



TÁMOP-4.1.1.F-14/1/KONV-2015-0006

Duális és moduláris képzésfejlesztés

ALKALMAZOTT MŰSZAKI HŐTAN

Prof. Dr. Keszthelyi-Szabó Gábor

SZÉCHENYI 2020 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



TÁMOP-4.1.1.F-14/1/KONV-2015-0006

Duális és moduláris képzésfejlesztés

Égés, hőfejlesztés.
Gőzfejlesztő berendezések.

Prof. Dr. Keszthelyi-Szabó Gábor

5. előadás

SZÉCHENYI 2020 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Gőzkazán

- A **gőzkazán** nyomástartó edény, vagyis egy zárt edény, melyben vizet vagy más folyadékot forralnak nyomás alatt. A keletkezett gőzt a kazánból kivezetik különböző folyamatokban (**gépek hajtása, vegyipari folyamatok, épületek fűtése**) való felhasználás céljából.
- A gőzkazánoknál használatos anyagok főleg **rézre, acélra és öntöttvasra** korlátozódnak. A korszerű, nagynyomású kazánok anyaga **hőálló acél**.
- A gőzkazán hőforrása leggyakrabban **fa, szén, olaj** vagy **földgáz** elégetése szokott lenni. Vannak elektromos fűtésű kazánok is, melyek ellenállásfűtéssel működnek. **Maghasadást** szintén használnak gőzfejlesztés hőforrásaként.
- **Hőhasznosító kazánok** más folyamatoknál keletkezett hőt használják gőzfejlesztésre. Ilyen lehet például a **gázturbinából** kiáramló, még forró levegő, vagy **kénsavgyártásnál** a **kén** elégetésekor felszabaduló hő.

Égéshő (felső fűtőérték) Higher Heating Value - HHV

- Az **égéshő** az a fajlagos hőmennyiség, ami egy kilogramm tüzelőanyagból összesen felszabadul, ha az égéstermékeket a kiindulási hőmérsékletre hűtjük vissza.
- Mivel ez a végállapot ipari körülmények között a legritkább esetben valósul meg, a gyakorlatban az (**alsó**) **fűtőértéket** szokás használni.
- Jellemző mértékegysége: kJ/kg
- Az égéshő további elnevezései az angolszász irodalomból tükörfordítással átvett (**felső**) **fűtőérték** (***Higher Heating Value – HHV, vagy Higher Calorific Value - HCV***).

(Alsó) fűtőérték

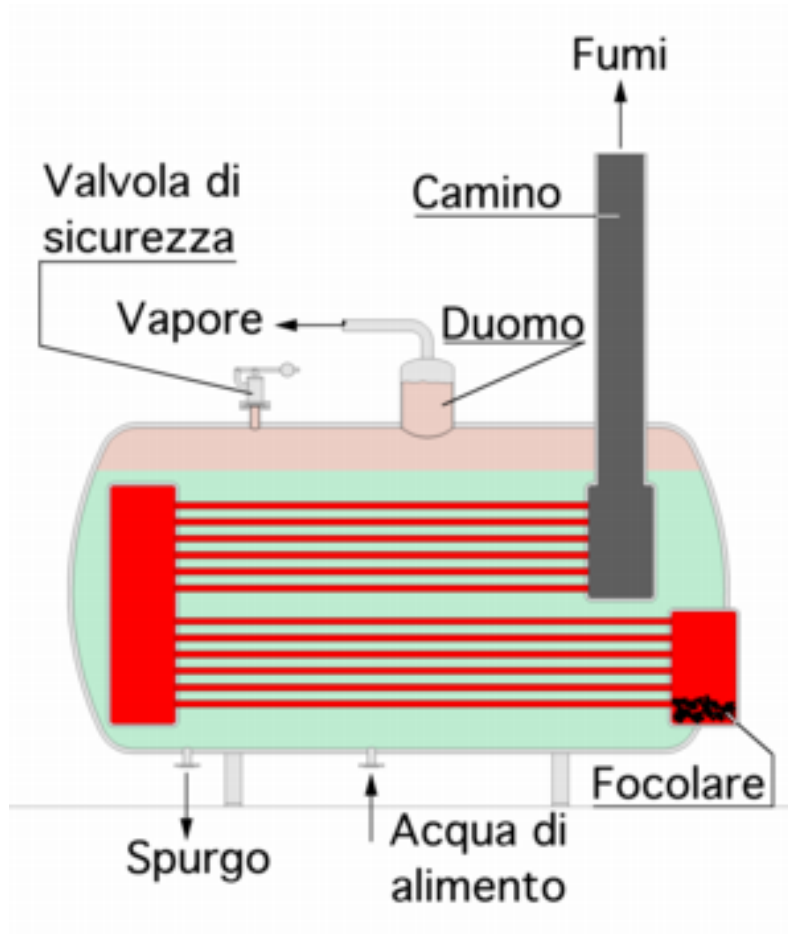
Lower Heating Value - LHV

- Egy tüzelőanyag (alsó) fűtőértéke (*Lower Heating Value – LHV*) az a hőmennyiség, ami 1 kg tüzelőanyagból kinyerhető olyankor, ha a füstgázzal együtt távozó víz *gőz halmazállapotban* hagyja el a berendezést. Értékét úgy kapjuk meg, ha az anyag égéshőjéből kivonjuk a gőzként távozó vízmennyiség párolgáshőjét. A fűtőérték tipikus mértékegységei szilárd anyagoknál kJ/kg, MJ/kg, gáznemű anyagoknál kJ/Nm³.
- Az (alsó) fűtőérték használata indokolt a gyakorlati számításokban (*tüzelőanyag-igény vagy kazánhatásfok számítása*) minden olyan esetben, amikor a távozó víz halmazállapota gőz, vagyis, amikor a füstgáz >100 °C hőmérsékletű. A fűtőérték nem használható az ún. *kondenzációs kazánok* esetében, ahol a füstgázt 100 °C hőmérséklet alá hűtik. Ekkor a gőz még a kazánban kicsapódik a füstgázból, s így hasznosítható a párolgáshője.
- 1 MJ/kg = 1000 kJ/kg; 1 MJ = 0,27778 kWh; 1kWh = 3,6MJ

Kazánok

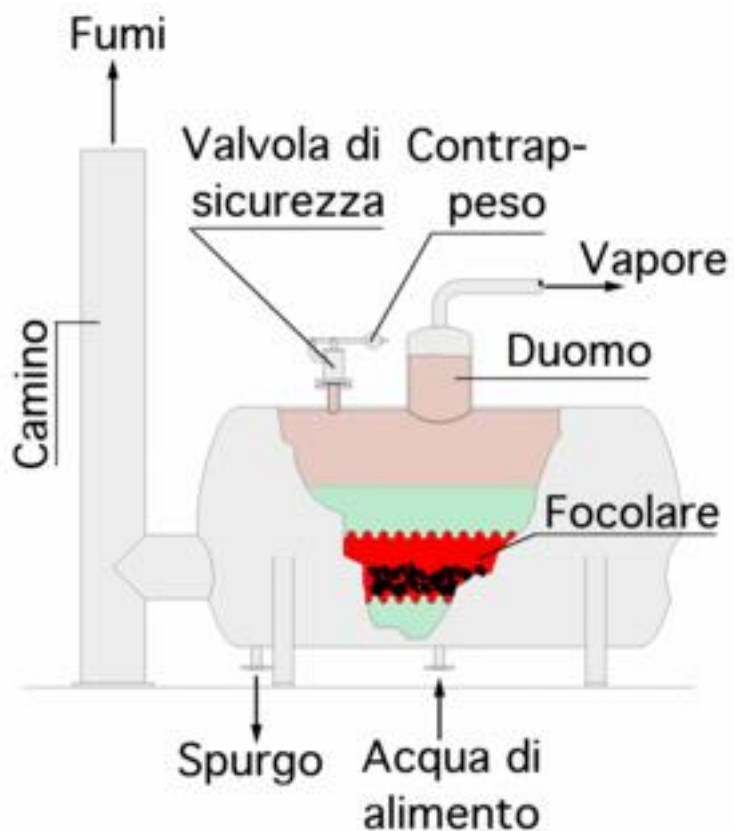
- Tűzcsöves kazánok
- Lángcsöves kazánok
- Vízcsöves kazánok
 - Természetes cirkulációjú kazánok
 - Osztatlan kamrás kazánok
 - Osztott kamrás kazánok
 - Meredekcsöves kazánok
 - Besugárzott tűzterű kazánok
 - Kényszerkeringetésű és kényszeráramlású kazánok

Tűzcsöves kazán



A hőforrás a csőben foglal helyet és a melegítendő víz van kívül.

Lángcsöves kazán



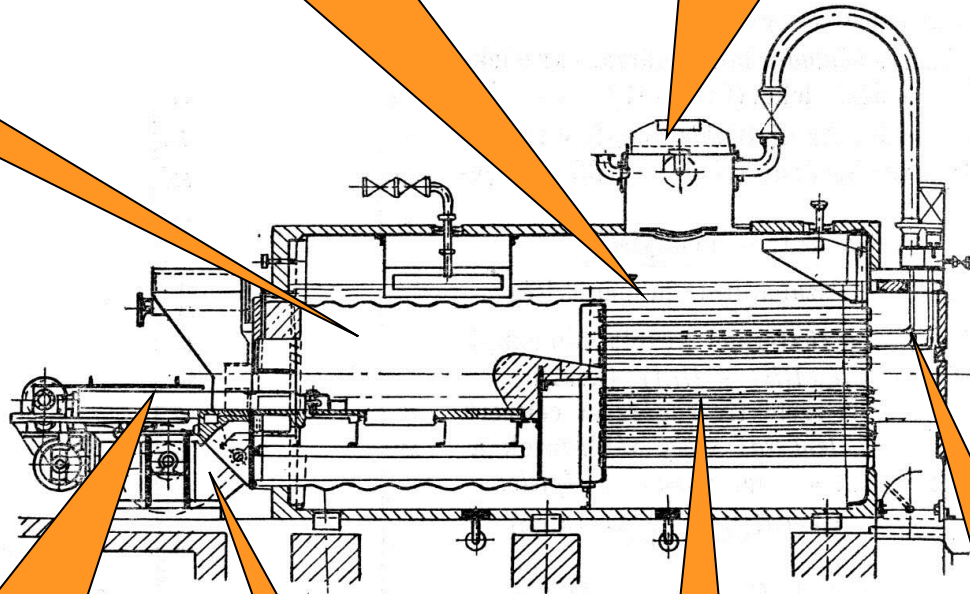
A lángcső a felület növelése miatt hullámos, nagyobb átmérőjű cső, mely a tüzelőberendezést tartalmazza, és melyben a füstgázok keresztül áramolnak.

Lángcsöves kazánok

Hullámos falú,
hőtágulásra
képes lángcső,
a tüztér.

A víztér körülveszi
a lángcsövet és a
füstcsöveket.

Gőzdóm, a
gőzelvétel helye.



Síkrostély tüzelés szilárd
tüzelőanyaghoz

Aláfúvó
ventilátor

Füstcsövek

Túhevítés

Lángcsöves kazánok előnyei és hátrányai

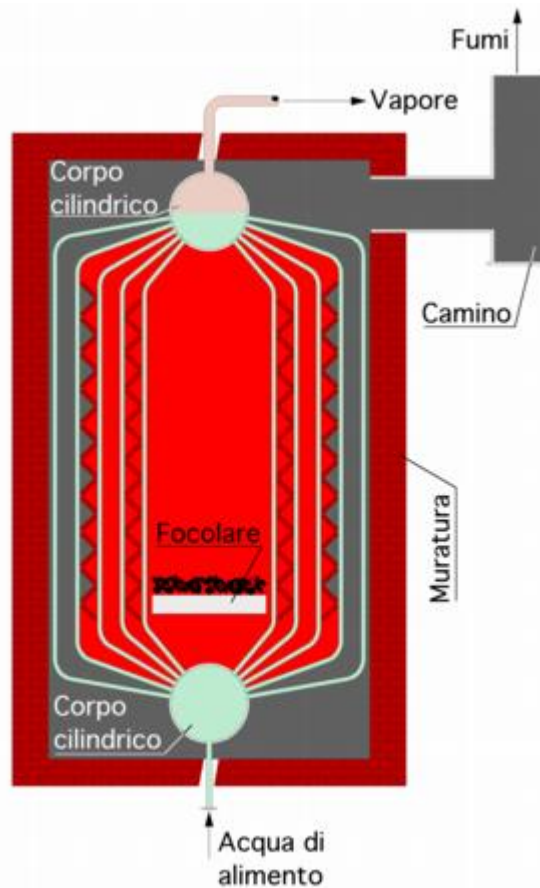
Előnyök

- Teljesen hűtött, besugárzott tüztér
- Terhelésingadozásra érzéketlen
- Tápvízre nem kényes
- Könnyen tisztítható

Hátrányok

- Kis teljesítmény
- Hosszú felfűtési idő
- Nagy helyszükséglet
- Korlátozott nyomás

Vízcsöves kazán



A hőforrás a csöveken kívül, a víz a csövekben van.

A nagy erőművi kazánok mind ilyen felépítésűek.

Vízcsöves kazánok előnyei és hátrányai

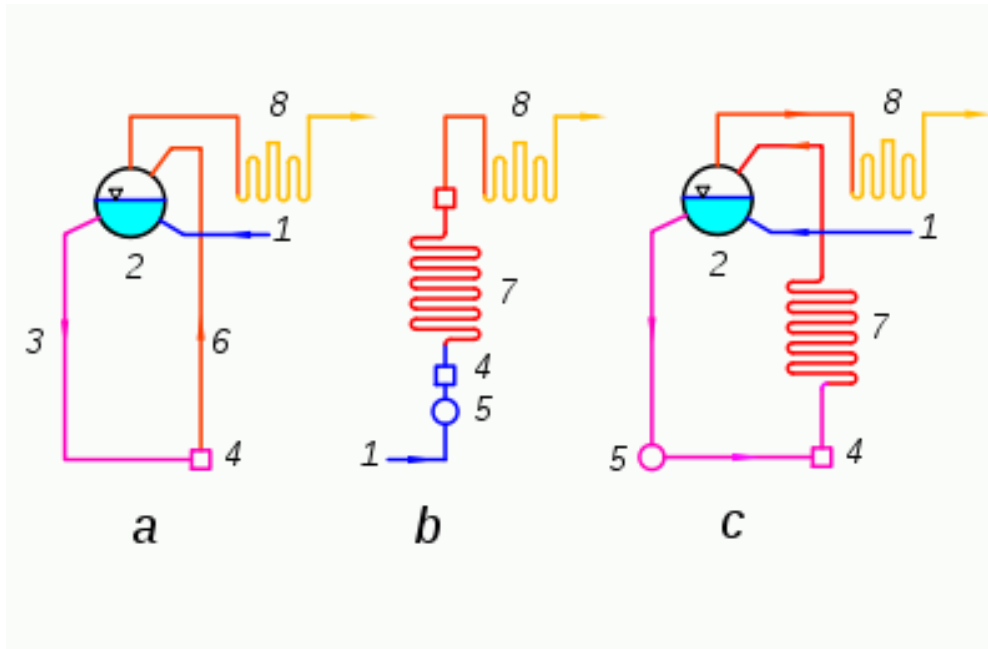
Előnyök

- Nagy teljesítmény
- Nagy nyomás
- Kisebb füstgázoldali ellenállás
- Rövidebb felfűtési idő

