

Vegyipari műveletek III.

Kémiai reaktorok

Reaktorok csoportosítása I

Kevert tartályreaktor

```
graph TD; A[Kevert tartályreaktor] --> B[Szakaszos]; A --> C[Félfolyamatos]; A --> D[Folyamatos];
```

Szakaszos

- Izoterm
- Adiabatikus
- Hűtött

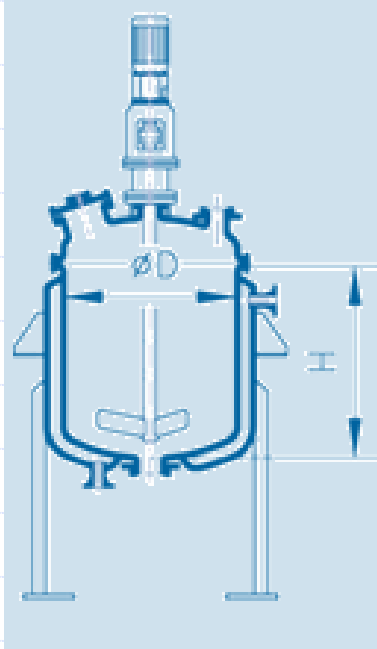
Félfolyamatos

- Reaktáns adagolása
- Termék elvétele
- (csak izoterm!)

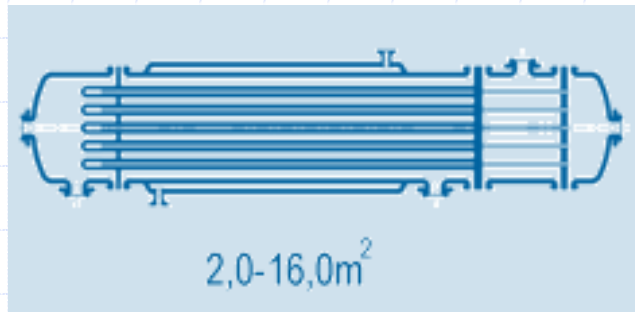
Folyamatos

- Izoterm
- Adiabatikus
- Hűtött

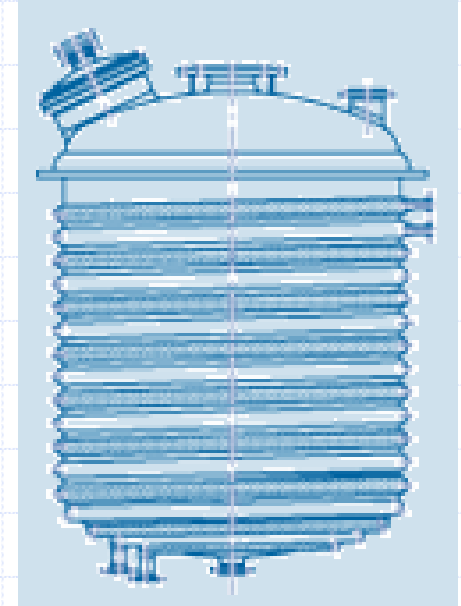
Reaktorok fűtése



Fűtőköpennyel



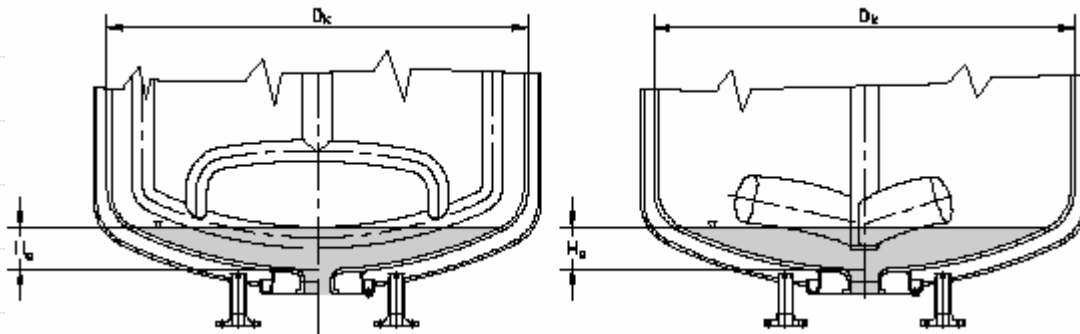
Hőcserélővel



Csőkígyóval

Lampart- Zománcozott reaktorok

- ◆ Duplikátoros készülékek:
63-10000 liter
- ◆ Félcső-köpenyes
készülékek:
630-8000 liter



Pfaudler reaktorok

- ◆ 300-15 000 gallon kapacitás
- ◆ Ellenálló felület (1 gallon=3,79 liter)



- ◆ Clamp top
- ◆ 5-500 gallon kapacitás



Pfaudler reaktorok

- ◆ Hűtött reakciókra szén acélból
- ◆ Szakaszos üzem
- ◆ Inert felület
- ◆ Hűtött reakciók
- ◆ Tisztaság, rugalmasság
- ◆ 10-500 gallon kapacitás



Pfaudler felszerelt reaktorok



Érzékelők a reaktorban

◆ Hőmérséklet mérés

- Szelepben
- Terelőlemezen



◆ pH mérés



◆ Szintmérés



◆ Mintavétel



Modern nagynyomású autoklávok

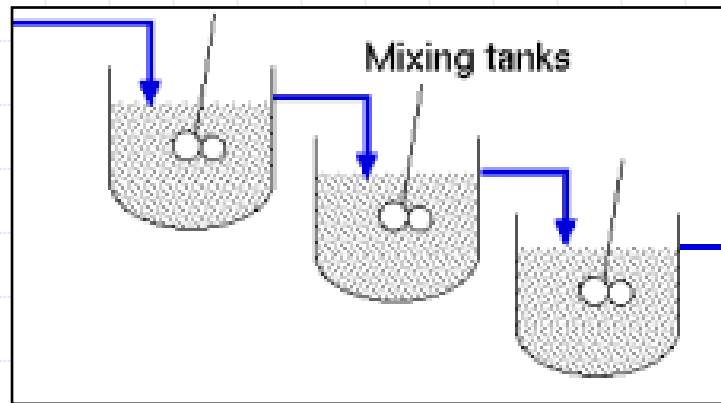
Ernst Haage



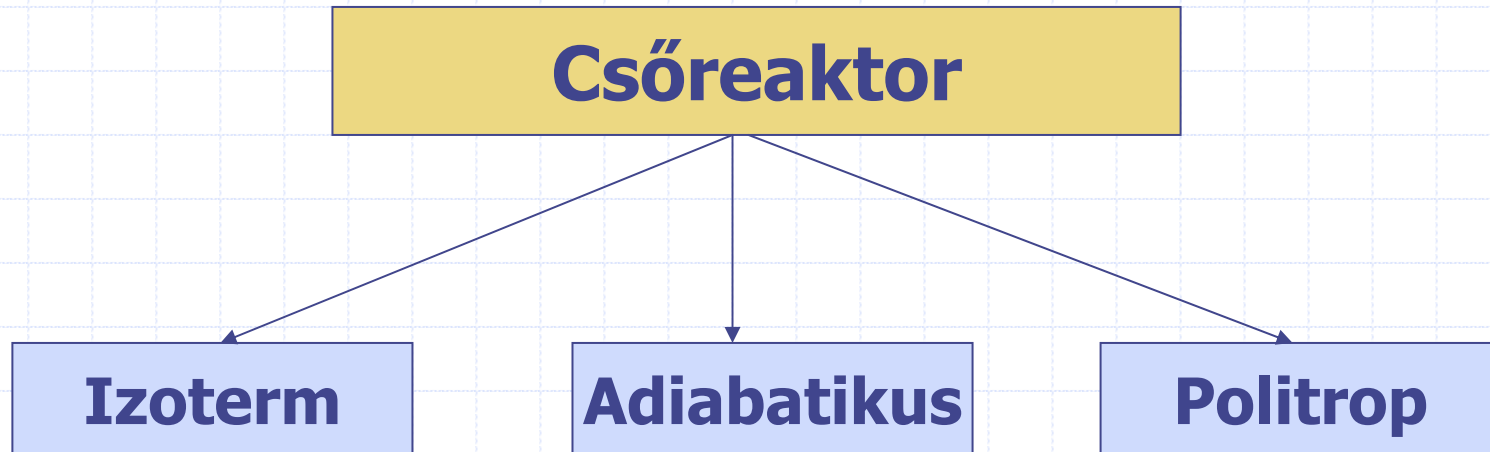
<u>térfogat:</u>	50 l - 5000 l
<u>nyomás:</u>	max. 2.000 bar
<u>Hőmérséklet:</u>	max. 750°C
<u>Szerkezeti anyag:</u>	ötvözetek, hastelloy, incoloy, inconel tantál titán
<u>fűtés:</u>	Elektromos vagy olaj hőhordozó



