

PORLASZTVA SZÁRÍTÁS

Dr. Pécs Miklós



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

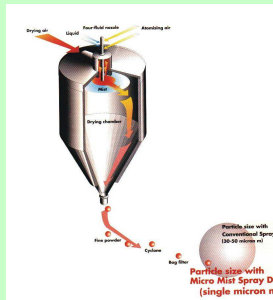


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

PORLASZTVA SZÁRÍTÁS

A szárítás művelete során általában szilárd anyagból párologtatják el az oldószert. A porlasztva szárításnál a folyadékcspek felületén megy végbe a párolgás. Az anyag sokáig folyadék, csak a végén - amikor bepárolódik – alakul szilárd porrá.

- Porlasztás
- Elpárologtatás
- Porleválasztás (ciklon,szűrő)



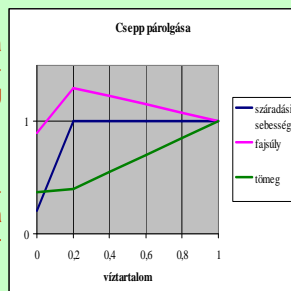
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2

A CSEPPEK PÁROLGÁSA

két szakaszra osztható:
Amíg folyadékfilm borítja a felületet, addig állandó a párolgási sebesség, a tömeg csökken, a fajsúly növekszik.

Amikor a felület „megszárad”, már csak a kapilláris víz távozik – lassabban párolog, a tömeg alig csökken, a térfogat viszont állandó marad, ettől a fajsúly csökken.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

3

CSEPPEK PÁROLGÁSA

A cseppek gyakran kérgesen száradnak, belül üres héjat alkotnak:

a)

Hígabb

b)

Telített oldatból

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4

ÁRAMLÁS SZERINT

lehet: egyenáramú kevert áramú

Co-current

Mixed Flow

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

PORLASZTÓFEJEK

kialakítása szerint lehet:

- fúvókás
 - » mechanikus
 - » pneumatikus
- forgótárcsás
 - » tárcsás
 - » fúvókás
 - » lapátos

A porlasztás során különböző méretű cseppek keletkeznek. Ezek közül a legnagyobbak ülepednek a leggyorsabban és párolognak el utoljára, ezért méretezésnél a d_{max} -ot keressük, és erre számolunk.

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

MECHANIKUS FÚVÓKÁK

= egyfázisú betáplálás (csak folyadék, segédlevegő nélkül). A fúvókában a folyadékot cirkulációs áramlásra kényszerítjük. A forgásban lévő folyadék a nyílásból kilépve összefüggő folyadékhártyakópot alkot. A folyadék réteg egyre vékonyodik és végül cseppekre szakad.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

7

MECHANIKUS FÚVÓKÁK

A porlasztás során különböző méretű cseppek keletkeznek. Ezek közül a legnagyobbak ülepednek a leggyorsabban és párolognak el utoljára, ezért méretezésnél a d_{max} -ot keressük, és erre számolunk.

Bär egyenlet

$$d_{max} = \frac{8K\sigma_f}{\rho_f v_0^2}$$

ahol:

- d - a csepp átmérője
- K - anyagi állandó
- σ - felületi feszültség
- ρ - a folyadék sűrűsége



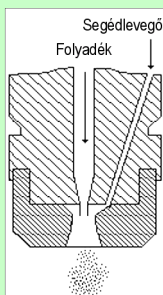
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

8

PNEUMATIKUS FÚVÓKÁK

Kétfázisú, a betáplált folyadékot a fúvókában levegő áram segítségével porlasztják. Kisebb nyomással dolgoznak és finomabb permetet adnak, mint a mechanikus fúvókák.

Tapadós, viszkózus, anyagok, szuszpenziók szárítására is alkalmasak.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

9

PNEUMATIKUS FÚVÓKÁK

A maximális cseppméretet leíró egyenlet az alábbiak szerint alakul:

$$\frac{d_{\max}}{D} = k \left(\frac{\mu_f^2 \rho_f}{\sigma_f D} \right)^a \left(\frac{\rho_{\text{lev}} v^2 D}{\sigma_f} \right)^{-0,45}$$

ahol D – a fúvóka átmérője
 k és a konstansok



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

10

FORGÓTÁRCSÁS PORLASZTÓK

A folyadék adagolása a sík tárcsa közepére történik, ahonnan a centrifugális erő hatására lefut, vékony filmet képezve.

$$d_{\max} = k \frac{\delta^{0,46} \sigma_r^{0,46} \eta^{0,08}}{v_k \rho_f^{0,54}}$$



A folyadékmennyiség növelése esetén (állandó fordulatszám mellett) a tárcsaátmérőt is növelni kell, ellenkező esetben a képződött cseppek mérete változni fog.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

11

PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

Dimenzió analízissel levezetve a különböző típusú porlasztófejek működési egyenletei egyformává válnak:

$$\frac{d_{\max}}{D} = k \text{Re}^{-0,08} \text{We}_{\text{kap}}^{-0,46}$$

D – jellemző méret (fúvóka átmérő, filmvastagság, rés nyílása)

$$\text{Re} = \frac{vD\rho_f}{\mu_f}$$

$$\text{We}_{\text{kapilláris}} = \frac{\rho_{\text{lev}} v^2 D}{\sigma_f}$$



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

12

PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A méretezés alapja, hogy a legnagyobb méretű csepp is elpárologjon, mire kilép a készülékből.

A csepp útját két szakaszra kell bontani:

- A „fékút”, amíg a fejből kilépő, leszakadó csepp lelassul és felveszi az állandó ülepedési sebességet.
- Az ülepedési szakasz, ahol a csepp állandó (relatív) sebességgel ülepedik.

Mint minden szárításnál, itt is egyidejű hő- és anyagátadással kell számolni.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

13

PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A második, ülepedési szakasz leírása az egyszerűbb, minden lamináris:

$$\begin{aligned} Nu &= 2 + 0,6 Re^{0,5} Pr^{1/3} \\ Sh &= 2 + 0,6 Re^{0,5} Pr^{1/3} \end{aligned}$$

abból a $Nu = Sh = 2$ a tiszta diffúzió, az additív tag pedig a konvekciós transzport.

Kis cseppekre ($d < 80 \mu\text{m}$) az ülepedési sebesség elhanyagolható, az additív tag eltűnik. Ez vizes oldatoknál mindig érvényes – vagy már a porlasztásnál, vagy a párolgás miatti méretcsökkenés következtében.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

14

PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A fékút leírása bonyolultabb, mert:

- a csepp körül az áramlás nem lamináris
- a csepp még nem gömb alakú, lüktet, hullámzik
- a csepp belsejében is van áramlás, hőtranszport
- a párolgás megvastagítja a felületi határréteget

$$Nu = 3,32 Re^{0,5} Pr^{1/3} Fr^{-0,077} \Delta H / c_p \Delta T$$

Ebben a szakaszban a párolgás sokkal intenzívebb, mint az ülepedésnél. Sokszor a víz 90 %-a itt megy el.

- erre kell figyelni, erre kell méretezni
- ezért jobb az egyenáram



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

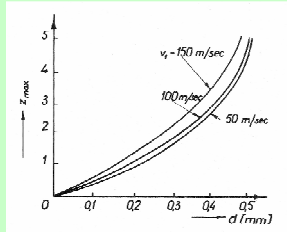
15

PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A szárítókamra sugarát tehát akkorára kell venni, hogy a fékút (egyenesen, vagy ferdén) beleérjen.

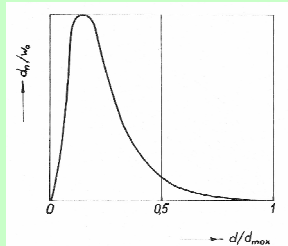
→ a tárcsás porlasztóhoz tömzsi test kell, a fúvókához magasabb, karcsú.