Hátrányok

- Kisebb rugalmasság
- Tápvíz minőségére kényes
- A tisztítás bonyolultabb

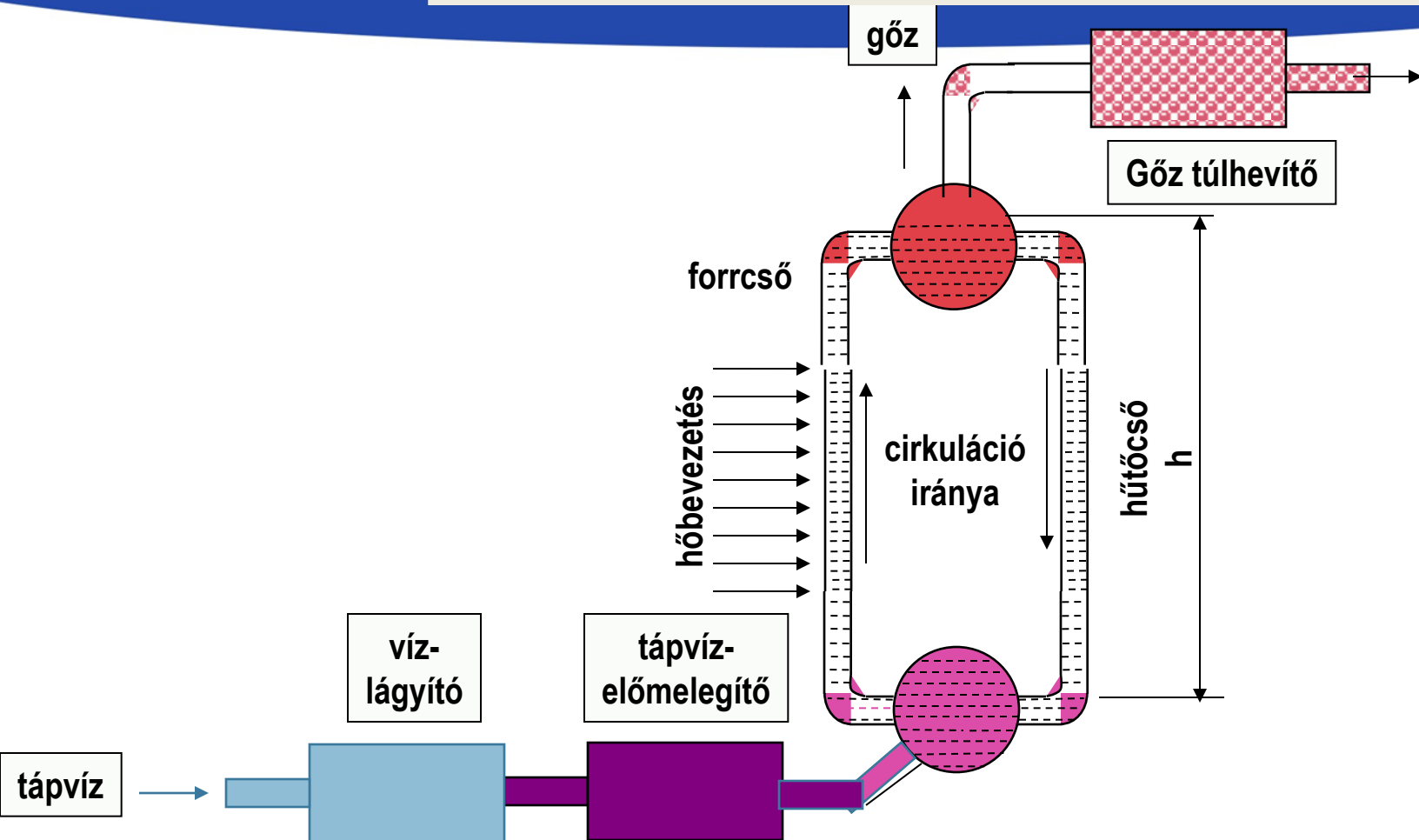
Keringési rendszerek



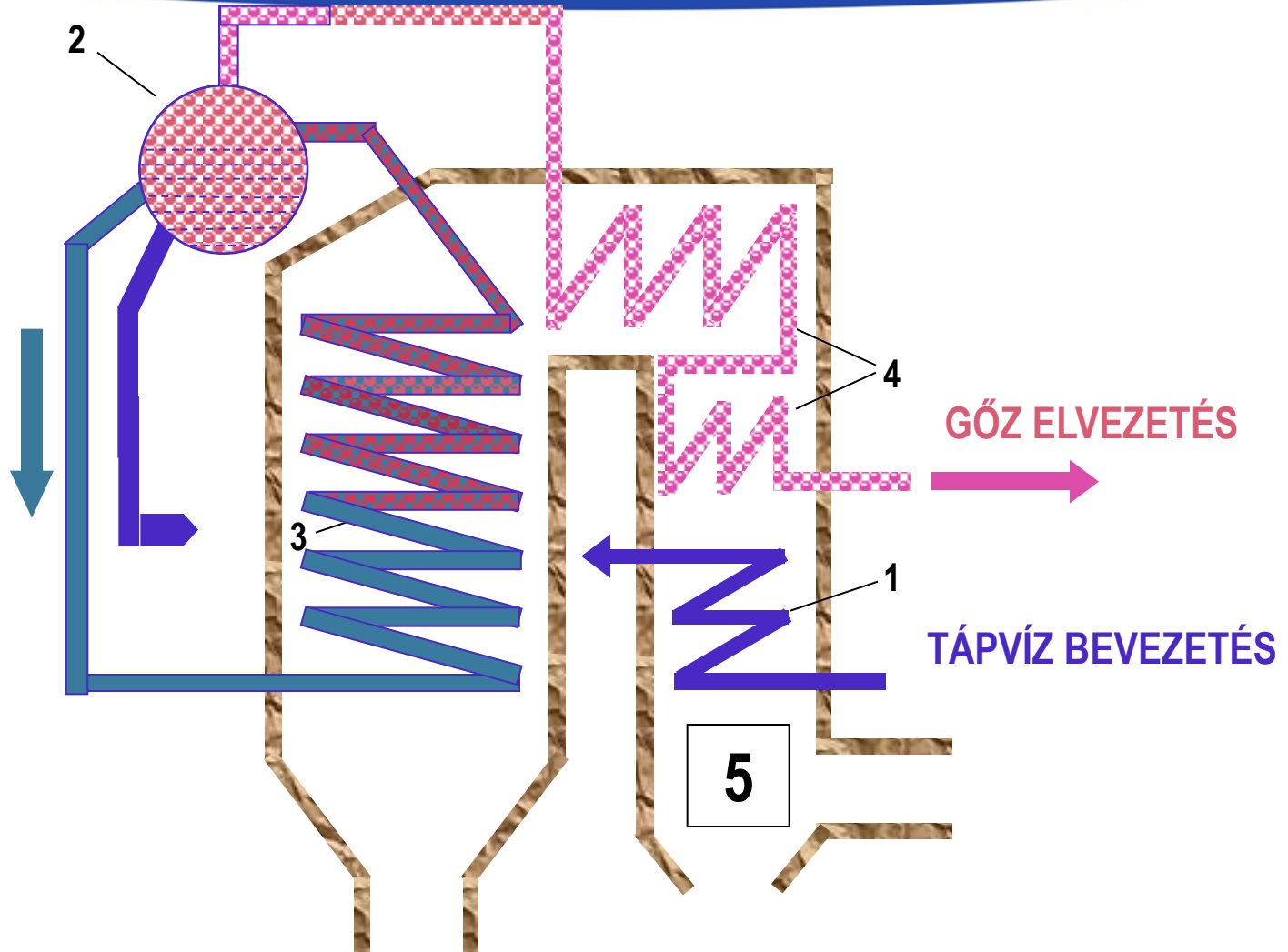
1. tápvíz
2. kazán
3. ejtőcső
4. gyűjtőkamra
5. szivattyú
6. forrcső
7. elgőzöltető
8. gőztúlhevítő

- a) Természetes keringés
- b) Kényszeráramlás
- c) Kényszerkeringés

Természetes vízcirkulációjú kazán



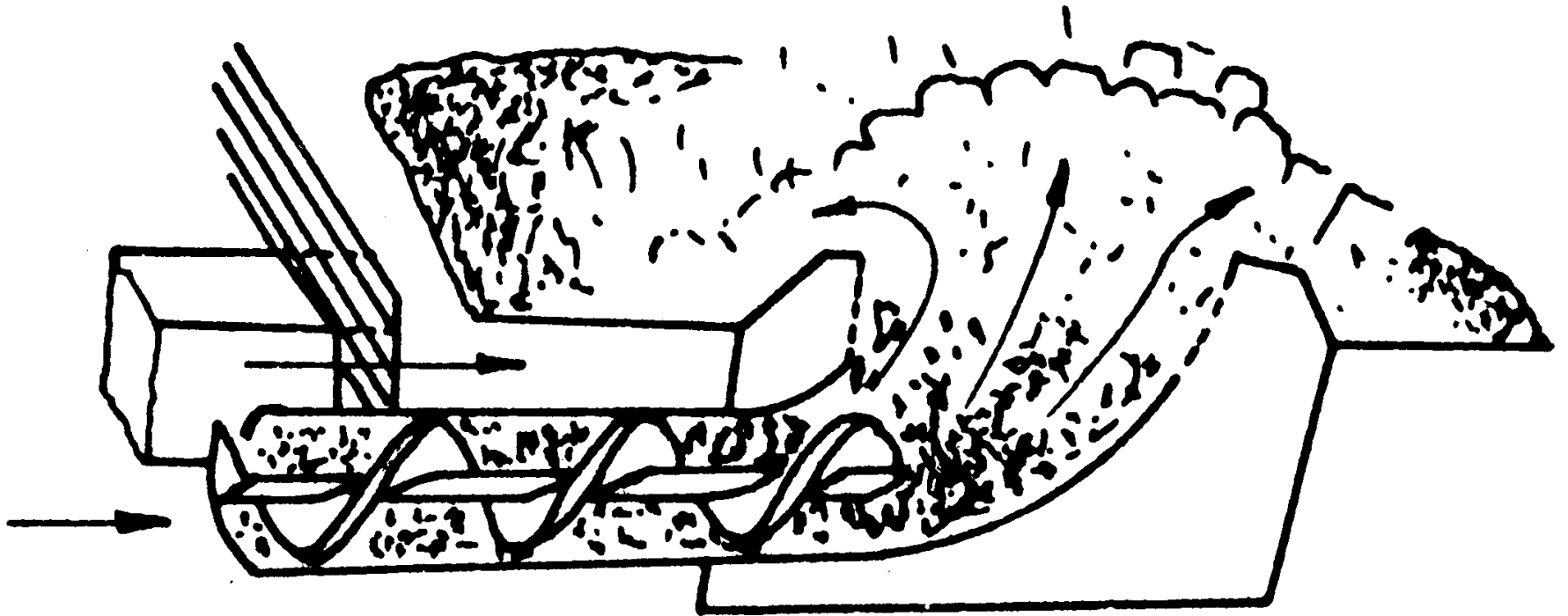
Kazánberendezés fűtőfelületei



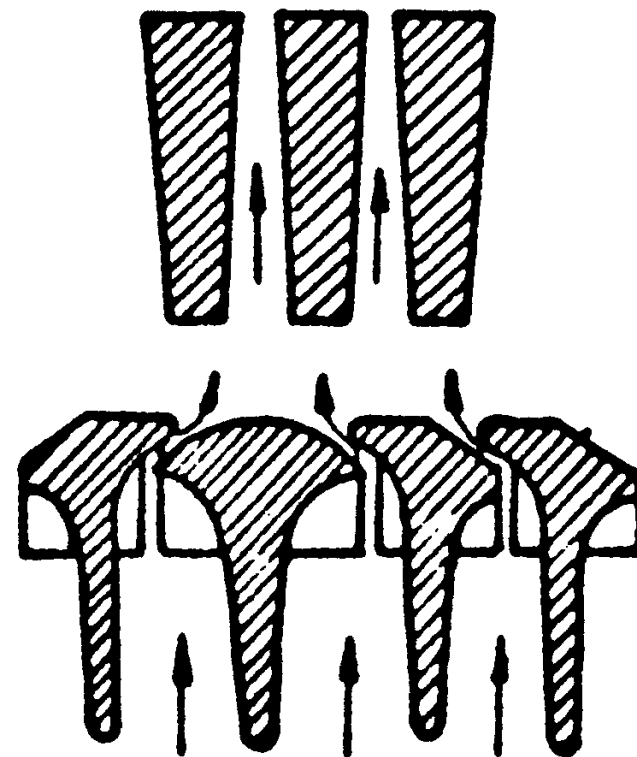
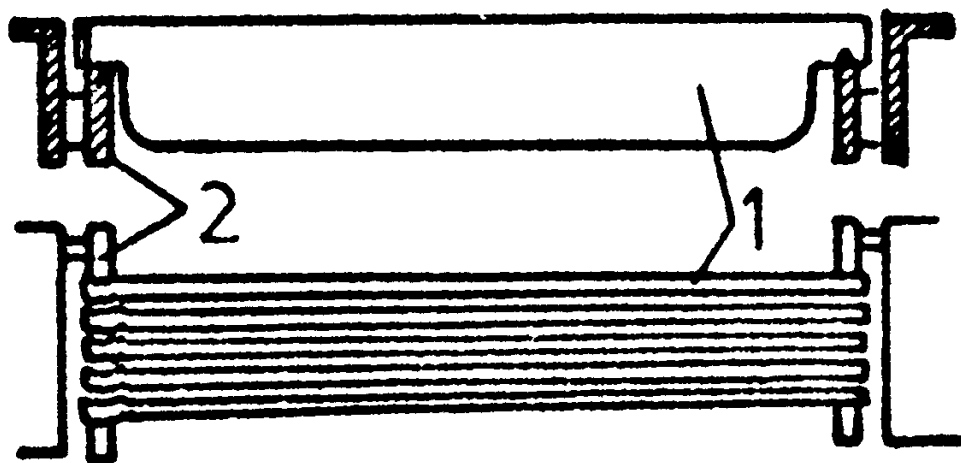
TÜZELŐ SZERKEZETEK, BERENDEZÉSEK

- **Rostélyszerkezetek (*szilárd tüzelőanyag, kőszén, fa stb.*)**
 - **alátoló rostély**
 - **lépcsős rostély**
 - **vándorrostély**
- **Szénporégők (*szénportüzelés*)**
- **Olaj és gázégők (*gáz-, folyékony halmazállapot*)**