Kaszkádreaktorok



Reaktorok csoportosítása II



Nagynyomású csőreaktor BYCE- Kína



◆ 345 MPa, 315°C,
D:60 mm



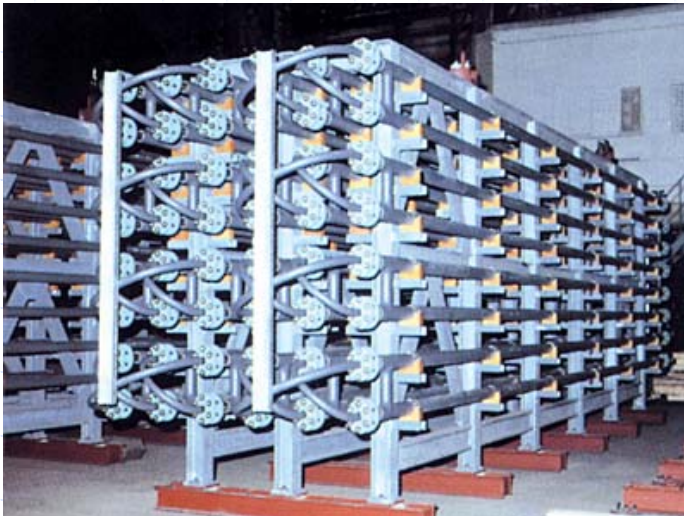
Nagynyomású csőreaktor (UHDE)

Speciális csövek

- ◆ Acél olvasztás: ívkisüléssel elektromos kazánban
- ◆ Vákuum alatt gázmentesítés
- ◆ Korrózió ellenálló (20 év) 1,6 mm vastag réz bevonat



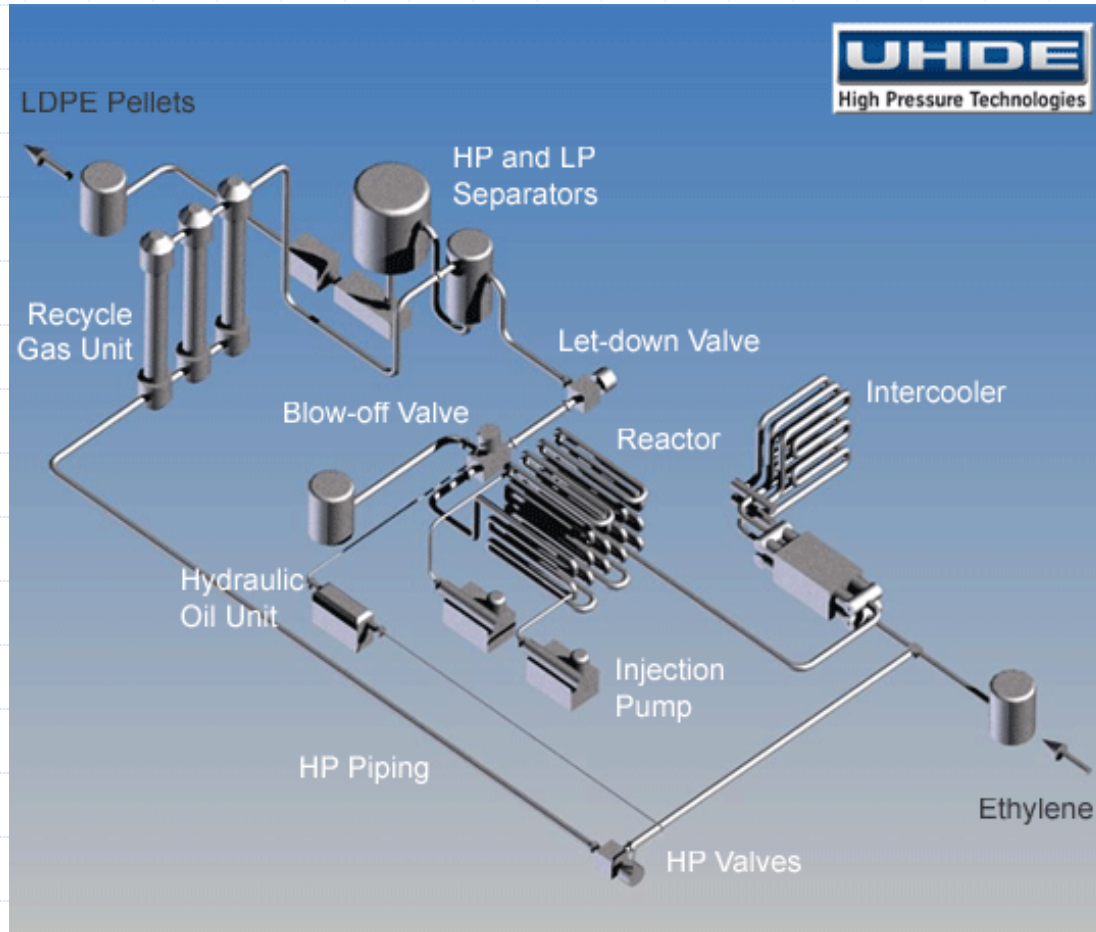
UHDE csőreaktorok



- ◆ Petrolkémiai ipar számára
- ◆ Első reaktor (1955):
 - 24 mm átmérő
 - 1600 bar
 - 10.000 t/a
- ◆ Napjainkban:
 - 70-90 mm átmérő
 - 3600 bar-ig
 - 300.000 t/a

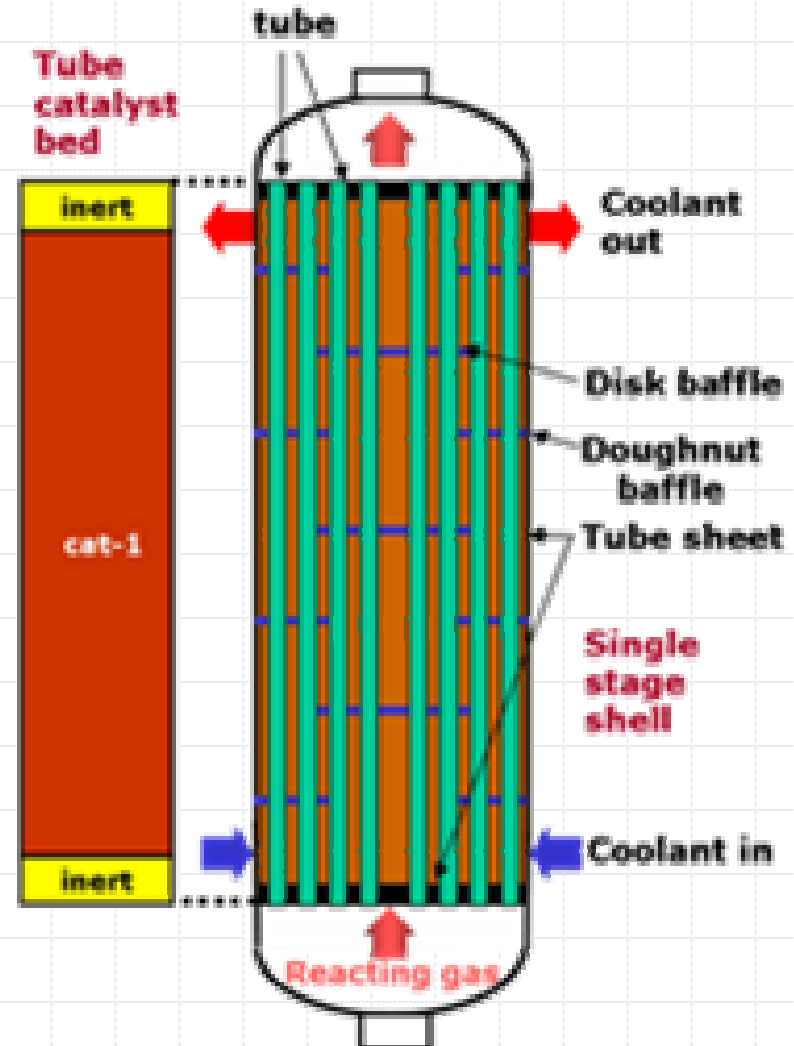


Polimerizációs reaktor (UHDE)

