

# Základy chemických technologií

## 4. Přednáška

### Mísení a míchání



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace bakalářského  
studijního oboru Aplikovaná  
chemie

# Základy chemických technologií

## MÍCHÁNÍ

patří mezi nejméně používané operace v chemickém průmyslu ( resp . příbuzných oborech, potravinářský, výroba kosmetiky, farmaceutických přípravků, ...)

hlavní cíle:

- odstranění nehomogenity
- koncentrační,
- fázová,
- teplotní,
- tvárová, distribuce velikosti částic
- zlepšení sdílení hmoty a tepla

Z hlediska zpracovávaného materiálu rozlišujeme:

- mísení pevných zrnitých materiálů
- míchání v kapalném prostředí (kapaliny, emulze, suspenze, )

# Základy chemických technologií

## MÍSENÍ PEVNÝCH ZRNITÝCH MATERIÁLŮ

Příprava směsí z různých přísad:

potravinářský průmysl

farmaceutický průmysl

výroba krmných směsí

výroba dezinfekčních prostředků, ...

Sypké směsi – nelze dosáhnout dokonalého smísení ( vzájemně mísitelné kapaliny ano ), aby všechny vzorky odebrané v různých místech měly stejné složení.

Charakter sypké směsi: dvě nebo více složek, každá složka je soubor zrn, který se při dynamickém pochodu mísení chová stejně (přičemž každé zrno může být složeno z různých chemických sloučenin).

Vlastnosti zrna:

tvár

hmotnost

mechanická pevnost (drobení, otěr,...)

obsah vlhkosti,

tepelná stálost

vlastnosti povrchu (velikost povrchu, sklon nabíjet se el. nábojem – sklon k shlukování, ...)

Složité procesy, výsledek – náhodný stav, u směsí s rozdílnými vlastnostmi zrn – rozduřování („čím delší doba míchání, tím vyšší stupeň separace částic“)

# Základy chemických technologií

## MÍCHÁNÍ V KAPALNÉM PROSTŘEDÍ

Velmi rozšířený proces, od narození ( sunar ) po celý život ( káva )

Návrh jednotkové operace míchání :

malá zařízení, poměrně snadná záležitost

velké míchané nádoby, příkon míchadla řádově 100kW: abychom dosáhly požadované parametry s co nejmenšími energetickými nároky je složitý proces.

Dnes – účinné SW prostředky

Podle požadovaného cíle můžeme míchání rozdělit:

# Základy chemických technologií

## 1.Homogenizace

Promíchávání navzájem mísitelných kapalin.

v malém měřítku jednoduchý proces,

velké měřítko, značně rozdílné viskozity homogenizovaných kapalin – může způsobovat značné obtíže

Lze hodnotit **stupněm homogenity** ( nemusí být vztažen pouze na koncentraci, ale např na teplotu, barvu,...).

*vztah dosažené hodnoty hodnocené veličiny při dokonalém promíchání (vypočítaná hodnota) a hodnoty dosažené v daném čase, hodnota se mění od 1 do 0.*

V literatuře jsou pro různá míchadla publikované kriteriální rovnice, vyjadřující závislost stupně homogenity na čase ( platí pro dané míchadlo, geometrické uspořádání, typ nádoby,...)

# Základy chemických technologií

## 2. Suspendace

System kapalina – tuhá fáze, cílem je udržet tuhé částice ve vznosu.

Tím se dosáhne zlepšení přestupu hmoty mezi fázemi

rozpouštění, krystalizace

adsorpce,

katalytické reakce

nebo se připravují suspenze pro další zpracování

lékové formy

nanášení ochranných povlaků (smaltování, plasty – „teflonové pánve“)

Při návrhu dva parametry:

první kritická frekvence otáčení ( žádná částice nezůstane v klidu )

druhá kritická frekvence otáčení (rovnoměrné rozdělení částic v objemu )

# Základy chemických technologií

## 3. Dispergace

Vytvoření dvoufázové soustavy, maximální mezifázový povrch, intenzifikace sdílení hmoty.

**Emulgace** : kapalina – kapalina

**Aerace** : kapalina – plyn

Spojité a dispergovaná fáze ( v některých případech závisí na systému míchání )

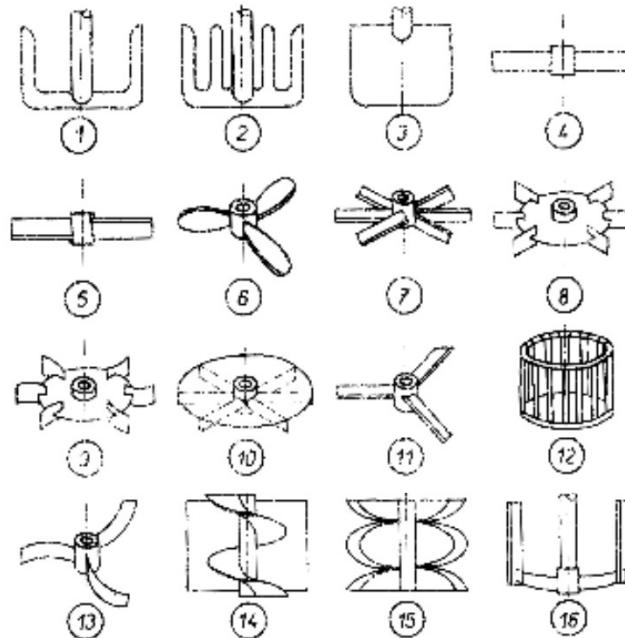
## 4. Intenzifikace přestupu tepla

Z teorie sdílení tepla je známo, že intenzita výměny tepla je přímo úměrná rychlosti proudění kapaliny.