ALÁTOLÓ ROSTÉLY

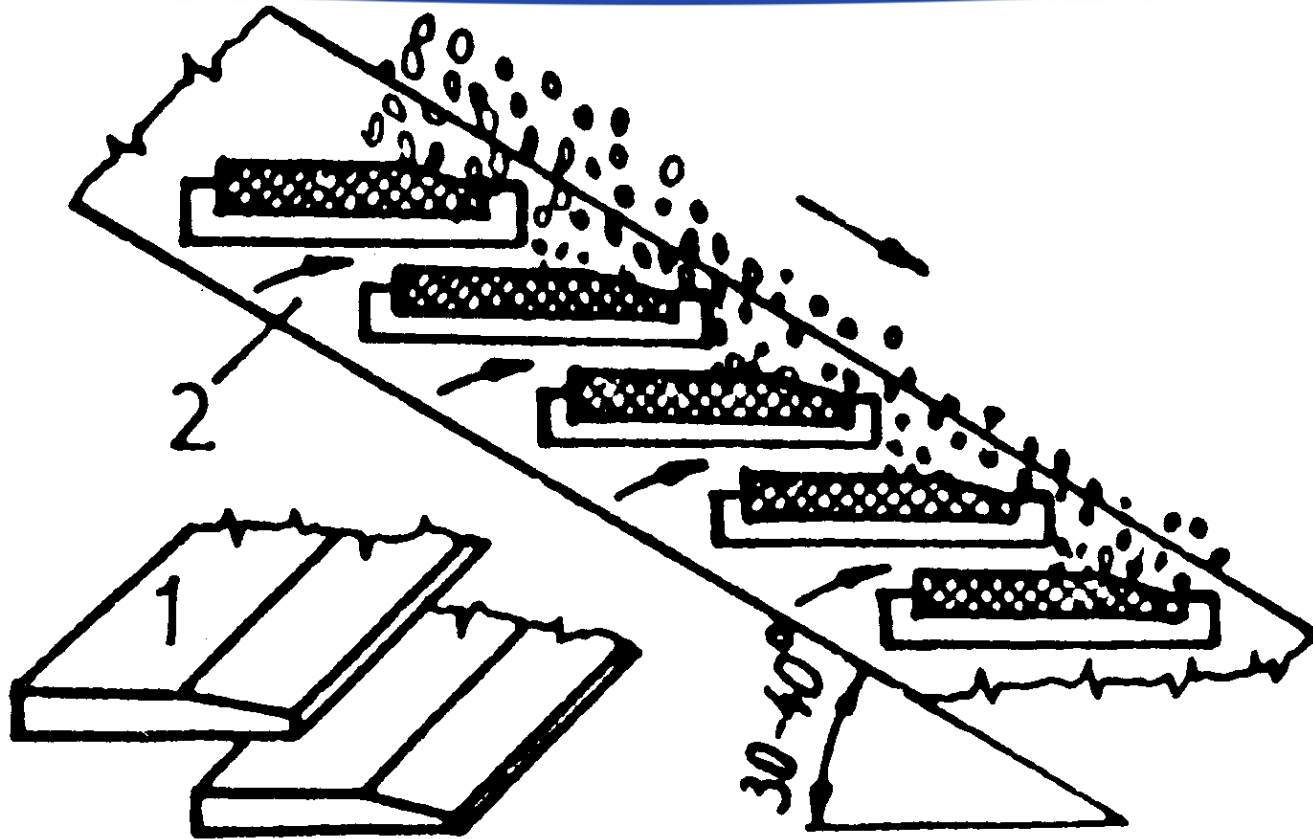


SÍKROSTÉLY PÁLCÁI ÉS ELHELYEZÉSE



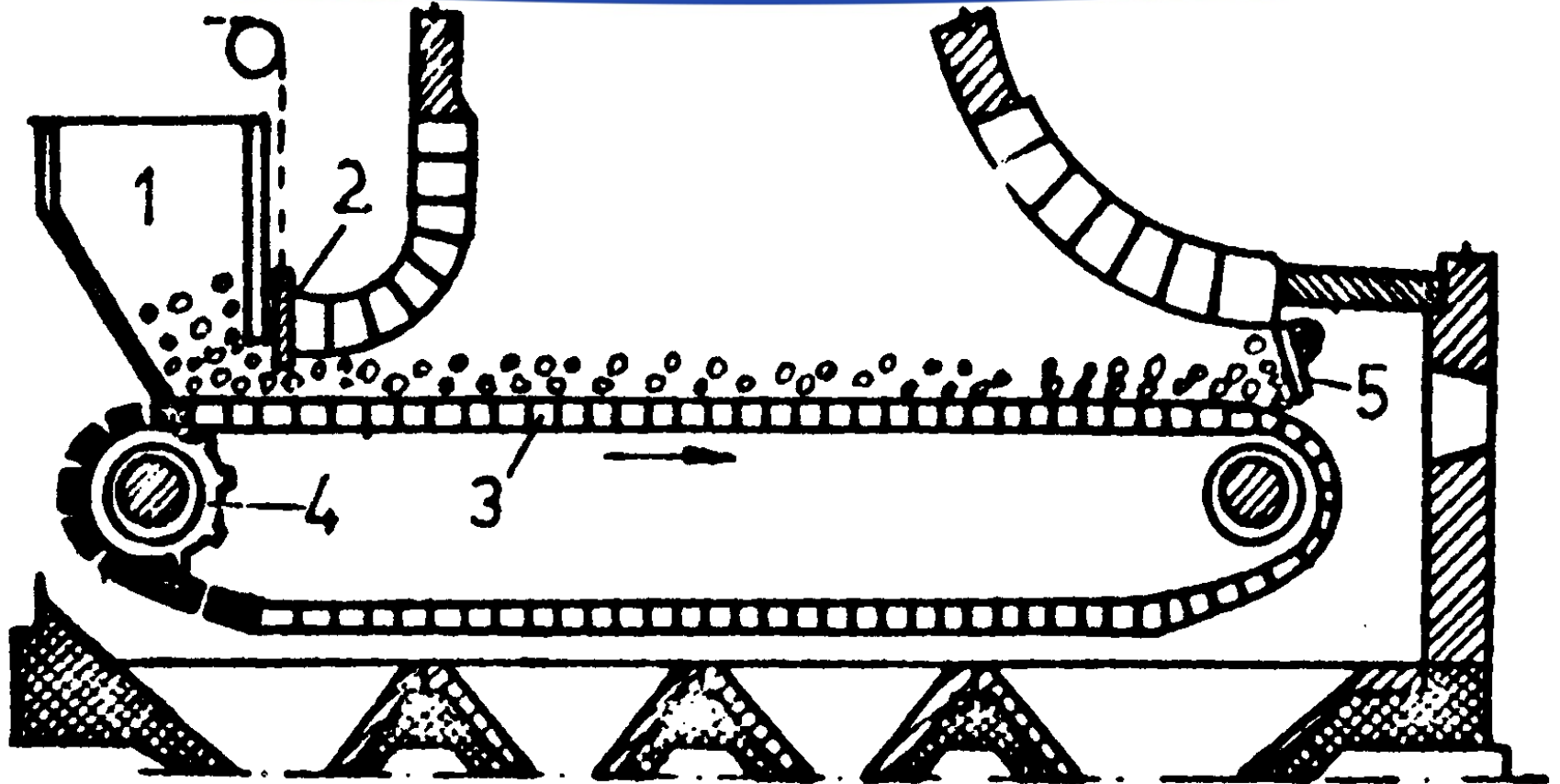
1 – rostélypálcák, 2 – rostélyalátámasztás

LÉPCSŐS ROSTÉLY



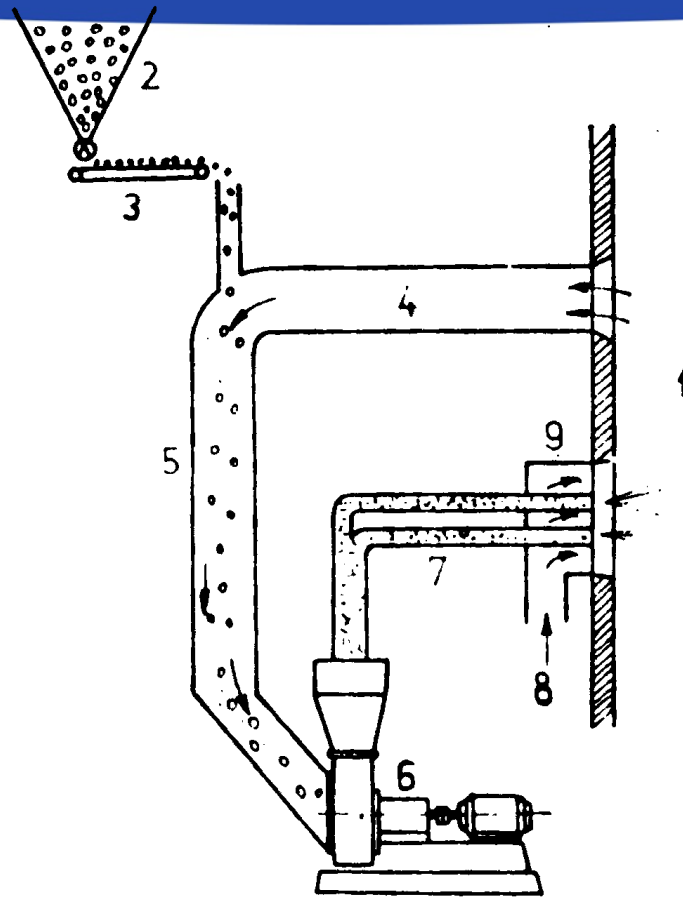
1 – rostélyelemek, 2 – rostélytartó

VÁNDORROSTÉLY



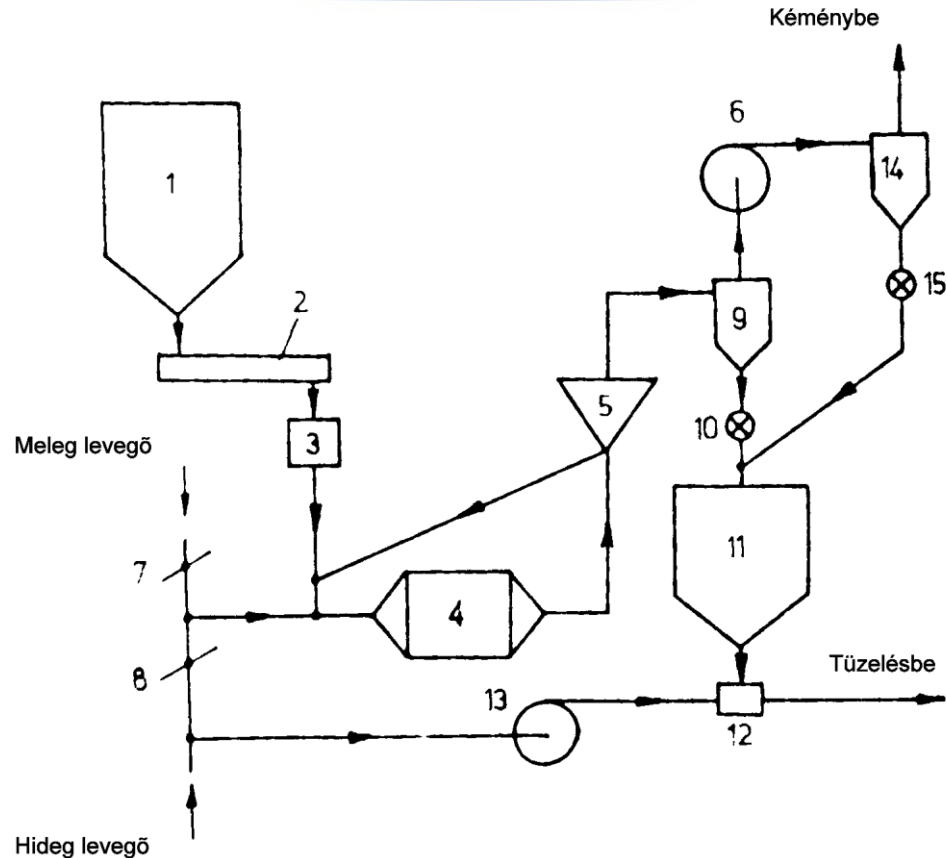
1 – széngarat, 2 – rétegszabályozó, 3 – vándorrostély, 4 – rostélyhajtó kerék,
5 – salakbuktató

SZÉNPORTÜZELÉS



1 – kazán tüzttere, 2 – szénhombár, 3 – szénadagoló, 4 – füstgázelszívó cső,
5 – szárítócső, 6 – malom, 7 – szénporvezeték, 8 – levegővezeték, 9 – égő

SZÉNPORTÜZELÉS



1 – nyersszénhombár, 2 – adagoló, 3 – mérleg, 4 – malom, 5 – légszár, 6 – malomventilátor, 7 – a meleg levegő csappantyúja, 8 – a hideg levegő csappantyúja, 9 – szénporleválasztó, 10 – ürítő, 11 – szénporbunker, 12 – szénporadagoló, 13 – a primer levegő ventilátora, 14 – ürítő