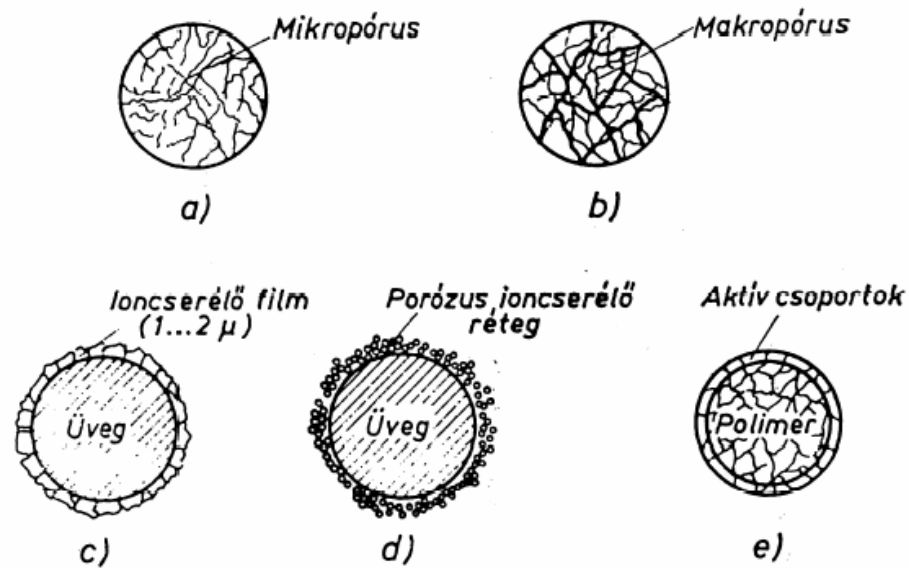


Csőköteges (multitubular) reaktor

- ◆ Vegyipar, újrahasznosítás
- ◆ Rögzített ágyas katalizátoros reaktor
- ◆ Több ezer katalizátorral töltött cső, körülötte hűtővíz cirkuláció
- ◆ Nem alakulnak ki „hot spot”-ok



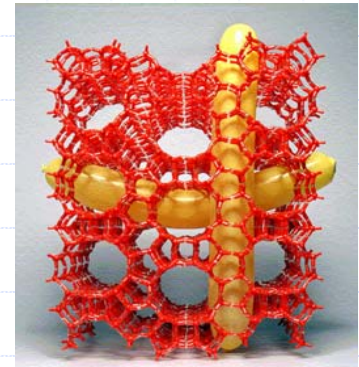
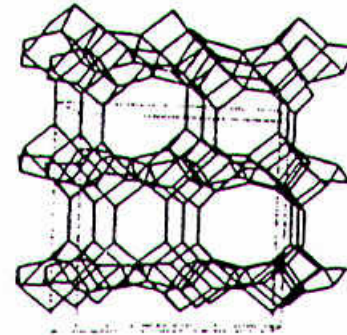
Katalizátorok-ioncserélő gyanta



Ioncserélő műgyanták kialakítása

Katalizátorok- Zeolitok

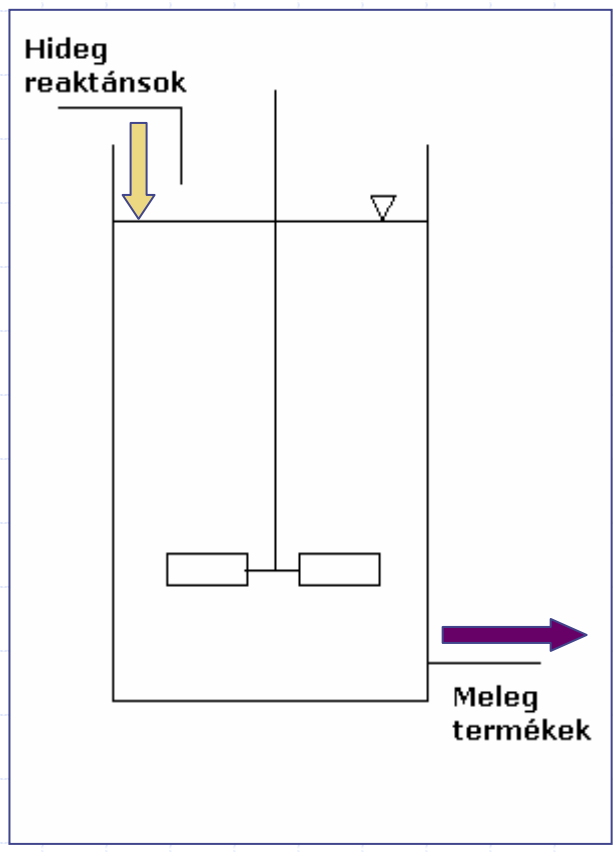
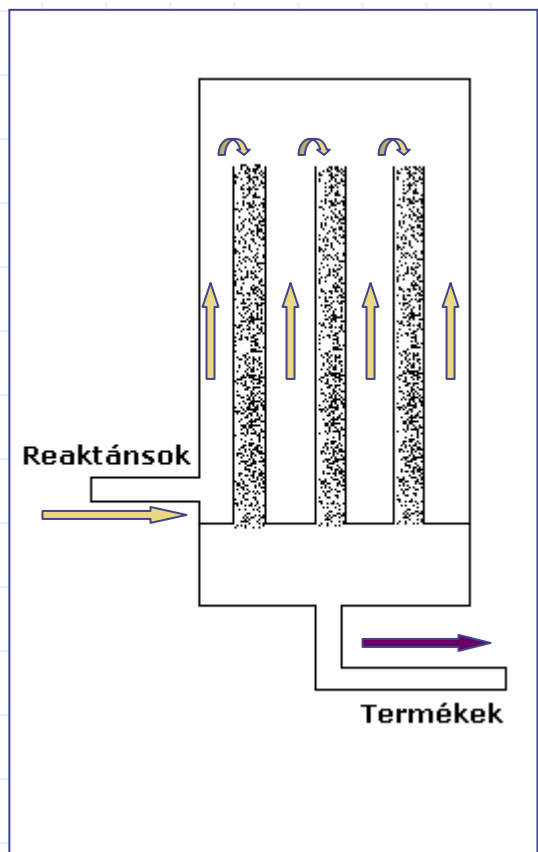
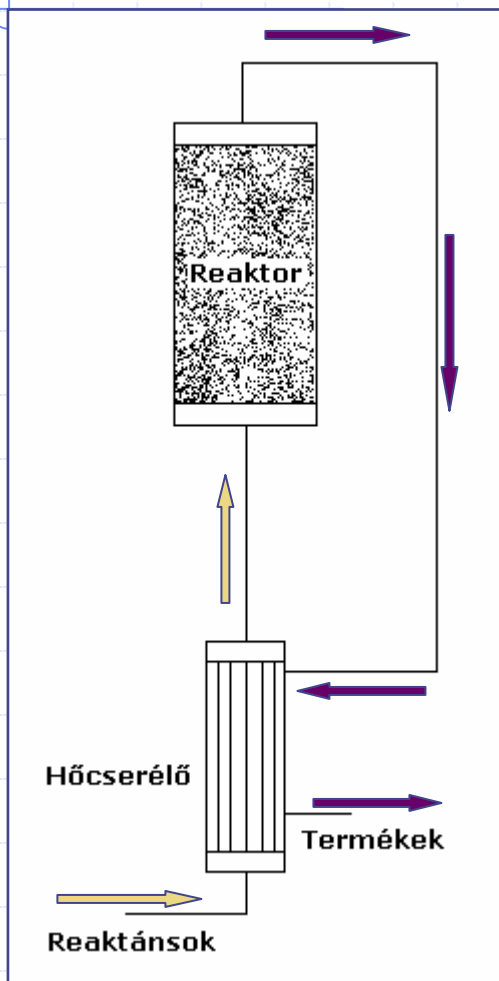
- ◆ Alumínium-szilikát ásvány
- ◆ Riolittufák kristályosodott változatai
- ◆ Képesek gázokat, ionokat felvenni-leadni
- ◆ Alkalmas vizek, szennyvizek, oldatok tisztítására, szűrésére
- ◆ A kicsi vagy „karcsú” molekulákat átengedi, a szétágazókat, és nagymolekulákat nem.
- ◆ Fontos szerep a kőolaj finomításban



