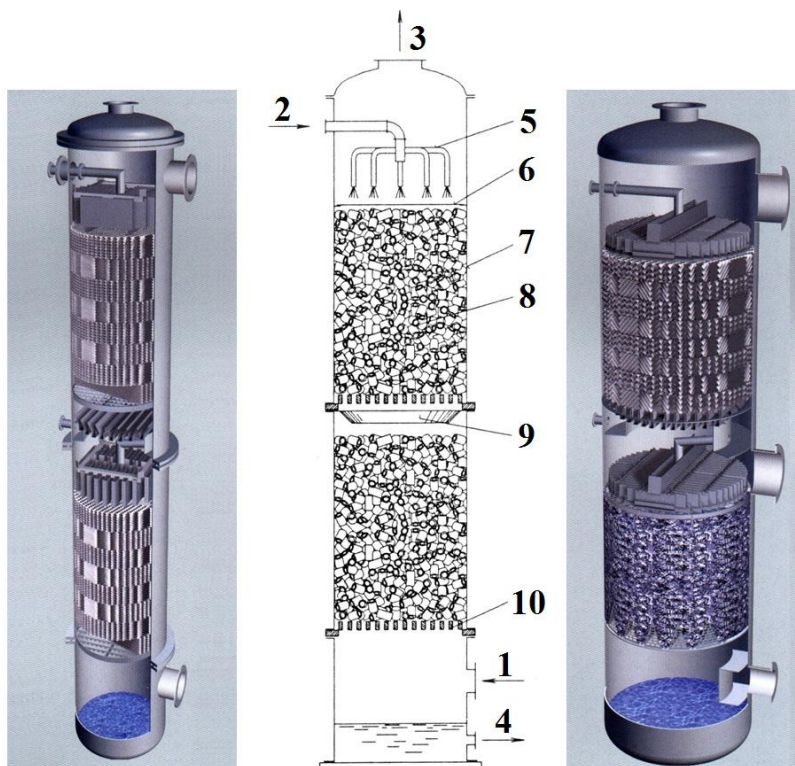
Obr. 10.3. Kolónový etážový aparát pre absorpciu [6]:
 1 – vstup plynu, 2 – vstup kvapaliny, 3 – výstup plynu, 4 – výstup kvapaliny,
 5 – bočný vstup kvapaliny, 6 – bočný výstup kvapaliny, 7 – plášť kolónového aparátu,
 8 – etáž, 9 – prepad kvapaliny, 10 – klobúčik, 11 – podporný prstenec, 12 – podpera etáže,
 13 – hrdlo klobúčika, 14 – pena



Obr. 10.4. Etáže kolónového aparátu pre absorpciu [9]



Obr. 10.5. Smer toku plynu a kvapaliny na etáži v kolónovom aparáte [6]



Obr. 10.6. Rôzne typy výplňových kolón [6, 9]

1 – vstup plynu, 2 – vstup kvapaliny, 3 – výstup plynu, 4 – výstup kvapaliny,
 5 – distribútor kvapaliny, 6 – dištančné sito, 7 – plášť kolónového aparátu,
 8 – náplň, 9 – redistribútor kvapaliny, 10 – nosný rošt



Obr. 10.7. Distribútor kvapaliny v kolónovom aparáte [9]

ZOZNAM SYMBOLOV

p	– tlak	(Pa)
p_i	– parciálny tlak i -tej zložky	(Pa)
x	– mólový zlomok v kvapalnom stave	(1)
x_i	– mólový zlomok i -tej zložky v kvapalnom stave	(1)
y	– mólový zlomok v plynnom stave	(1)
y_i	– mólový zlomok i -tej zložky v plynnom stave	(1)
H	– Henryho konštanta	(Pa)
K	– distribučný koeficient	(1)
T	– teplota	(K)