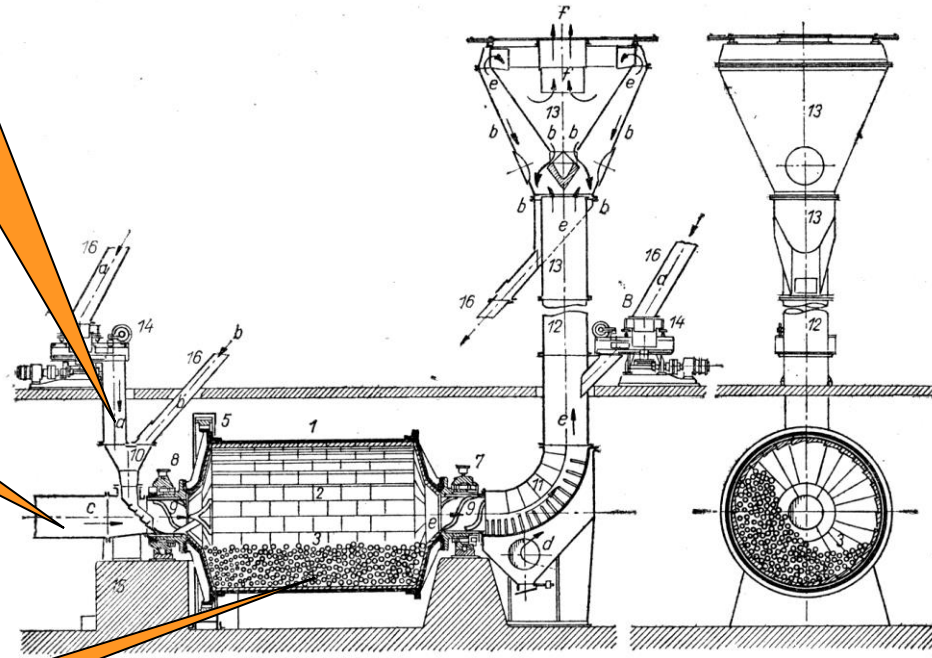
Golyósmalom

Darabos szén adagolás

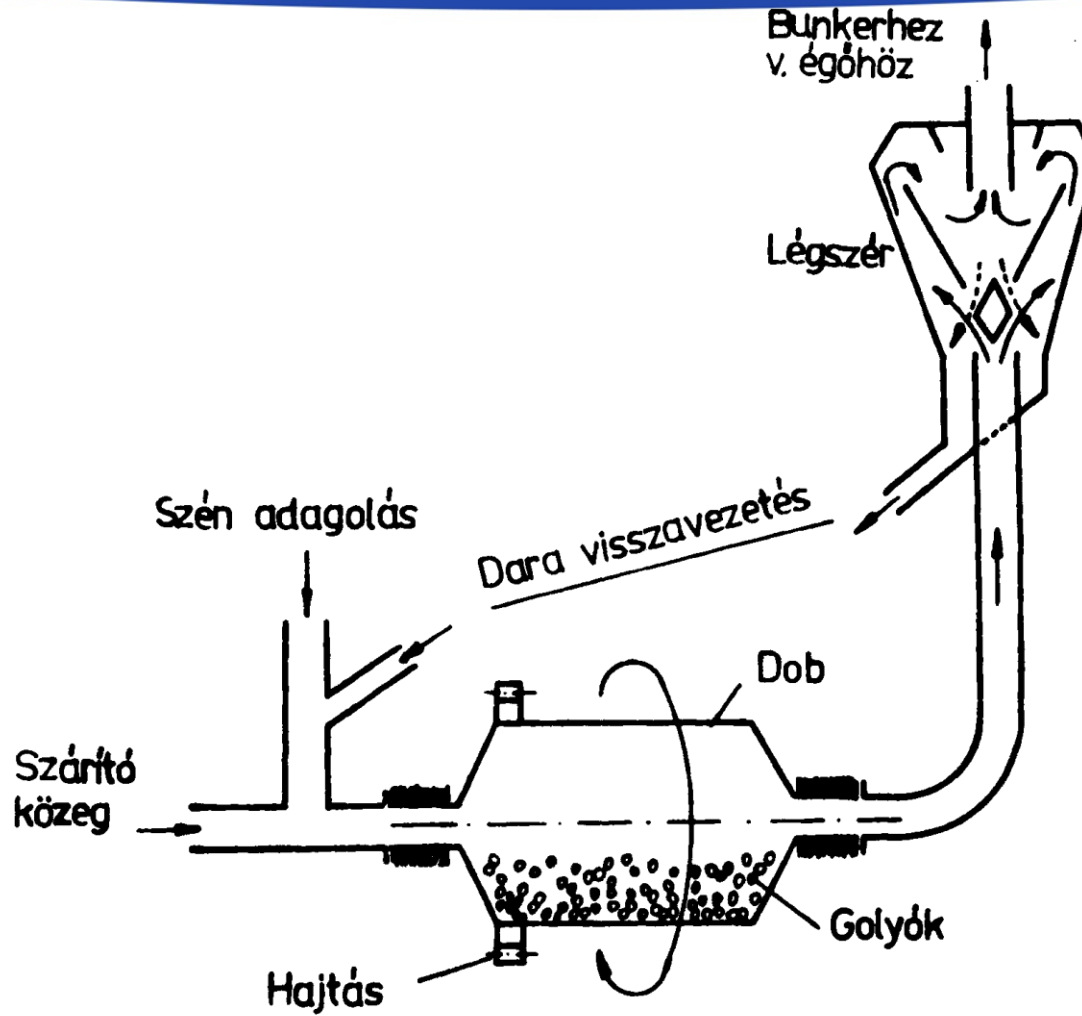
Szénpor az égőhöz vagy a hombárba

Levegő

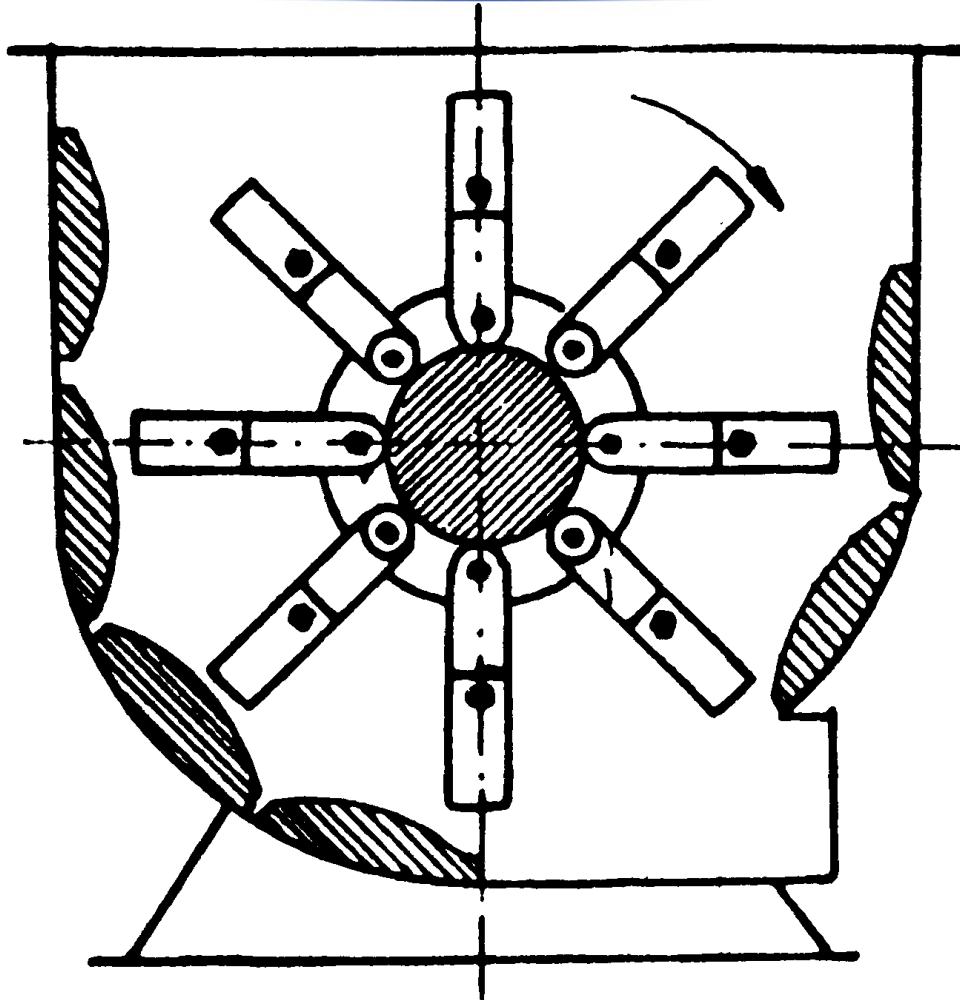
Őrlőgolyók



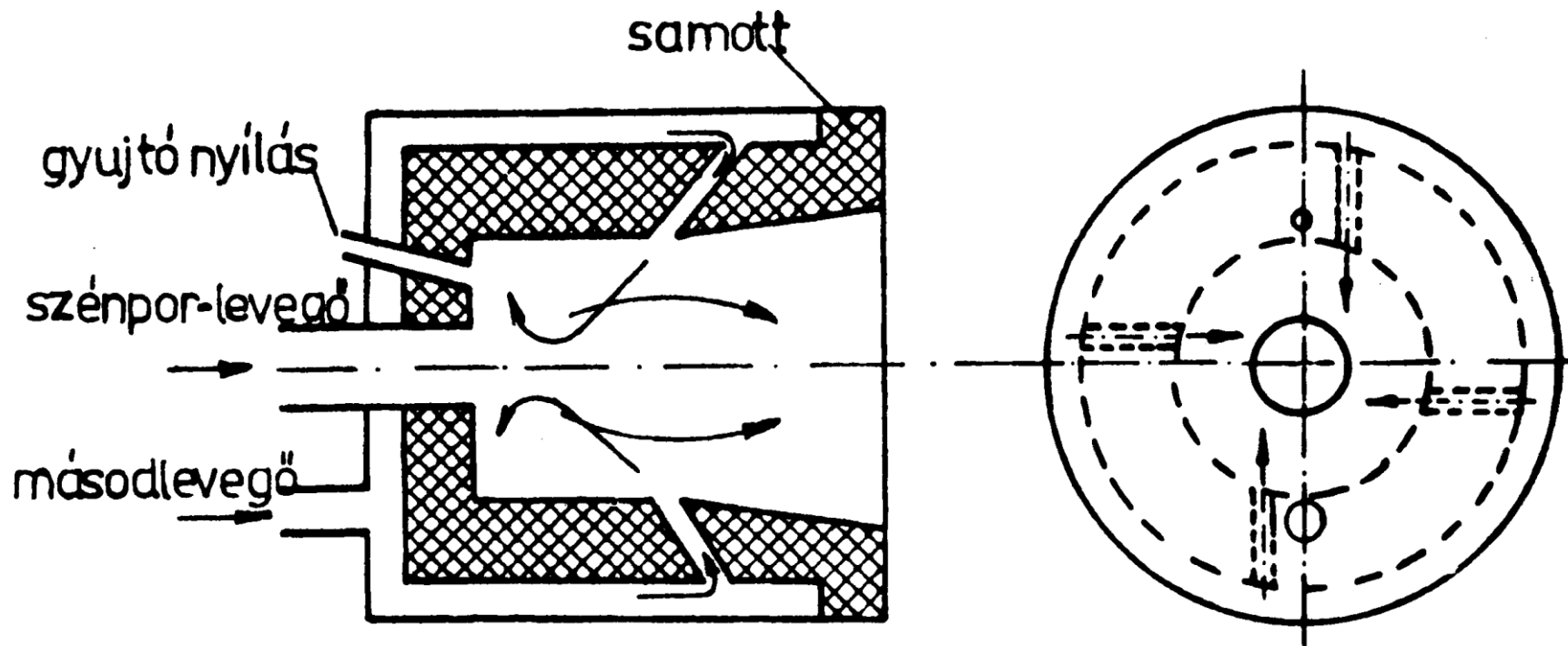
GOLYÓS MALOM



VERŐMALOM

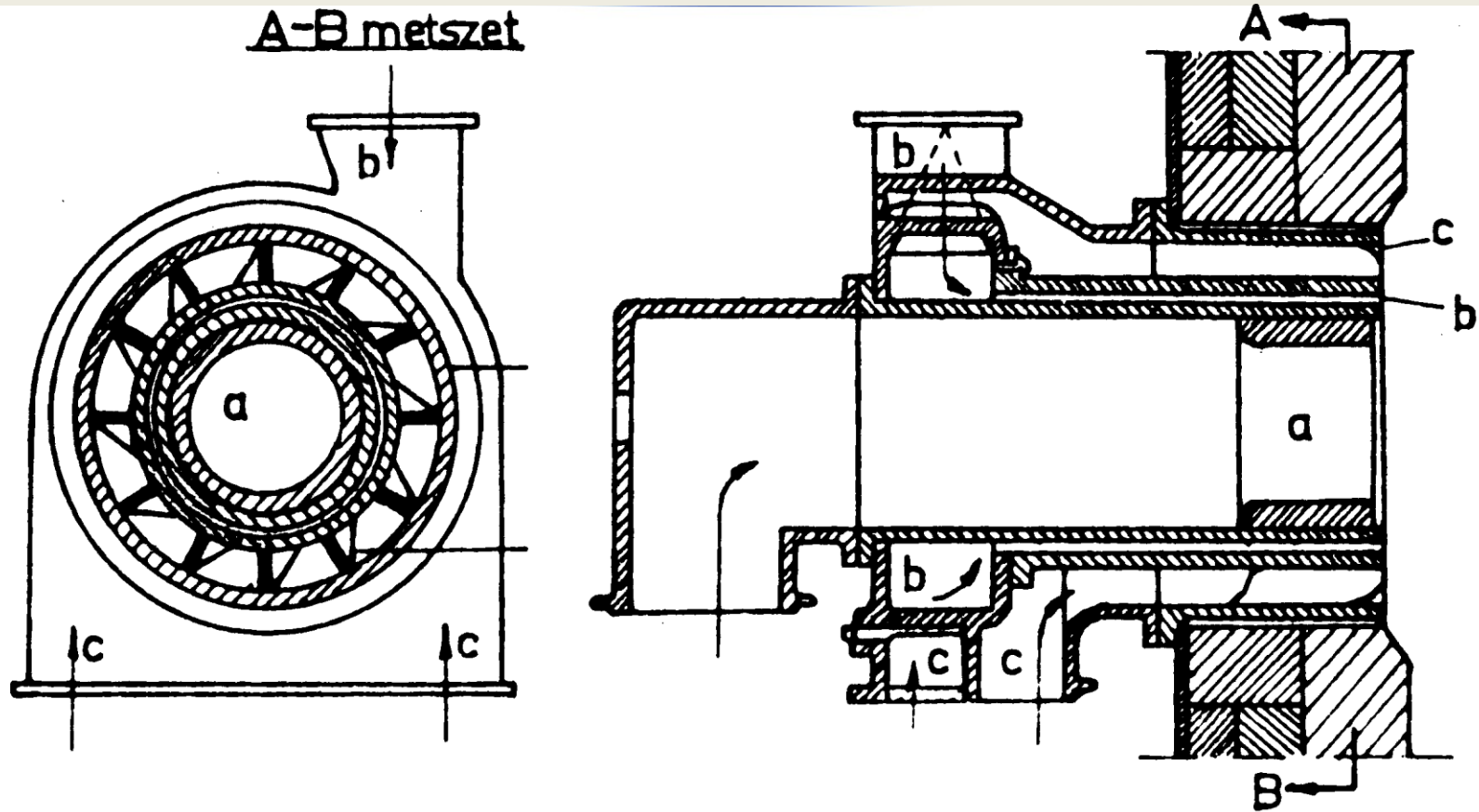


SZÉNPORGYÚJTÓ ÉGŐ



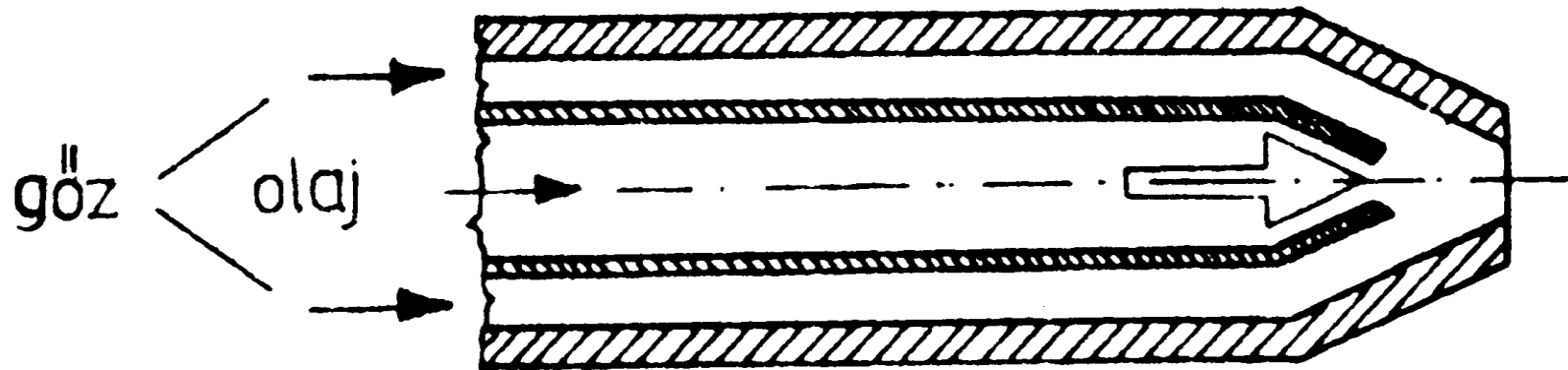
ÖRVÉNYÉGŐ

Levegő-szénpor keverékre



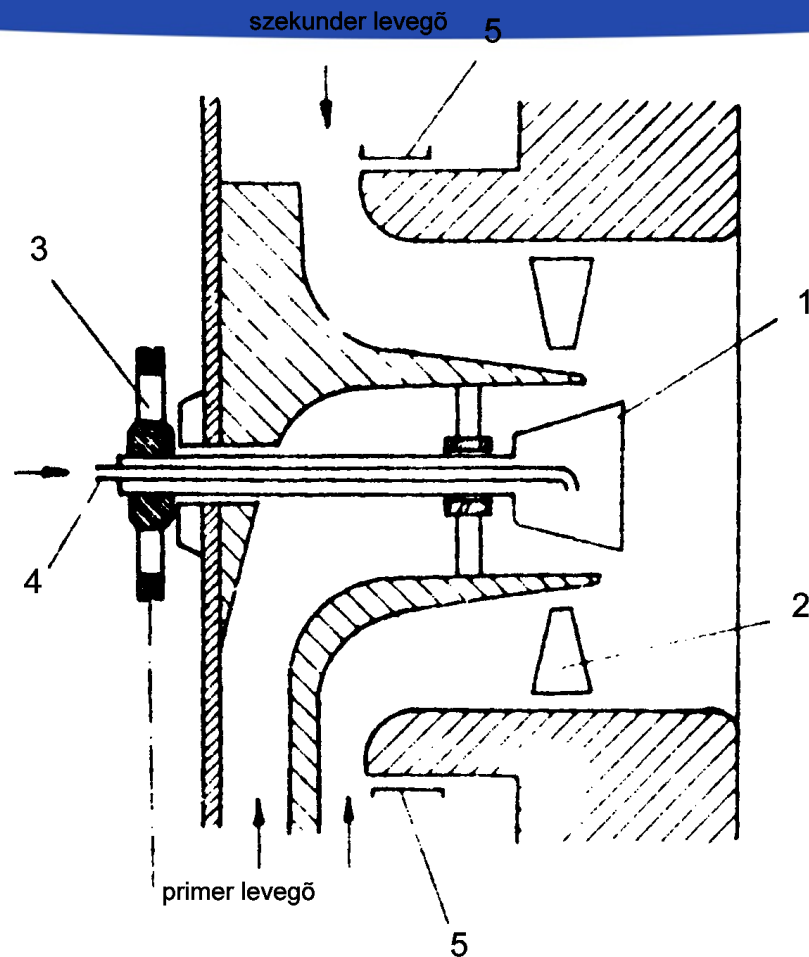
a) levegő bevezetés; b) szénpor-levegő keverék; c) másodlagos levegő

GŐZPORLASZTÁSÚ OLAJÉGŐ



(Alacsony viszkozitású olaj)

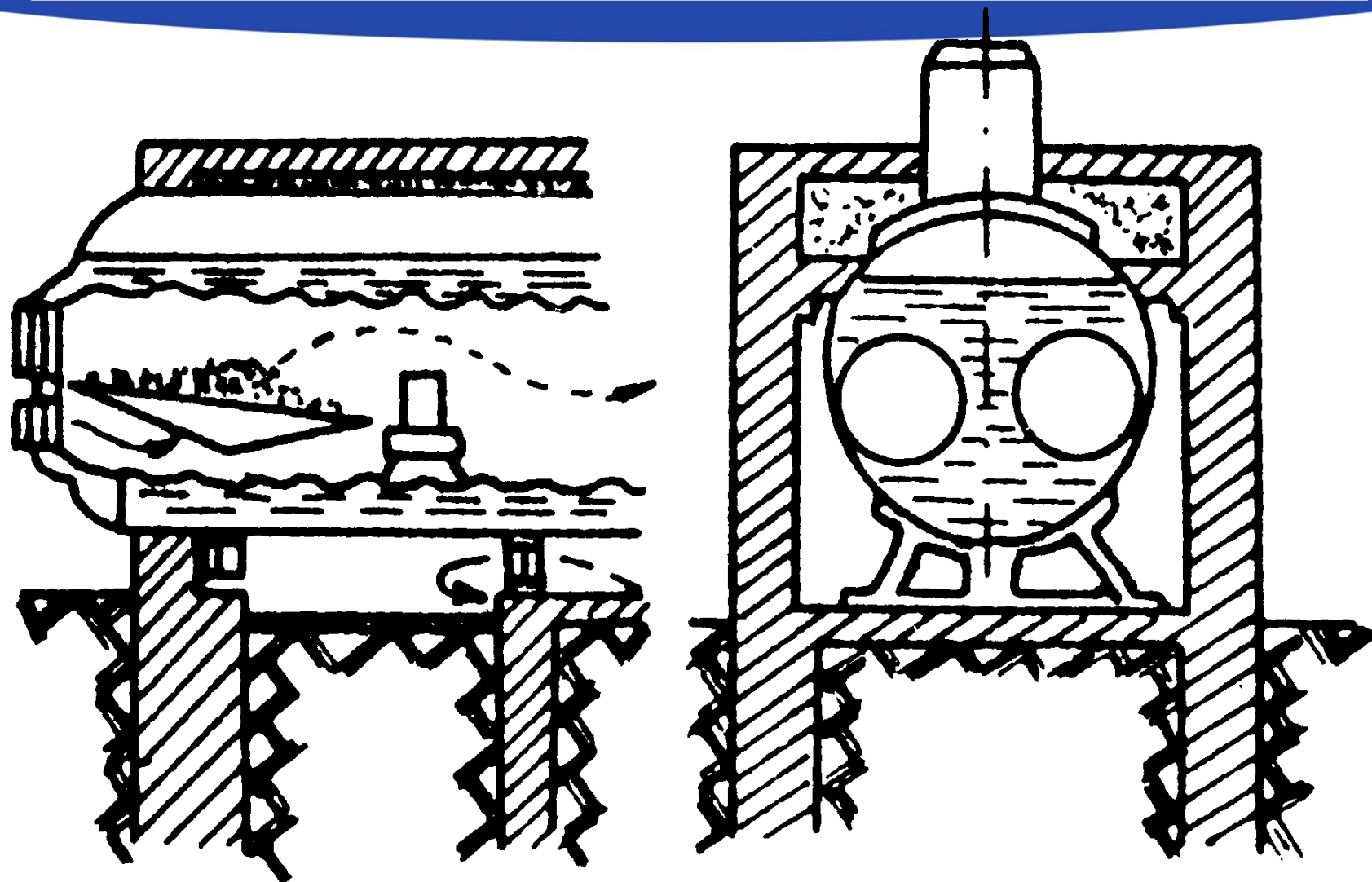
FORGÓSERLEGES OLAJÉGŐ



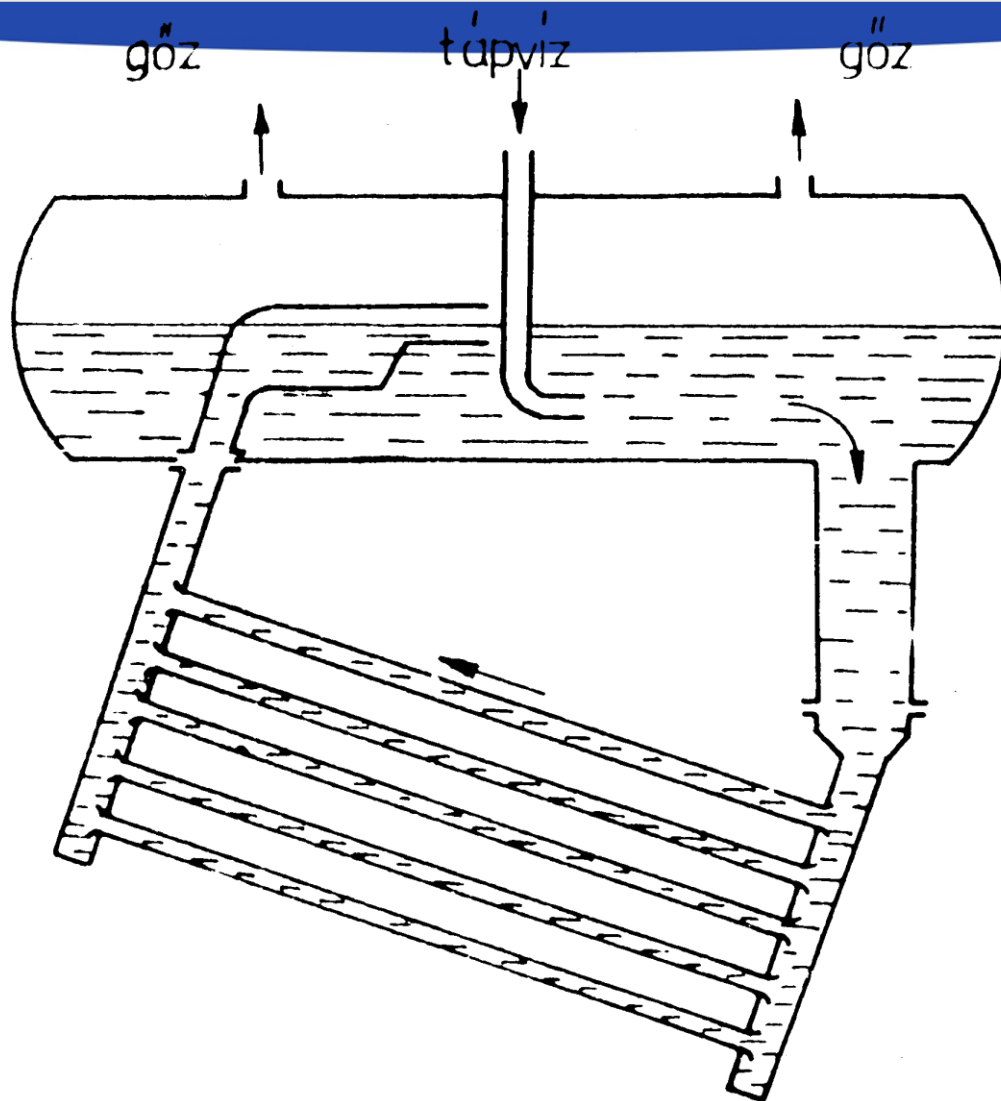
1 – serleg, 2 – vezetőlapátok, 3 – hajtás, 4 – álló olajvezeték, 5 – másodlevegő csappantyúja