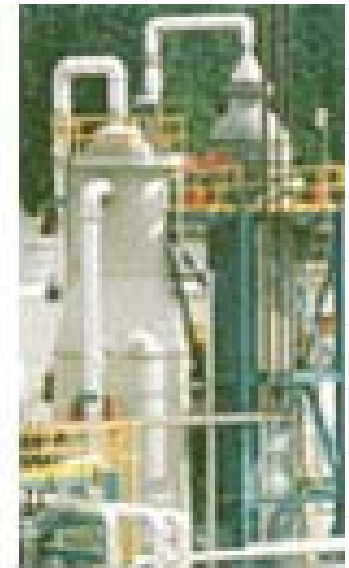
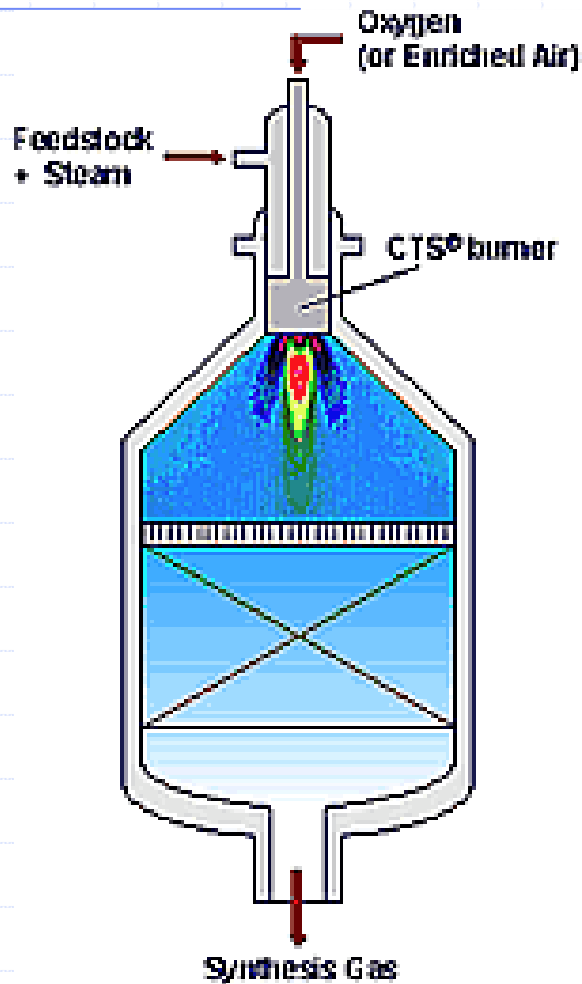
Multitubular reaktorok Oita- Japán



Autoterm reaktorok

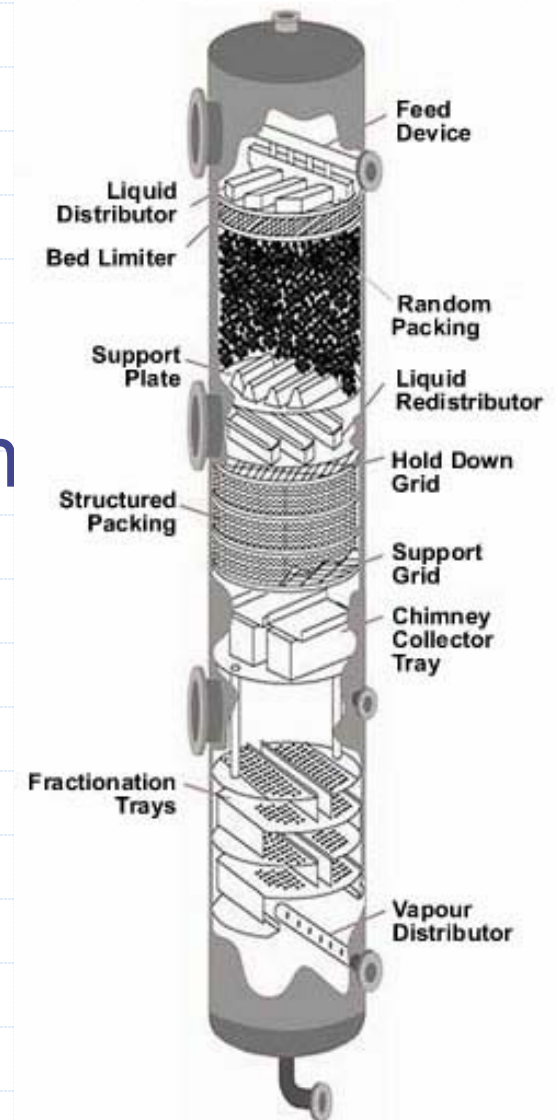


Autoterm reaktorok- Szintézis gáz



Gáz-folyadék heterogén reaktorok

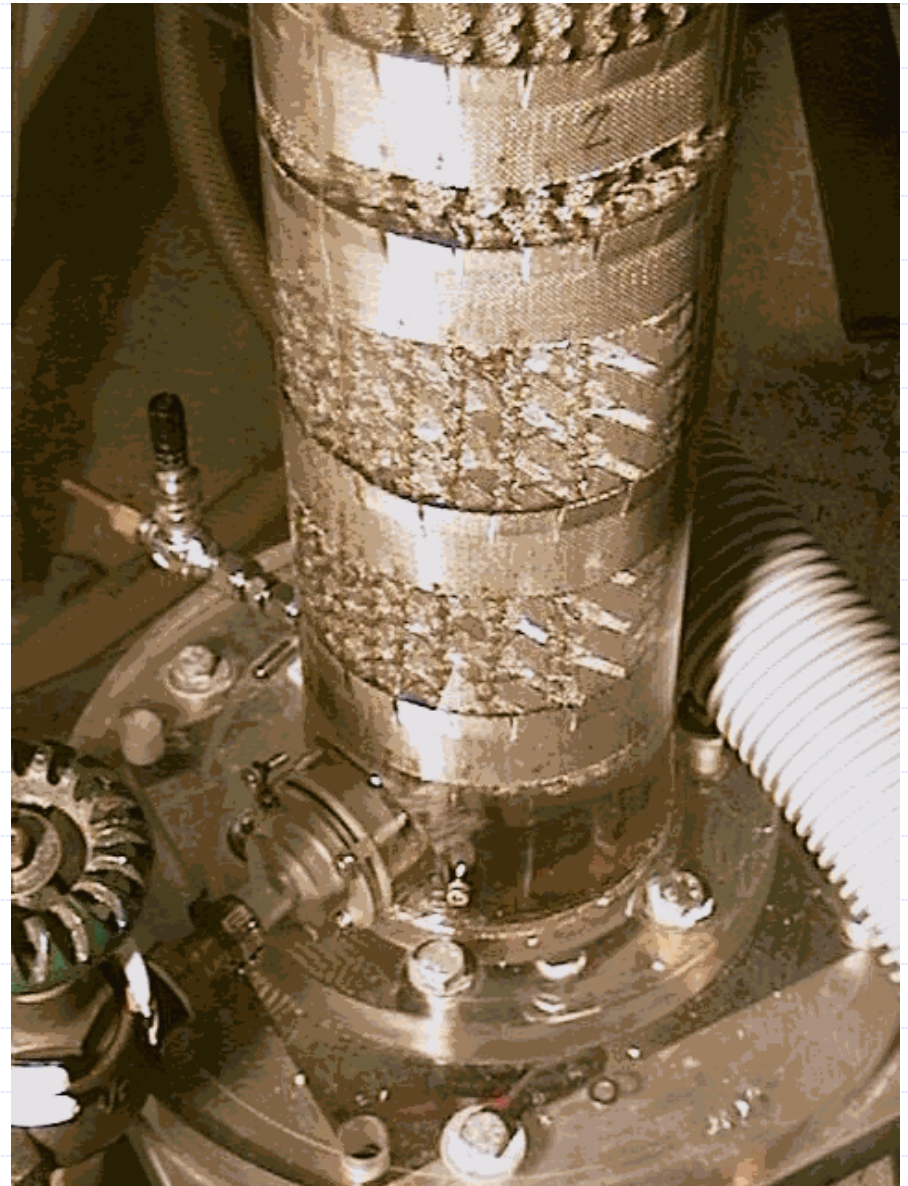
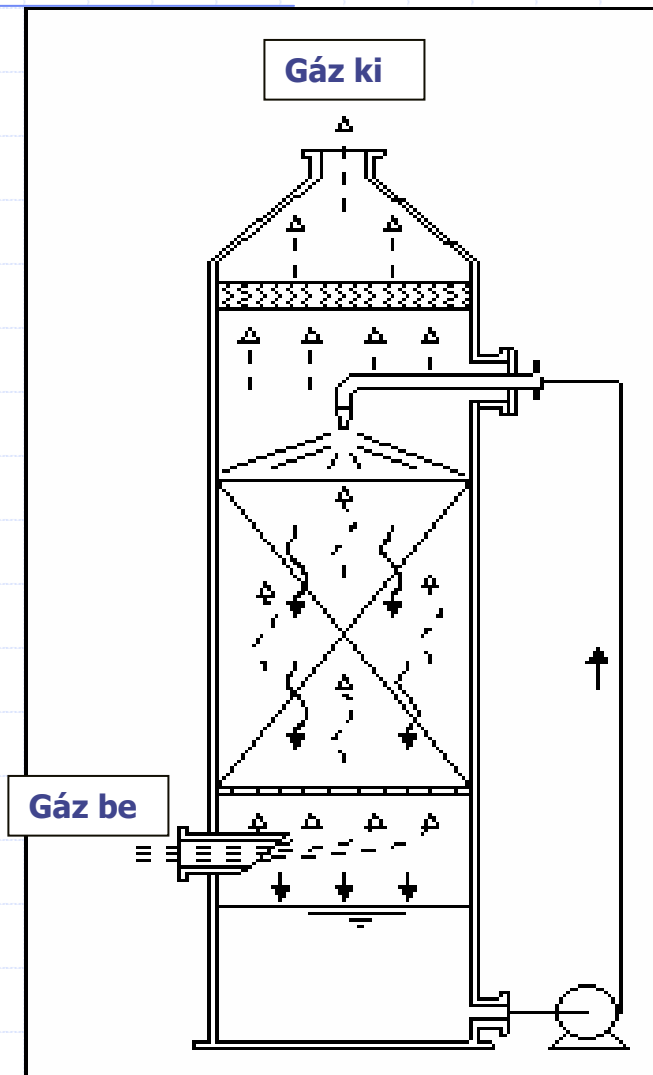
- ◆ Folyadék film reaktorok
- ◆ Gáz diszperzió folyadékban (buborékos reaktorok)
- ◆ Folyadék diszperzió gáz fázisban



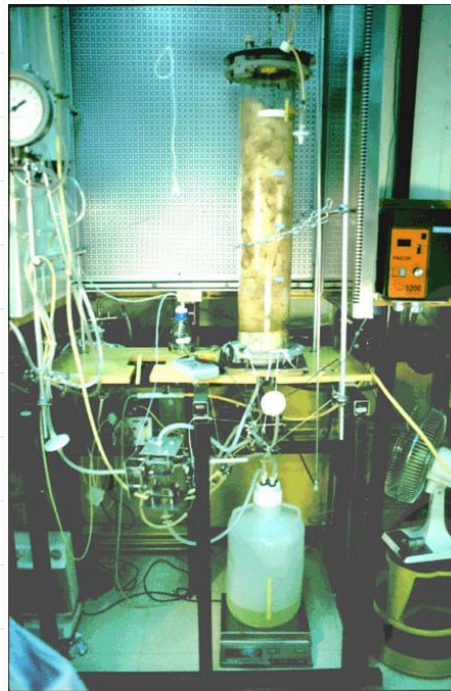
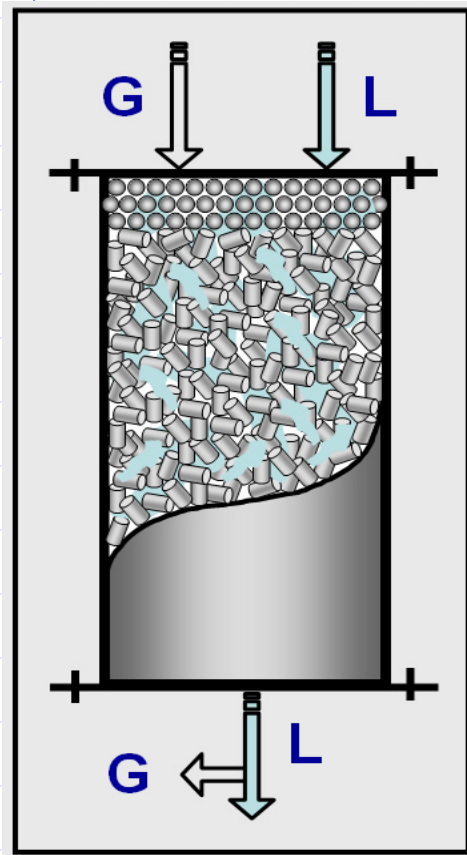
Folyadék film reaktorok

- Töltött oszlop
- Csörgedezettő ágyas oszlop (trickle-bed)
- Forgótárcsás kontaktor
- Mechanikusan kevert oszlop

Töltött oszlop



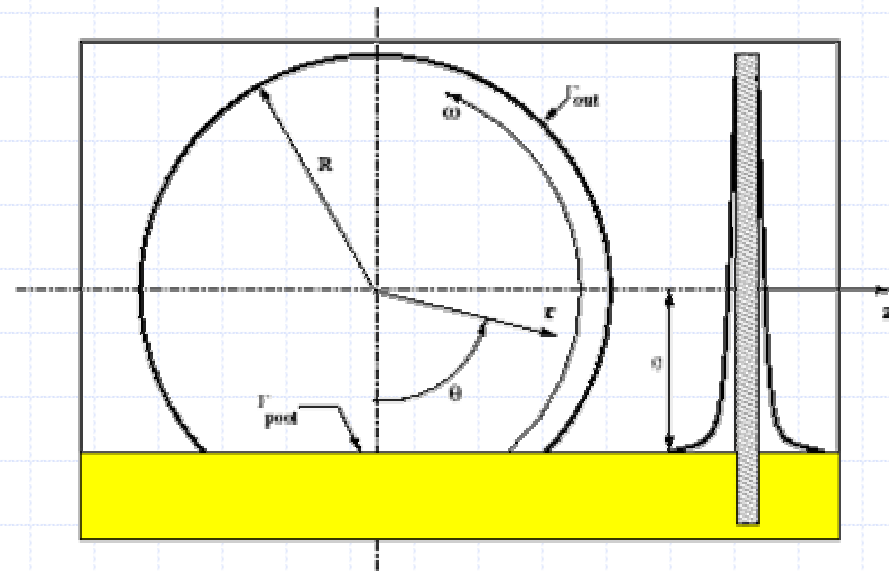
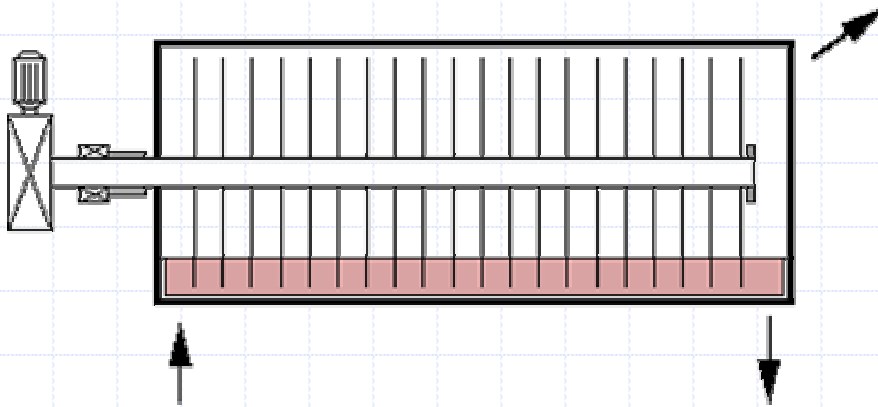
Trickle-bed oszlop



◆ Iparban:

- Kőolaj hidrodeszulfurizációja
 - ◆ katalizátor:
kobalt-molibdén;
nikkel-wolfram
- Hidrokrakkolás
- Hidrokezelés

Vízszintes forgótárcsás reaktor



Kavarós filmbepárló I.

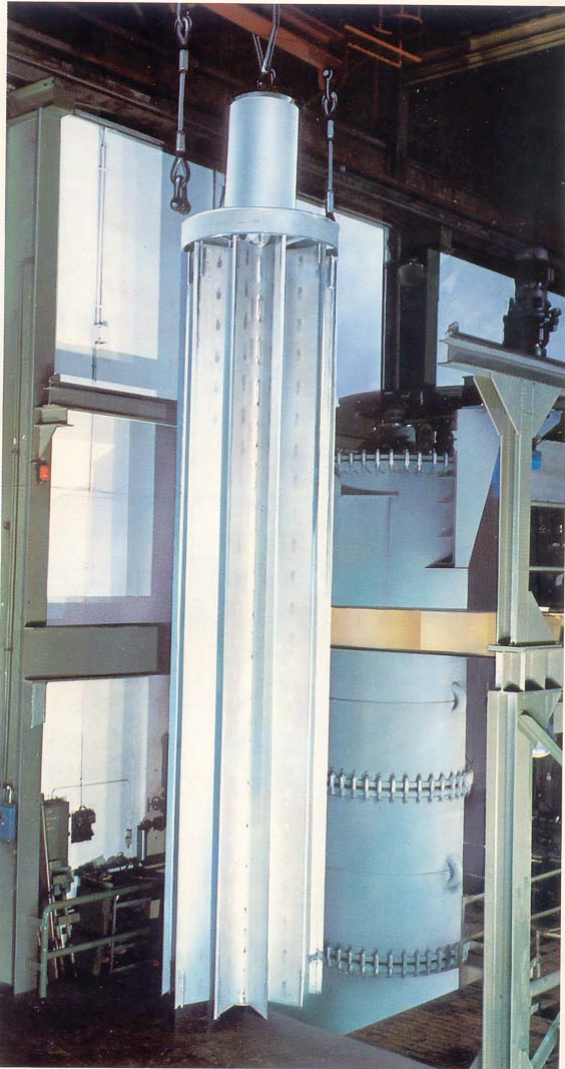
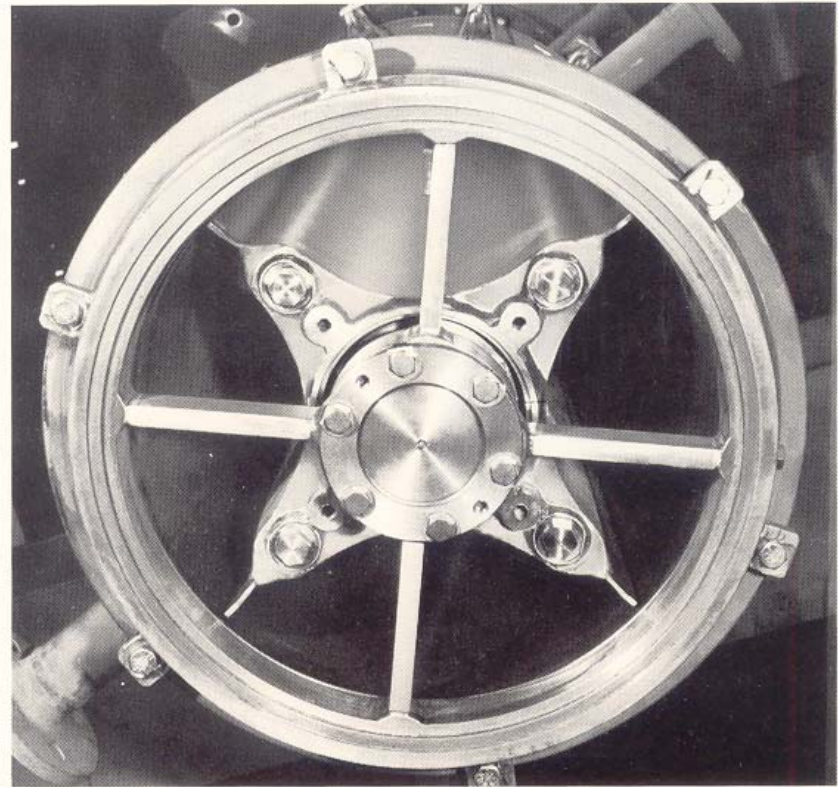


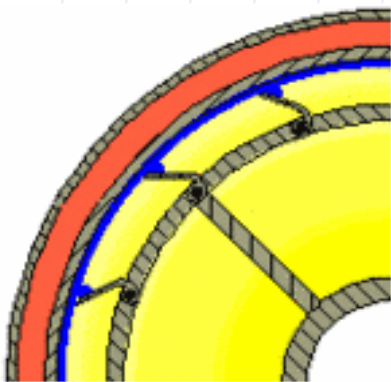
Abb. 12 | N.4000 Verdampfer mit suspenzierten Rührer



Viszonylag könnyen tisztítható merev lapát kialakítás élelmiszeripari és gyógyszeripari célokra.

Buss-SMS-Canzler GmbH – típus Luwa

Kavarós filmbepárló II.



Hajlékony, lengőlapátok
Rendkívül nagy viszkozitású (35 Pa·s!) oldatok
bepárlására is alkalmazható-
Buss-SMS-Canzler GmbH – típus Sambay

Gáz diszperzió folyadékokban (buborékoltató reaktorok)

- ◆ Buborékoltató oszlop
- ◆ Töltött buborékos oszlop
- ◆ Tányéros oszlop

Buborékoltató oszlop



- ◆ A buborékot egy elosztó biztosítja
- ◆ Felhasználás:
 - reaktor
 - abszorber
 - stripper
- ◆ Hátránya:
visszakeveredés
folyadék és gázfázisban
- ◆ Ipar:
 - fehérje előállítás
MeOH- és/vagy EtOH-ból
 - szennyvíz kezelés



