

MEMBRÁNTECHNIKAI MŰVELET

melyben a

MEMBRÁN:

SZELEKTÍV VÁLASZFAL

két fázis között, melyen egyes

KOMPONENSEK/MOLEKULÁK

könnyebben hatolnak át (transzportálódnak), mint mások

FIZIKAI-KÉMIAI TULAJDONSÁGAIK

eltérése következtében

A

TRANSZPORT

a membrán két oldala között fennálló

HAJTÓERŐ

hatására megy végbe, mellyel

a permeáció áramsűrűsége

gyakran arányos

A

MEMBRÁN

alapvetően

MEGHATÁROZZA

a

SZELEKTIVITÁST

(szétválasztás élességét)

és a

PERMEÁTUM ÁRAMSŰRŰSÉGÉT

(termelés hatékonyságát, termelékenységét)

a membrán tehát permeábilis és szelektív,

ezért ma gyakran szokásos a perszelektív jelző használata,

korábban a szemipermeábilis jelző volt használatos

(szemipermeábilis, illetve permszelektív:

szabadon „átjárható” pl. a víz számára, de sokkal kevésbé a só számára)

MÉRFÖLDKÖVEK A MEMBRÁNTECHNIKÁBAN

a jelenség megfigyelése	ozmózis: Nollet, 1748 Jean-Antoine Nollet (1700 – 1770) elektroozmózis: Reuss, 1803; Porret, 1816 dialízis: Graham, 1861
Gyakorlati eredmények	cellulóz-acetát membránok előállítás: Zsigmondy és Bachmann, szabadalmi bejelentés: 1917 Richard Adolf Zsigmondy (1865 – 1929) ; Wilhelm Bachmann első kereskedelmi membránok: Sartorius, 1918 hemodialízis kifejlesztése: Kolff, 1944 Willem Johan Kolff (1911-2009) cellulóz-acetát membránok só visszatartó képességének kimutatása: Breton és Reid, 1959 aszimmetrikus membránok kifejlesztése: Loeb és Sourirajan, 1962 első tekercselt modul kifejlesztése: General Atomics, 1963 első üreges szálás modul kifejlesztése: Du Pont, 1967 első kompozit membrán kifejlesztése: Cadotte, 1972 kisnyomású nanoszűrő membránok kifejlesztése: 1986 bipoláris membránok kifejlesztése: Mani, 1991

MEMBRÁNműVELETEK MEGJELENÉSE

membránművelet	Ország	év	(első) alkalmazás
Hemodialízis	Hollandia	1950	művese
Gázzétválasztás (GS)	USA	1979	hidrogén visszanyerés

Membránok:

síklap és cső
szimmetrikus / aszimmetrikus (nem szimmetrikus) / kompozit;
pórusos (porózus) / nem pórusos (nem porózus) (pórusmentes; tömör);
hidrofób / hidrofil (organofil)
elasztomer szerkezetű (gumiszerű)/üveges szerkezetű

Membrán anyagok:

Polimerek: pl. cellulóz acetát (CA), cellulóz észter, regenerált cellulózok (celofán), polietilén (PE), polipropilén (PP), poliészter, polikarbonát (PC), poliszulfon (PS), poliakril-nitril (PAN), (alifás és aromás) poliamid (PA), szilikon gumi alapanyagú polimerek, polivinil-alkohol (PVA), polimetil-metakrilát (PMMA, plexiüveg), politetrafluor-etilén (PTFE, teflon), polisztirol, polivinilidén-fluorid (PVDF).

Kerámiák: pl. alumínium-oxid (timföld; Al_2O_3), cirkónium-oxid (ZrO_2), szilícium-karbid (SC), titán-dioxid (TiO_2)

Legfontosabb membrán tulajdonságok:

- szelektivitás (szétválasztási tényező)
- permeabilitás (áteresztőképesség)
- mechanikai stabilitás (szilárdság)
- hőmérséklet stabilitás (hőtűrés)
- kémiai ellenálló képesség (pH tűrés)

Szemponatok a modulok kialakításához:

- nagy fajlagos felület
- gazdaságos gyártás
- könnyű tisztíthatóság
- gazdaságos membráncsere

egyes tulajdonságok meghatározó fontosságúak lehetnek bizonyos esetekben, s ennek megfelelően több modul kialakítás lehetséges.

Öt főbb modultípus különböztethető meg:

- csöves
- kapillárisos
- üreges szál
- keretes (lemez szerkezetű)
- (spirálisan) (csévél) tekercselt

A fenti szempontoknak megfelelően a két legsikeresebb modul az üreges szál és a tekercselt modul.

Valamennyi modulnál egy belépő és két kilépő áram van (kivéve az elektrodialízises modulokat és egyes kapillárisos modulokat) (V.ö.: a hagyományos szűrésnél egy belépő és egy kilépő áram van).

SZERKEZETI KIALAKÍTÁS ÉS JELLEMZŐI

Szerkezet	fajlagos felület m^2/m^3	külső csőátmérő mm
Lapmembrán lemezes tekercselt	100-400 300 ÷ 1000	
Csőmembrán csöves	< 300	> 10
kapillárisos	600 ÷ 1200	< 2.5
üreges szál	1000 ÷ 10000 (< 30000)	< 0.2

MODULOK ÉS MEMBRÁN MŰVELETEK

Művelet	Csőes modul	kapilláris modul	üreges szál modul	keretes modul	tekereselt modul
GS	-	+	++	-	++

++ **leggyakoribb**

+ lehetséges

- nem szokásos

A MEMBRÁNOK, ILLETVE A SZÉTVÁLASZTÁS JELLEMZÉSÉRE ALKALMAZOTT MENNYISÉGEK:

PERMEABILITÁS

(Áteresztőképesség)

(permeability coefficient)

$$j_p = \frac{P^*}{\ell} \Delta p = P \cdot \Delta p_A \quad (\Delta c_A)$$

ahol:

j_p a permeátum áramsűrűsége (m^3/m^2h)

P permeabilitási tényező (m^3/m^2hbar)

ℓ a membrán vastagsága (m)

Δp hidrosztatikus nyomáskülönbség a membrán két oldala között

Δp_A hajtóerő (parciális nyomáskülönbség a membrán két oldala között)

Δc_A hajtóerő (moláris koncentráció különbség a membrán két oldala között)

SZELEKTIVITÁS

(Szétválasztási tényező)

(selectivity) (separation factor)

$$\alpha = \frac{\left[\frac{y_A}{y_B} \right]_P}{\left[\frac{x_A}{x_B} \right]_F}$$

ahol:

x a betáplált oldatban az indexben jelzett komponens koncentrációja

y a permeátumban az indexben jelzett komponens koncentrációja

A illetve B a komponens jele

$$y_A = \frac{\alpha \cdot x_A}{1 + (\alpha - 1) \cdot x_A}$$

Ha

$\alpha = 1 \Rightarrow y_A = x_A$; ha α nő és tart végtelenhez, y nő és tart 1-hez; $\alpha = \infty \Rightarrow y_A = 1$