TERMÉSZETES VÍZCIRKULÁCIÓJÚ KAZÁNBERENDEZÉSEK

CORMWALL KAZÁN KÉT TŰZCSŐVEL



STEINMÜLLER KAZÁN



Falazott tűzterű, osztatlan kamrás kazán

Kazándob

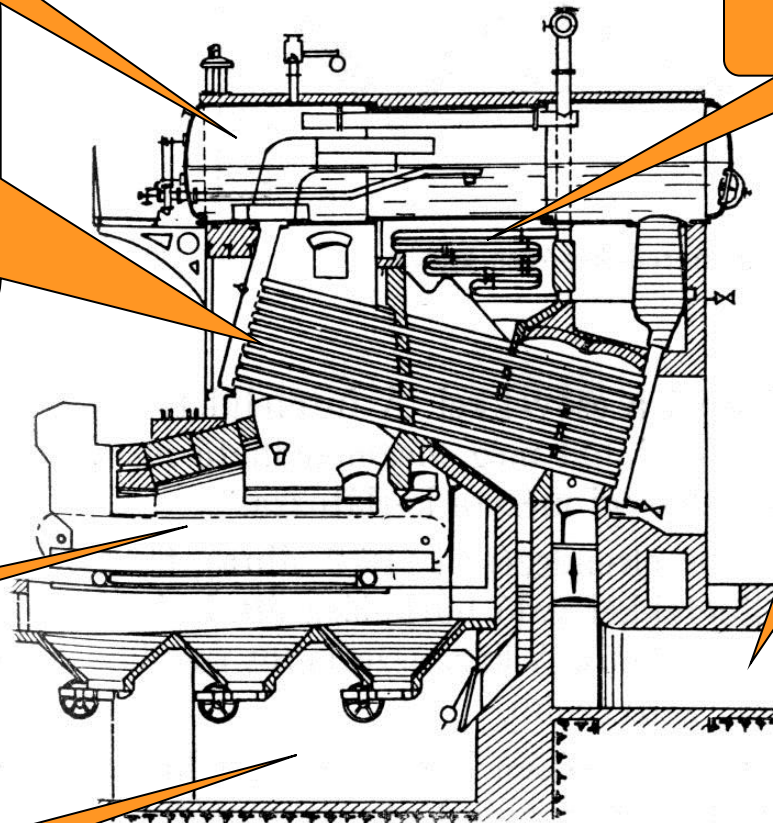
Egyenes vízcsövek, melyek osztatlan elosztó- ill. gyűjtőkamrákba csatlakoznak. A csövek a természetes cirkuláció elősegítése érdekében ferdek.

Túhevítés

Kéményhez

Vándorrostély tüzelés szilárd tüzelőanyaghoz

Salakozó tér



Falazott tűzterű, osztott kamrás kazán

Kazándob

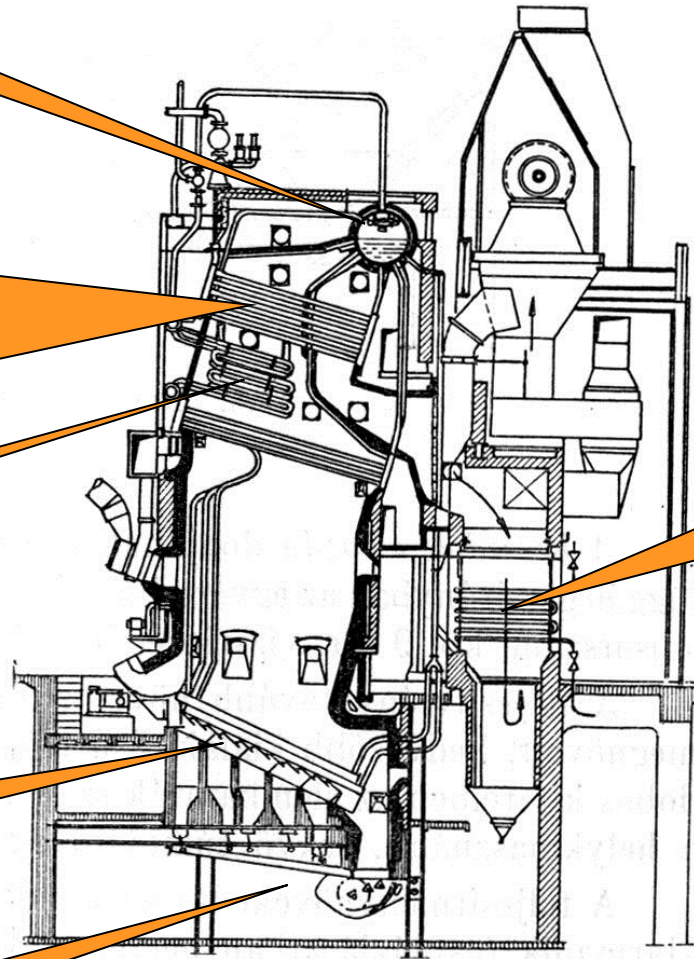
Egyenes vízcsövek, melyek több különálló kamrába csatlakoznak. A csövek a természetes cirkuláció elősegítése érdekében ferdek.

Túlhevítés

Lépcsősrostély tüzelés szilárd tüzelőanyaghoz

Salakozó tér

Tápvíz előmelegítő



Meredekcsöves kazán

Gyűjtő és elosztó kazándobok a csőkötegek csatlakoztatására

Túlhevítés

Ejtőcsövek

Kéményhez

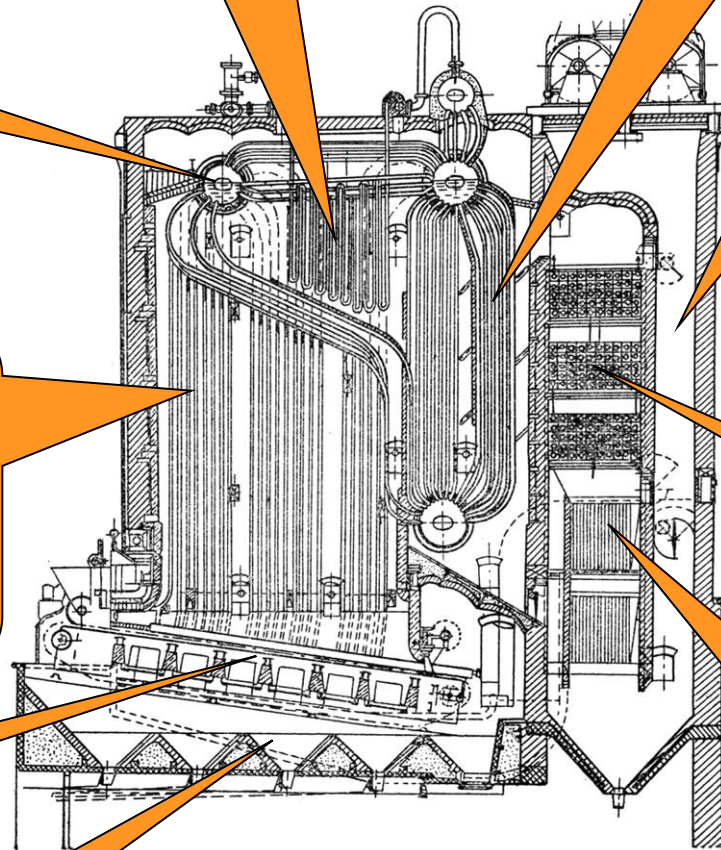
Függőleges vízcsövek, melyek egy része jobban (felszálló csövek) más része kevésbé fűtött (ejtőcsövek). A csövekben természetes cirkuláció van.

Léghevítő

Vándorrostély tüzelés szilárd tüzelőanyaghoz

Tápvíz előmelegítő

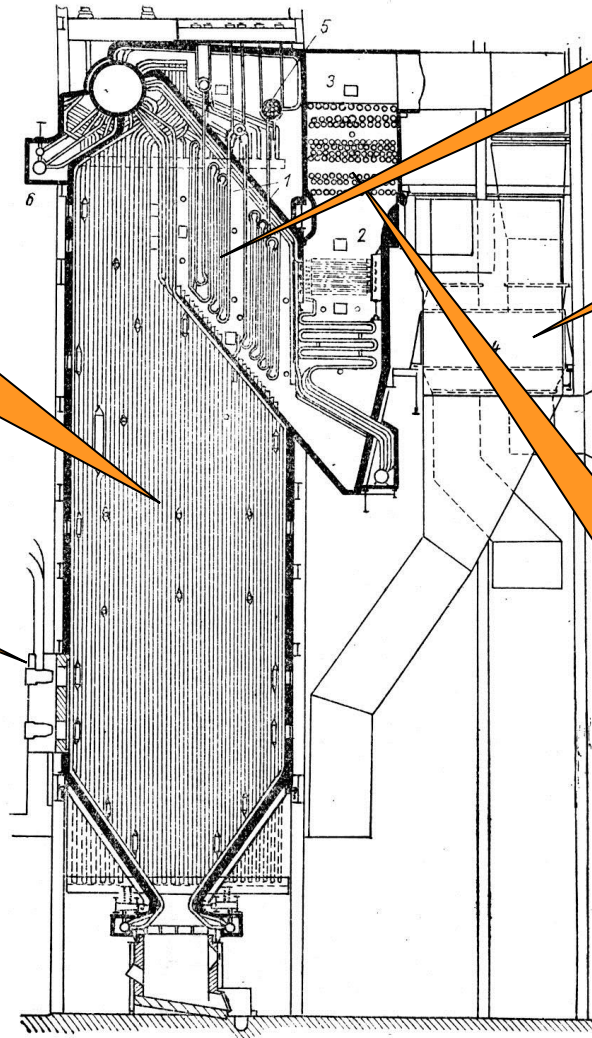
Salakozó tér



Besugárzott tűzterű kazán

A függőleges csövek burkolják a teljes tűzteret. Az elgőzöltető felület teljes egészében besugárzott.

Szénpor, olaj vagy gázégők



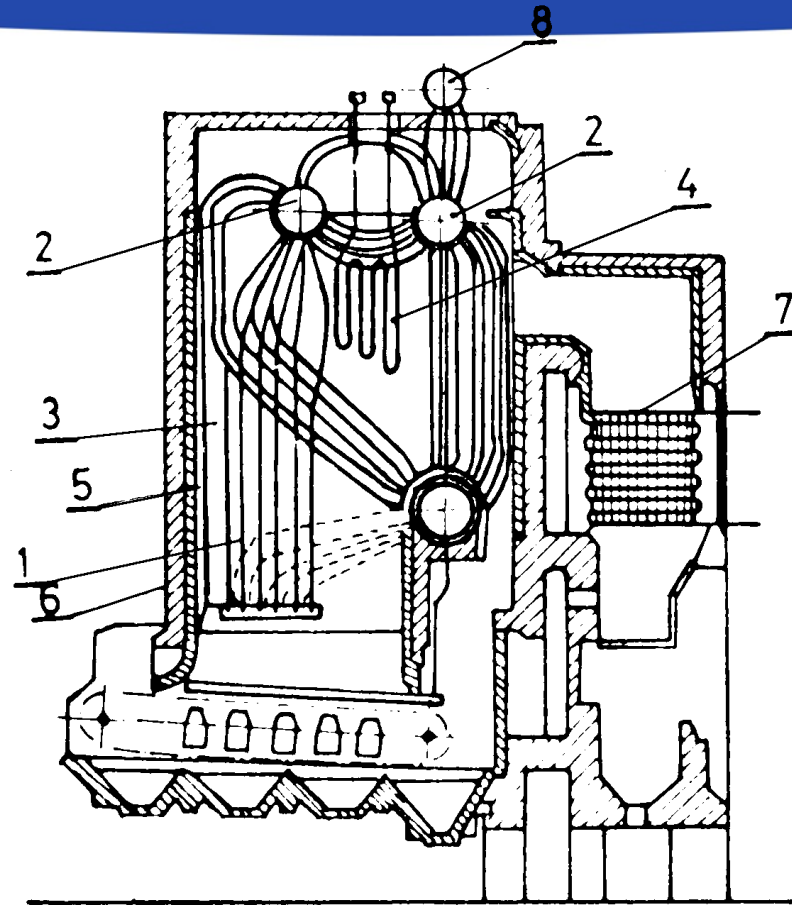
Túlhevítés

Léghevítő

Kéményhez

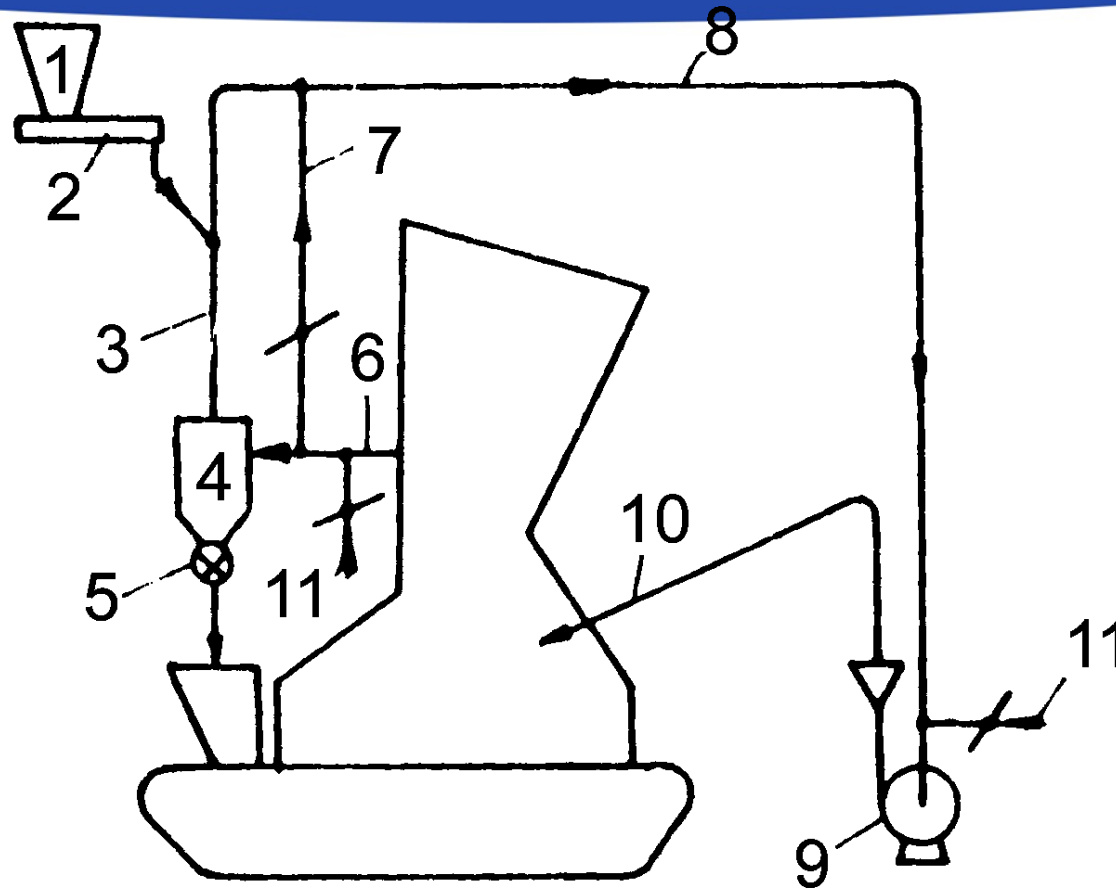
Tápvíz előmelegítő

MEREDEKCSÖVES KAZÁNTÍPUS



1 – alsó kazándob, 2 – felső kazándob, 3 – forrcsövek, 4 – gőztúlhevítő, 5 –
tükröcsövek, 6 – kazánfalazat, 7 – tápvízfelmelegítő, 8 - gőzgyűjtő