Töltött buborékoltató oszlop



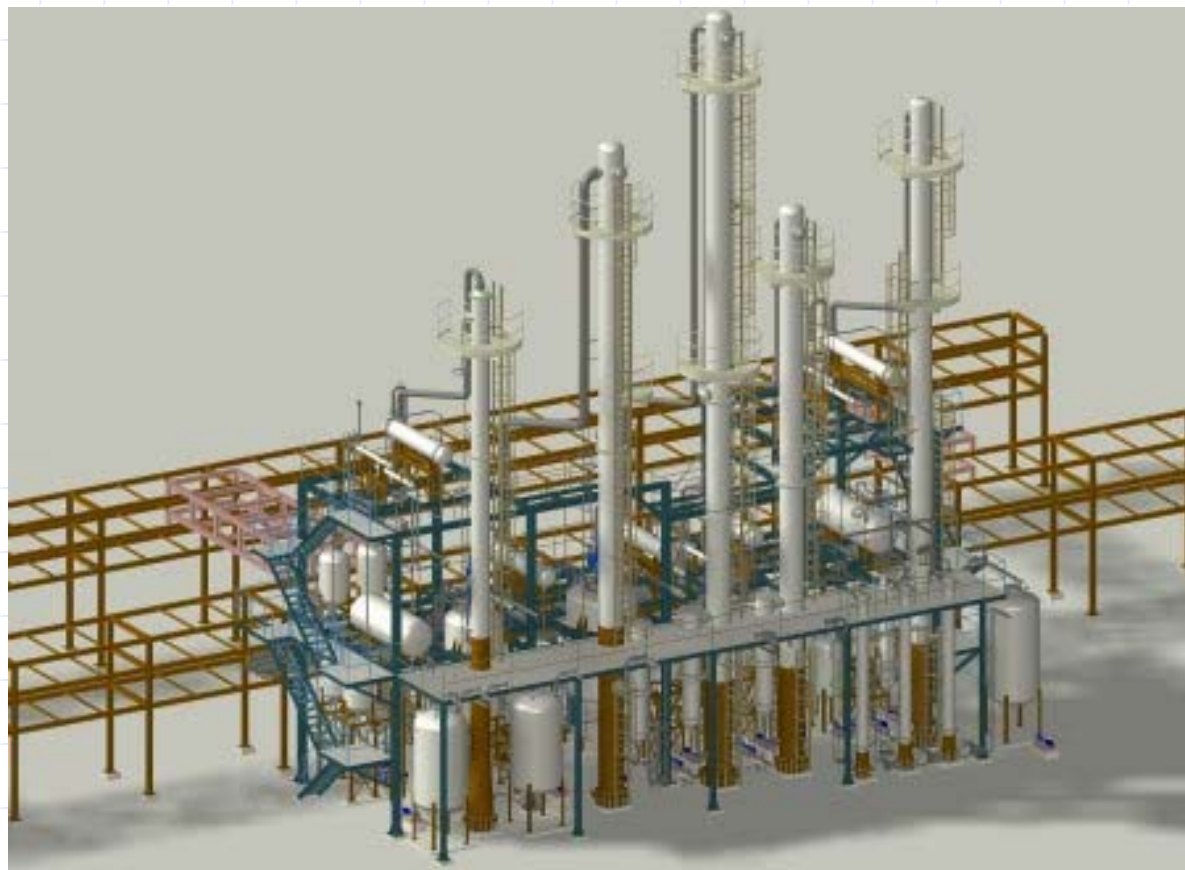
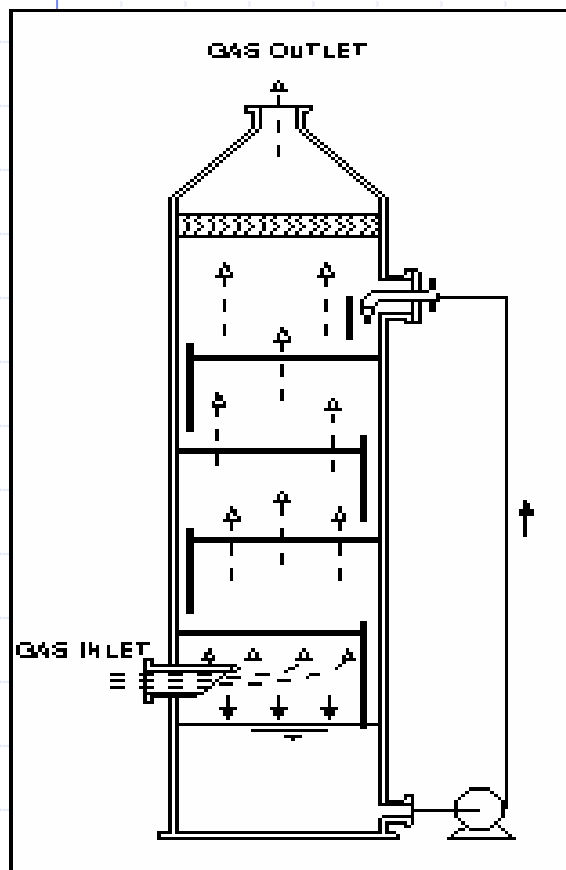
$D = 0.24 \text{ m}$

- ◆ Kisebb folyadék visszakeveredés
- ◆ „*hold up*” a töltésen múlik, általában nagyobb mint nem töltött esetben
- ◆ 15-80 %-kal nagyobb érintkezési felület

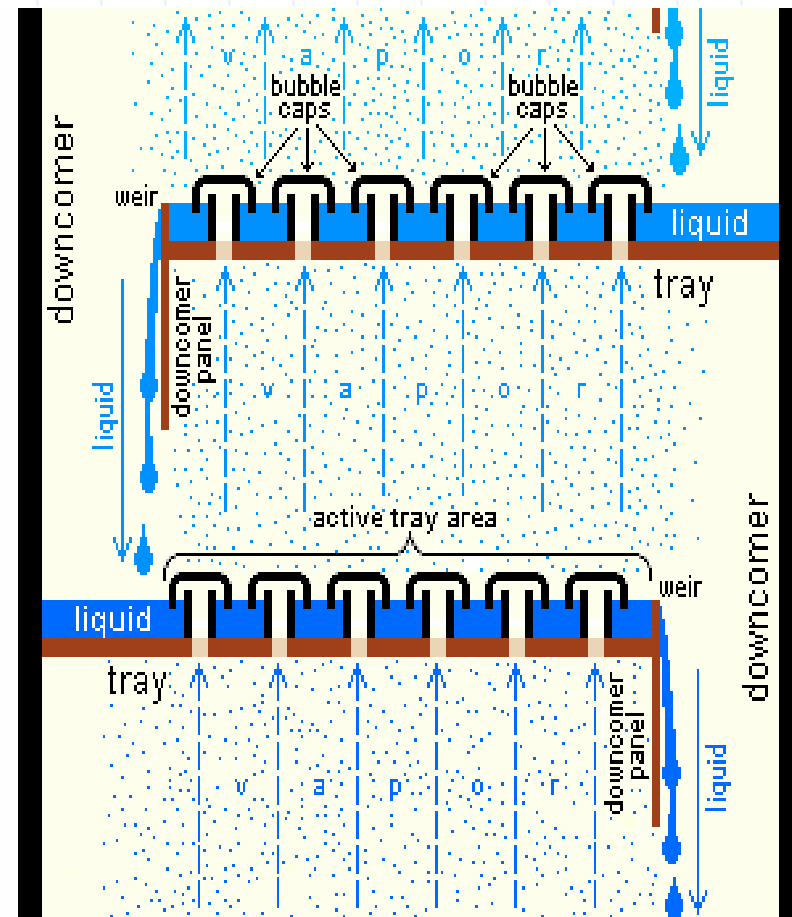
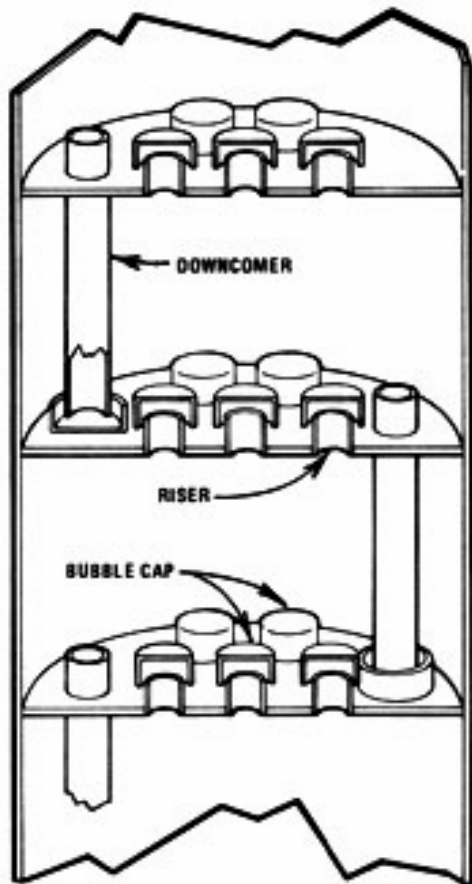
Tányéros oszlop

Iparban:

- HNO_3 előállítás: NO_2 abszorpciója vízben
- Levegő tisztítása: Cl_2 abszorpció Na_2CO_3 vagy NaOH vizes oldatában

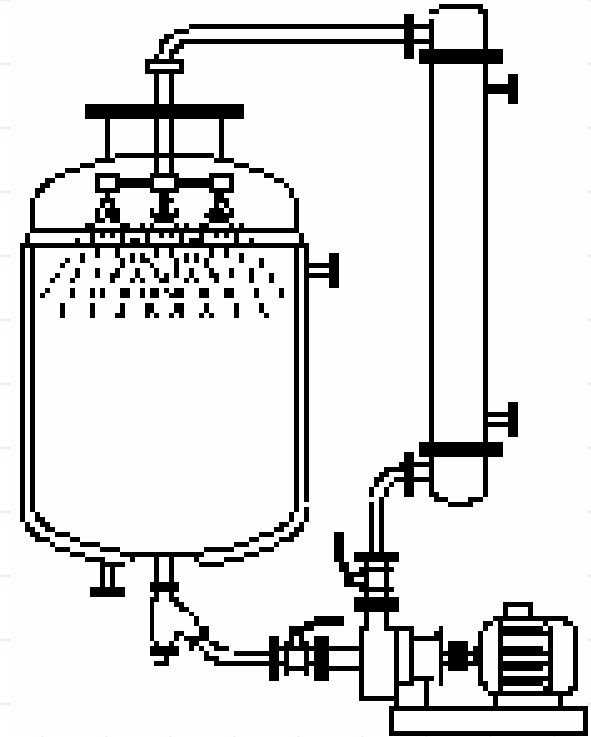


Buboréksapkás tányérok



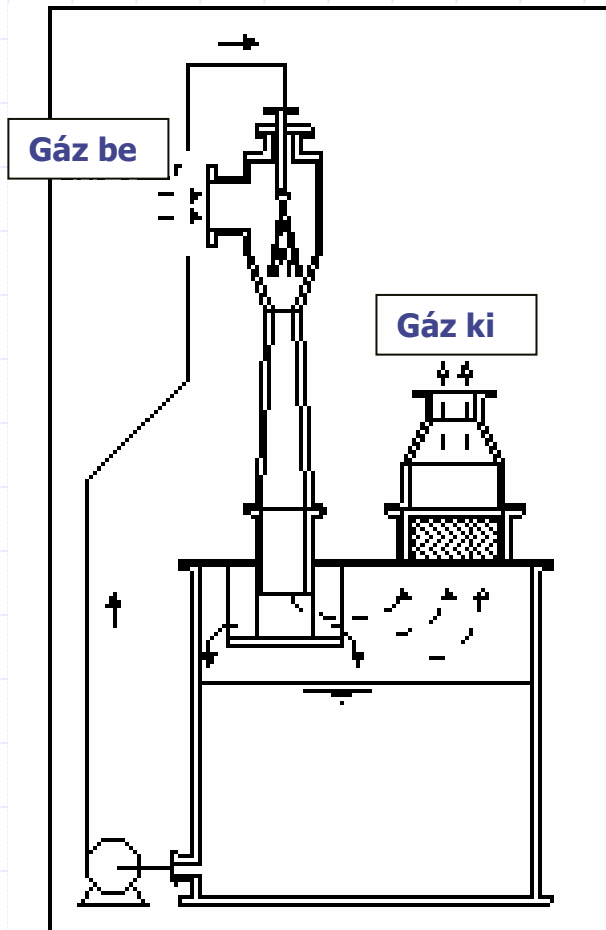
Folyadék diszperzió gáz fázisban

- ◆ Permetezett reaktor
- ◆ Vízszintes permetezett abszorber
- ◆ Venturi-mosó

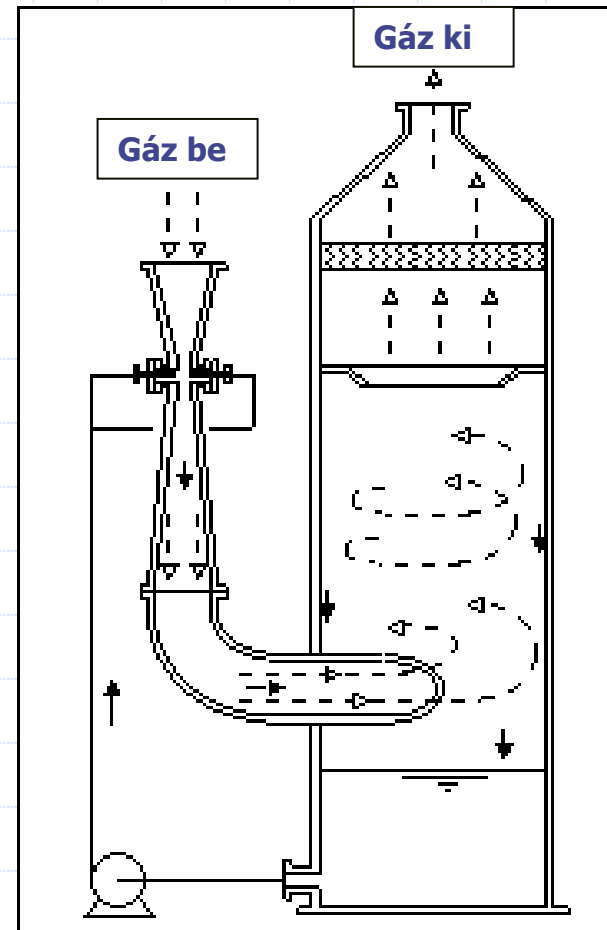


Venturi-mosó

- ◆ Rövid kontakt idő
- ◆ forró gázok hűtésénél
- ◆ gyors, exoterm reakcióknál

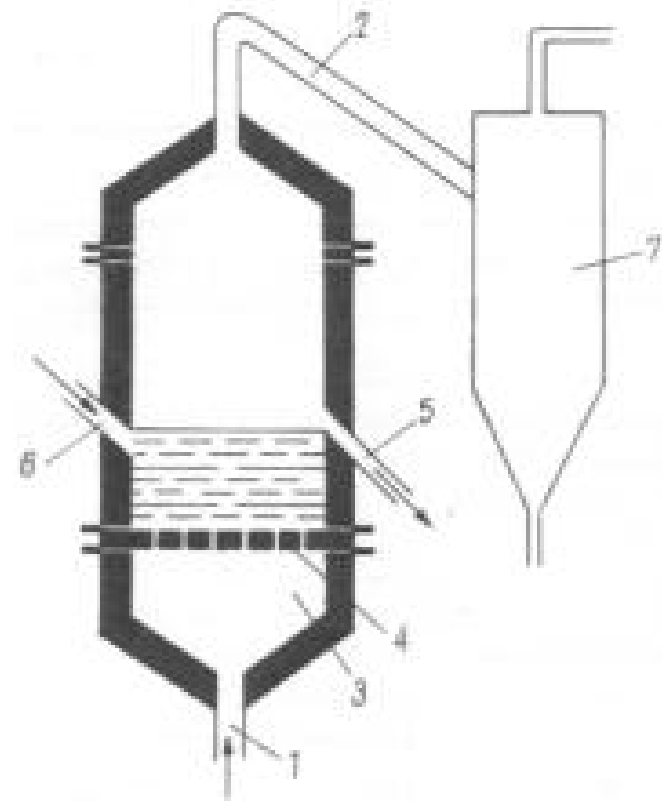


- ◆ Nagy energiájú Venturi-mosó
 - kihasználja, hogy a gáz folyadékfilmként csapja a reaktor oldalához a folyadék fázist.



Fluidizációs reaktor

1. Gáz bevezetés
2. Gáz elvezetés
3. Alsó légtér
4. Tartó rács
5. Szil. anyag elvezetése
6. Szil. anyag adagolása
7. Ciklon



Fluid-ágyas reaktorok alkalmazásai:

◆ Kőolaj

- gázolaj
- kerozin
- diesel olaj
- propán, propilén
- bután, butilén, izobután
- krakkolt könnyűbenzin
- gázolaj metanolból
- gázolaj polietilénből

◆ Petrolkémia

- aceton kinyerés
- anilin nitrobenzénből
- etanol butadiénből
- polietilén
- szén gázosítás
- metilciklohexán krakkolás
- malein-anhidrid buténből, butilénből
- vinilklorid

◆ Egyéb

- homok olajmentesítése
- ipari és kommunális hulladék kezelés
- radioaktív hulladékok szilárdítása
- stb...



Köszönöm a figyelmüket!