A fékút hossza a csepp-átmérő függvényében közel másodfokú:



SZEMCSEMÉRET

A porlasztva szárításnál kulcsparaméter a termék szemcsemérete. Ez egyenesen arányos a cseppek méretével. A méreteloszlás a porlasztófej típusától és a belépési sebességtől függetlenül:



SZEMCSEMÉRET

A szemcseméret egyenesen arányos a cseppek méretével → nézzük az ezt befolyásoló tényezőket:

A betáplált oldat

- felületi feszültsége
- viszkozitása
- koncentrációja

Első közelítés: újra a Bär egyenlet:

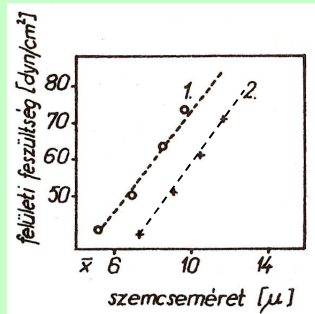
$$d = \frac{8K\sigma_f}{\rho_f v_0^2}$$

A mérések szerint a viszkozitásnak nincs hatása → egyezik az egyenlettel.



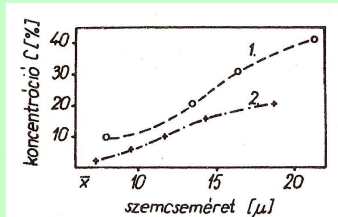
A FELÜLETI FESZÜLTSG

értékét detergensok hozzáadásával szabályozhatjuk.
A mérési adatok igazolják, hogy a kapcsolat tényleg lineáris.



A CSEPPEK MÉRETE

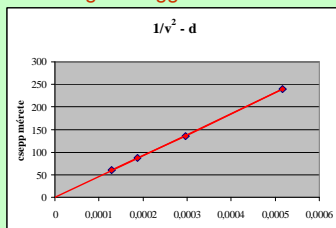
Az oldat koncentrációja direktben nem befolyásolja a cseppek méretét. Viszont növeli a folyadék sűrűségét, ezáltal csökkenti a csepp méretét. A több oldott anyag miatt ugyanakkora cseppekből nagyobb szemcsék lesznek. Kicsit megváltoztatja a felületi feszültséget is → monoton növekvő, de nem lineáris kapcsolat.



A CSEPPEK MÉRETE

függhet még a belépési sebességtől is (Bár egyenlet):
Ez pedig a porlasztó tárcsa kerületi sebességétől függ:

$$d = \frac{8K\sigma_f}{\rho_f v_0^2}$$



A SZÁRÍTÓ TERHELHETŐSÉGE

A szárító terhelhetőségét az kg elpárologtatott víz/óra mértékegységben adják meg.

$$W (H_{\text{levegő be}} - H_{\text{levegő ki}}) = w_{\text{víz}} H_{\text{párolgási}}$$

A bevitt hő mennyisége a levegő térfogatáramától (fix, beépített érték) és a belépő hőmérséklettől (szabályozható) függ. Ezt az anyag hőérzékenysége szabja meg. Az anyag hőmérséklete a párolgás miatt nem azonos a belépő hőmérséklettel, hanem 100 fok alatt marad (ld. a nedves hőmérő hőmérséklete).



A SZÁRÍTÓ TERHELHETŐSÉGE

A kilépő levegő hőmérséklete terheléstől függ – minél nagyobb mennyiségű vizet kell elpárologtatni, annál alacsonyabb lesz.

Határérték: az anyag „elegendő mértékben” száradjon meg – ne maradjon benne a kívánnál több víz, és ne tapadjon a készülék és a ciklon falához.

→ tapasztati úton, kísérletekkel lehet meghatározni



PORLASZTVA SZÁRÍTÁS

Előnyei:

- az apró cseppek miatt nagy a fajlagos felület
- emiatt gyors a párolgás
- emiatt rövid a kontaktidő
- az anyag csak a nedves hőmérő hőmérsékletéig melegszik
- kíméli a hőérzékeny anyagokat