VEGYESTÜZELÉSŰ KAZÁN



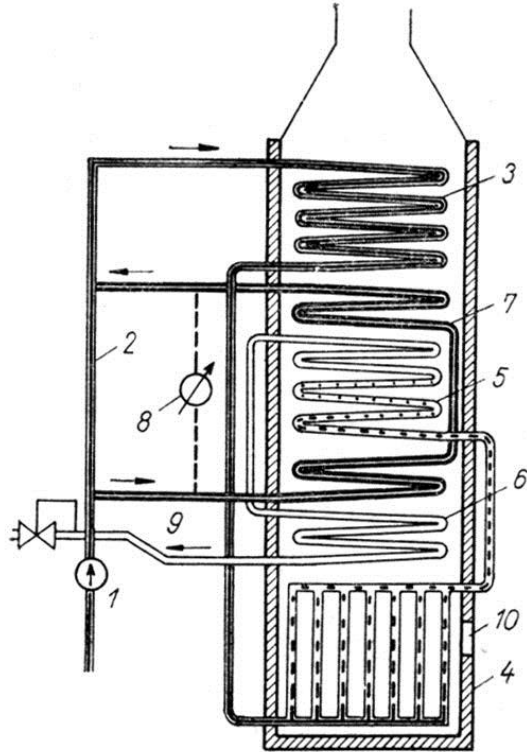
1 – bunker, 2 – adagoló, 3 – osztályozócső, 4 – osztályozott szénbunker, 5 –
ürítő, 6 – füstgázelszívó vezeték, 7 – rövidrezáró vezeték, 8 – aprószen
vezeték, 9 – malom, 10 – szénporbefúvó vezeték, 11 – meleglevegő vezeték

KÉNYYSZEÁRAMLÁSÚ KAZÁN BERENDEZÉSEK

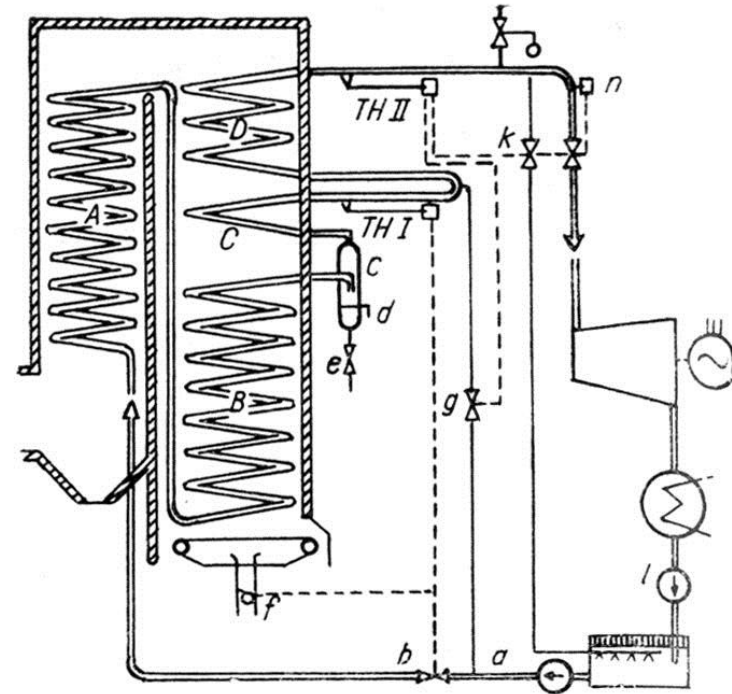
Kényszeráramlású kazánok

Nincsenek osztó és gyűjtő dobok vagy kamrák. Lényegében egyetlen cső a fűtőfelület, melyben szivattyú tartja fenn az áramlást.

Kényszeráramlású kazánok

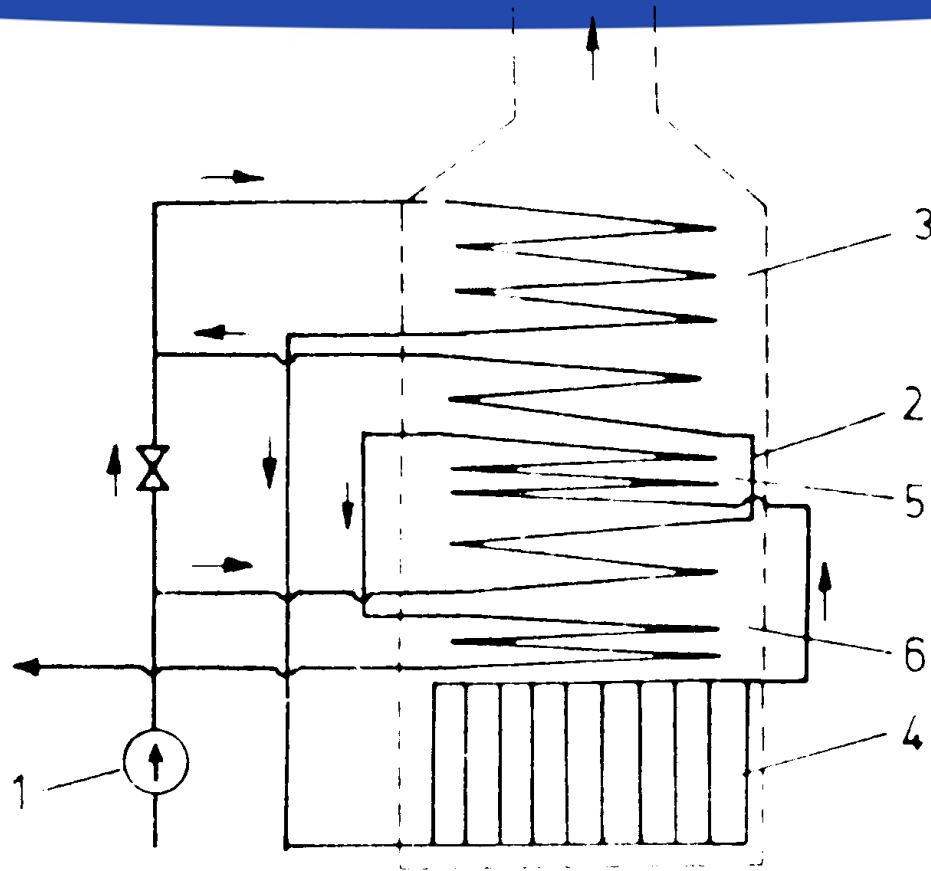


Benson-kazán elvi váz-
lata. 1 tápszivattyú; 2 fojtószelep;
3 tápvizelőmelegítő; 4 besugár-
zott fűtőfelület; 5 utóelgőzölög-
tető; 6 túlhevítő; 7 mellékfűtő-
felület; 8 hőfokkülönbség-mérő;
9 gőzelvétel; 10 égők



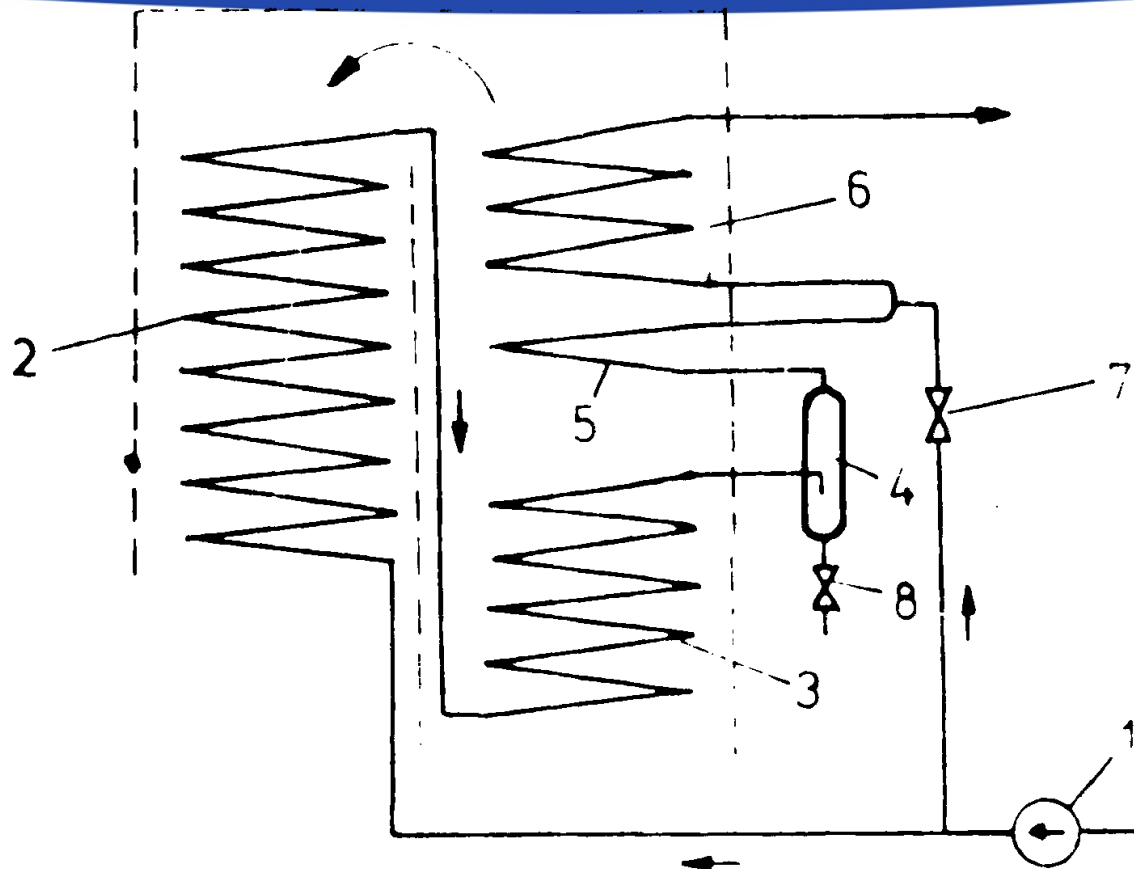
Kényszeráramlású Sulzer-kazán sé-
mája. A elgőzölögtető; B elgőzölögtető; C utó-
elgőzölögtető; D túlhevítő; TH I közbelső
hőfokszabályozó; TH II véghőfokszabályozó;
a tápszivattyú; b tápszabályozó; c sóleválasztó;
d állandó iszapoló; e szabályozott iszapoló; f
aláfűvásszabályozó; g befecskendező szabályozó;
h nyomásszabályozó; i nyomászszelep; k mellék-
szelep; l kondenzszivattyú

BENSON-KAZÁN



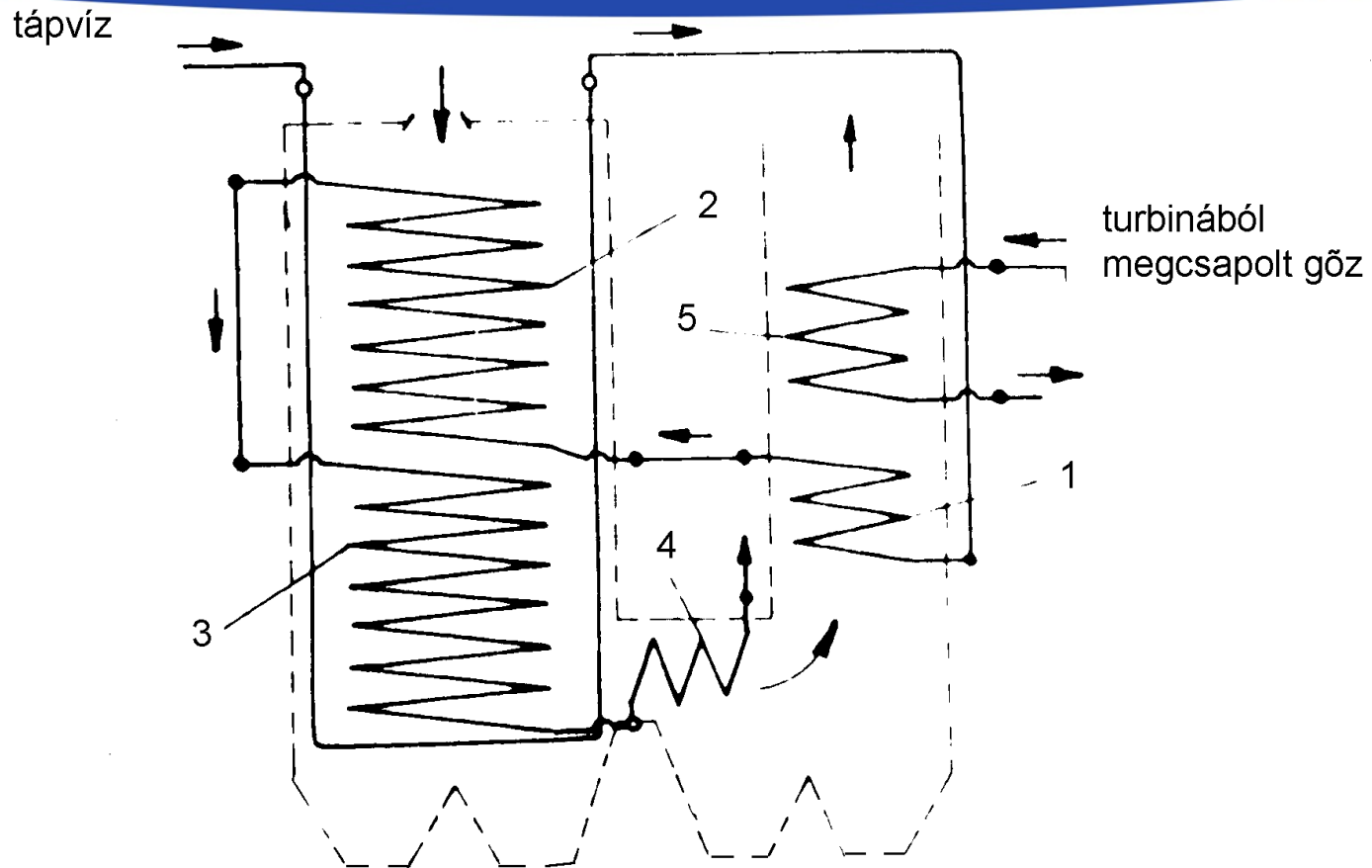
**1 – tápszivattyú, 2 – mellékfűtőfelület, 3 – tápvízelőmelegítő, 4 – besugárzott
elgőzöltető, 5 – utóelgőzöltető, 6 – túlhevítő**

SULZER-KAZÁN



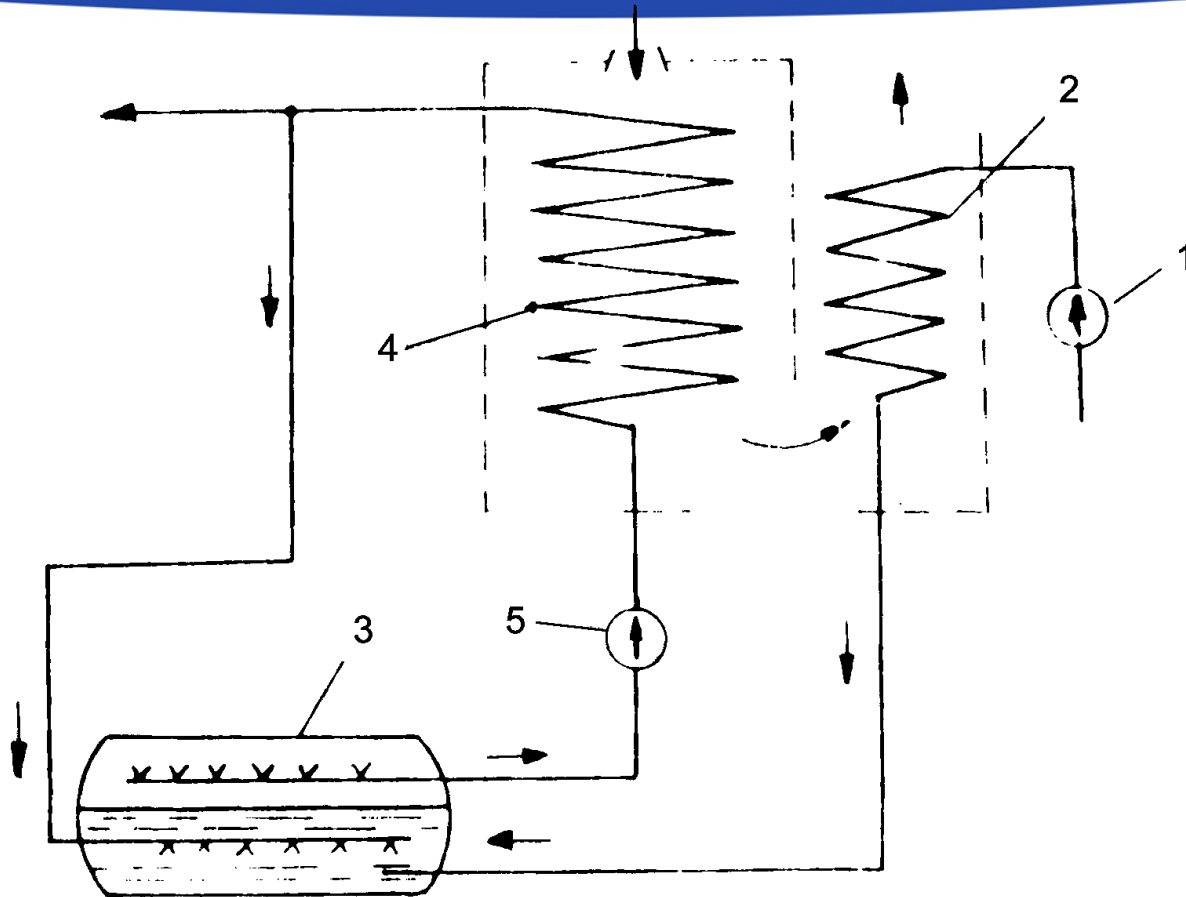
1 – tápszivattyú, 2, 3 – elgőzölögtetők, 4 – sóleválasztó, 5 – utóelgőzölögtető, 6 – túlhevítő, 7 – tápvíz befecskendezés szelepe, 8 - leiszapoló

