

Lepárlás elmélete, célja és berendezései



Ryff desztillátora a 16. századból Frankfurtból

A lepárlás története

- ❖ 2-3 sz. a retorta alapú első lepárló kialakítása. Zósimo egyiptomi alkimista /ambix”=szűknyakú váza (görög), → Al Ambic (arab) → alembic (angol) → retorta/lombik
- ❖ 6- 7.sz. ír misszionáriusok vitték a Brit-szigetekre a szeszlepárlási eljárást
- ❖ ~800 az első írásos arab dokumentum a lepárlásról (Jabir ibn Hayyan /Geber)
- ❖ ~850 lefordítják latinra (De Summa Perfectionis)
- ❖ 11.sz. Avicenna (Ibn Sina): „Az arab medicina”, a pára csőves hűtés leírása
- ❖ 13.sz. A „Spirit” (az alkoholtartalmú italok) kifejezés meghonosodása
A latin „Aqua vitae” a francia „Eau de Vie”, az angol „spirit of wine”, a kelta „uisce beatha, a magyar ”Ákovita”
- ❖ 16.sz. megjelenik a folyóvizes hűtő (kondenzer)
- ❖ 1527. Hieronymus Branschweig könyvének angol fordítása („aqua vitae”)
- ❖ 1579. Első skóciai törvény az „aqua vitae” előállításáról.
- ❖ 1690. Az első hivatalosan bejegyzett Skóciai lepárló (Ferintosh)
- ❖ 17.sz. Franciaországban kialakítják a cognac gyártásnál jelenleg is használt tradicionális „Charentais üstöt „ és az Alembic borlepárló rendszert
- ❖ 1771 Christian Ehrenfried – Liebig hűtő
- ❖ 1831. Aeneas Coffey folytonos oszlop lepárló

A szeszleparlás kérdései

- **Cefre összetétel** (~250 eltérő illékonyságú alkotó)
- **Fizikai-kémiai problémák** (komponensek oldhatósági viszonyai, víz-alkohol azeotrop elegy, szennyező komponensek illékonysága
minimum forrponútú azeotrop elegy (95,57tf%alk; 78,2 °C))
- **Technológiai kérdések** (desztilláló rendszerek, szerkezeti elemek)
- **Desztilláció technológiai** (desztilláló rendszerek, szerkezeti elemek, lepárlási eljárások, tradicionális minőségi elvárások, gazdaságosság, költséghatékonyság)
- **Műveleti problémák** (elő-, közép-és utópárlat elválasztás, desztillálással el nem választható komponensek: MeOH, kozmaolajok)

Leerjedt cefre összetétele

- **Makrokomponensek:** etilalkohol (6-20 % v/v) és víz
- **Erjedésipari melléktermékek**

Kb. 200 - 250 különböző ismert kémiai szerkezetű, oldhatóságú és illékonyságú vegyület.
A forráspont $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ammónia) és $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (izovaleriánasavas-amilészter) között változik.
- **Kémiai összetétel szerinti fontosabb vegyületek**

alkoholok: metil-, etil-, amil-, propil-, butil-, izoamil- stb.
savak: ecetsav és homológjai, vajsav....
aldehidek: acetaldehid, furfurool...
ketonok: aceton
észterek: etilacetát, etilformiát, ...
bázisos vegyületek: amin származékok, etil-amin
szervetlen vegyületek: ammónia, sók; CO_2 , stb.
kéntartalmú vegyületek

Lepárlás

✓ Elmélete, folyamata

- Hőtechnikai folyamat
 - Elgőzölögtetés
 - Cseppfolyósítás

✓ Célja:

- Az illó és nem illó komponensek elválasztása
- Az alkoholtartalom koncentrációja mellett a megfelelő párlatfrakciók elválasztása

Lepárlás fizikai és kémiai alapjai

Elgőzőlögtetés:	teljes részleges (fejtermék – fenéktermék)				
Kondenzálás:	teljes (konstans hőmérséklet) részleges (változó hőmérséklet) deflegmáció				
Jellemző paraméterek:	<table><tr><td>hőmérséklet</td><td rowspan="3">} $\log p = -A/T + B$ Clausius-Clapeyron</td></tr><tr><td>nyomás</td></tr><tr><td>összetétel</td></tr></table>	hőmérséklet	} $\log p = -A/T + B$ Clausius-Clapeyron	nyomás	összetétel
hőmérséklet	} $\log p = -A/T + B$ Clausius-Clapeyron				
nyomás					
összetétel					

Oldhatóság

egymásban **nem oldódó** elegyek (**benzol-víz**)

egymásban **részlegesen** oldódó elegyek (**butanol-víz**)

egymásban **tökéletesen** oldódó elegyek (**alkohol-víz**)

Szesz – víz elegy = min. forrpontú azeotrop biner elegy (95,57% alkohol és 4,43% víz, 78,2°C)

Elgőzölögtetés

✓ A folyadékkal annyi hőt közlünk, amíg eléri a forrpontját.

– Teljes:

Egész folyadékelegyet elgőzölögtetik és az egyes komponenseket forrpontjuk szerint külön-külön cseppfolyósítva visszanyerik.

– Részleges:

A rendelkezésre álló folyadékelegynek csak egy részét párologtatják el. Az elpárologtatott rész lesz a párlat (fejtermék), az edényben maradó folyadék a fenéktermék.

Az anyagok eltérő forrponttal rendelkeznek. Tiszta állapotukban forrpontjukon teljesen gőz állapotba mennek át. Ha összetett eleggyel dolgozunk, akkor a forrpontjuk nem határozza meg illékonyságukat, vagyis csak részlegesen lehet elválasztani az elegyből.

➤ Időbeli lefutás alapján megkülönböztetünk:

– Fokozatos:

Lepárlandó elegyet fokozatosan melegítik fel, és az egyes eltérő illékonyságú komponensek egymás után párolognak el

– Egyidejű, fokozat nélküli:

Folyadékelegyet túlhevítik, ezután vezetik be a gőzt az elpárologtató berendezésbe. Komponensek szétválasztása lehűtésekor lehetséges

Cseppfolyósítás

- ✓ Minden esetben az adott anyag harmatpontja a hűtő közeg hőmérséklete és a hőátadási viszonyok szabják meg a cseppfolyósíthatóság mértékét.

- Részleges (parciális):

Az elpárologtatott gőzelegy magasabb forráspontú alkotóit cseppfolyósítják, illékonyabbakat továbbvezetik. Mérsékelt hűtéssel, hőmérséklet szabályozással befolyásolják a visszavezetés (reflux) mértékét. Ez a folyamat a deflegmáció $\Rightarrow$ gőz komponensek jobb elválaszthatósága

- Teljes:

A hűtő hőmérsékletének alacsonyabbnak kell lennie, mint az összes elpárologtatott anyag kondenzációs pontja $\Rightarrow$ elválasztásra nincs lehetőség. A hűtés hatására a távozó gőzelegy teljes mennyisége kondenzálódik.

Folyadékelegyek viselkedése

Gőznyomás:

A folyadékok ismert tulajdonsága, hogy nemcsak a forrásponton, hanem annál alacsonyabb hőmérsékleten is párolognak. Ha a folyadék molekulái elérik azt a mozgási energiát a melegítés hatására, amely elegendő a kohéziós erő leküzdésére, akkor a folyadék felületéről a gőztérbe távoznak. A molekulák gőztérben végzett mozgása hozza létre a gőznyomást, amely jelentősen függ a hőmérséklettől.

Molekuláris erők – egyensúlyi rendszerek

A komponensek közötti molekuláris erők szempontjából a kétkomponensű rendszereket három csoportba soroljuk:

- ✓ egymásban **nem oldódó** elegyek (**benzol-víz**)
- ✓ egymásban **részlegesen** oldódó elegyek (**butanol-víz**)
- ✓ egymásban **tökéletesen** oldódó elegyek (**alkohol-víz**)

✓ Elegyeket viselkedésük alapján:

➤ **Ideális elegyek:**

Komponenseik között nincsenek számottevő molekuláris erő. Egyes alkotók egyensúlyi gőznyomása arányos a komponensek százalékos mennyiségével. Forrpontjuk egyenletesen változik.

➤ **Reális elegyek:** Az elegyek legnagyobb része

▪ *Maximum forrpontú elegyek:*

Az ideális elegyekhez képest a gőzök parciális nyomása kisebb. A molekulák közötti vonzerő nagy $\Rightarrow$ forráskor egymást visszatartják (Pl. salétromsav-víz elegy)

▪ *Minimum forrpontú elegyek:*

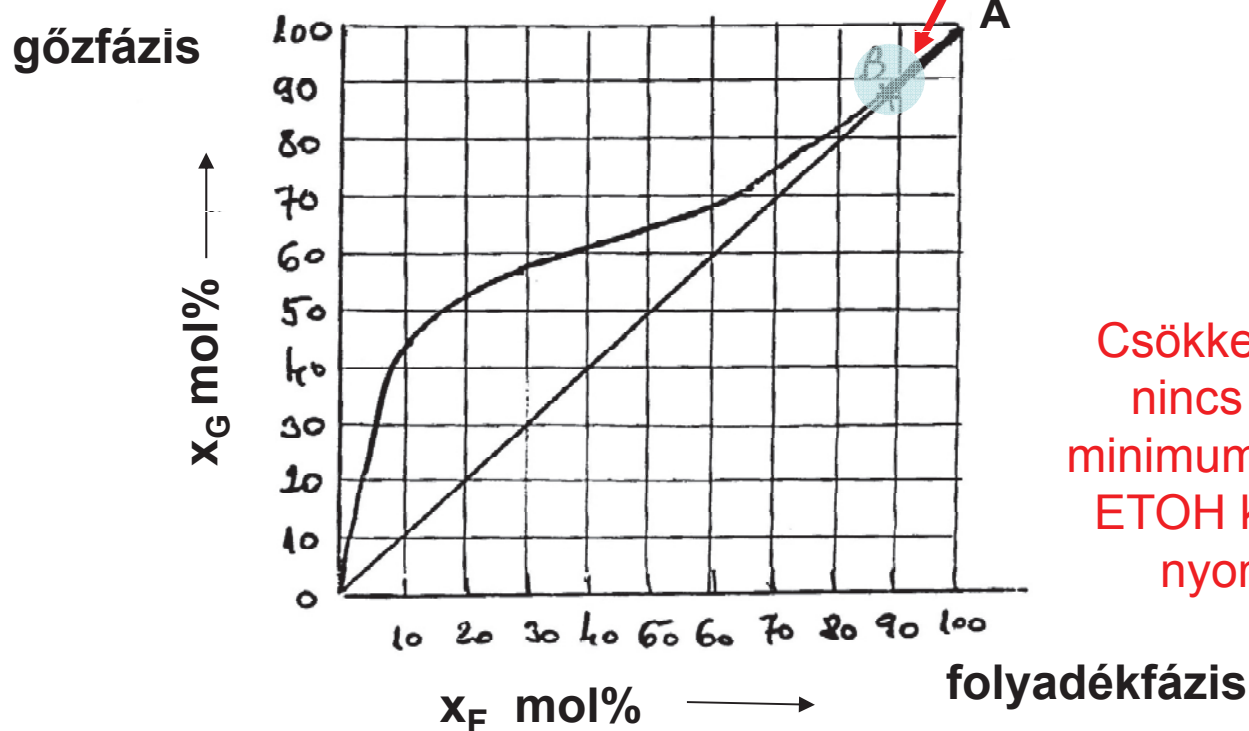
Az alkotóelemek közötti vonzerő kicsi, párolgás közben könnyen szétválnak. A parciális nyomás nagyobb az összetételből számított értéknél. Minimum pontja van vagyis minimális forráspontja. Ilyen az alkohol-víz elegy.

Alkohol-víz elegy lepárlása

- Azeotrópos, minimum forrpontú $\Rightarrow$ az adott összetételű elegy gőz és folyadék fázisának összetétele és forrpontja a desztilláció során állandóan változik.
- Az etanol forrpontja $78,2^{\circ}\text{C}$, a vízé 100°C normál légköri nyomáson. Lepárláskor az alacsonyabb forrpontja és nagyobb gőznyomása miatt először az alkoholok kezdenek elpárologni. Ennek megfelelően a gőz fázis alkoholtartalma nagyobb lesz, mint a folyadék fázisé.
- Az etanol-víz elegy az azeotrópia és minimum forrpont miatt teljes mértékben nem választható el egymástól $95,57 \text{ m/m } \%$ ($=97,2 \text{ V/V } \%$) elérésénél az elegy változatlan összetételben desztillálható át, vagyis a gőzfázis és a folyadékfázis koncentrációja azonos lesz.