Mícháním se zvyšuje tepelný výkon zařízení – topení / chlazení, vnější dvojité plášť (duplikace, navařená „půltrubka“ ), vnitřní had.

# Základy chemických technologií

## Druhy míchadel, použití



Obr. 10-1 Druhy rotačních míchadel.

1	kolové míchadlo	ON 69 1014a, b
2	hřebcové míchadlo	ON 69 1015
3	listové míchadlo	ON 69 1016
4	lopatkové míchadlo s kolovými lopatkami	ON 69 1017a, b
5	lopatkové míchadlo s šikvými lopatkami	ON 69 1018
6	vtulové míchadlo s konstantním stoupáním šroubovnice	ON 69 1019a, b
7	šestilopetkové míchadlo s rovnými šikmo umístěnými lopatkami	ON 69 1020
8	turbinové míchadlo s rovnými kolovými lopatkami a dělicím kotoučem	ON 69 1021
9	turbinové míchadlo se zakřivenými lopatkami a dělicím kotoučem	ON 69 1022
10	turbinové míchadlo s křídlovými lopatkami	ON 69 1024
11	šikolopetkové míchadlo s rovnými skloněnými lopatkami	ON 69 1025a, b
12	klecové míchadlo	ON 69 1026
13	lopatkové míchadlo se zakřivenými lopatkami	ON 69 1027a, b
14	šnekové míchadlo s ušlechťovacím válcem	ON 69 1028
15	pásové míchadlo	ON 69 1029
16	Kolové míchadlo se skloněnými míchadly	ON 69 1036



Pomaloběžná:

na obr. označena 1, 2, 3, 14, 15 a 16

obvodová rychlost konců lopatek míchadla do 1,5 m s<sup>-1</sup> ,  
pro míchání směsí s vysokou viskozitou,

Rychloběžná:

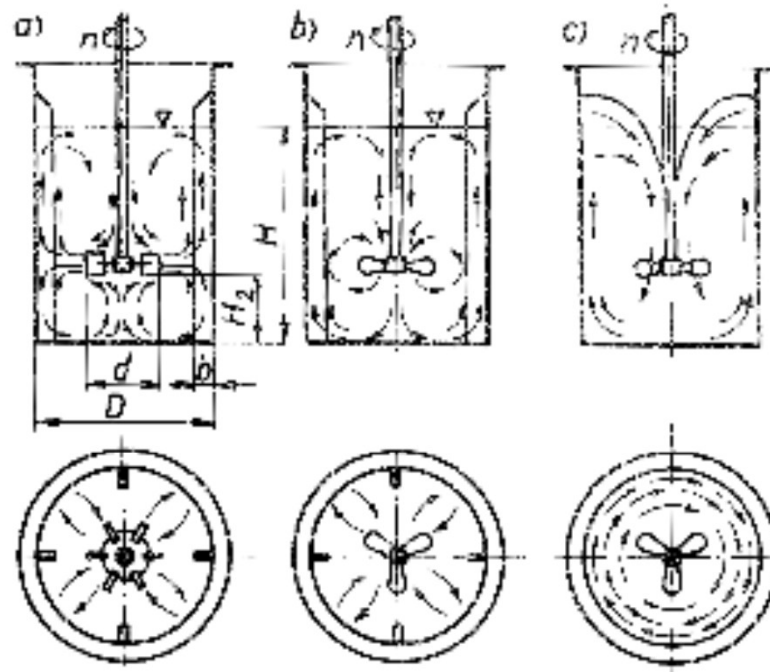
na obr. označena 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

obvodová rychlost 4 až 15 m s<sup>-1</sup> ,  
pro viskozity odpovídající řádově viskozitě vody

Přechod mezi uvedenými kategoriemi - lopatková míchadla:

na obr. označena 4, 5

obvodová rychlost 1,5 až 4 m s<sup>-1</sup>.



Obr. 10-2 Známkování účinku rychloběžných turbínových a vrtulových míchadel

- a - turbínové míchadlo, nádoba s narážkami,
- b - vrtulové míchadlo, nádoba s narážkami,
- c - vrtulové nebo turbínové míchadlo, nádoba bez narážek

Účinek míchadla na míchanou kapalinu:

radiální míchadla, např. 4, 8, 9, 10, 12, 13,  
axiální míchadla, např. 5, 6, 7, 11,

vliv, funkce narážek, typy narážek

volba míchadla:

pro homogenizaci a suspendaci: míchadla axiální, obvykle směr otáčení takový, aby výstupní proud směřoval ke dnu,

pro dispergaci: radiální míchadla

Modelování míchání (přenos výsledků z malého, tj. laboratorního nebo poloprovozního měřítka do průmyslových podmínek:

Vychází se z poznatku, že pro heterogenní směsi platí předpoklad konstantní hodnoty hustoty příkonu  
 **$P/V = \text{konst.}$**

a pro homogenní směsi platí předpoklad zachování konstantní obvodové rychlosti konců lopatek  **$nd = \text{konst.}$**

Při platnosti těchto předpokladů lze odvodit vztah mezi frekvencí otáčení a průměrem míchadla (index  $d$  značí dílo, index  $m$  model):

- pro heterogenní směsi:  $nd = nm [dm / dd]^{2/3}$

- pro homogenní směsi:  $nd = nm dm / dd$

*Míchání ve smaltovaných aparátech:  
tvar míchadla přizpůsoben možnostem smaltování  
konstrukce narážky*

*obrázky*