RAMZIN-KAZÁN



**1 – tápvízelőmelegítő, 2 – elgőzölögtető, 3 – utóelgőzölögtető, 4 – túlhevítő, 5 –
közbenső túlhevítő**

LÖFFLER-KAZÁN

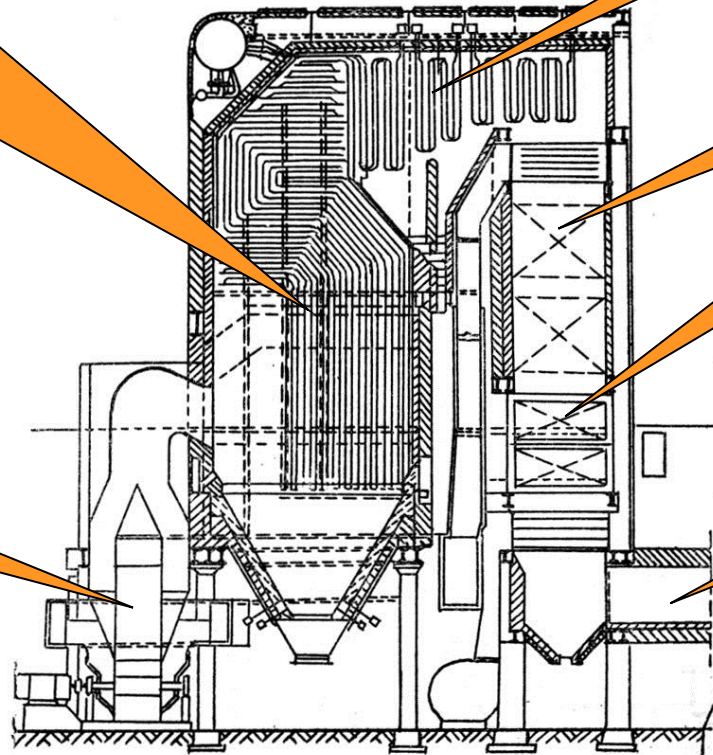


1 – tápszivattyú, 2 – tápvízfelmelegítő, 3 – elgőzöltető dob, 4 – túlhevítő, 5 – keringtető szivattyú

Kényszer keringetésű La Mont-kazán

A besugárzott tűzteret burkoló sok kis átmérőjű csőben szivattyú tartja fenn a keringést.

Szénpor tüzelő berendezés. A malomban őrléssel előállított szénport ventilátorok fújják be a tűztérbe



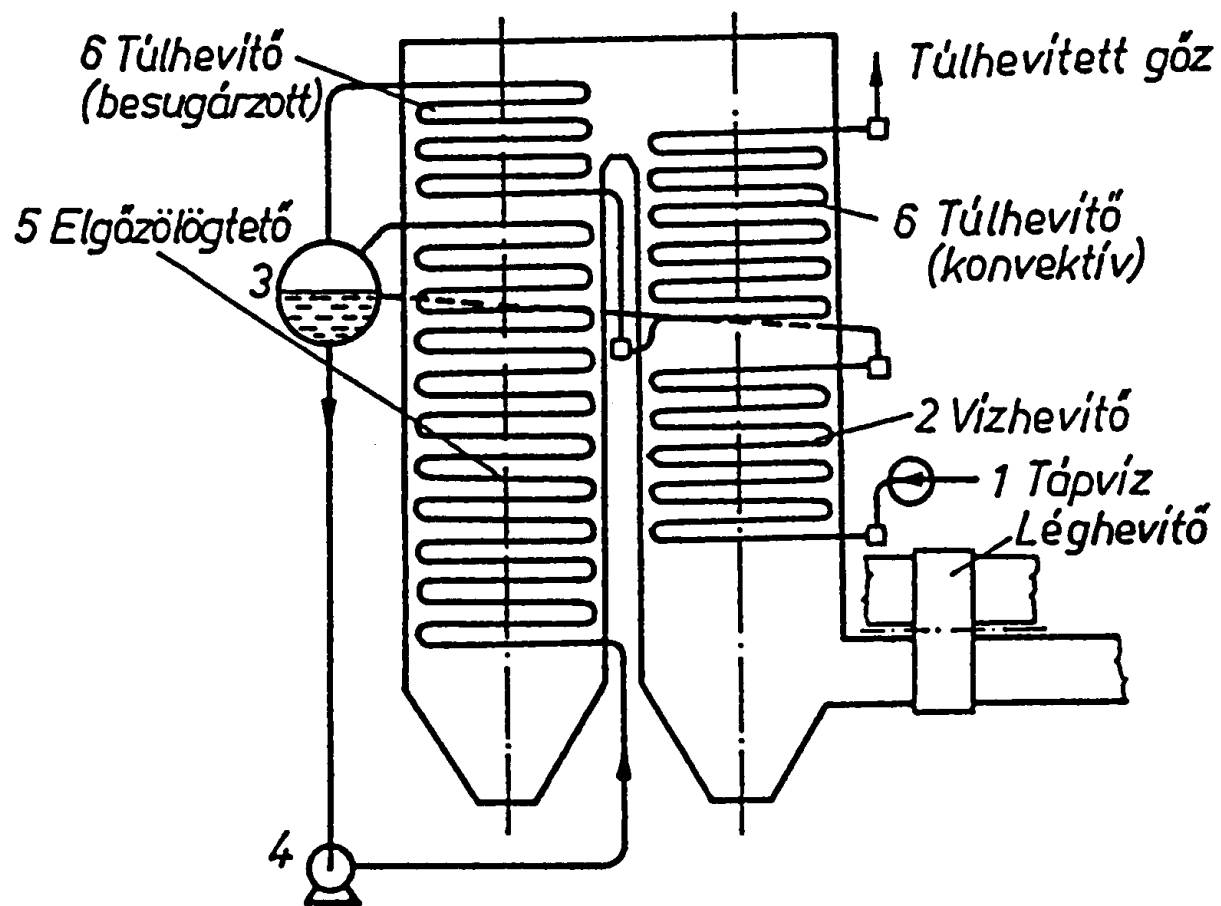
Túlhevítés

Tápvíz előmelegítő

Léghevítő

Kéményhez

KÉNYSZEKERINGTETÉSŰ KAZÁN

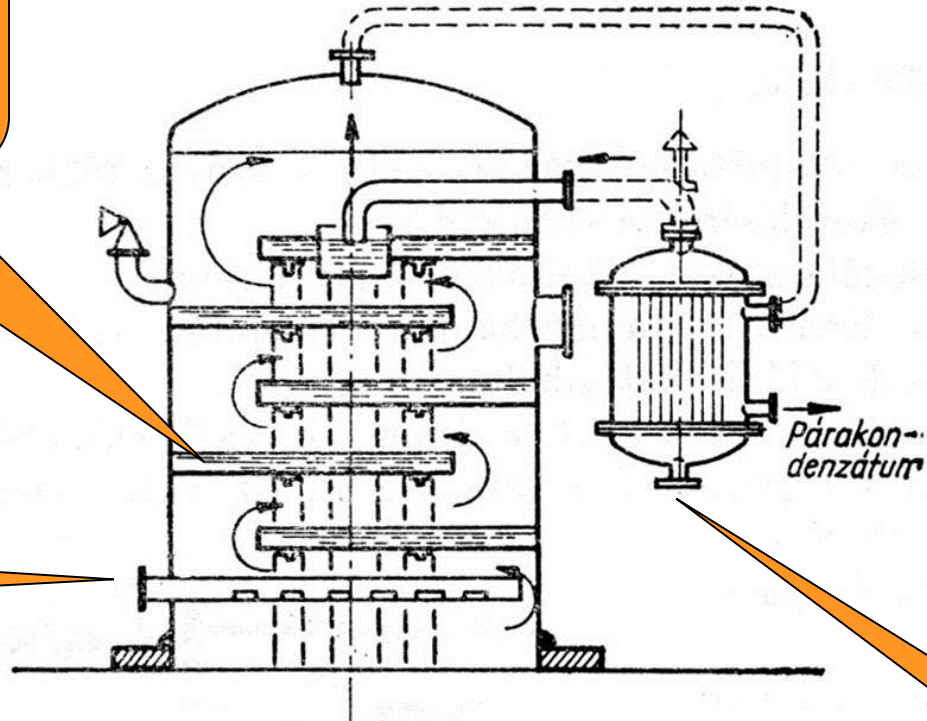


KIEGÉSZÍTŐ BERENDEZÉSEK

Gáztalanító

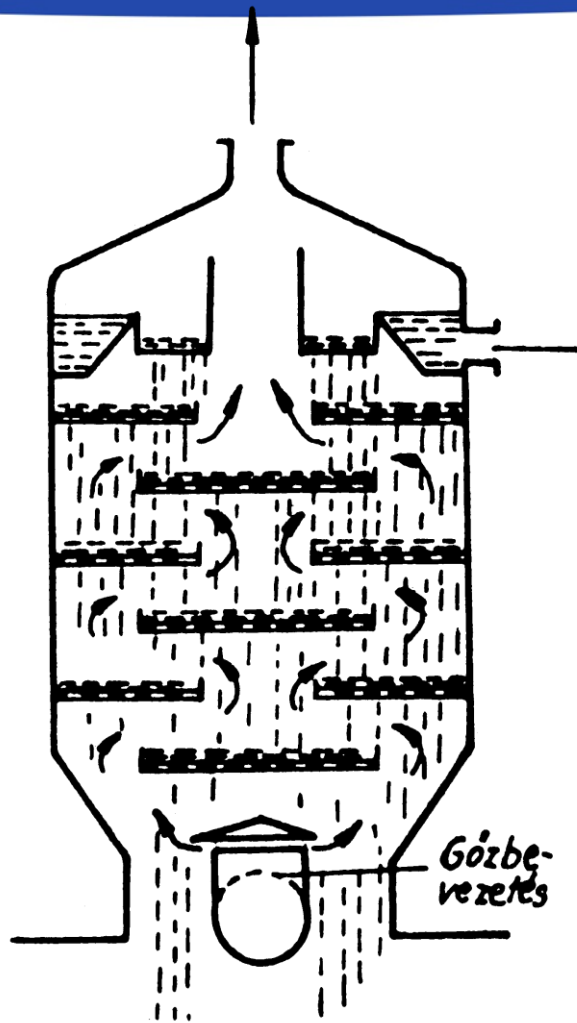
A tálcákon lecsorgó tápvíz telítési állapotra melegszik és a benne oldott gázok távoznak.