Tökéletesen oldódó anyagok elegye

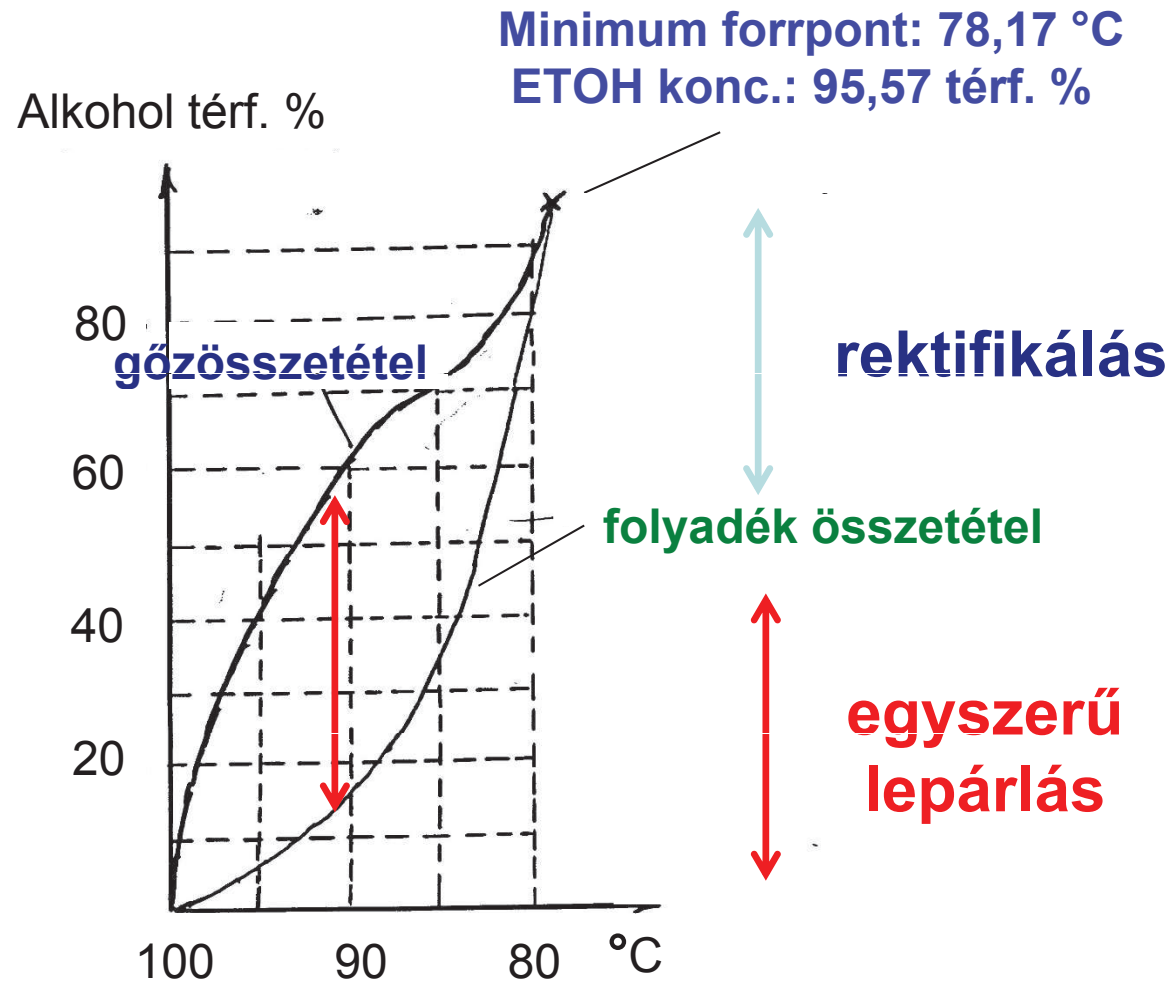
Szesz – víz elegy egyensúly görbe



azeotrop pont:
minimum forrpont 78,17 °C
ETOH konc.:95,57 térf %,
nyomás101,3kPa

Csökkentett nyomáson
nincs azeotrop pont
minimum forrpont 27,9 °C
ETOH konc.100 térf %,
nyomás 9,3 kPa)

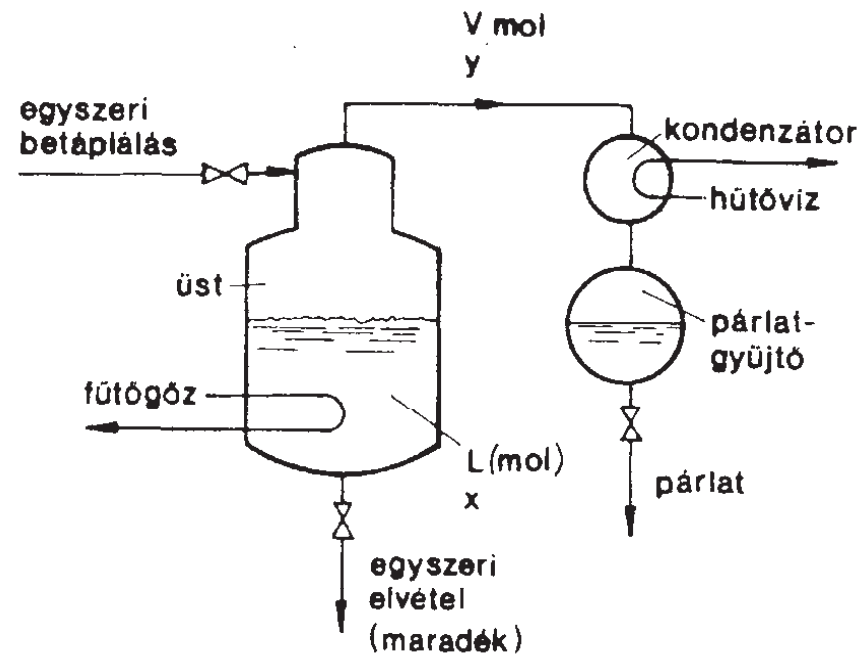
Folyadék-gőz egyensúlyi görbe különböző alkoholtartalomnál (Gröning-Sorel)



Lepárlás célja, feladata

✓ Alkohol töményítése

3-8 V/V% $\Rightarrow$ 20-30 V/V%



Szakaszos egyensúlyi (differenciális) desztilláció

Lepárlás célja, feladata

✓ A mellékalkotórészek elválasztása

A cefre sokféle illó komponenst tartalmaz, melyek közül a kedvezőtleneket el kell választani. Az elválaszthatóságot az adott összetételű elegyben a komponensek illékonysága és nem forráspontja határozza meg. Ezekre a mellékalkotó részekre felírható az un. elgőzölgési hányados:

$$K_m = M_g \setminus M_f$$

K_m : a mellékalkotórész elgőzölgési hányadosa,

M_g : a gőzben lévő mellékalkotórész koncentrációja,

M_f : a folyadékban lévő mellékalkotórész koncentrációja.

Az egyes mellékalkotórészek elgőzölgési hányadosát az alkohol elgőzölgési hányadosára vonatkoztatva nyerjük a tisztulási hányadost:

$$K_t = K_m \setminus K_a$$

K_t : a mellékalkotórész tisztulási hányadosa,

K_m : a mellékalkotórész elgőzölgési hányadosa

K_a : az alkohol elgőzölgési hányadosa

$K_t > 1$ a komponens illékonyabb, mint az alkohol, ezért előpárlattal elválasztható.

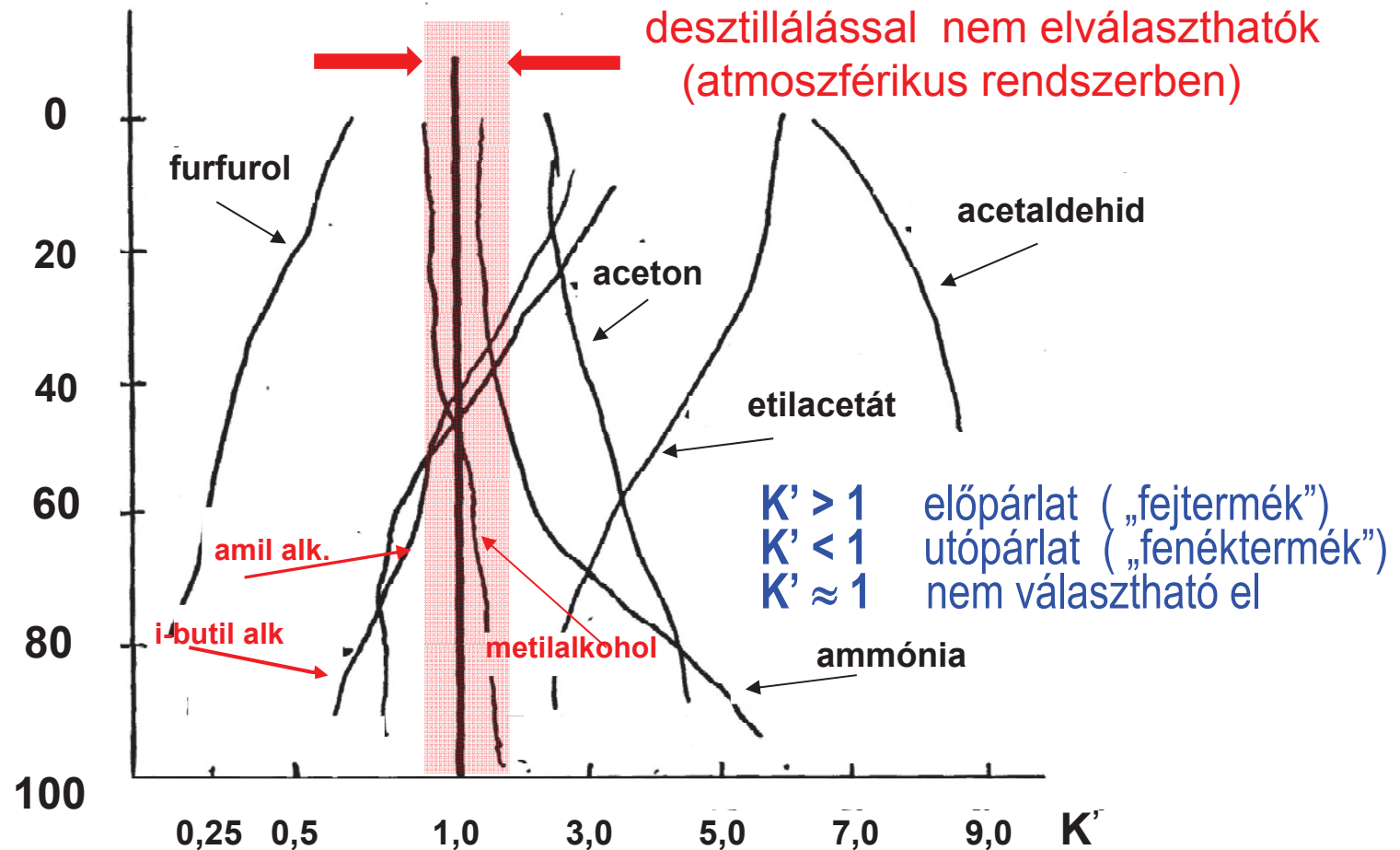
$K_t = 1$ a komponens illékonysága az alkoholéval azonos, tehát attól nem választható el,

$K_t < 1$ a komponens kevésbé illékony, mint az alkohol, ezért utópárlattal elválasztható.

A tisztulási hányadosok változása az alkohol koncentráció függvényében

Alkohol
tartalom
(%)

relatív illékonyság oldhatóság
etilalkoholhoz való viszony



Lepárló rendszerek



Alembic borleparló



Szakaszos Calvados
leparló



Szakaszos whisky

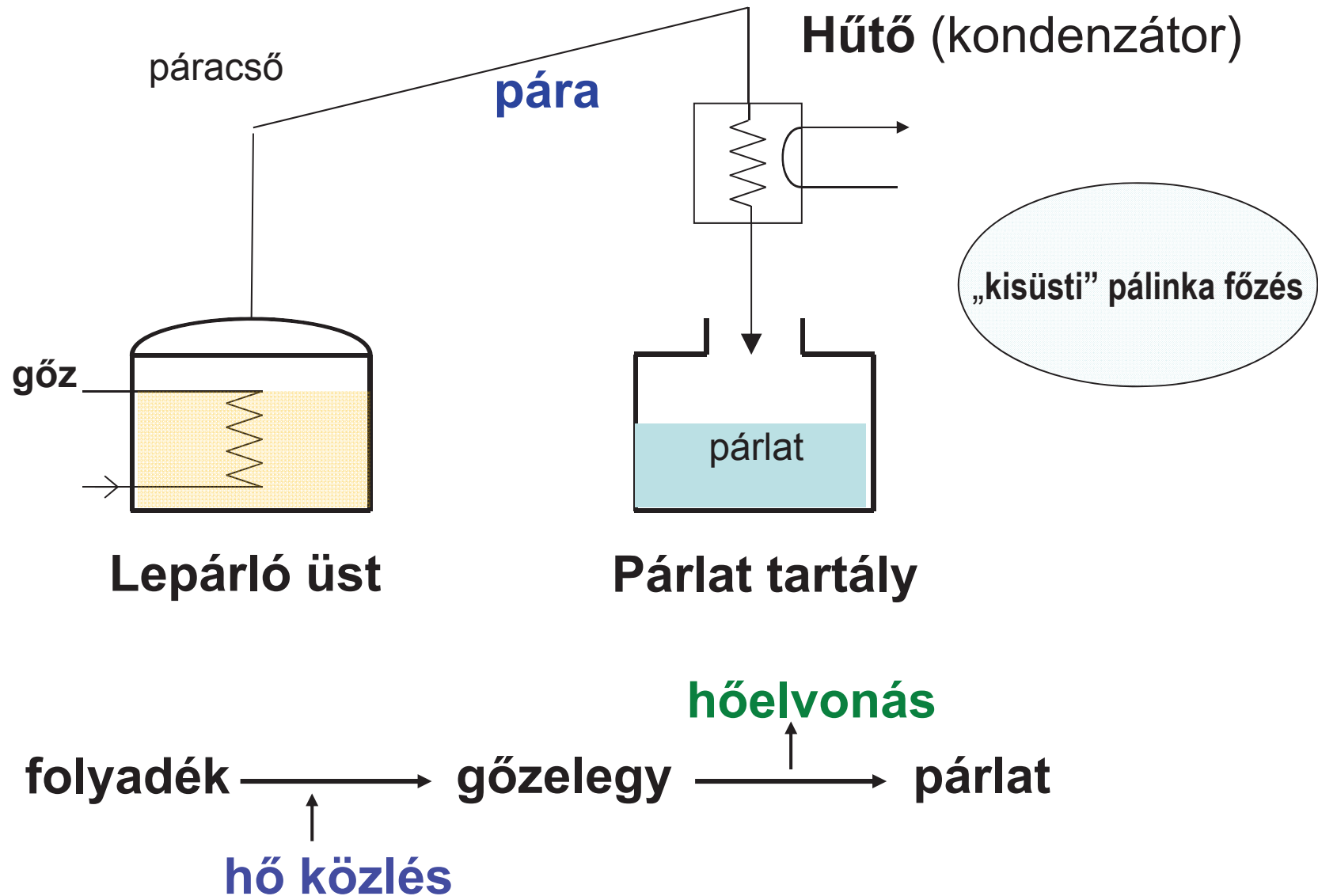


Coffee-féle folyamatos whisky leparló

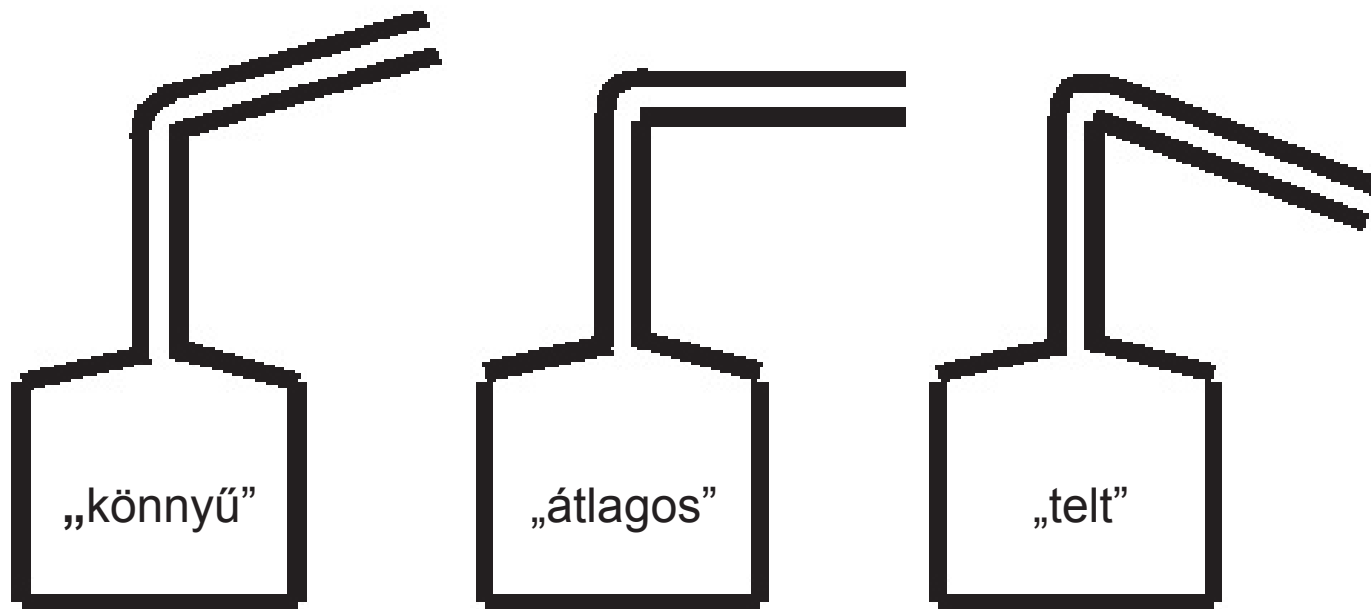


folyamatos nagyüzemi
szeszleparló és finomító

Egyszerű (szakaszos) lepárlás



Páracső térállás

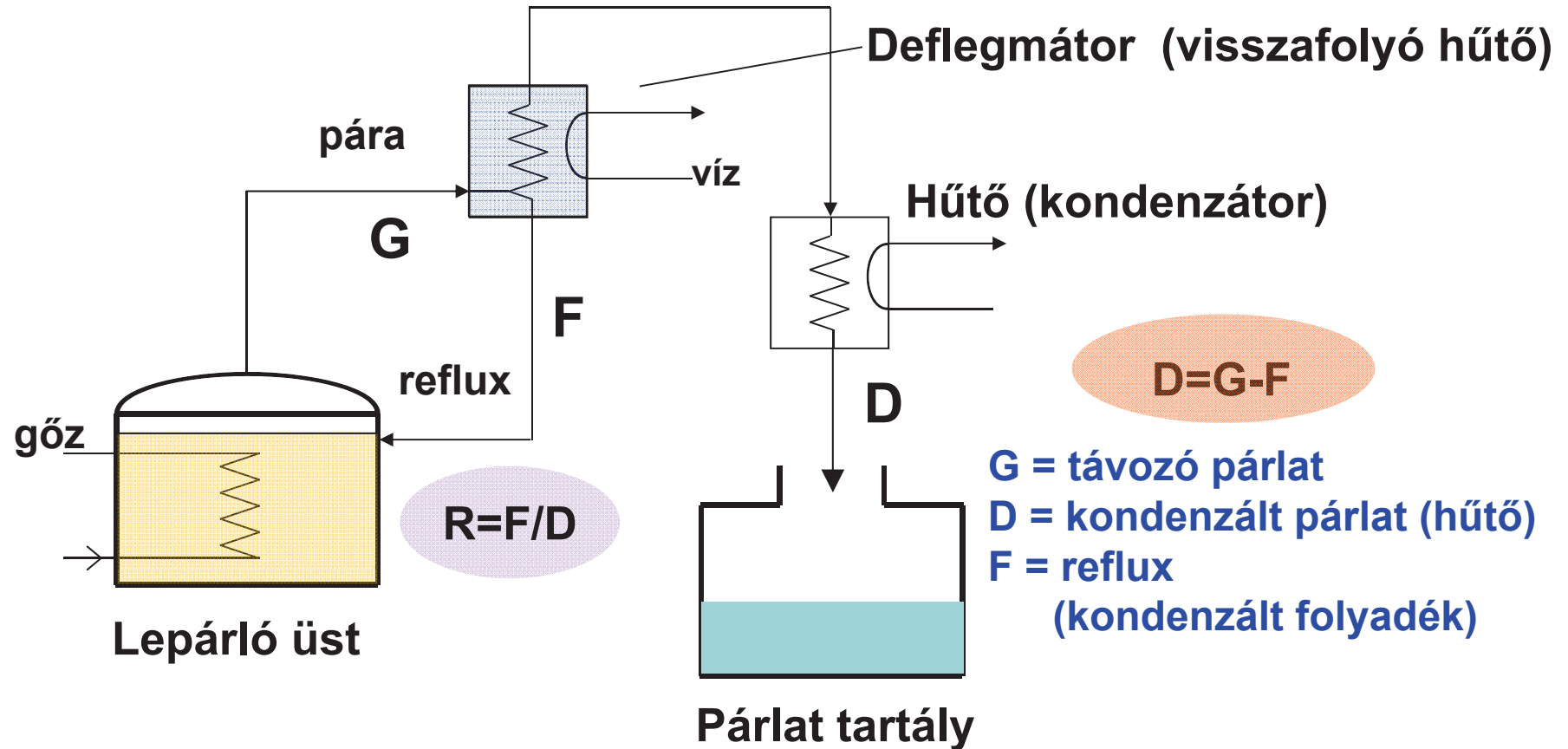


gazdag
illókomponens
szakaszos
lepárlás
kisüsti eljárás
(pálinka)

kiegyensúlyozott
párlatösszetétel
folyamatos
lepárlás

komplex
párlatösszetétel
szakaszos
kétszeri lepárlás
(whisky)

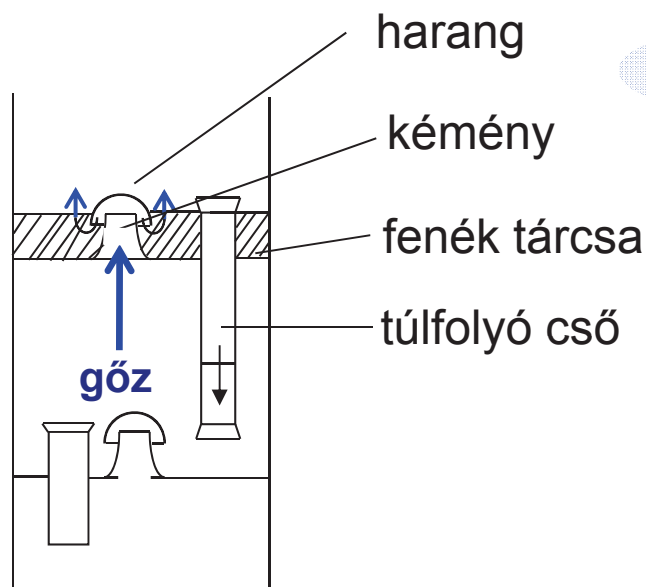
Rektifikálás elve



Deflegmátor: a kevésbé illékony komponens kondenzál (részleges kondenzálás)

Reflux: Az oszlop koncentrációkéességét határozza meg, minél magasabb a reflux arány értéke, annál magasabb koncentrációban lehet az illékony komponenst elválasztani, azonos tányérszám mellett

Desztilláló rendszerek szerkezeti elemei

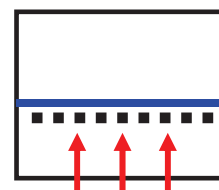


buboréksapkás

típusok

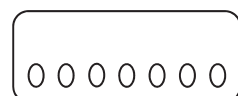
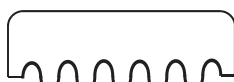
buboréksapkás
szitafenék
szelepes tányér

szitafenekes

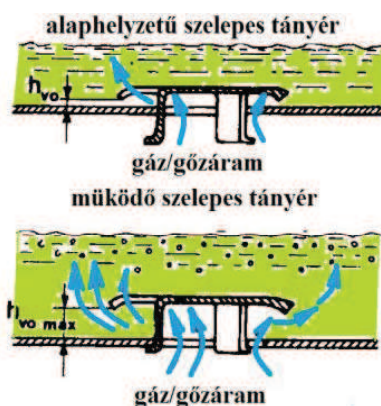


hatásfok!

jobb anyag és hőátadás
keveredés



harangfenék típusok

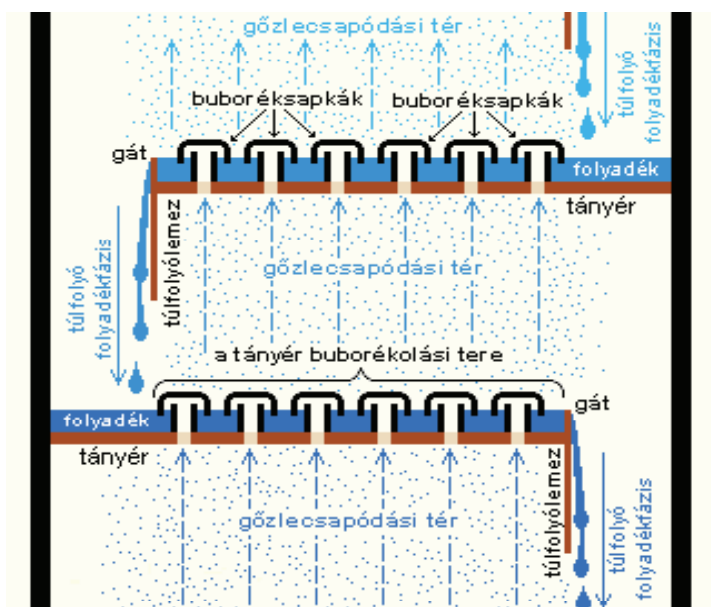


szelepes

Elvárások

- tányérok vízszintes helyzete
- kémény felső éle magasabban, mint a folyadék felsőszint
- harang alsó éle alacsonyabban, mint a túlfolyócső felső éle
- túlfolyócső alsó éle mélyebben, mint az elvezető cső felső éle
- bevezető és elvezető csövek távol legyenek egymástól

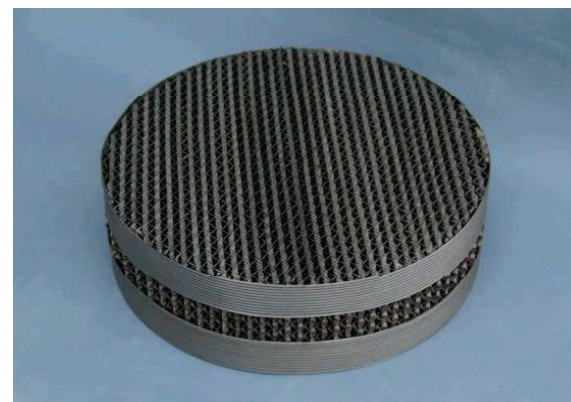
Lepárló oszlopok szerkezeti elemei



Buboréksapkás tányér

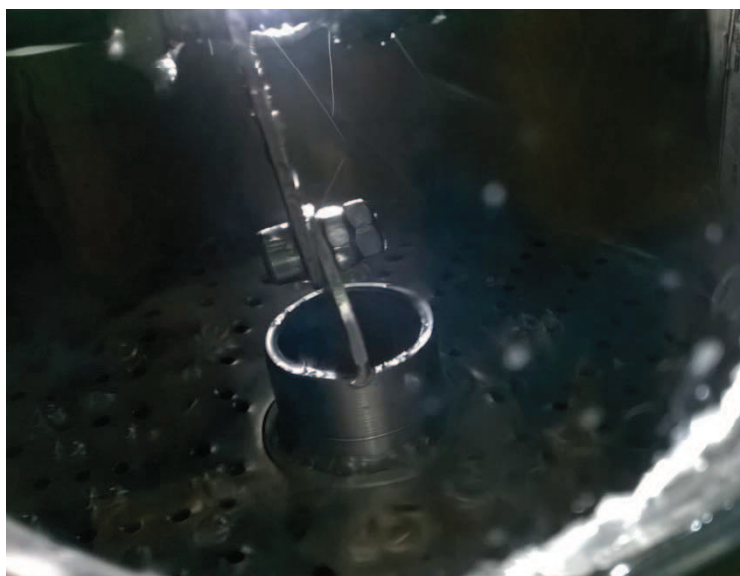
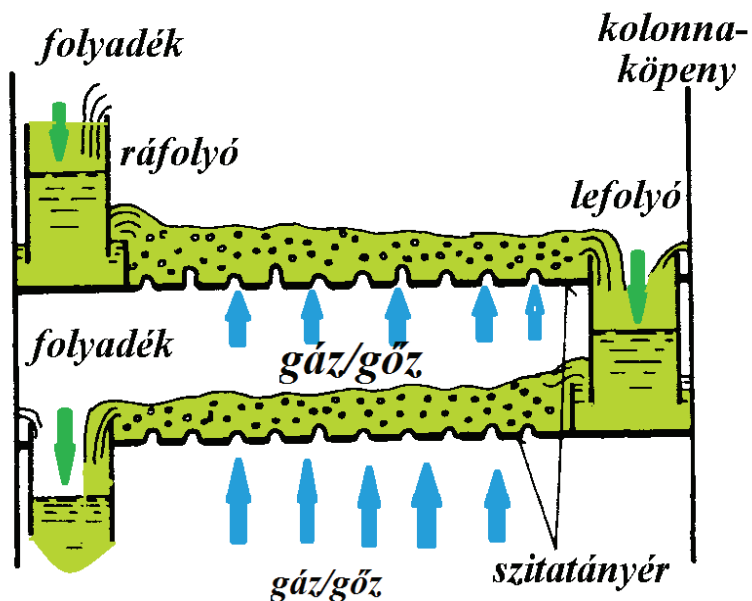


Szitafenekes tányér

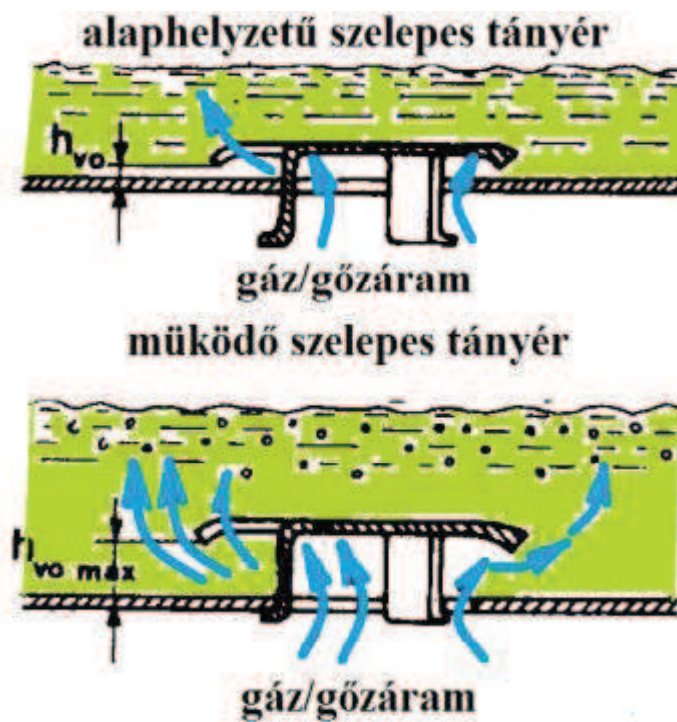


Szita- és szelepes tányér

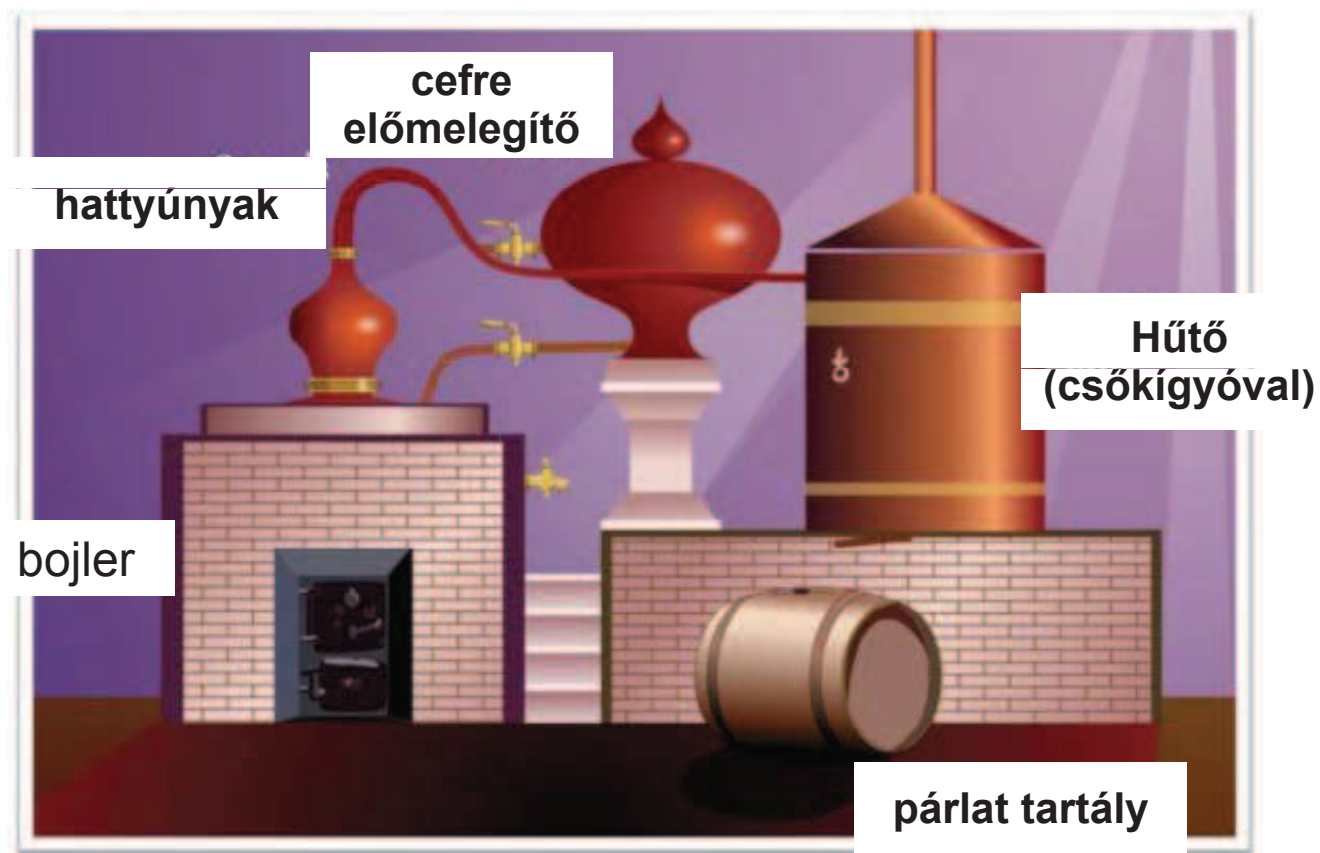
Szitatányér



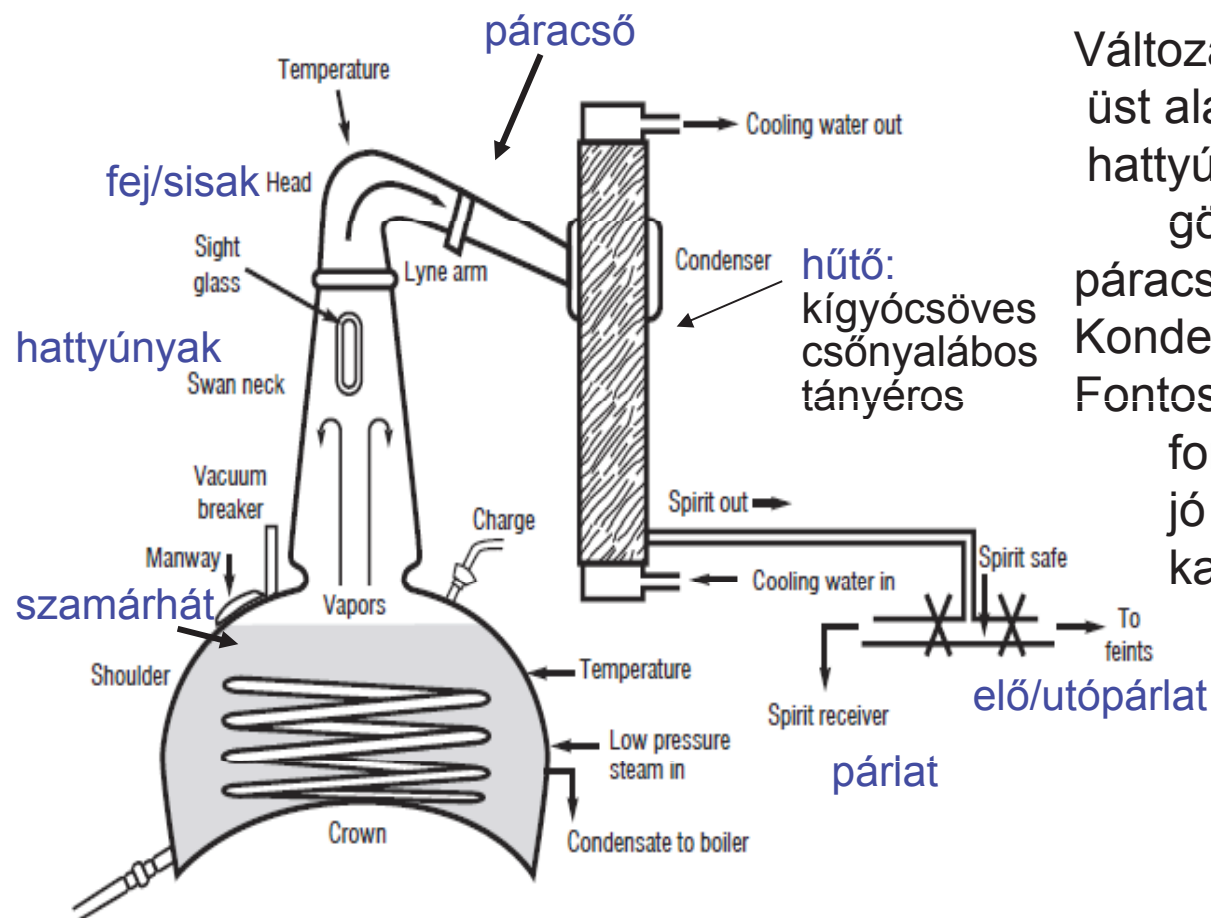
Szelepes tányér



A hagyományos Alambic lepárló szerkezeti elemei



Szakaszos (pot still) lepárló elvi felépítése



Változatos formák, konfigurációk
üst alak

hattyúnyak: egyszerű-, hagyma-
gömb- és a laterna forma),

páracső szögállása

Kondenzér/hűtő

Fontos a réz szerepe:

formálhatóság

jó hőátadás

katalizátor

Lepárló berendezések típusai

✓ Hagyományos, kétszeri lepárlás:

- kifőző üst – alszesz (12-28 V/V %)
- alszesz finomítása: elő-, közép és utópárlat elválasztása

✓ Erősítőfeltétes lepárlás:

- egy lépésben végzi el a két folyamatot (energia takarékos, finomabb elválasztás, jobb kihozatal)

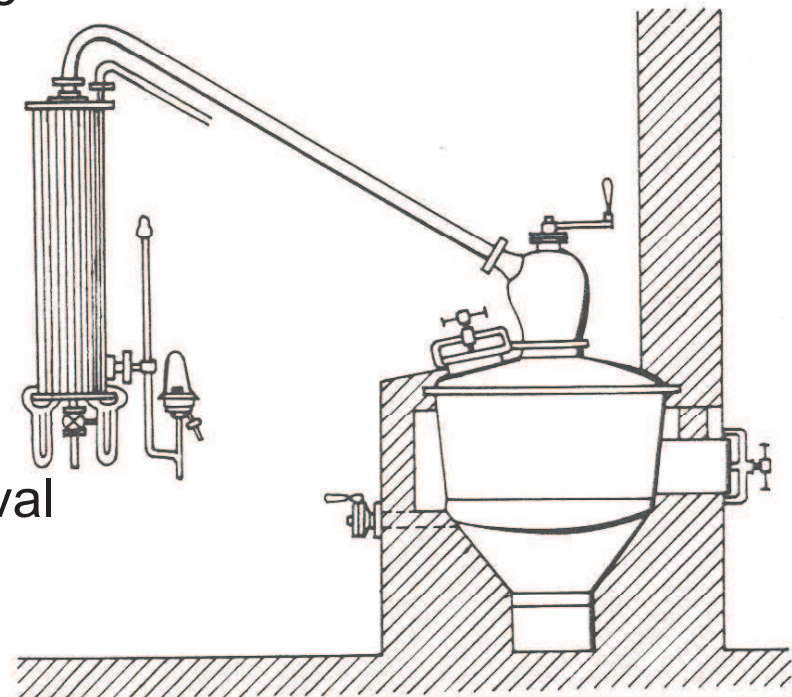
HAGYOMÁNYOS KISÜSTI, KÉTSZERES LEPÁRLÓ



Lepárló berendezés elemei

Főbb részei:

- Üst (különböző tüzelésű lehet, a legjobb a gőzfűtésű, mivel jól szabályozható, leégés ellen célszerű keverővel ellátni az üstöt)
- Sisak – léghűtési deflegmátor
- Pistorius tányér – részleges deflegmáció vízhűtéssel (előmelegített víz)
- Páracső – léghűtési deflegmátor
- Hűtő (spirál, csőköteges, tányéros, palackhűtő)
- Epruvetta – fokoló a folyadékáramban
- Szöllősy-féle szűrő
- Szeszmérő – átfolyásmérő, mintatárolóval
- Párlattároló tartályok



Közvetlen tüzelésű főzőüst keverővel

Üst

Maximum 1000 literes (általában 200-500 l) üst, alul-felül domborított, hengeres alakú

✓ Fűtési módjai:

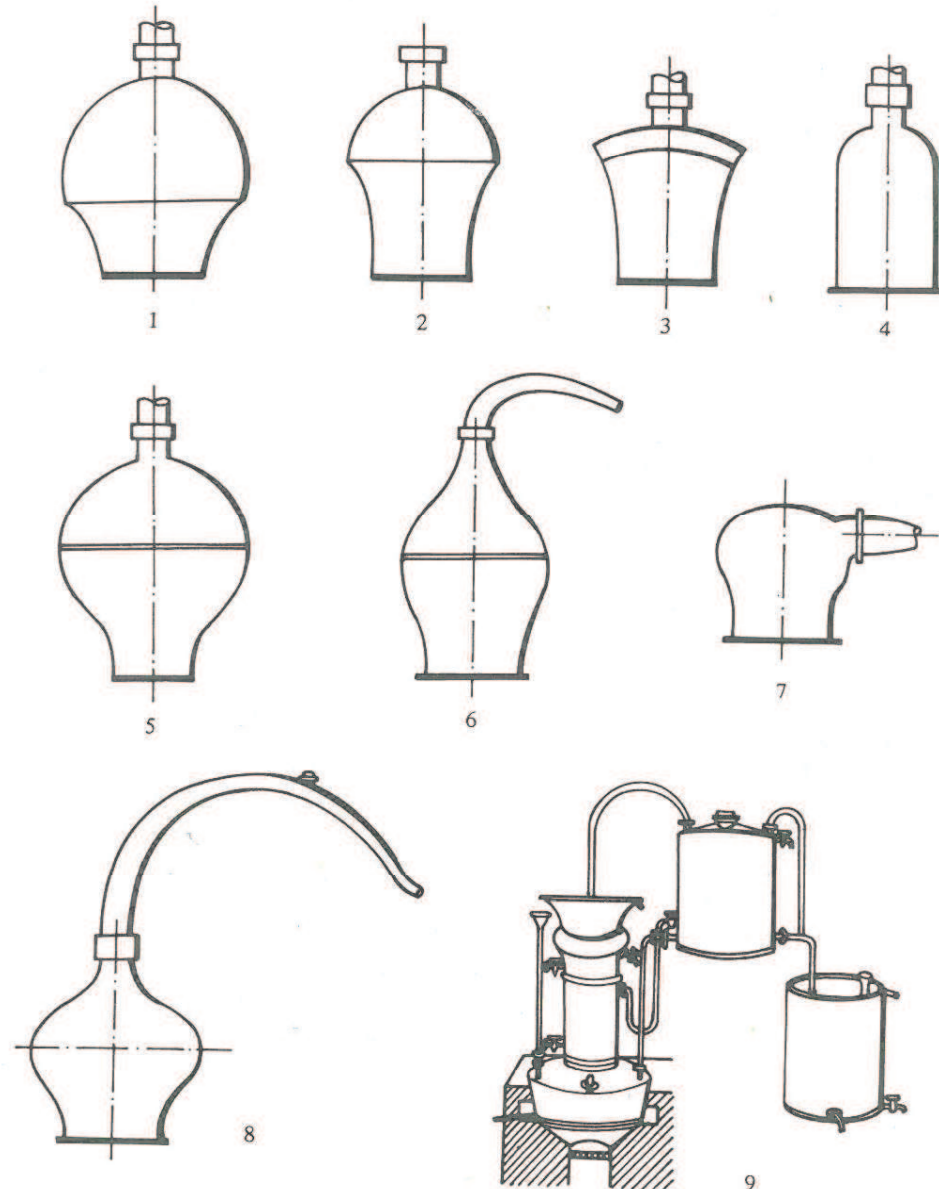
- Közvetlen tüzelésű
- Beépített üst rész – egyenletesebb láng eloszlás
- Vízfürdős – nyitott
- Direkt gőzbevezetés
- Duplikátoros – vízfürdő, vagy gőz bevezetés

Sisak

✓ Gömb, körte, hagyma, fordított üst alak

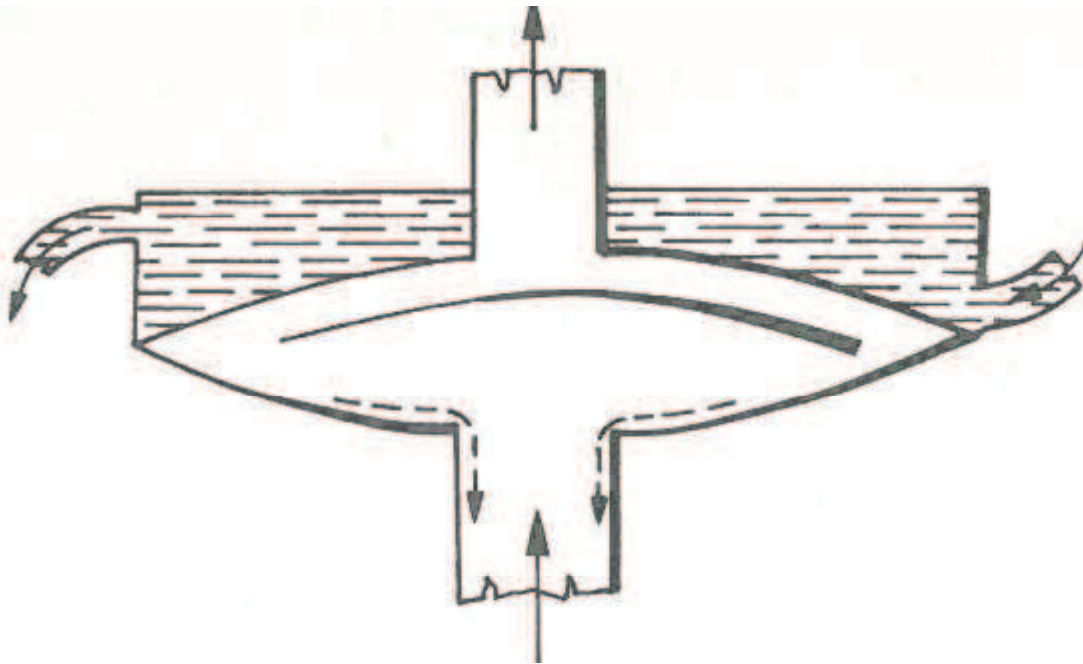
✓ Szerepe:

- Megakadályozza a cefrének a páracsőbe való felfröccsenését
- Léghűtéses deflegmátorként működik



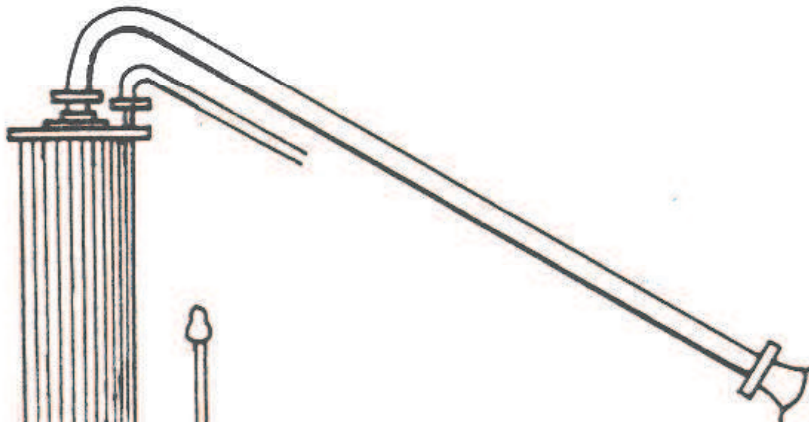
Pistorius tányér

- Vízhűtéses deflegmátor
- Lencse alakú, terelőlemezzel
- 1-3 tányért szerelnek fel



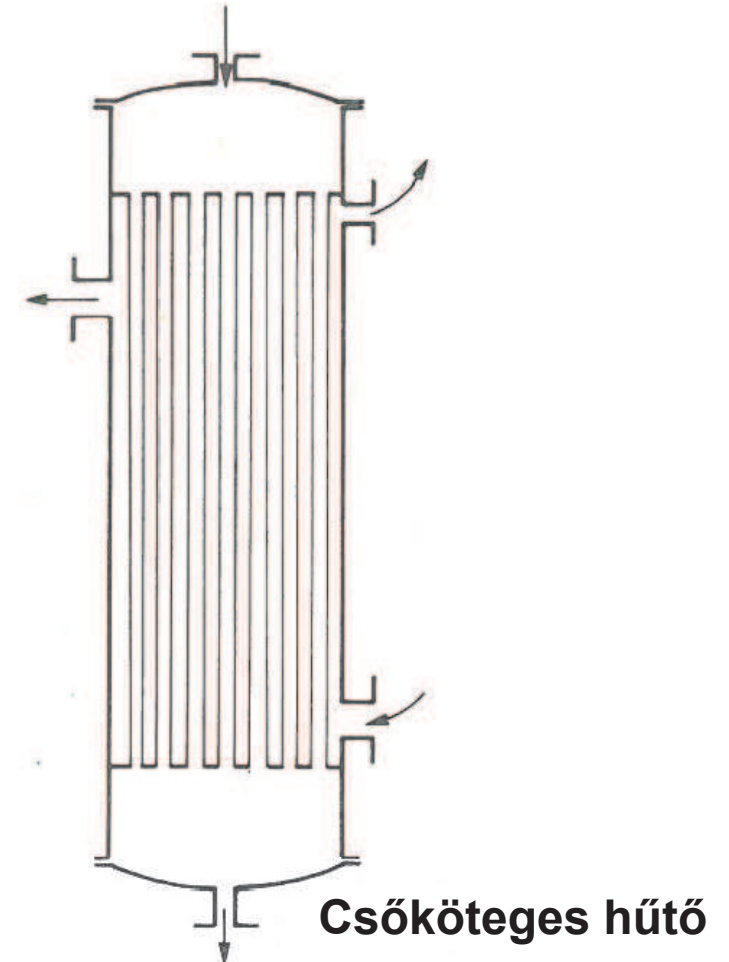
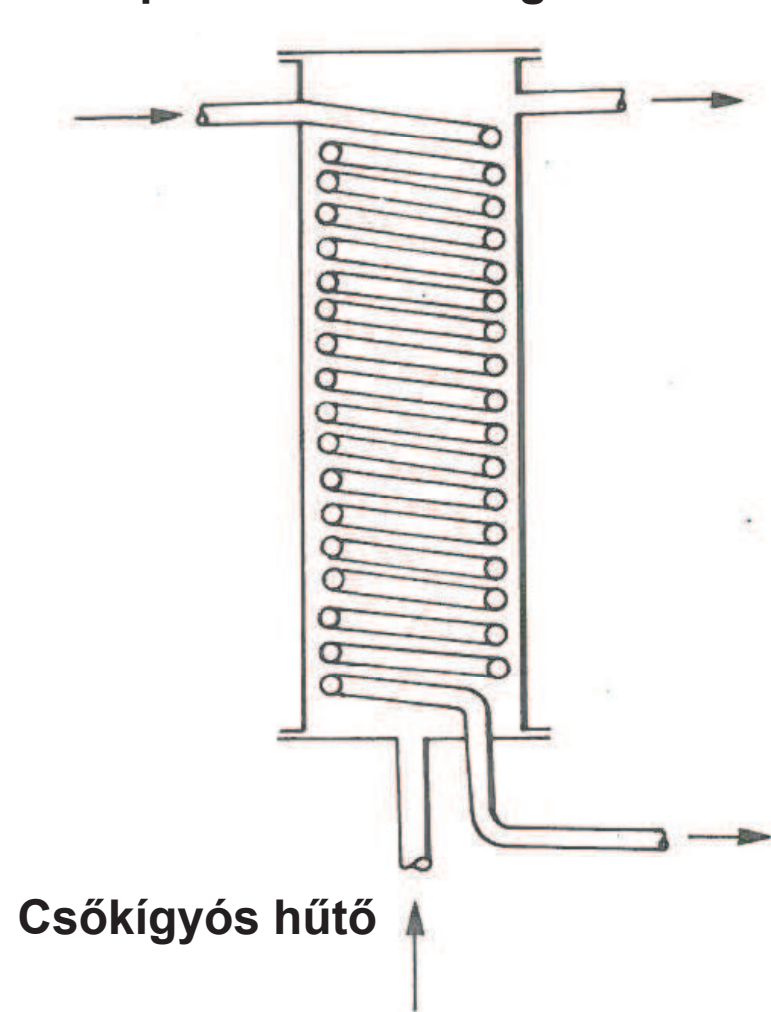
Páracső

- Léghűtési deflegmátor
- 6-8 méter hosszú
- 80-100 mm átmérőjű
- 20-30 fokos szögben

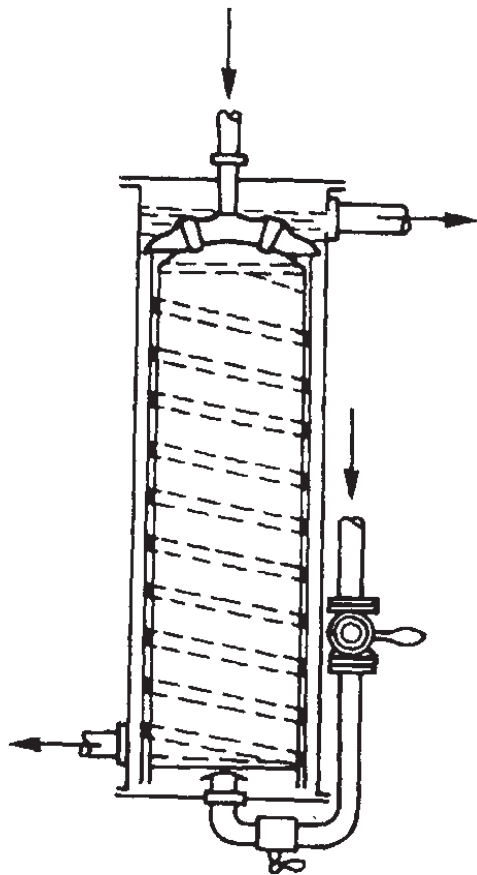


Hűtő

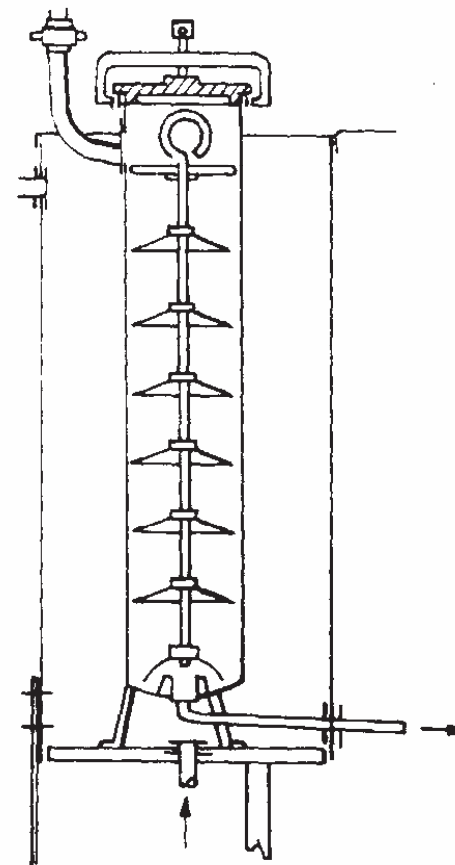
- ✓ Gőzök teljes cseppfolyósítása
- ✓ Hűtővizet mindig ellenáramban vezetik be
 - Spirál- és csőköteges



Palack- és tányéros hűtő



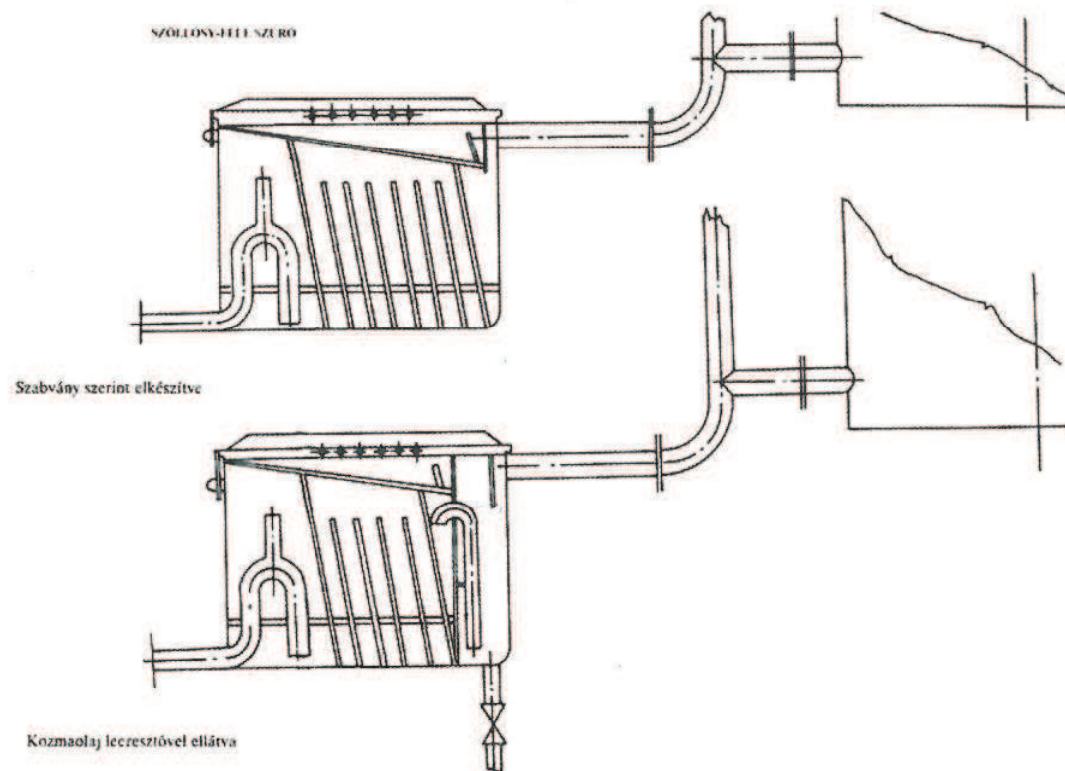
Palackhűtő



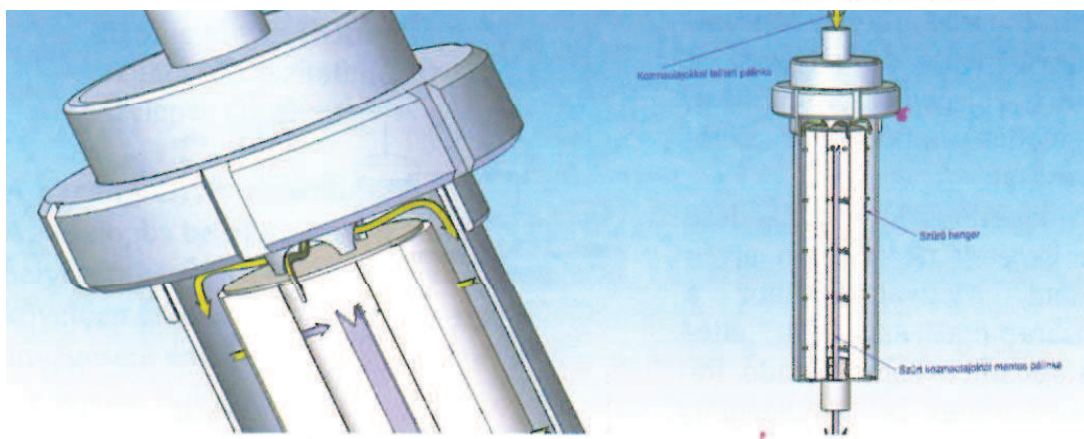
Tányéros hűtő

Szőllősy-féle szűrő

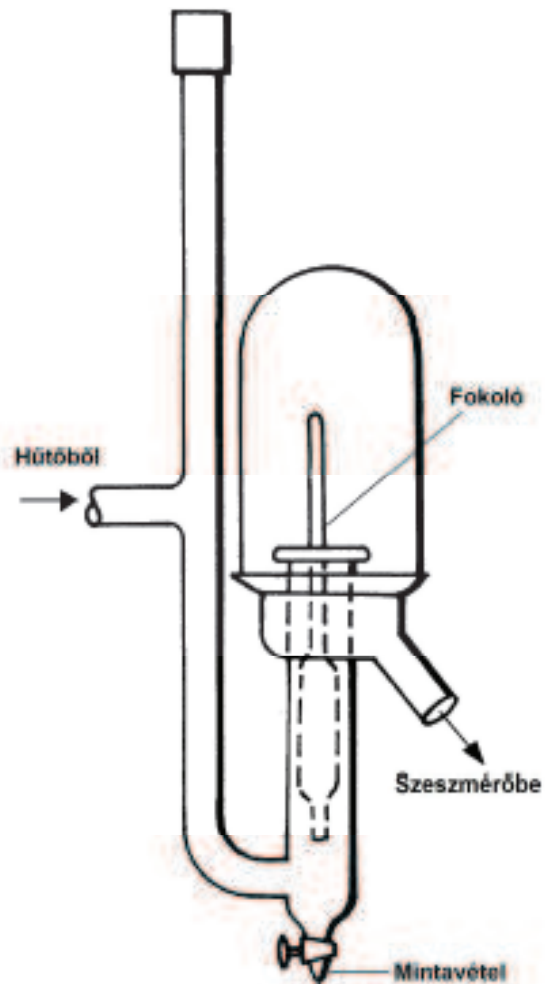
- Vörösrézről vagy saválló acélból, téglalakú szekrény
- Belsejében 8-8 csatorna van, amelyek szitakeretre kifeszített szűrőszövet befogadására szolgálnak



Kozmaolaj membrán-szűrő 1-2 mikron pórusmérettel



Epruvetta



Szeszmérőgép



Weszycki- féle szeszmérő:

- négy részre osztott forgódob található, amelynek teljes térfogata 4 liter. A forgás akkor következik be, amikor a dob egy rekeszéből gravitációs úton kiürül a pálinka.
- A teljes körbeforgást tengelyre rögzített fordulاتمérő számolja, amely literben adja meg az átfolyt mennyiséget



Beschorner-féle szeszmérő:

- 5 liter

HAGYOMÁNYOS KISÜSTI, KÉTSZERES LEPÁRLÓ



Kétszeri lepárlású párlatok

- Első lépésben a nem illó komponensektől elválasztjuk az illó komponenseket
- Ennek eredménye: az alszesz és a maradék= a moslék/slempe
- Az alkoholtartalom részleges töményítése történik meg: 1-12 V/V %-ról 8-30 V/V %-ra
- A termék minden illóanyagot tartalmaz, nem túl kellemes

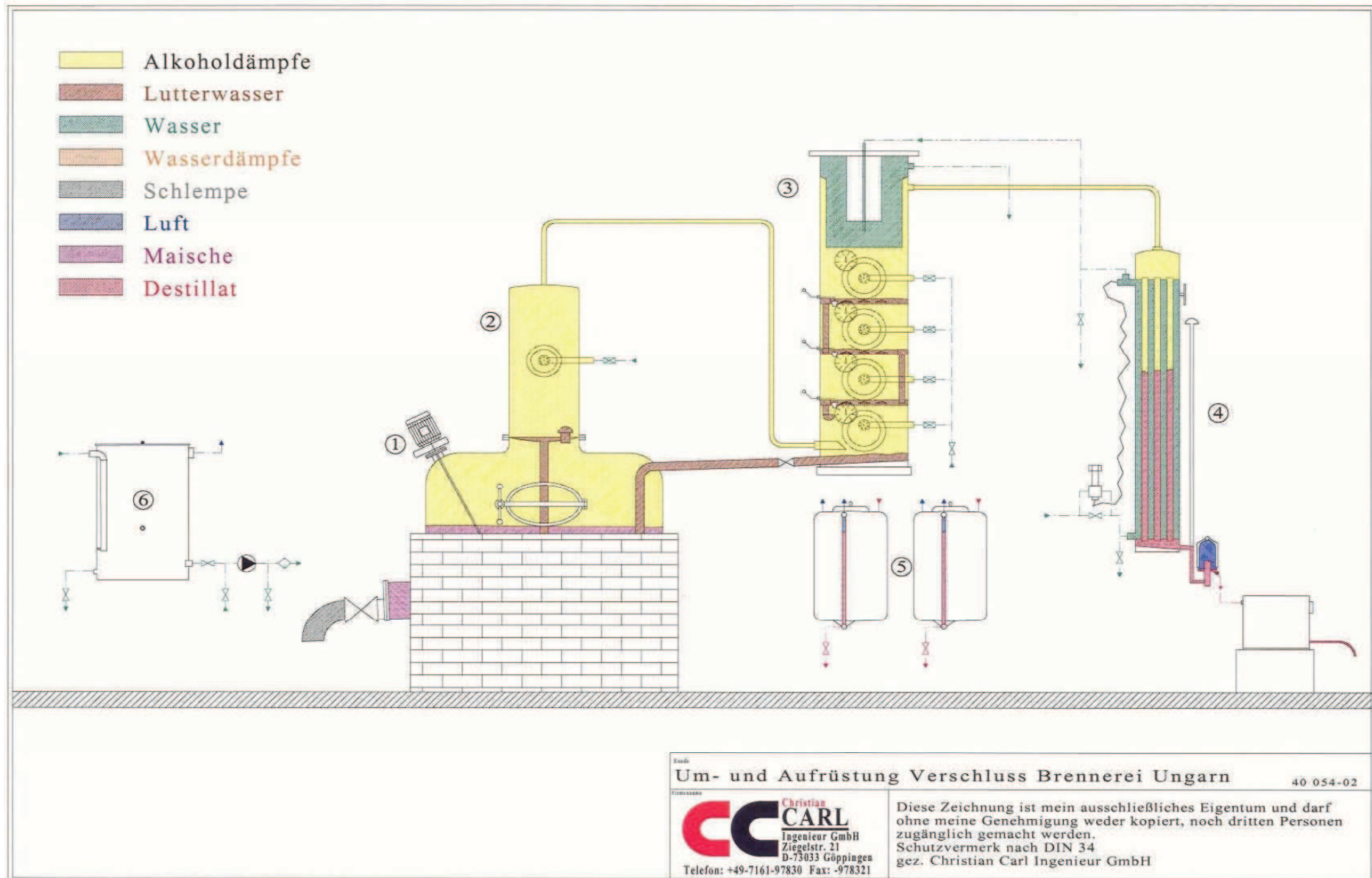
Kétszeri lepárlású párlatok

- Az alszesz finomítása:
- Az újabb lepárlással két feladatot lehet teljesíteni:
- Az alkohol-tartalom töményítése max. 86 V/V %-ig
- A párlatfrakciók elválasztása – vagyis a kellemetlen illókomponenseket a középpárlattól elválasztjuk

Párlatfrakciók

- Előpárlat: azon illóanyagok összessége, melyek könnyen illóak (tisztulási hányagosa nagyobb, mint 1)
- Középpárlat: a ténylegesen fogyasztható párlatrész, tipikus illat és íz karakterrel
- Utópárlat: a kellemetlen, kevésbé illó komponenseket tartalmazza (tisztulási hányagosa kisebb, mint 1)

Erösítőfeltétes lepárló működési vázlat



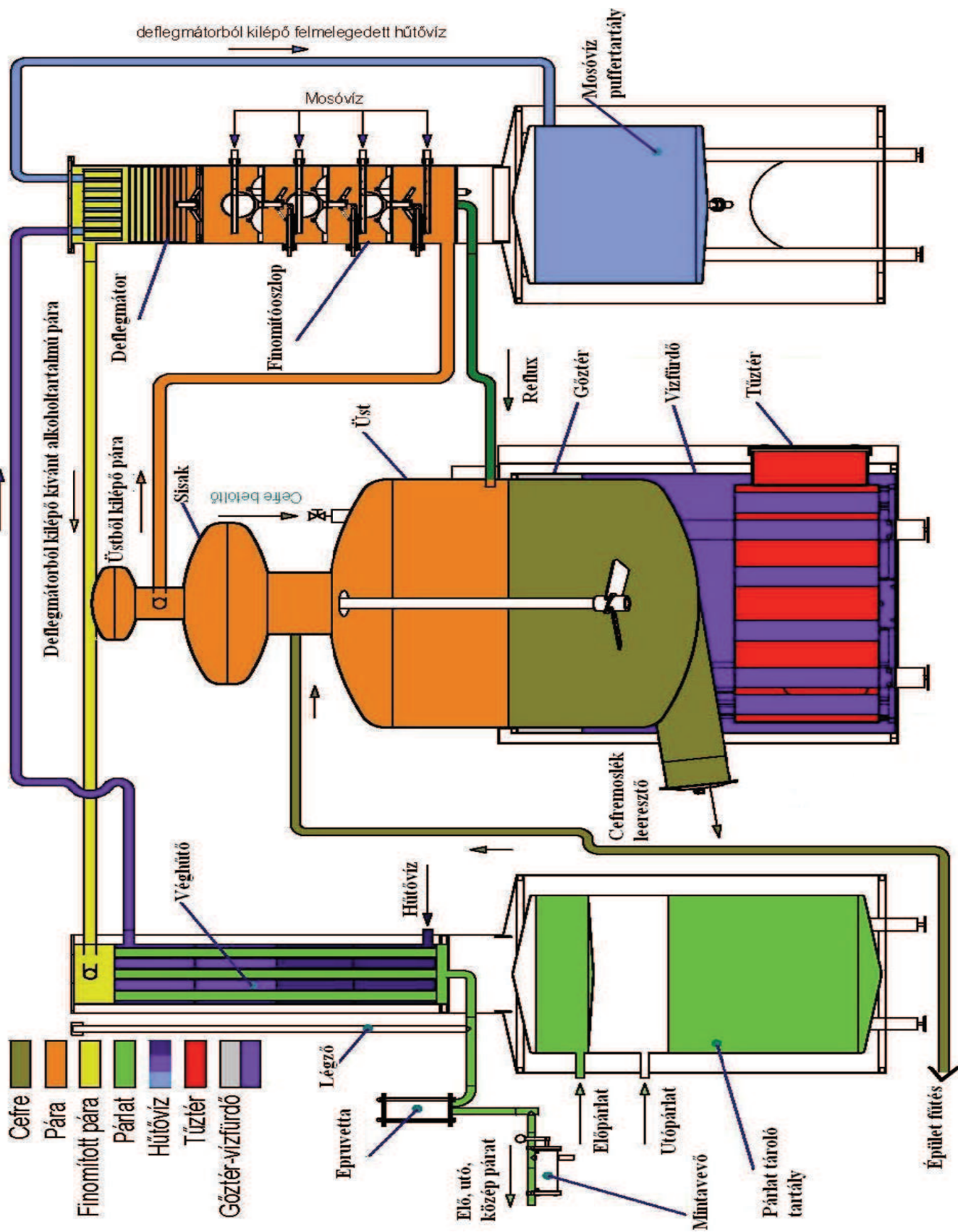
Um- und Aufrüstung Verschluss Brennerei Ungarn

40 054-02

Christian CARL
Ingenieur GmbH
Ziegelstr. 21
D-73033 Göppingen
Telefon: +49-7161-97830 Fax: -978321

Diese Zeichnung ist mein ausschließliches Eigentum und darf ohne meine Genehmigung weder kopiert, noch dritten Personen zugänglich gemacht werden.
Schutzvermerk nach DIN 34
gez. Christian Carl Ingenieur GmbH

A véghűtőből kilépő felmelegedett víz a deflegmátorba lép be



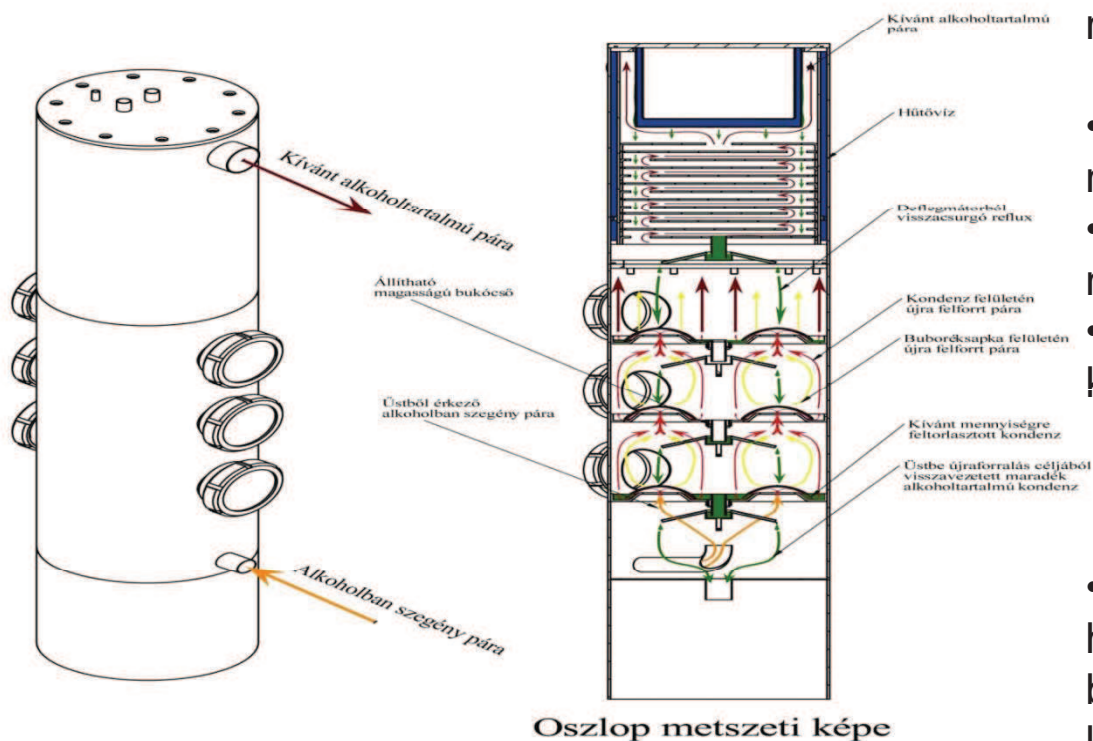
- Cefre
- Pára
- Finomított pára
- Párlat
- Hűtővíz
- Tűztér
- Gőztér-vízfűrdő

Deflegmátor



HAGYÓ-SPIRIT

Finomítóoszlop működési elve



Deflegmátor megfelelő működése:

- Rendelkezésre áll 2-3 bar nyomású 15-17°C-os víz
- Rendelkezésre áll 2-3 bar nyomású 70-75°C-os víz
- Intelligens automatikus keverőszelep



• Biztosítható a meghatározott hőmérsékletkülönbség a bemenő és kimenő oldal között ⇒ stabil rendszer

Félüzemi erősítő feltétes lepárló berendezés

Hűtő



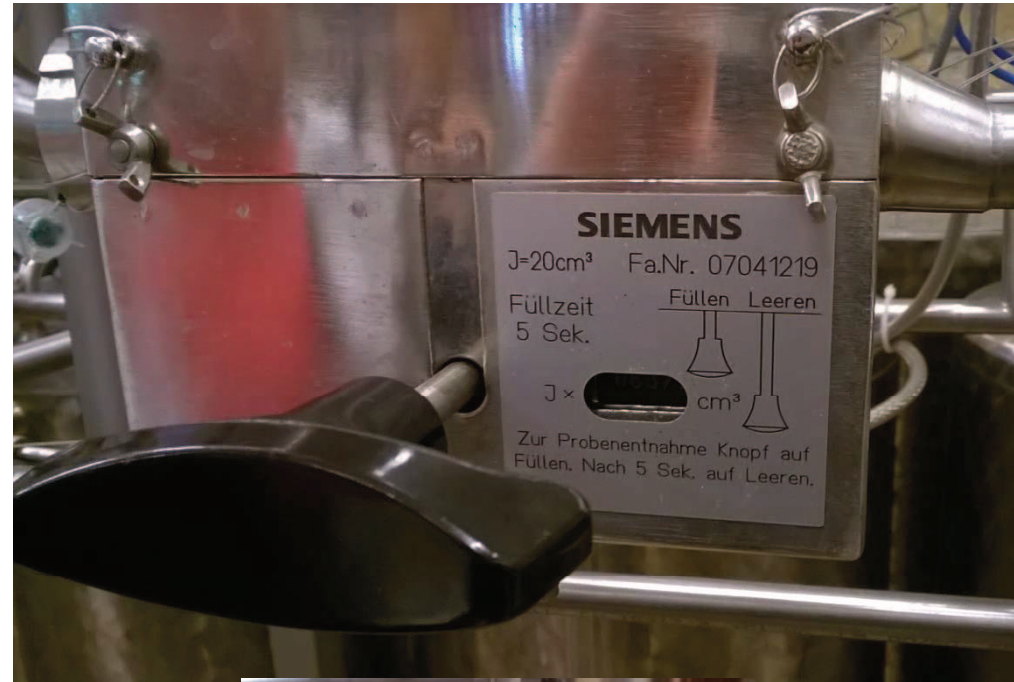
Számítógép
vezérlés

Epruvetta

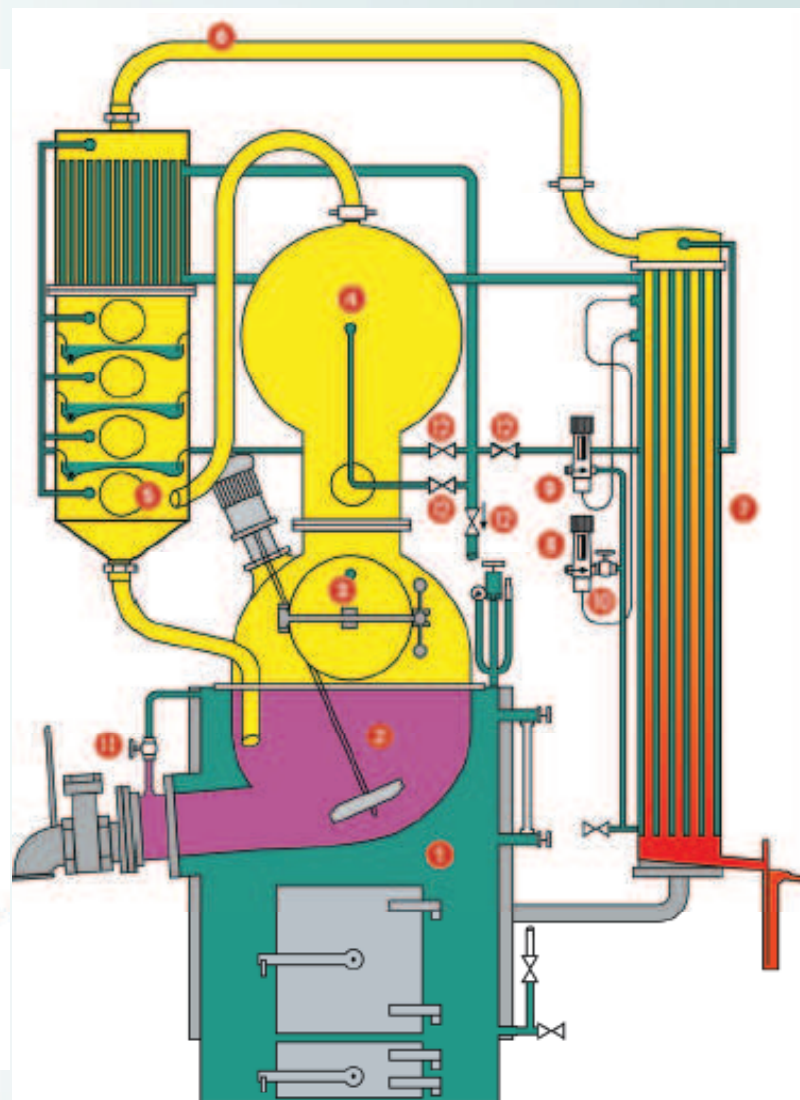
Mintavevő készülék



Számlálóval ellátott szerkezet,
minta mennyisége 12-30 ml
(Hagyó-féle)



Deflegmátor és finomító oszlop 3 tányérral

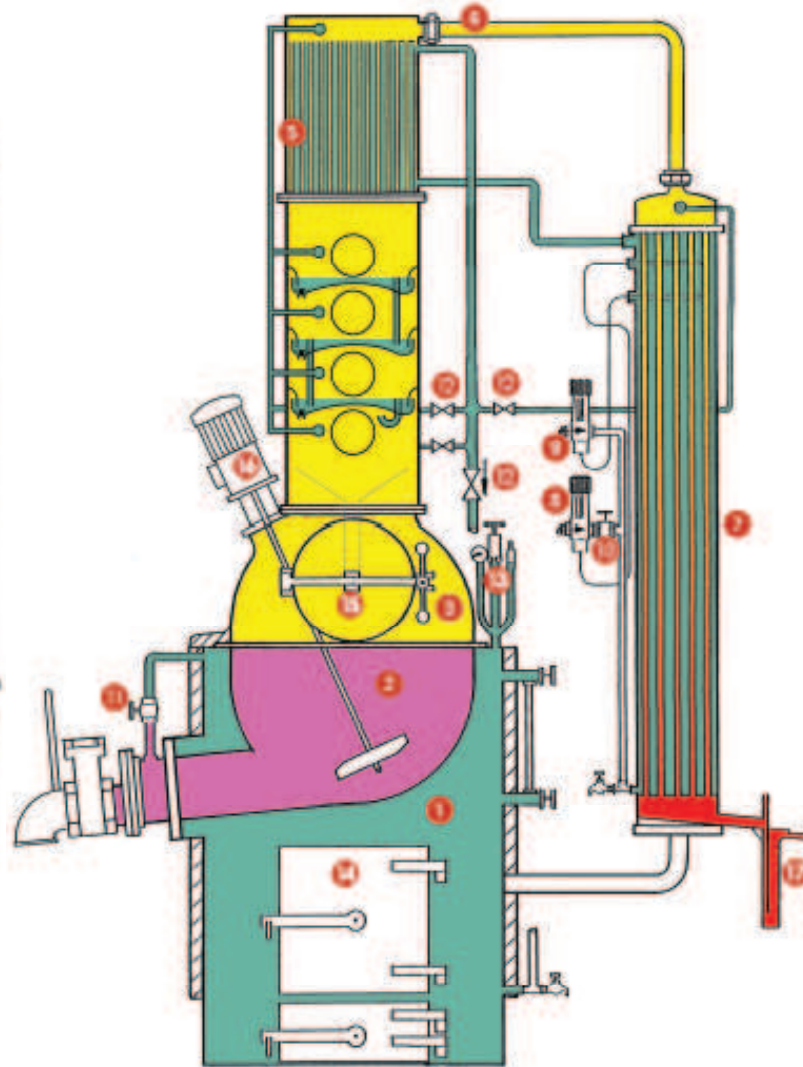


CONSTRUCTION:

- ① water jacket with heating chamber
- ② pot
- ③ pot chest
- ④ hat
- ⑤ parallel mounted dephlegmator column with 3 individual controllable plates
- ⑥ spirit pipe
- ⑦ pipe condenser
- ⑧ thermostat for fine spirit
- ⑨ thermostat for tail cut
- ⑩ cooling water fine adjustment
- ⑪ steam injection
- ⑫ hot-water switch for CIP-system

MÜLLER
SERIES
AROMA

Központi elrendezésű finomító oszlop (3 tányérral) és deflegmátor

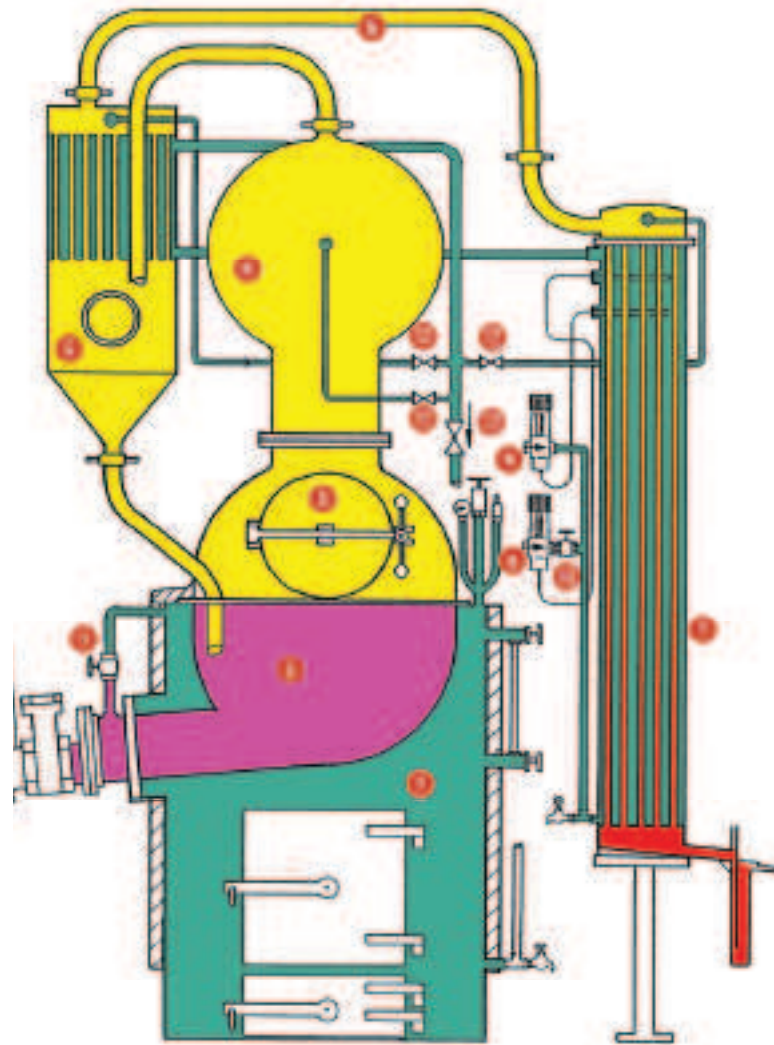


CONSTRUCTION:

- ① water jacket with heating chamber
- ② pot
- ③ pot chest
- ④ dephlegmator column with 3 individual controllable plates
- ⑤ spirit pipe
- ⑥ pipe condenser
- ⑦ thermostat for fine spirit
- ⑧ thermostat for tail cut
- ⑨ cooling water fine adjustment
- ⑩ steam injection
- ⑪ hot-water switch for CIP-system
- ⑫ safety valves
- ⑬ pot chest door
- ⑭ agitator
- ⑮ alcoholometer holder and spirit spout

MÜLLER
COMPACT
LINE

Deflegmátor – tányéros oszlop nélkül

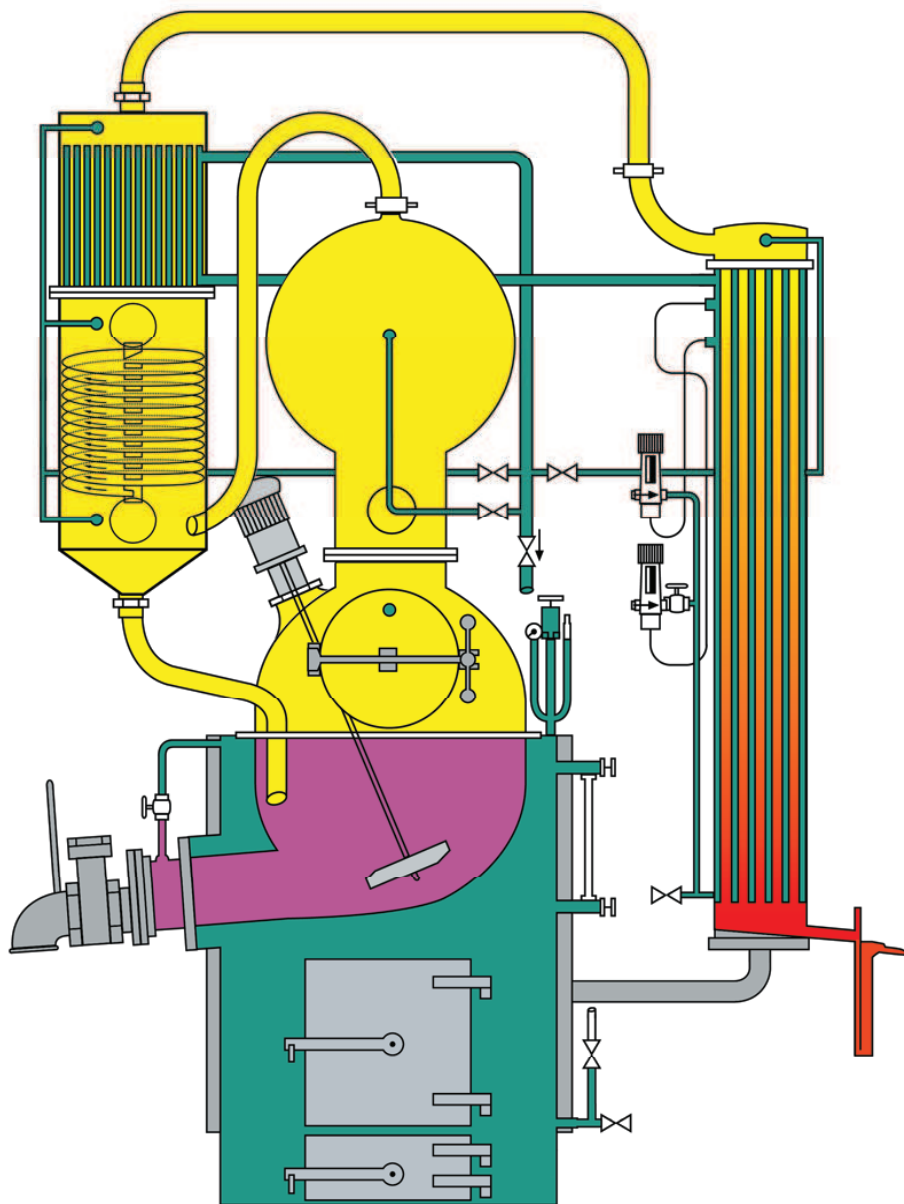


CONSTRUCTION:

- ① water jacket with heating chamber
- ② pot
- ③ pot chest
- ④ hat
- ⑤ parallel mounted boil-over gadget with dephlegmator
- ⑥ spirit pipe
- ⑦ pipe condenser
- ⑧ thermostat for fine spirit
- ⑨ thermostat for tail cut
- ⑩ cooling water line adjustment
- ⑪ steam injection
- ⑫ hot-water switch for CIP-system

MÜLLER
SERIES
AROMA

Müller aRoMat



Az aromatorony belsejében és teljes átmérőjében 13 m hosszú vörösrézről készült spirál került beépítésre. Emelkedés kb. 30 fokos.

Ezen az "akadálypályán" a hőmérséklet hajtóerejének köszönhetően kell az alkoholtartalmú gőznek végighaladnia. Mindig csak az az összetétel tud továbbhaladni, amely adott hőmérsékleten kellő arányban tartalmaz alkohol összetevőt.