Fűtőgőz belépés

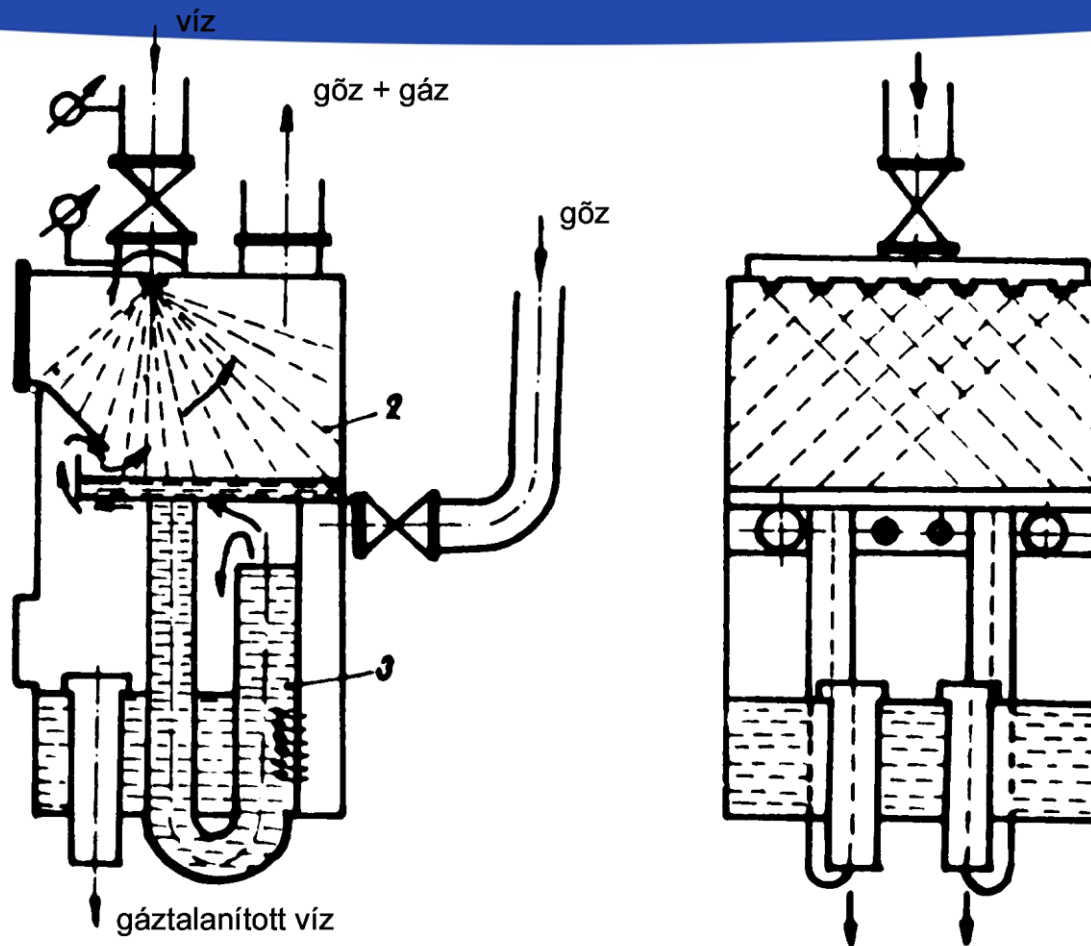


Tápvíz belépés

CSEPEGTETŐ GÁZTALANÍTÓ

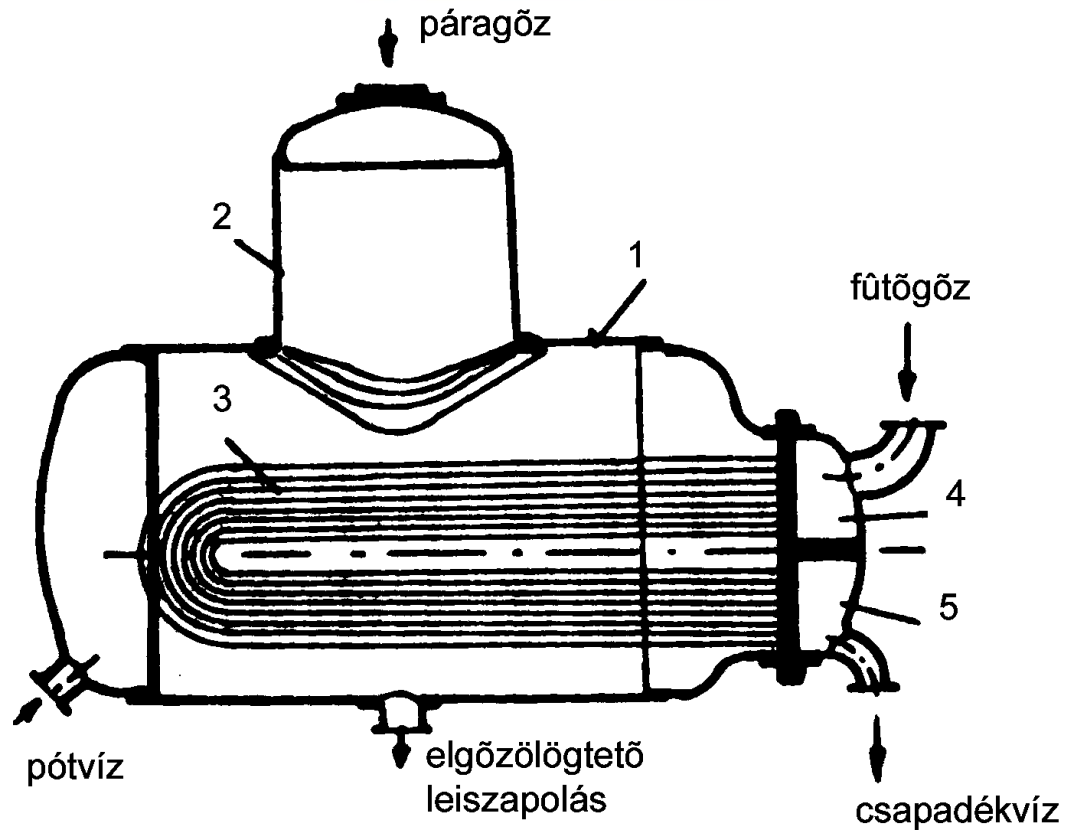


KÉTFOKOZATÚ GÁZTALANÍTÓ



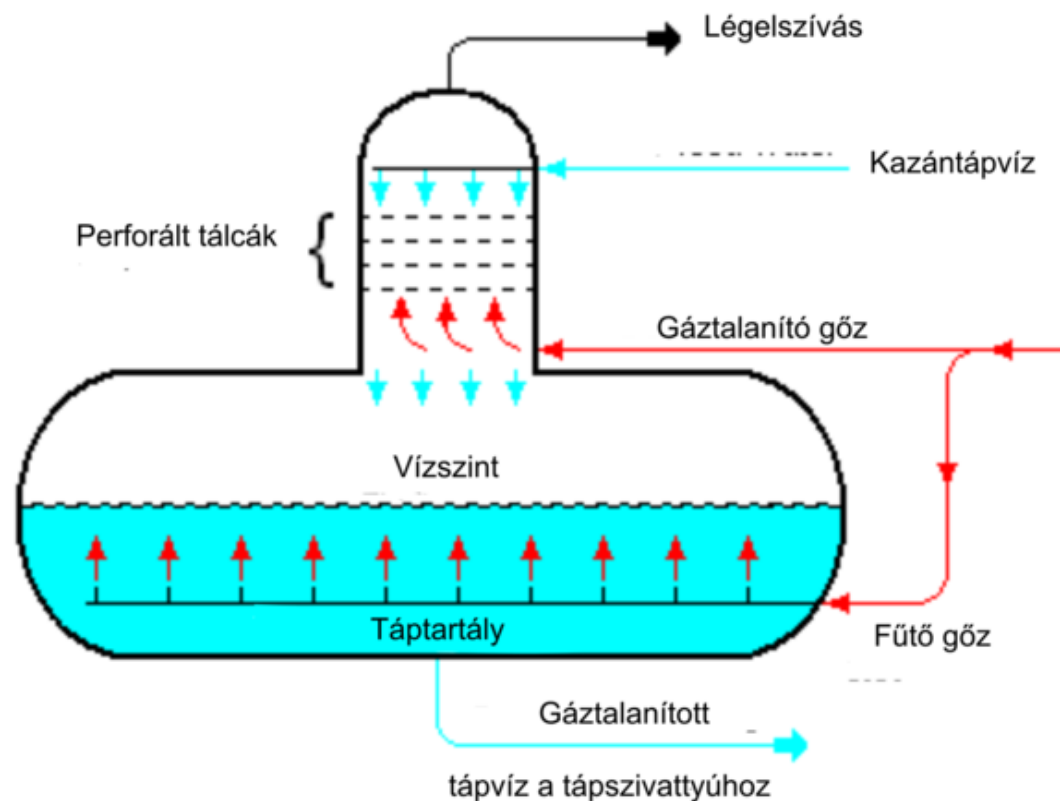
1 – porlasztók, 2 – forraló, 3 – buborékolató

FEKVŐ ELGŐZÖLÖGTETŐ



1 – elgőzölögtető tartály, 2 – páragőzgyűjtő dóm, 3 – fűtőcsövek, 4 – fűtőgőz bevezető kamra, 5 – kondenzátum elvezető kamra

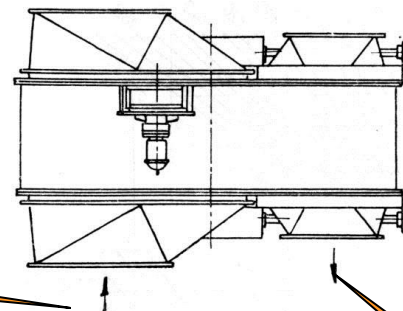
Kazántápvíz légtelenítő



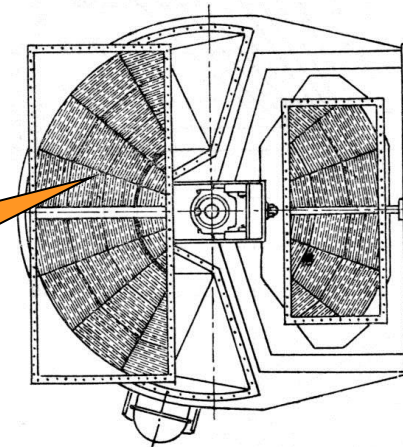
- |—|— Belső gőzelosztó cső
- |—|— Belső perforált cső (vízelosztó)
- - - - Perforált tálcák
- — — — Kisnyomású gőz
- — — — Kazántápvíz (visszakeringetett kondenzátum és pótvíz)

Ljungström léghevítő

Füstgáz

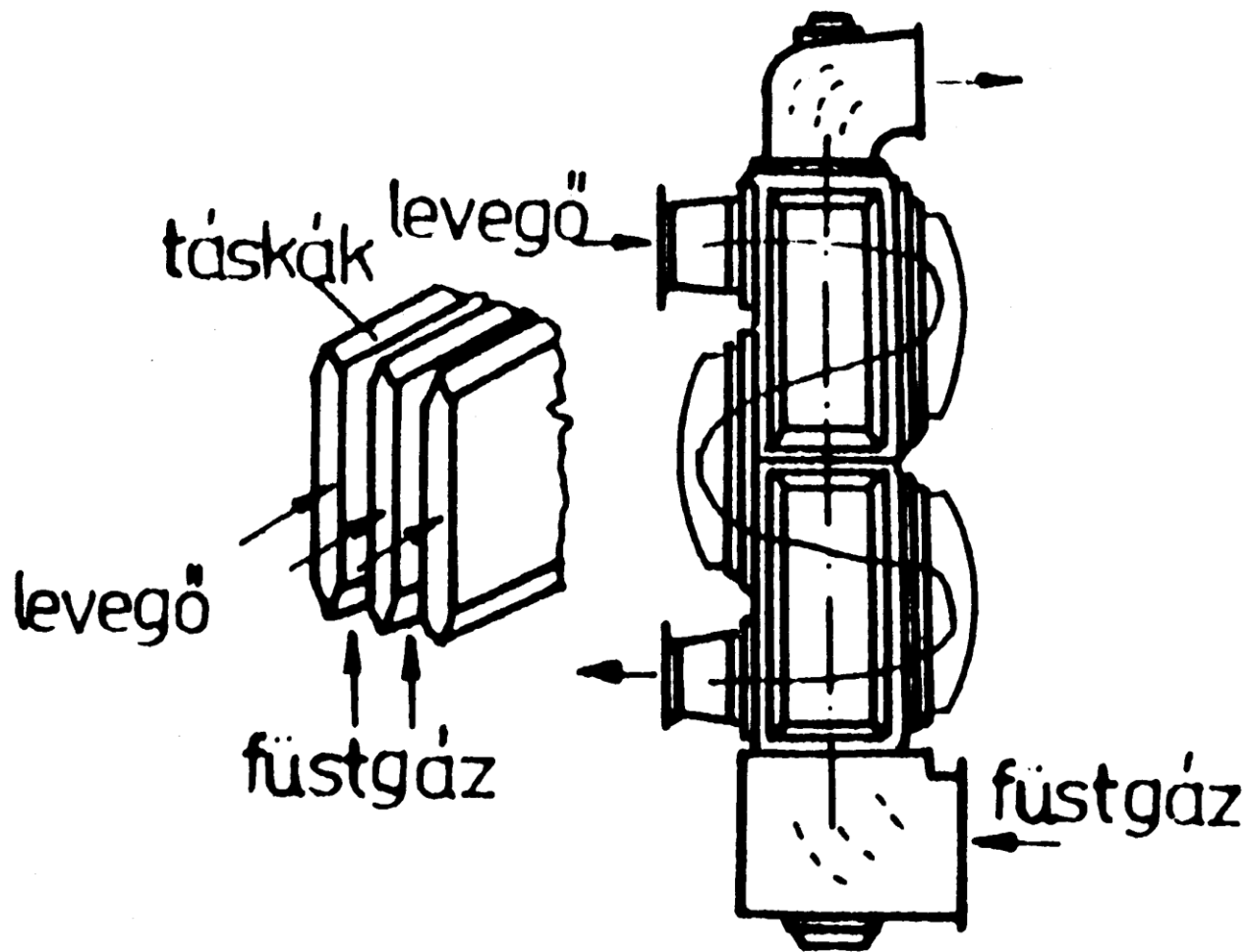


Levegő

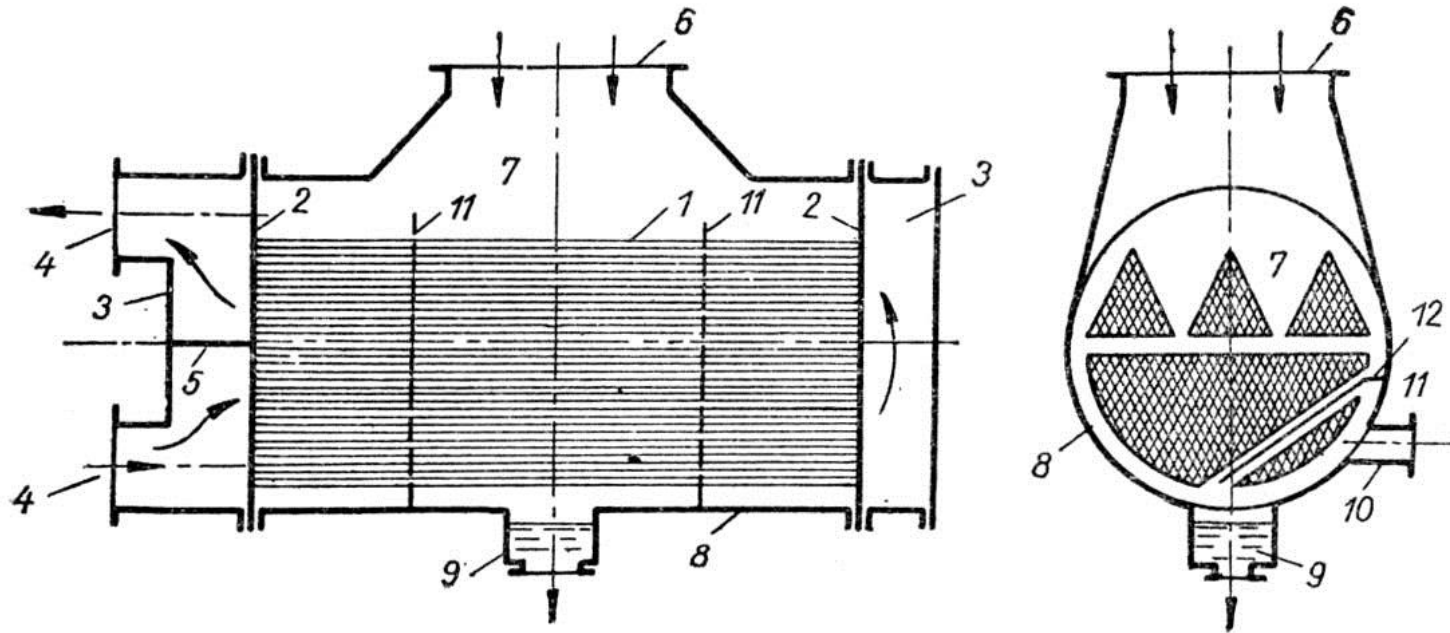


A forgó dobban lévő lemezek váltakozva érintkeznek a füstgázzal és a levegővel. Regeneratív hőcserélő.

TÁSKÁS LÉGHEVÍTŐ



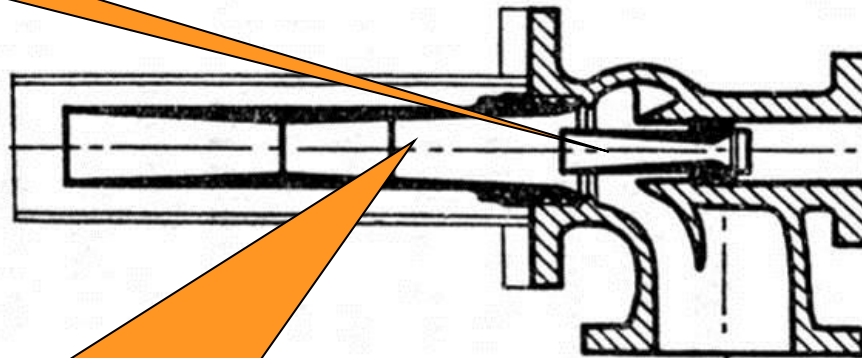
Felületi kondenzátor



Fekvő vízcsöves felületi kondenzátor vázlat: 1 vízcsövek — 2 csőfalak — 3 vízkamrák — 4 hűtővíz be- és kilépőcsonkok — 5 válaszfalak — 6 kondenzátor-csonk — 7 gőztér — 8 kondenzátorköpeny — 9 csapadékgyűjtő — 10 léghelszívás — 11 támasztó lemezek — 12 terelő lemezek

Gőzsugárszivattyú

Laval-fúvóka



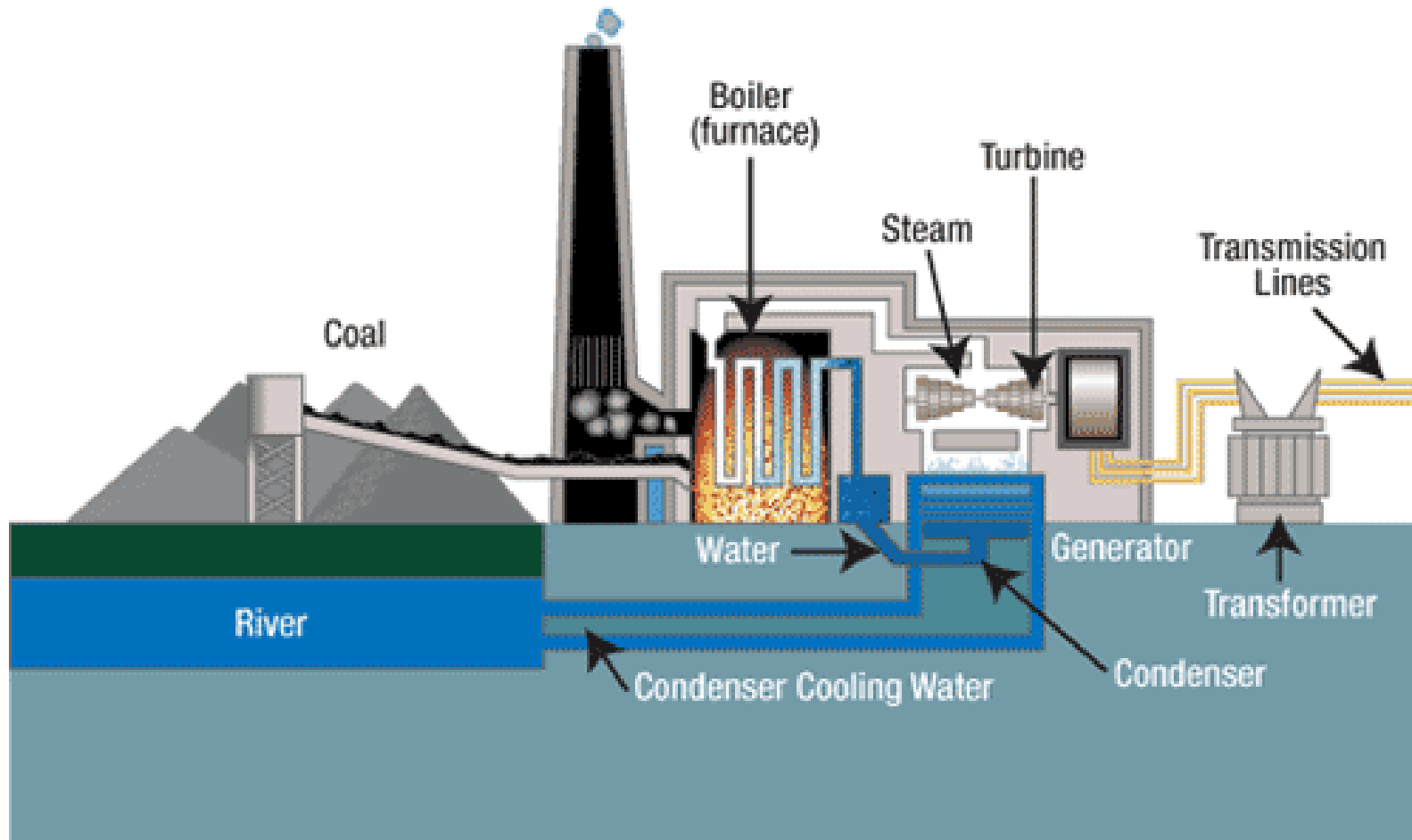
A nagy sebességű gőzáram depressziót idéz elő, ami lehetővé teszi a levegő elszívását és a szükséges vákuum előállítását a kondenzátorban.

Gőz
belépés

Az elérhető vákuum 0,15 bar. 2-3 sorbakapcsolt fokozattal 0,025 .. 0,015 bar is elérhető.

Levegő
elszívás

Széntüzelésű erőmű sémája



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE