

3. CSŐRENDSZEREK

A csőrendszerek csövekből, csőidomokból, csőszerelvényekből, (szelepek, csapok stb.) tartályokból, a munkaközeg mozgásba hozó gépből, (szivattyú, kompresszor, ventilátor stb.) vagy mechanikus munkát kifejtő gépből (hidromotor, munkahenger stb.) állnak.

A hajók csőrendszereit feladataik alapján általában három nagy csoportba osztjuk (3.1 táblázat).

Hajóüzemi csőrendszereknek nevezzük azokat a rendszereket, amelyek a hajónak mint gépnek biztosítják az üzemét.

Gépüzemi csőrendszereknek nevezzük azokat a csőrendszereket, amelyek a hajók gépészeti berendezéseit szolgálják ki.

A harmadik csőrendszercsoportot az egészségügyi csőrendszerek alkotják.

Különleges helyet foglalnak el a hidraulikus rendszerek, melyek a fenti osztályozásba nehezen illeszthetők be, általában a gépüzemi csőrendszerek közé tartoznak, de mint részegység hajóüzemi csőrendszerekben is, sőt fedélzeti gépek elemeiként is megtalálhatjuk őket. Ezért célszerű a hidraulikus rendszereket külön csoportként tárgyalni.

A csőrendszer elemeinek az anyagát elsősorban a munkaközeg tulajdonságainak (fajtája, nyomása, hőmérséklete) másodsorban a gazdaságosságnak a figyelembevételével választják meg.

A munkaközeg fajtája szerint megkülönböztetünk olajszármazékot (üzem-, kenő-, ásványolaj stb.), vizet (édes-, külső-, tenger-, szennyvíz stb.), gázokat (levegő, széndioxid) és gőzt szállító csővezetékét. A munkaközeg nyomása lehet kicsi, 1 bar túlnyomás alatti (pl. szellőző rendszerben), közepes, 25 bar-ig, vagy nagy, 25 bar felett (pl. a sűrített levegő rendszer: 30 bar). A gőzvezetékek hőmérséklete elérheti az 500 °C-t, és a hűtőgépek egyes csővezetékeiben -30 ... - 40 °C alá is süllyedhet.

A csőrendszerben az üzemeltetés során kialakuló legnagyobb nyomást nevezik üzemi nyomásnak. A csőrendszer tömörségének, szilárdságának vizsgálatakor az üzemi nyomásnál nagyobb próbanyomást alkalmaznak. A próbanyomás nagyságát előírás határozza meg, általában az üzemi nyomás 1,25-2,00-szerese.

CSŐRENDSZEREK FELOSZTÁSA

C s ő r e n d s z e r e k			
Hajóüzemi csőrendszerek	Gépüzemi csőrendszerek	Egészségügyi csőrendszerek	Hidraulikus csőrendszerek
Fenekvíz rendszer Ballasztrendszer Tűzoltórendszer Mentőrendszer Rakodó csőrendszer Raktárszellőző rendszer raktárhűtő rendszer Tankfűtő rendszer Tankmosó rendszer	Kenőolaj rendszer Územanyag-rendszer Hűtővíz-rendszer Kipufogó és kazán-kémény rendszer Gőz- és hőhasznosító rendszer Sűrítettlevegő-rendszer	Szellőző rendszer Fűtési rendszer Hűtőrendszer Ivó-, mosdó-, öblítővíz rendszer Szennyvíz- és fekáliarendszer	

Az azonos külső méretű csövek belső átmérője a különböző falvastagság miatt eltérő lehet (pl. a 89 mm külső átmérőjű 3,2 mm falvastagságú cső tényleges belső átmérője 82,6 mm, a 6 mm falvastagságúé 77 mm). Ezért a csövek, csőszerelvények méretének jelölésére bevezették a névleges átmérő (NÁ) fogalmát, amely a tényleges belső átmérő kerekített értéke (a példában mindkét esetben NÁ 80 mm).

A csövek és csőszerelvények további jellemző adata a névleges nyomás, amennyit a cső, csőszerelvény károsodás nélkül kibír. Ha a közeg hőmérséklete 100 °C-nál nagyobb, a csőrendszer üzemi nyomását a szerkezeti anyagok szilárdságának csökkenése miatt a névleges nyomáshoz képest csökkenteni kell.

3.1 Csövek

3.1.1 Acélcsövek

A legtöbb követelménynek az acél felel meg, könnyen megmunkálható és a többi anyagfajtaéhoz képest a legolcsóbb. Kis- és közepes nyomásoknál gyengén ötvözött, nagy nyomásokra és nagy hőmérsékletekre (400 °C fölött) erősen ötvözött hőálló acélfajtákat alkalmaznak.

Az acél kiváló szilárdsági tulajdonságai mellett nagyon kevésbé áll ellent a korrózió hatásának. A korrózió elsősorban a vizet (különösen külső, és tengervizet) szállító, a kettősfenékben vagy a géptéri padló alatt fektetett csöveken jelentkezik.

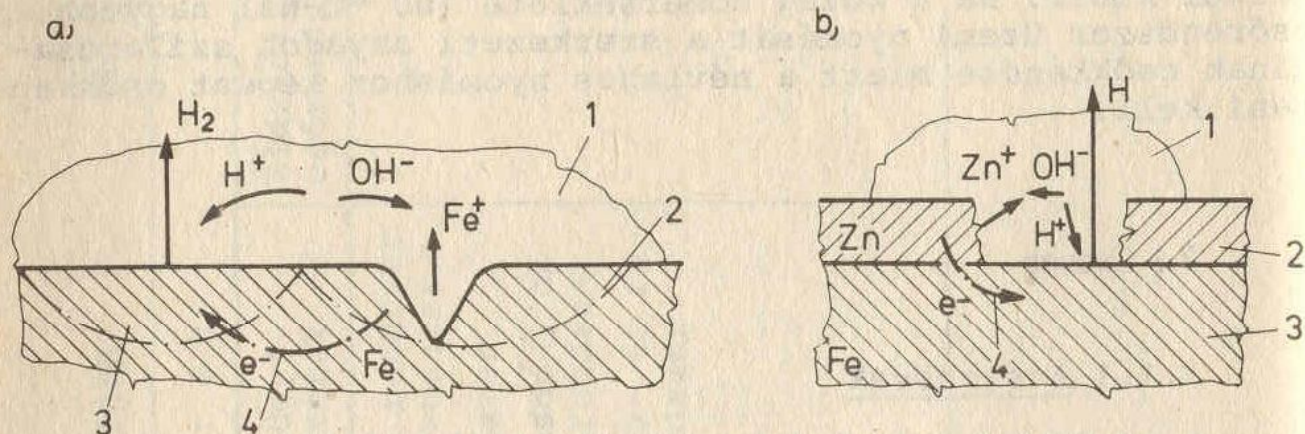
A hajókon alkalmazott acélcsövek névleges átmérője 3...1000 mm között változik. Az előbbit a pneumatikus logikai vezérlőrendszerekben, az utóbbit nagy tankhajók rakodó csőrendszereiben, vagy kipufogórendszerekben használják fel. A csövek falvastagságát a szilárdsági és az élettartam követelményeknek megfelelően 3...16 mm között választják meg.

3.1.2 Acélcsövek korróziója és korrózióvédelme

A csőrendszerekben jelentkező korrózió elsősorban elektrolitikus jellegű. Az acél anyagszerkezete nem homogén. Ha a felületén valamilyen elektrolittal (páralecsapódás, szállított folyadék) érintkezik, akkor különböző elektromos potenciálú területek alakulnak ki. A pozitívabb potenciálú területek anódként, a többiek katódként fognak a kialakuló helyi galvánelemben működni. Mivel a galvánelemek az acéltestben rövidre vannak zárva, viszonylag nagy áram folyik a katódról az anód irányába, ami az anód felületén

intenzív oxidációs folyamathoz vezet. Az elektrolitikus korrózió során nem egyenletes oxidréteg, hanem elszórtan mély kráterek keletkeznek. A korróziós folyamatra kedvező körülmények között a kráterek növekedése elérheti az évi 2-3 mm-t is.

A korrózió ellen lehet tűzi horganyzással, passziválás-festéssel, vagy zománcozással, részlegesen pedig bélés-csövek segítségével védekezni.



3.1 ábra

Elektrolitikus korrózió

a) védőbevonat nélküli acélfelületen b) Zn (horgany) védőbevonattal ellátott felületen

1. elektrolit 2. anód körzete 3. katód körzete 4. elektron-áramlás

Az acél anyagú csőrendszerek legáltalánosabban elterjedt korrózióvédelmi eljárása a tűzi horganyzás. A horganyzás lényege, hogy a horganybevonat cinkje lényegesen pozitívabb, mint a vas és az ötvöző fémek, ezért ha a bevonat megsérül, galvánelem alakul ki, amelynek az anódja, és ezzel a roncsolódó elektród a védőbevonat lesz. (3.1 ábra). A tűzihorganyzás előnye, hogy aránylag hosszú ideig kielégítő védelmet nyújt (az igénybevételtől függően 3-10 év élettartamú), továbbá a hasonló védettséget adó eljárások közül a legolcsóbb. Hátránya az, hogy a kész, horganyzott csöveket már nem lehet hegeszteni, mert a hegesztésekor mérgező gázok keletkeznek. Tűzi horganyzást gazdasági okokból csak a korrózióknak legjobban kitett csöveknél használnak. Ilyen módon védik az összes külső-, tenger- és ivóvizet szállító csöveket.

A meleg vizet (60 °C fölött) szállító csővezetékét tűzi horganyzással már nem lehet védeni az elektrolitikus korrózió ellen, mert a cink és a vas egymáshoz viszonyított potenciálja a hőmérséklettől is függ, 70 °C körül a két fém közötti potenciálkülönbség előjelet vált, azaz a magasabb

hőmérsékleteken a cink lesz a katód és az acél az anód. Az ellenkező irányú elektrolitikus korrózió következményeként az ép bevonat alatt az acél fog károsodni. Ezeket a csöveket külső, esetleg belső passziválással és festéssel lehet védeni.

Ugyancsak passziválással és festéssel védik a levegőt és olajszármazékokat szállító csöveket. Mivel az olaj bizonyos korrózióvédő tulajdonsággal is rendelkezik, (a levegőtől, nedvességtől elzárja a csőfelületet) az olajvezetékeket csak külső védőréteggel látják el.

A passziváláskor a letisztított felületet foszforsavat tartalmazó folyadékkal, vagy alapozó festékekkel kenik be. A foszforsav hatására foszfátok képződnek a fémfelületen mindig jelen lévő különféle oxidokból. A vékony egybefüggő foszfátréteg igen erősen kötődik a fémfelülethez, tömör és a mechanikai igénybevételeknek jól ellenáll. A foszfátréteg korróziógátló hatása abban nyilvánul meg, hogy a fémfelületet elzárja a levegő oxigénjétől és az elektrolitoktól. A passziválás-alapozás után a felületet két-három festékréteggel vonják be. A jól elkészített, korszerű anyagokból készült festékbevonat élettartama két-három év.

Az utóbbi időben kezd elterjedni a csővezetékek felületvédelme zománcozással. A zománc igen kemény és szilárd védőréteg, melyet nagy hőmérsékleten égetnek rá a kész csövekre. A zománcozás igen jó védelmet nyújt a korrózió ellen. A zománcozott csövek élettartama elérheti a 15-20 évet. A zománcozás kb. háromszor-öttször drágább a tűzi horganyzásnál, s emiatt kevésbé gazdaságos. Elsősorban olyan hajókon alkalmazzák, melyeken rendkívül kiterjedt vizes csőrendszereket építenek be és nincs lehetőség e rendszerek gyakori nagyjavítására (pl. halfeldolgozó hajók, személyhajók).

A csővezetékek bélelésekor gumival, vagy műanyaggal vonják be az acélcső belső felületét. A bélelt csövek élettartama igen hosszú, körülbelül azonos a zománcozott csövekével, de élettartamuk nagymértékben függ a szállított agresszív közeg tulajdonságaitól. Az acélcsövek korrózióvédelmi eljárásai közül a bélelés a legdrágább megoldás, így csak különlegesen agresszív közegeket, pl. folyékony vegyszereket (savak, lúgok), vagy élelmiszereket (étolaj) szállító csővezetékeknel alkalmazzák.

3.1.3 Színesfém- és műanyag csövek

A hajókon korábban nagyon elterjedten alkalmaztak réz-ötvezetű csöveket.

Közös, jó tulajdonságuk, hogy a tengervíz korróziós hatásaival szemben igen ellenállóak, jó hővezetők. Ugyancsak közös, de hátrányos tulajdonságuk, hogy sokszorosan

drágábbak, mint az acélcsövek, és a környező hajótest elektrolitikus korrózióját okozhatják. A vörösréz nagyon rugalmas, a sárgaréz ötvözetek azonban ridegek.

Ma már csak különleges esetekben alkalmazzák a rézöt-vözeteket, például hőcserélőkben, és rezgéseknek kitett helyeken. Általában kis átmérőjűek (NÁ 3-50 mm), de régi hajókon találkozhatunk 250 mm átmérőjű sárgaréz csövekkel is. A bronz kisebb szilárdsága miatt mint szerkezeti anyag csak a szerelvények (csapok, szelepek stb.) házaként terjedt el, korrózióállósága, könnyű önthetősége és megmunkálhatósága miatt.

Főleg alumíniumtestű hajókon alkalmaznak alumínium, illetve ötvözött alumínium csöveket. Az alumínium önmagában kielégítően korrózióálló, azonban kevésbé pozitív fémek (pl. vas) jelenlétében igen gyorsan korrodál. Elsősorban kis- és közepes nyomású, és 100 °C alatti hőmérsékletű vezetékhez használható fel.

A teljesség kedvéért meg kell említeni a nyomásálló polietilén anyagú csöveket is, melyek felhasználását kísérleti jelleggel a legutóbbi időben kezdték meg. A polietilén hőre lágyul, ezért a csövekben a maximális hőmérséklet nem lépheti túl az 50 °C-t, a megengedhető maximális nyomás pedig a 10 bar-t. A csővezeték fektetésénél figyelemmel kell lenni arra, hogy ne kerüljenek meleg berendezés (kazán, hőcserélő), vagy csővezeték közelébe, és ne legyenek kitéve rezgéseknek.

3.1.4 Hajlékony tömlők

A hajlékony tömlők leggyakrabban gumi alapanyagból készülnek. A kis nyomásokhoz textil (vászon) szövetbetéttel, a nagy nyomásokhoz fémszövet betéttel. Mechanikai sérülések ellen külső fémszövet védőréteggel is burkolhatják. Újabban gumi helyett néha műanyagot is alkalmaznak az alárendeltebb helyeken. A gumitömlők anyaga olaj- és öregedésálló kell legyen.

Nagyon meleg, vagy nagyon hideg közeg (pl. cseppfolyós földgáz) szállításához tiszta fémszerkezetű hajlékony tömlőket használnak.

3.1.5 Tömítések

A tömítések gumiból, klingeritből, vörösrézből, vagy alumíniumból készülhetnek.

A gumitömítések rugalmasságukkal, jó tömítő képességükkel tűnnek ki, de a géptérben az 50-60 °C környezeti hőmérséklet, és az olajszennyezettség miatt csak különleges minőségű olaj- és öregedésálló fajtákat lehet felhasználni.

A nagyobb nyomású csőrendszerekben szövetbetétes gumilemezt használnak tömítésként. Olajat, vagy olajjal szennyezett vizet szállító csővezetékekben gumit nem használnak tömítés céljára.

A klingerit tömítéseket használják legelterjedtebben a hajókon. A különféle közegekkel szemben ellenálló, a hőre érzéketlen, így $-30...+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ között, $6,4\text{ MPa}$ nyomásig tengervíz, édesvíz-, gőz-, füstgáz-, levegő-, kőolaj, kőolajszármazékok-, freonszállító csövek tömítésére használjuk. A gumi és klingerit anyagú tömítések idővel öregsznek, megkeményednek, ezért csak egyszer alkalmazhatók.

A lágýtított vörösréz és lágý alumínium tömítések nagyon nagy (100 bar fölötti) nyomások esetén is, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletig, a legtöbb közeghez felhasználhatók. A vörösréz tömítések előnye, hogy többször is felhasználhatók (hőkezeléssel újra lágýíthatók), amíg az alumínium csak egyszeri használatra alkalmas. Mindkét tömítőanyag hátránya, hogy egyes közegekkel vegyi reakcióba léphet (pl. a vörösréz az ammóniával). A fémtömítések lezárásához nagyobb erők szükségesek, ezért általában kisebb névleges átmérők esetében terjedtek el.

3.1.6 Csőkötések

A csőrendszerek csöveit bontható, vagy nem bontható kötésekkel csatlakoztatják egymáshoz. A bontható kötések a csövekhez csatlakozó elemek (pl. a szerelvények, szivattyúk stb.) felszerelhetőségének biztosítására és a csövek szakaszokra bontására alkalmazzák. A csővezetékek szakaszokra bontására a későbbi javítások, cserék elvégezhetősége miatt van szükség. A hajókon a szűk hely és a rossz hozzáférhetőség miatt a csöveket rövid szakaszokra bontják.

A nem bontható kötések a hegesztések vagy a forrasztások. Az acélcsöveknél a hegesztés a legalkalmasabb mód, mert a csővel azonos szilárdságú kötést ad.

A csövek forrasztásához kétféle forrasztóanyagot alkalmaznak: a lágýforraszt (Zn-Pb ötvözet) vagy kemény forraszt (sárgaréz vagy ezüst). A lágýforrasztás kisebb (kb. $300\text{ }^{\circ}\text{C}$) hőmérsékleten végezhető, de a szilárdsága kicsi. Hajókon a szellőző rendszer csatornaelemeit kötik lágýforrasztal. A keményforrasztást elsősorban a színesfém csöveken alkalmazzák. A keményforrasztás nagyobb szilárdságú kötést nyújt, de a forrasztóanyag megolvasztásához nagyobb (kb. $800\text{ }^{\circ}\text{C}$) hőmérséklet szükséges.

A különféle típusú (karimás, hollandi, menetes és töm-lős) bontható csőkötések üzemi jellemzőit a 3.2 táblázat foglalja össze. A karimák és hollandi kötések anyaga acél vagy sárgaréz.

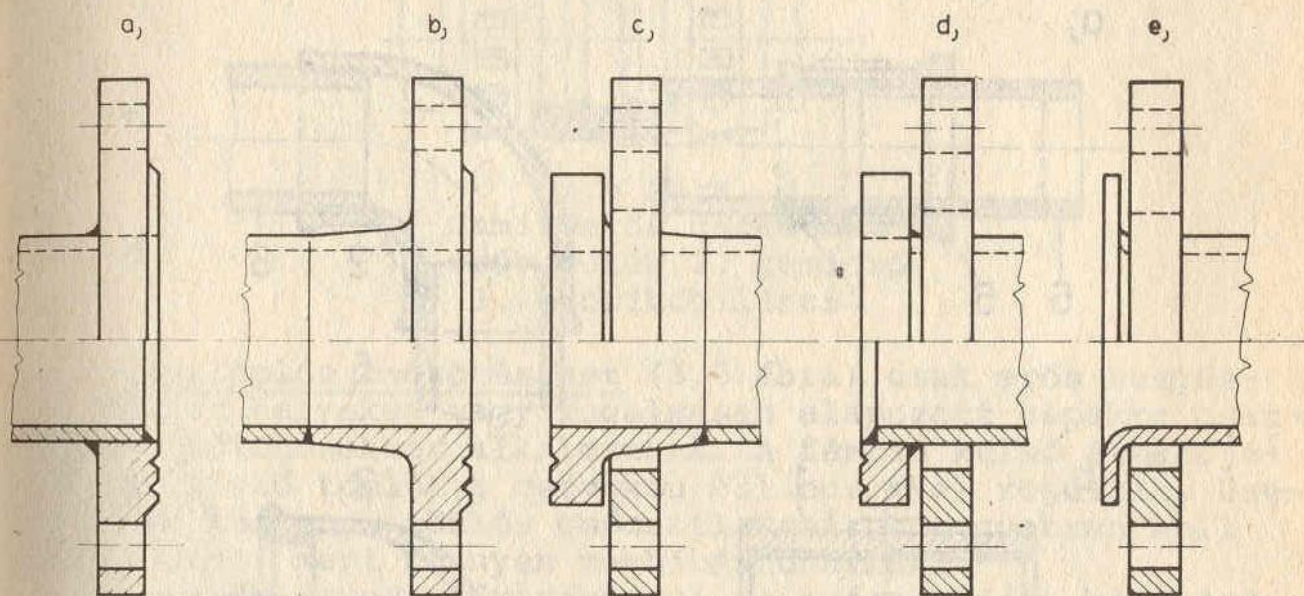
Csőkötéstípusok üzemi jellemzői

A kötés típusa	Névlleges átmérő	Névlleges nyomás	Megengedett legnagyobb üzemi hőmérséklet °C
	mm	bar	
Karimás	20-	64	400 (250)
Hollandi	3-32	100	400 (250)
Menetes	10-80	16	175
Gumitömlés	3-50	16	35

- Megjegyzés:
1. A zárójel nélküli értékek acélanysgra, a zárójelések sárgaréz anyagra vonatkoznak.
 2. Speciális kivitelű gumitömlés csatlakozások 240 °C-ig használhatók

Hajókon legelterjedtebben a karimás csőkötéseket alkalmazzák, mert a rezgések és a hajótest deformációk által okozott igénybevételeket ezek viselik el a legjobban a bontható kötésesek közül.

Az acélcsöveknél használt karimás kötésesek főbb típusait a 3.2 ábrán látjuk. A karimás kötésesek legnagyobb hátránya, hogy a karimák átmérője nagy a csőátmérőhöz képest. Különösen nagy az arány kis átmérőjű csöveknél. A merev karimás kötésesek (a és b) előnye a kis tömeg és ár, hátránya, hogy a szomszédos csöveket csak meghatározott helyzetben lehet összeszerelni az összekötő csavarok furatainak megfelelően. A laza karimás kötésesek lehetővé teszik a csőszakaszok egymáshoz viszonyított elfordítását. Peremezett csövön laza karimás kötést csak alárendelt szerepű csővezetékben és kis nyomásokon (max. 10 bar) lehet megengedni.



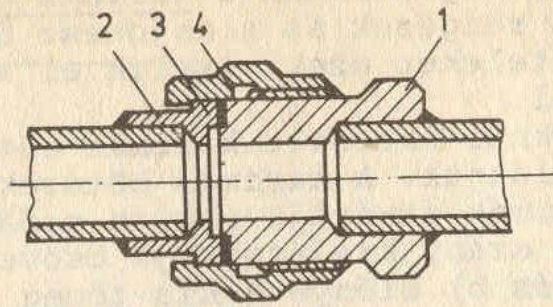
3.2 ábra

Acélcsövek karimás csőkötése

a és b merev, c, d, e laza karimával

a) merev síkkarima b) hegesztőtoldatos merev karima c. hegesztőtoldatos laza karima d) lazakarima felhegesztett gyűrűvel e) laza karima peremezett csövön

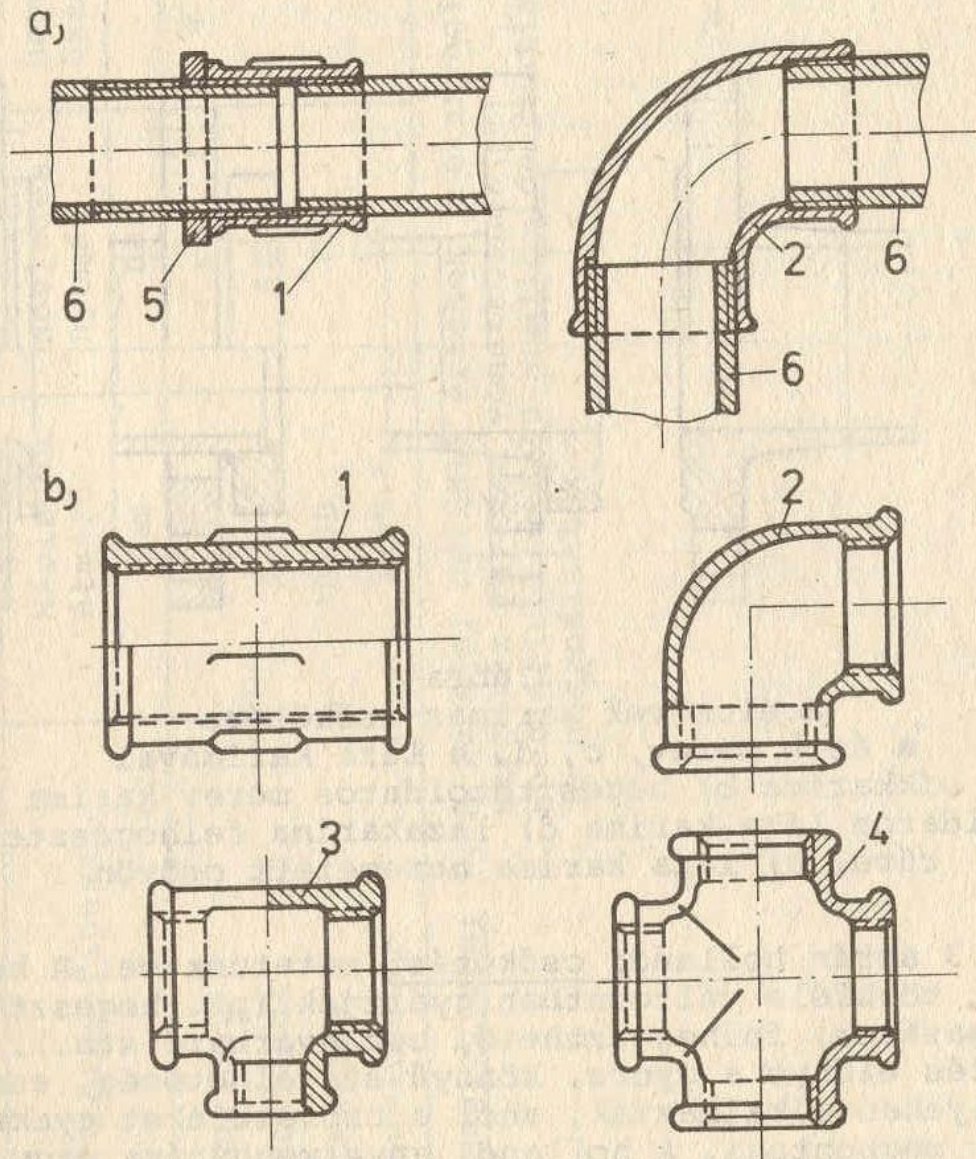
A 3.3 ábrán hollandi csőkötést mutatunk be. A hollandi kötéseket többféle változatban gyártják (pl. hegesztőtoldatos, elágazásos, felhegeszthető, becsavarható stb.). A hollandi kötés előnye a gyors, könnyű szerelhetőség, ezért olyan helyeken alkalmazzák, ahol a csővezetékét gyakran szükséges megbontani. A hollandi anya meghúzása nagy méretek esetén körülményes. Ezért általában csak 32 mm névleges átmérőnél kisebb csöveknél alkalmazzák a hollandi csőkötést.



3.3 ábra

Hollandi csőkötés

1. menetes csővégződés 2. peremes csővégződés 3. tömítés
4. hollandi anya 5. cső

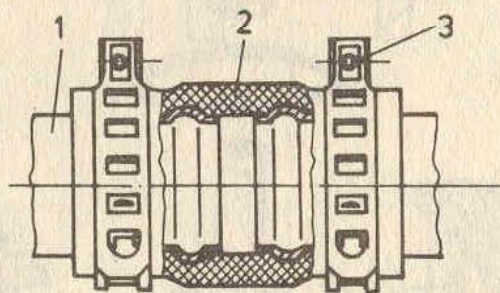


3.4 ábra

Menetes csőkötés

- a) a csőkötés metszete b. kötőelemek
1. karmantyú 2. könyök 3. T elágazás
4. kereszt 5. kontraanya (csőanya) 6. csővezeték

A hajókon a menetes csőkötések kevésbé üzembiztosak, mint a korábban említettek, azonban egyszerűségük, kis helyigényük miatt az édesvíz, a használati víz, a meleg víz és a fűtési melegvíz-rendszerekben elterjedten alkalmazzák. A menetes kötések a szárazföldön víz- és gázvezetékeknél is felhasznált 3/8" - 3" méretű acélcsövek összekötésére használják. A csöveket a 3.4 ábrán látható módon vagy karmantyúval (rövid, menetes hüvellyel) vagy csőidomokkal (könyökök, ívek, elágazások) kötik össze. Különböző átmérőjű csövek csatlakoztatására csőszűkítő idomok állnak rendelkezésre.



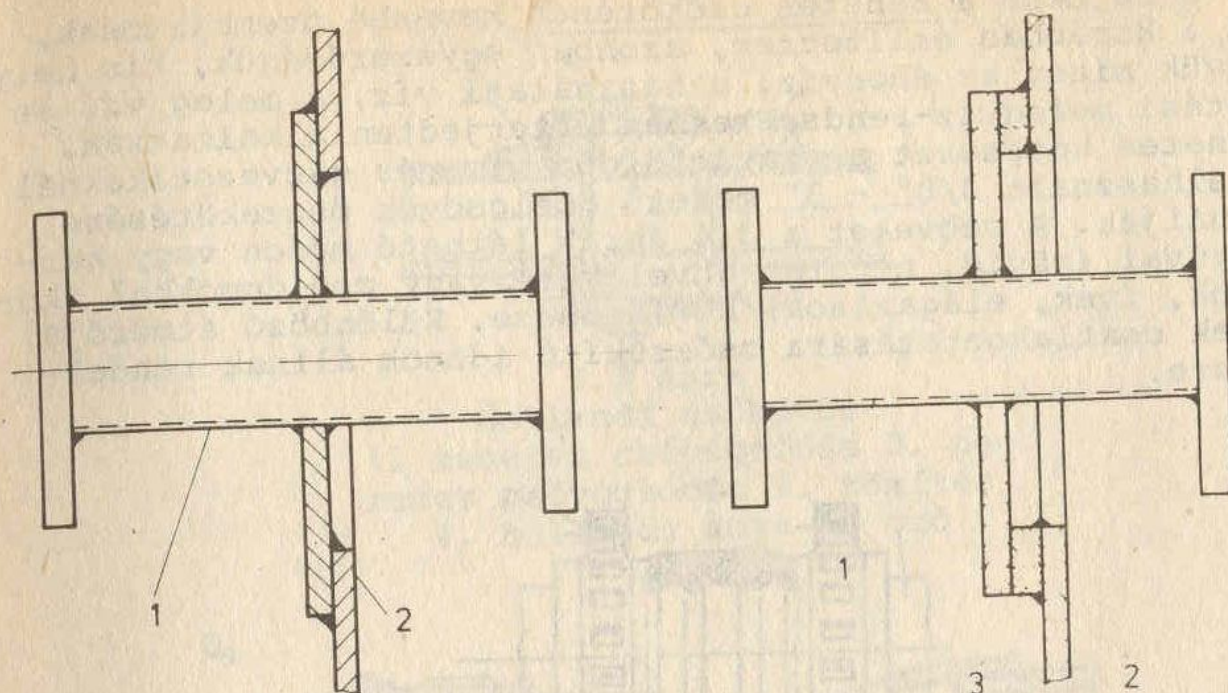
3.5 ábra
Gumitömlős csőkötés
1. csővezeték 2. gumicső
3. szorítóbilincs

Gumitömlős csőkötések (3.5 ábra) csak erős rezgésnek kitett helyeken vagy rugalmasan alapozott gépekre csatlakozó csőkötésekhez alkalmaznak. A fémcső külső átmérőjének megfelelő tömlőt a csöveken bilincsekkel rögzítik. Üzemeltetés közben a tömlős csőcsatlakozásokat gyakran kell ellenőrizni, mert könnyen meghibásodhatnak.

A hajók egyes csőrendszerei az egész hajóra kiterjednek és ezért áthaladnak a vízmentes válaszfalakon, fedélzeten. A hajó biztonsága szempontjából a falátvezetésnek teljesen vízmentesnek kell lennie, és nem csökkentheti a fal szilárdságát. A falátvezetések, és a velük teljesen azonos fedélzeti átvezetések kivitele lehet hegesztett, vagy bontható. (3.6 ábra.)

3.2 Csőszerelvények

A csőszerelvények szerepe a csőrendszerekben az áramlás irányítása, szabályozása és zárása. A szerelvényeket négy csoportba soroljuk: csapok, szelepek, tolózárak és csappantyúk (pillangószelepek).



3.6 ábra

Falátvezetés karimás csatlakozással

a) hegesztett b) bontható (csavarozott) kivitel

1. falátvezetés 2. válaszfal (vagy fedélzet) 3. alátét gyűrű menetes zsákfuratokkal

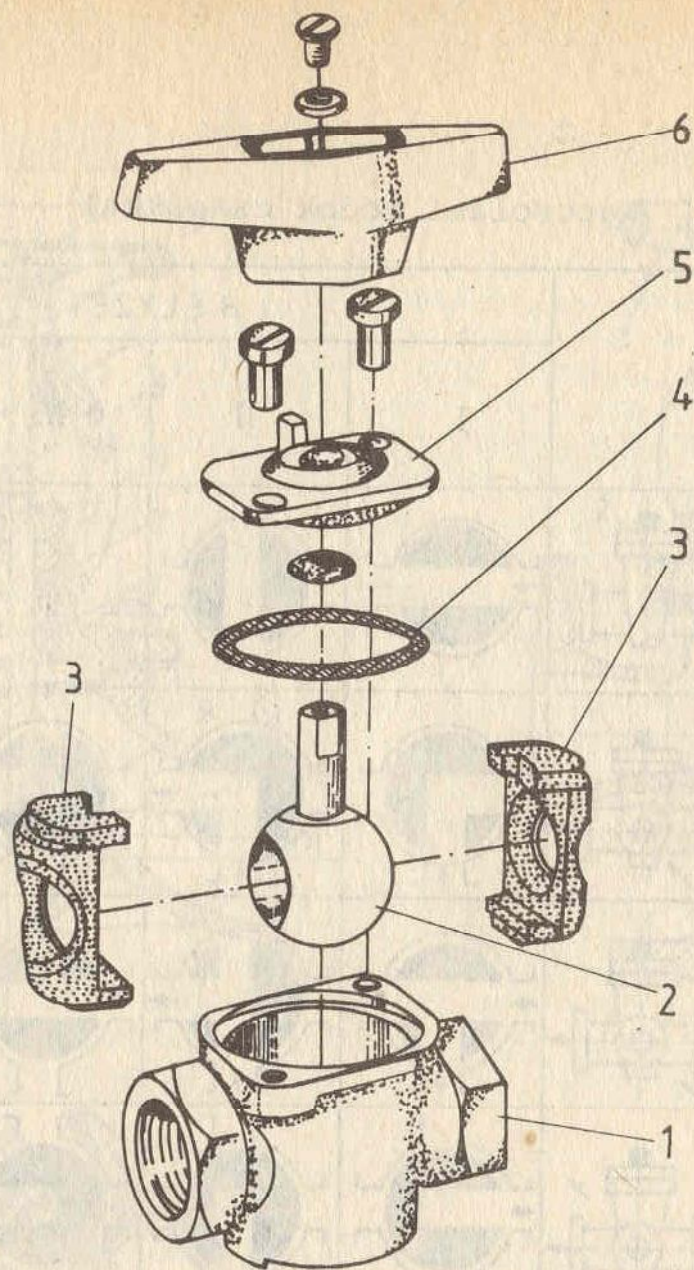
3.2.1 Csapok

Csapoknak nevezzük azokat a szerelvényeket, amelyekben a csővezeték zárását és nyitását a csőre merőleges tengely körül elforgatott záróelemmel, furattal ellátott kúpos vagy gömb alakú dugóval végezzük. (3.7 és 3.8 ábrák). A kétjáratú (ún. átmenő) csapok csak a csővezeték nyitására-zárására szolgálnak. A többjáratú csapok a folyadéknak több csővezeték közötti átirányítására is alkalmasak (3.3 táblázat).

A csapok előnye a többi szerelvényel szemben a gyors kezelhetőség, a kezelőszerv helyzetéből a csap állásának (nyitott, zárt helyzet) egyértelmű megállapíthatósága. A többjáratú csap több egyszerű zárószerkezetet helyettesít, s így egyszerűbb a csőrendszer.

A csapok hátránya, hogy gyors működtetés esetén a csővezetékben hidraulikus ütés alakulhat ki. Az áramlási keresztmetszet hirtelen lezárásakor a csap előtt a folyadékoszlop feltorlódik és nyomása nagymértékben megnő. A keletkező nyomáshullám végighalad a csővezetékben. A jelenség a csővezeték vagy a csőfelfüggesztések töréséhez vezethet.

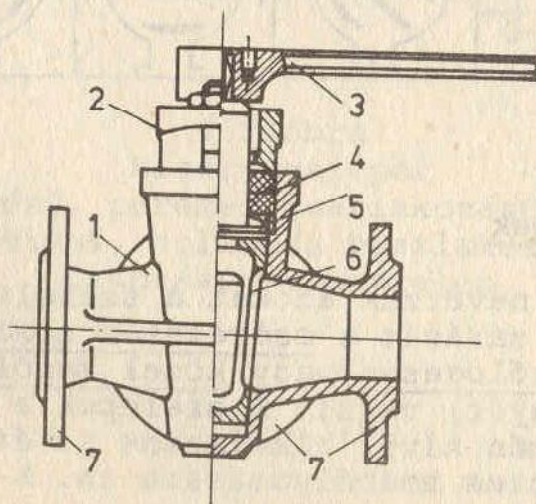
A csapokat általában 80 mm-nél kisebb átmérőjű csövekhez és 1 MPa-nál kisebb nyomásokon alkalmazzák.



3.7 ábra

Golyós csap szerkezete

1. ház 2. golyó (záróelem) 3. tömítőelem 4. tömítőgyűrű 5. fedél 6. kezelőszerv

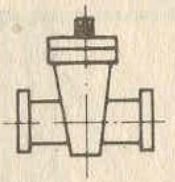
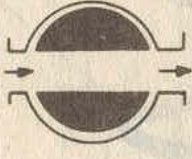
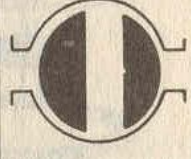
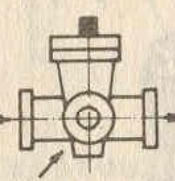
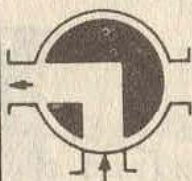
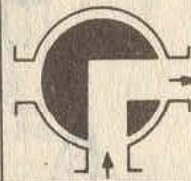
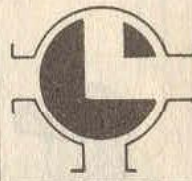
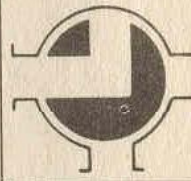
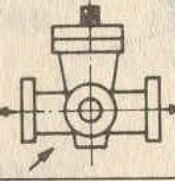
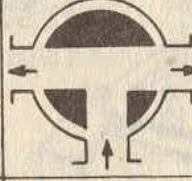

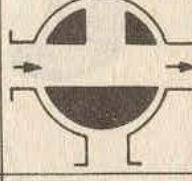
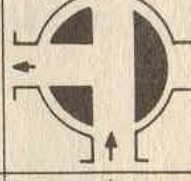
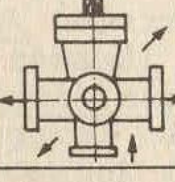


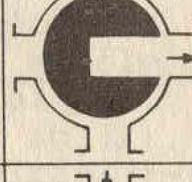

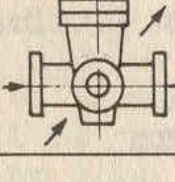
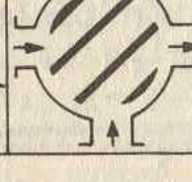

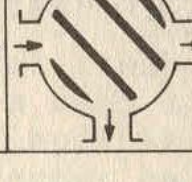
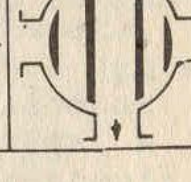


3.8 ábra

Kúpos háromjratú csap szerkezete

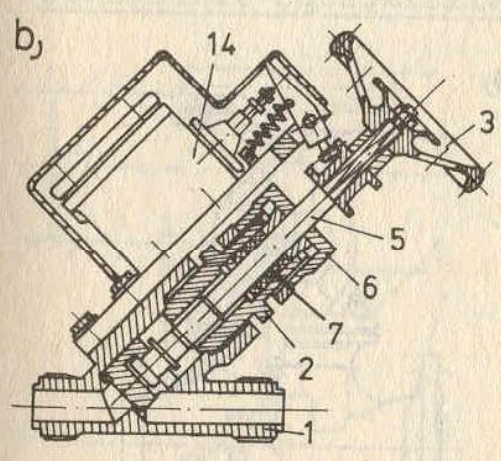
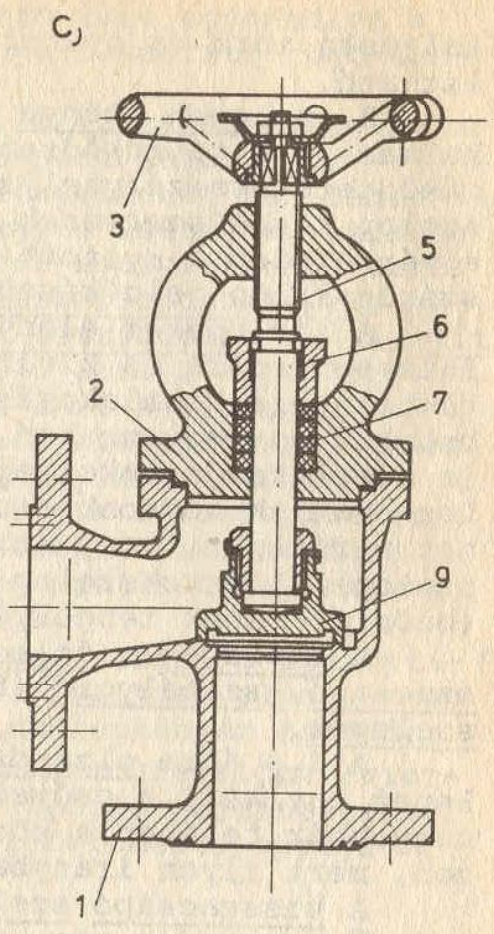
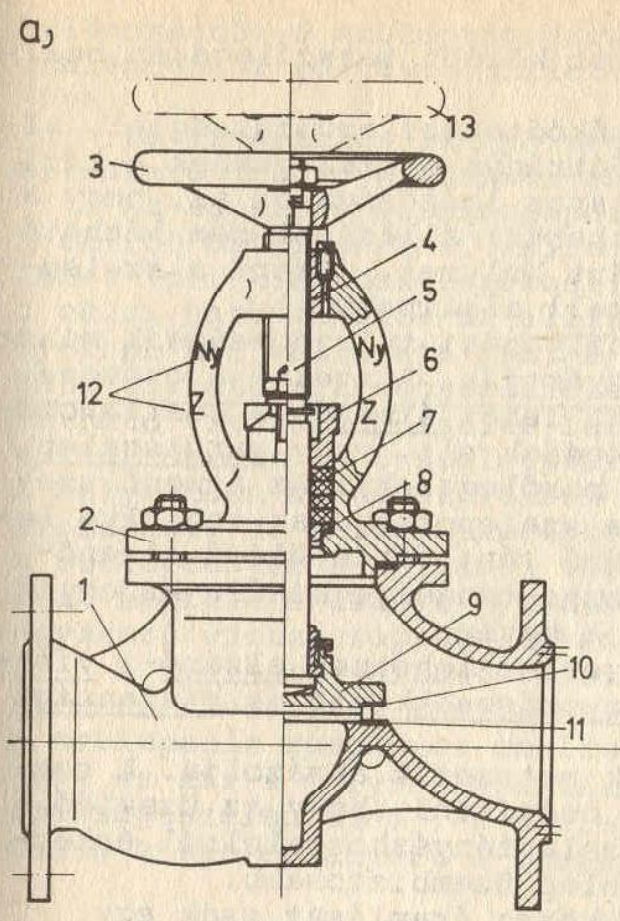
1. ház 2. szorító gyűrű 3. kezelő kar 4. tömítés 5. elosztó gyűrű 6. záróelem 7. csatlakozóperem

Kapcsolási módok csapokkal

Megnevezés		HELYZET			
		I.	II.	III.	IV.
Kétjáratú csap					
Háromjáratú L csap					
Háromjáratú T csap					
Ötjáratú csap					
Manipulátor csap					

3.2.2 Szelepek

Szelepeknek nevezzük azokat a szerelvényeket, amelyekben a csővezeték zárását a csővezeték elzárási síkjára (a szelepülésre) merőlegesen vagy közel merőlegesen elmozduló elem (a szeleptányér) végzi. A szelepek a csővezeték teljes nyitására és zárására kívül alkalmasak az átáramló közegmenyiség fokozatmentes szabályozására is. A szeleptányér a



3.9 ábra
Elzárószelepek

a) egyenes átömlésű, peremes csatlakozású b) egyenes átömlésű, ferde szeleppülésű, hollandi csatlakozású c) peremes csatlakozású sarokszelep

teljesen zárt és nyitott helyzet között tetszőlegesen beállítható.

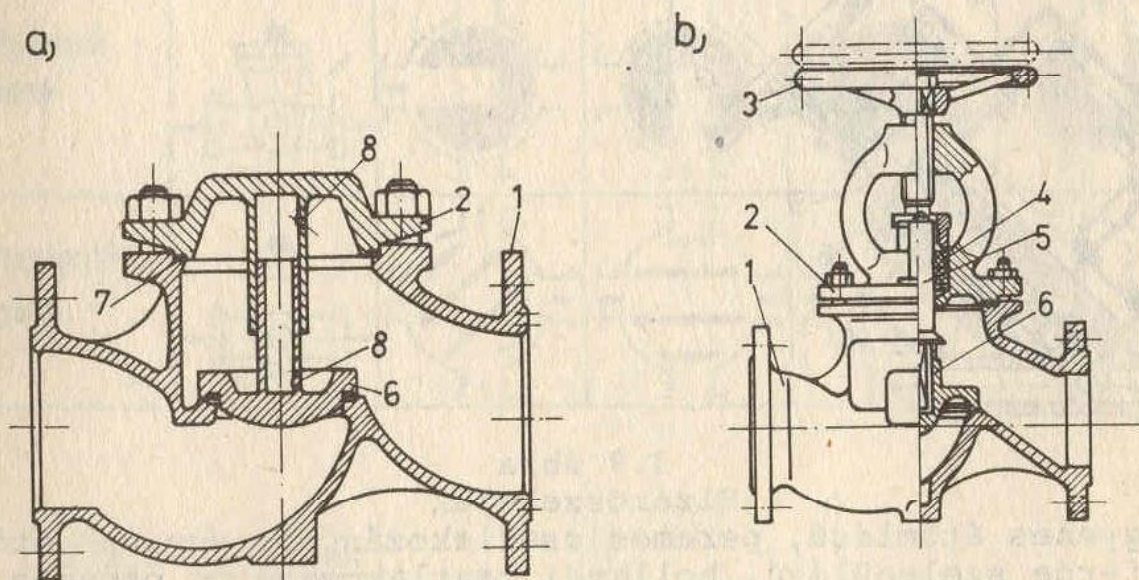
A szelepek előnye a kis működtetési erőszükséglet, alkalmasság a távműködtetésre. Hátránya a szelepeknek a kézi működtetés veszélyhelyzetben káros lassúsága és az, hogy a szelep kezelőszervének (szelepkerék) állásából nem látható egyértelműen a nyitott vagy zárt helyzet. (Ezért a szelepszáron külön jelzőkészüléket kell alkalmazni.)

A szelepeket előnyös szabályozási tulajdonságaik miatt igen sok célra és kivitelben gyártják. A szelep a csővezetékhez való csatlakozás szerint lehet átmenő (a csatlakozócsonkok egy egyenesben helyezkednek el), vagy sarokszelep (a csatlakozócsonkok egymásra merőlegesek). Az átmenő szelep csatlakozócsonkjainak és a szeleporsójának tengelye lehet merőleges, vagy attól eltérő (ún. ferde ülésű átmenő-szelep). A sarokszelep szeleporsó-tengelye mindig az egyik (beömlő) csonk tengelyével esik egybe.

A szelepek a feladatuk szerint lehetnek elzáró-, visszacsapó, szabályozó (fojtó) nyomáscsökkentő és biztonsági szelepek.

A 3.9 ábra elzárószelepek metszetét ábrázolja. A szelepet úgy kell a csővezetékbe beépíteni, hogy az üzemidő nagyobbik felében a közeg a szeleptányérhoz alulról érkezen, mert ilyen irányban a szelep üzembiztosabb.

A visszacsapó szelepek a közeg áramlását csak egy irányban engedik meg. Az egyszerű visszacsapó-szelepeket



3.10 ábra

Visszacsapószelepek

a) egyszerű b) zárható

1. szelepház 2. fedél 3. szelepkerék 4. tömszelence 5. szeleporsó 6. szeleptányér 7. tömítés 8. átömlőfuratok

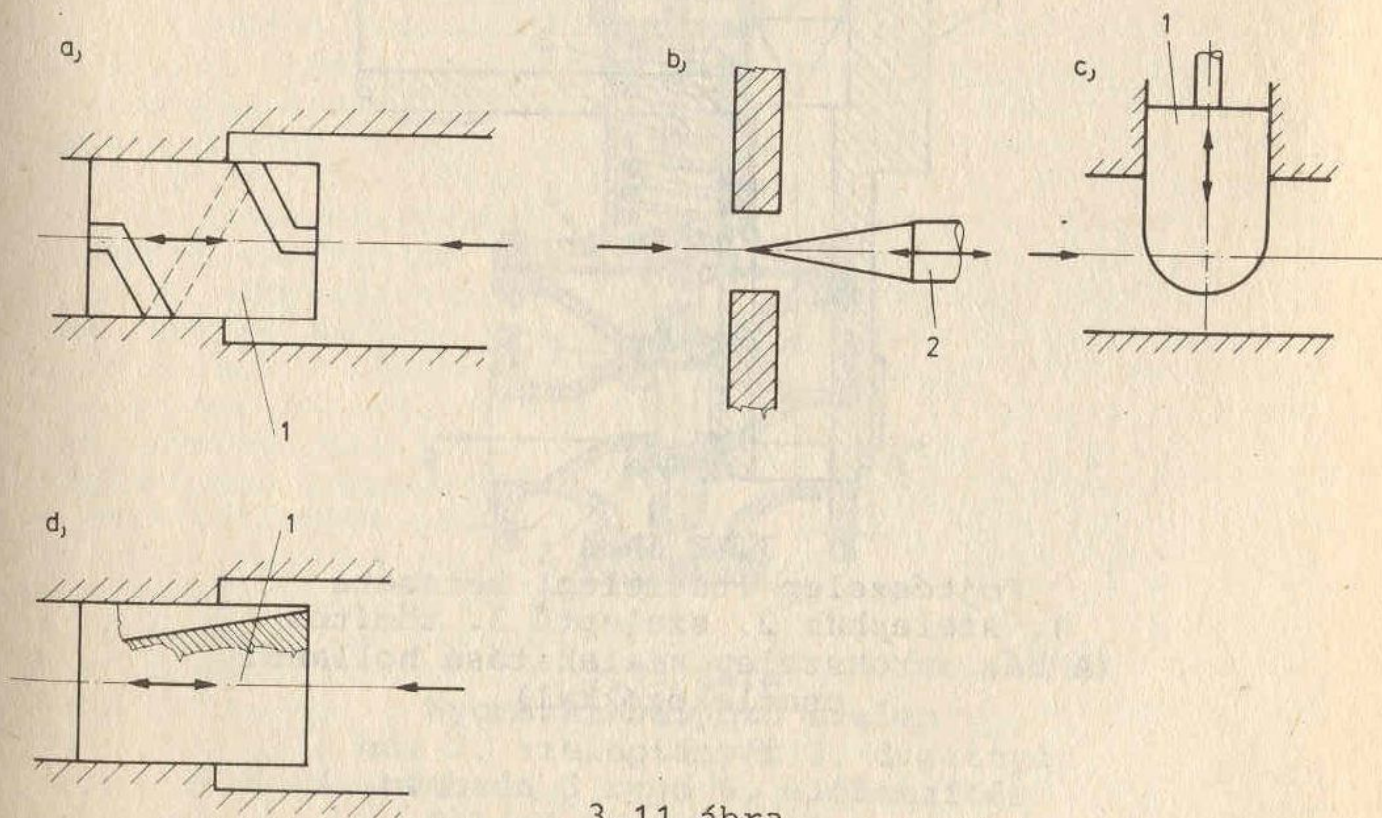
(3.10/a ábra) az áramló közeg tartja nyitva. Az áramlás során a szeleptányér és a szeleptányér közötti rész ellenállása miatt nyomáskülönbség van a tányér két oldalán. E nyomás-

különbségből a szeleptányérra ható erő tart egyensúlyt a szeleptányér súlyával, illetve a tányért szorító rugó erejével.

Ha az áramlás iránya megfordul, a (3) szeleptányér az ellenkező irányú nyomáskülönbség hatására lezár.

Az egyszerű visszacsapószelepek működését nem lehet kívülről befolyásolni, amire pedig egyes esetekben szükség lehet (pl. kidobószelepeknél, fenékvíz-rendszerben). Erre a célra használhatók az állítható visszacsapószelepek, melyeknek két változata van: A zárható visszacsapó- és a nyitható-zárható visszacsapószelep. A 3.10 ábra b képén egy zárható visszacsapószelep látható. A zárt helyzetben a 6 szeleptányérra az 5 szelepszár nyomja a szeleptányérra. Ebben a helyzetben a csővezetékben a közeg egyik irányba sem áramolhat. Ha a szelepkerekekkel felemeljük a szelepszárat, a szeleptányér a súlyánál fogva a szeleptányérra marad és csak megfelelő irányú nyomáskülönbség esetén nyit, azaz egyszerű visszacsapószelepként működik.

A nyitható-zárható visszacsapószelepeknél a szeleptányér és szelepszár csatlakozásának kialakítása olyan, hogy a szelepszár részleges emelésekor a szeleptányér szabadon nyit és zár a folyadékáramlás irányának megfelelően (visszacsapószelep üzem), a szelepszár a teljes megemelésékor pedig a szeleptányérra a szeleptányérról felemelve tartja.



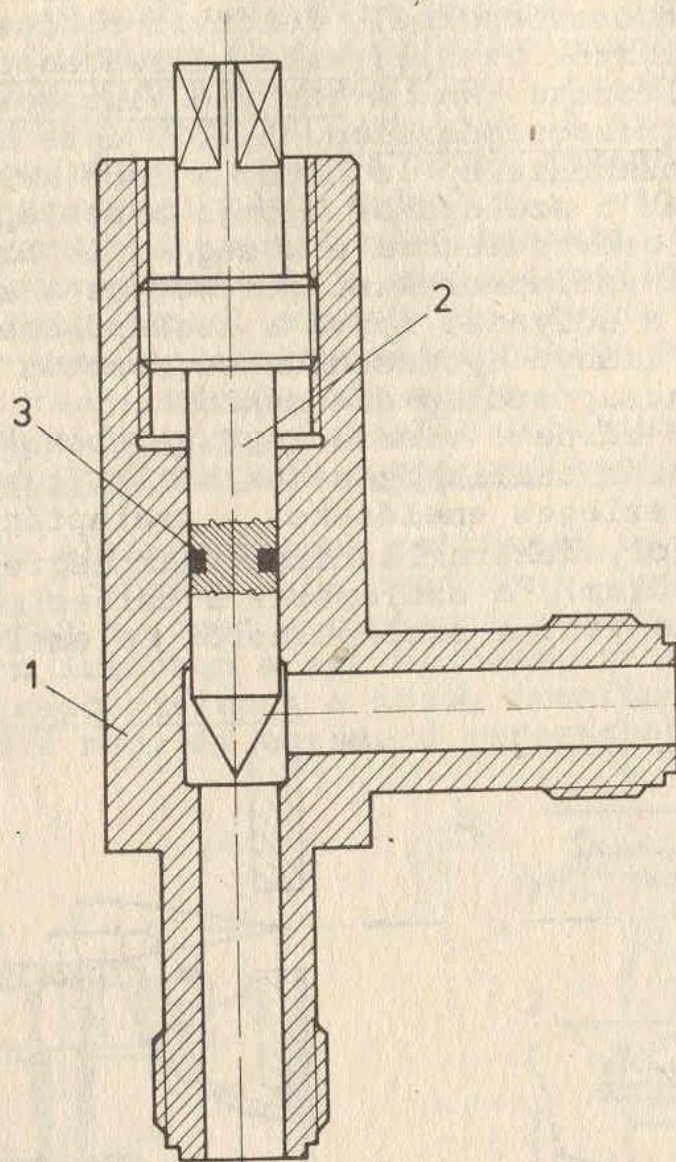
3.11 ábra

Fojtószelep típusok

a) szabályozás a fojtási hossz változtatásával b), c) szabályozás a fojtási keresztmetszet változtatásával d) szabályozás a fojtási hossz és a keresztmetszet együttes változtatásával

1. szabályozó tolattyú 2. szabályozó tű

A szokásos, tányéros kivitelű szelepekkel megvalósított mennyiség szabályozásnál finomabb szabályozást tesz lehetővé a fojtószelepek. (3.11 ábra.) Általában nem alkalmasak a csővezeték teljes lezárására. A csővezetékben helyi lenállást kétféle módon hozhatunk létre. Az egyik módszer nagy súrlódási veszteségein alapszik.

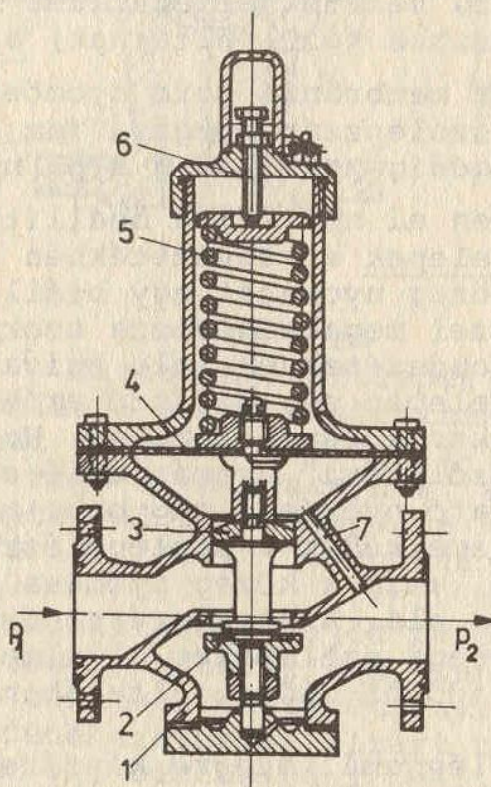


3.12 ábra
 Fojtószelep (tűszelep) metszete
 1. szelepház 2. szeleptű 3. tömítés
 (A ház sarokszelep kialakítású hollandi
 csatlakozókkal)

A csővezetékbe szűk keresztmetszetű szakaszt iktatunk be. A szakasz hosszának változtatásával a fojtás (a súrlódásból származó nyomásvesztés) értéke finoman szabályozható. (3.11 ábra a) kép.) A másik módszer alapja az áramlási keresztmetszet hirtelen megnövekedésénél fellépő áramlási (Borda-Carnot) veszteség. (3.11 ábra b) és c) képe és 3.12 ábra.) Lehetséges a két módszert közösen is alkalmazni, így tág határok között változtatható fojtást kaphatunk.

Az első módszer szerint működő fojtószelepeket a fojtási hossz szerint, míg a második alapján üzemelőket a fojtási keresztmetszet szerint szabályozott szelepeknek is nevezik.

A nyomáscsökkentő vagy redukciós szelepnek feladata a rajta átáramló közeg kilépő nyomásának meghatározott, maximális értéken tartása függetlenül az átáramló mennyiségtől és a szelepet megelőző csővezetékben mérhető nyomástól. A nyomáscsökkentő szelepek szerkezete kismértékben eltér az átáramló közeg fajtájától (gáz vagy folyadék) függően.



3.13 ábra

Nyomásszabályozó szelep

1. ház 2. szeleptányér 3. dugattyú
4. membrán 5. rugó 6. előfeszítés
állító csavar 7. furat

A 3.13 ábra egy víznyomáscsökkentő szelep metszete. A szelepet megelőző csővezetékben a víz nyomása p_1 , utána pedig p_2 . A p_2 nyomás névleges értékét az (5) rugó előfeszítésével lehet beállítani.

Allandósult üzemállapotban (állandó térfogatáram és névleges p_2 nyomás esetén) a (4) membránra ható nyomóerő azonos a rugóerővel, tehát a szelepszárra ható erők eredője zérus, a szeleptányér a pillanatnyi helyzetben marad. A p_1 nyomással érkező közeg a szeleptányér és a szelepülés közötti résen fojtva halad át. A fojtás során fellépő áramlási veszteség egyenlő a p_1 és p_2 nyomások különbségével.

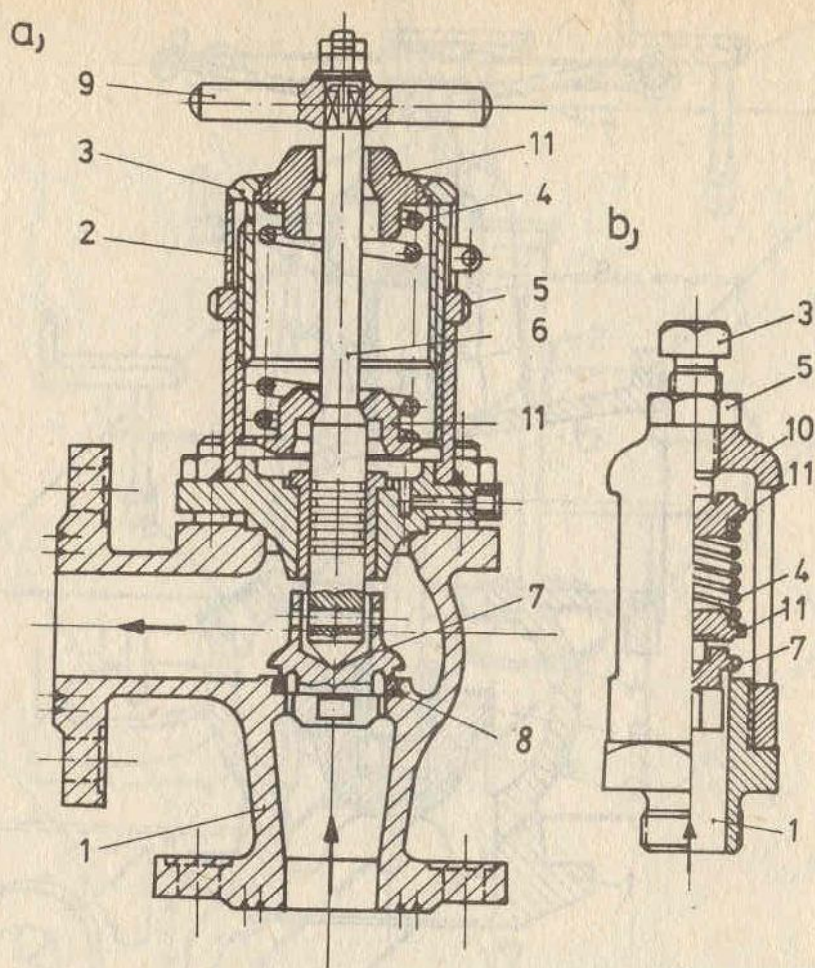
Ha a nyomáscsökkentő szelep után következő csőszakasz ellenállása lecsökken (pl. új fogyasztó szelepét nyitják ki), a p_2 értéke a névlegesnél kisebb, akkor a membránra ható nyomóerő kisebb lesz, mint a rugóerő. A két erő különbsége a szelepszárat lefelé mozdítja el. Ezáltal nő a szeleptányér és az ülés közötti rés nagysága, csökken a fojtás, nő az átáramló közeg mennyisége. A növekedés mindaddig fog tartani, amíg a nyomáscsökkentő szelep utáni csővezeték ellenállása (nyomásvesztése) el nem éri a p_2 névleges értékét.

Ha a kisnyomású vezeték ellenállása megnő (pl. egyet a párhuzamos fogyasztók közül elzárnak) a p_2 értéke a névlegesnél nagyobb, a membránra ható nyomóerő is nagyobb lesz, mint a rugóerő. A szelepszár mozgása (az előzővel ellentétes irányban) mindaddig tart, amíg a p_2 nyomást a növekvő fojtás következtében el nem éri a beállított értékét.

Biztonsági szelepek a csővezetékben áramló, vagy a tartályokban tárolt közeg nyomását egy beállítható nagyság alatt tartja és ezzel megakadályozza azoknak vagy a kapcsolódó gépeknek, berendezéseknek (pl. szivattyú) túlterhelését, törését. A szelepet egy állandó erőhatás (súlyerő vagy rugóerő) igyekszik zárva tartani. Ha a közeg nyomása a beállított "megszólalási" nyomás fölé emelkedik, akkor a szeleptányérra ható nyomóerő nagyobb, mint a záróerő és a szeleptányér felemelkedik a szelepülésről. A szelep mindaddig nyitva marad, amíg a közeg nyomása vissza nem esik a beállított nyomás alá. A korszerű rendszerekben csak rugóterhelésű biztonsági szelepeket alkalmaznak, amelyeknek a beszabályozását időről időre (általában évente-kétévente) ellenőrizni kell.

A 3.14 ábrán légnemű közegre készített biztonsági szelepek láthatók. Az a jelű szelep érdekessége, hogy a szárazföldi felhasználású biztonsági szelepekkel ellentétben ezt a szelepet kézzel is lehet nyitni: a (6) szelepszár végére erősítik a (9) fogantyút.

A szelepszár és szeleptányér kézi működtetésével egyrészt ellenőrizhető a működőképesség, másrészt az összerozsdásodott alkatrészek a rendszer megbontása nélkül fellazíthatók.

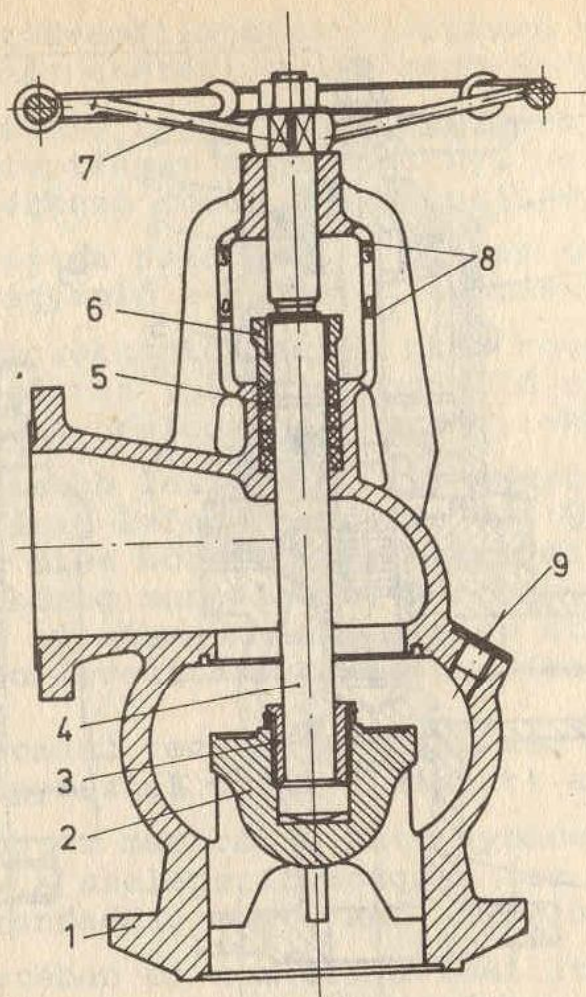


3.14 ábra

Biztonsági szelepek

- a) zárt kiömlésű, sarok kialakítású b) nyitott
 a. szelepház 2 fémzár bilincs 3. felőfeszítő
 csavar 4. rugó 5. ellenanya 6. szelepszár
 7. szeleptányér 8. szeleptányér 9. fogan-
 tyú 10. fedél 11. rugótányér

Különleges kialakítású a hajók fenékszelepe. Ez a hajó héjazatában a ballaszt, hűtővíz stb. rendszerek részére külső víz vételezése céljából készített nyílások elzárására szolgál. Mivel a fenékszeleppel elzárt nyílások a vízvonal alatt helyezkednek el, biztosítani kell, hogy a szelepszár törése esetén se törhessen be a külső víz. Ezért a tányérhoz képest a normál szelepeknél megszokottal ellentétes az áramlás iránya. A nyomáskülönbség így nem nyitja, hanem a szeleptányérre szorítja a szeleptányért (3.15 ábra) A külső vízből bejutó szennyeződések eltávolítására a fenékszelepeket ellátják egy kisebb átmérőjű (9) csőcsonkkal, amelyen keresztül sűrített levegő vezethető a szelepházba (kifúvás).

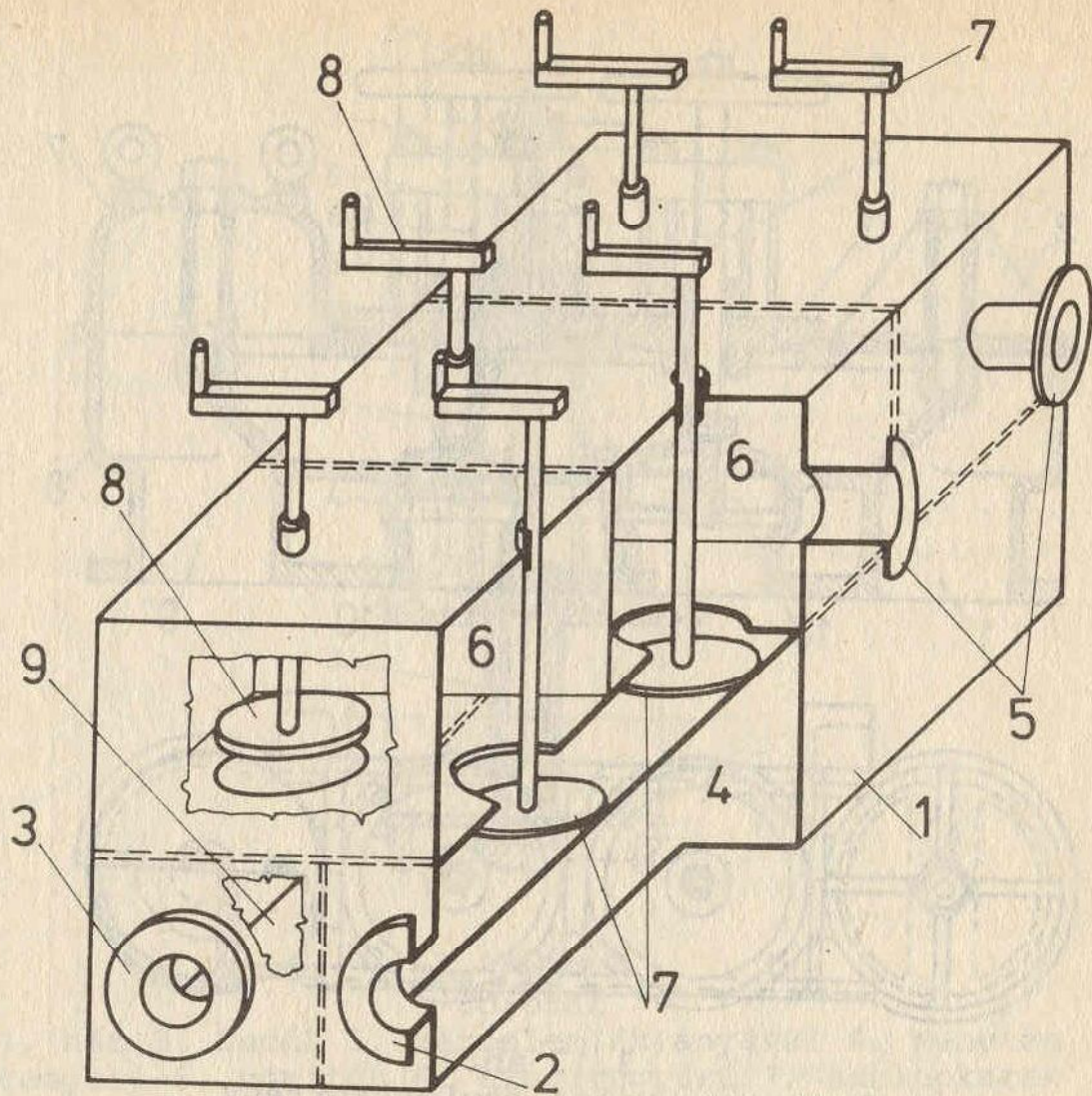


5.15 ábra
Fenékszelep

1. szelepház 2. szeleptányér 3. tányér-
rögzítő menetes persely 4. szelepszár
5. tömítés 6. szorítógyűrű 7. szelepke-
rék 8. zárt-nyitott állás jelzése
9. csőcsatlakozás a lefúvatáshoz

A bonyolult csőrendszerek központi vezérlésének egyszerősítésére, áttekinthetőbbé tételére több szelepet közös házban, a szelepszekrényben helyeznek el. A szelepszekrény tömege jelentősen kisebb az általa helyettesített szelepek és összekötőcsövek össztömegéhez képest. A szelepszekrény több csővezeték (elosztóvezeték) köt össze egy vagy két fővezetékekkel. Az első esetben egysoros, a másodikban kétsoros szelepszekrénynek nevezzük.

A 3.16 ábrán látható kétsoros szelepszekrény házának alsó felében két hosszanti csatornát, a felső felében több, az elosztóvezetékek számának megfelelő keresztirányú csatornát alakítottak ki. A hosszanti csatornák közül az egyik, a (4) szívókamra a (2) csatlakozáson keresztül a szívófővezetékhez, a másik a (9) nyomókamra a (3) csatlakozáson keresztül a nyomó fővezetékhez csatlakozik. Az elosztó vezetékek az (5) csőcsomókokon keresztül kapcsolódnak a keresztirányú (6) elosztókamrákhoz. Az elosztókamrák a (7) szívó-



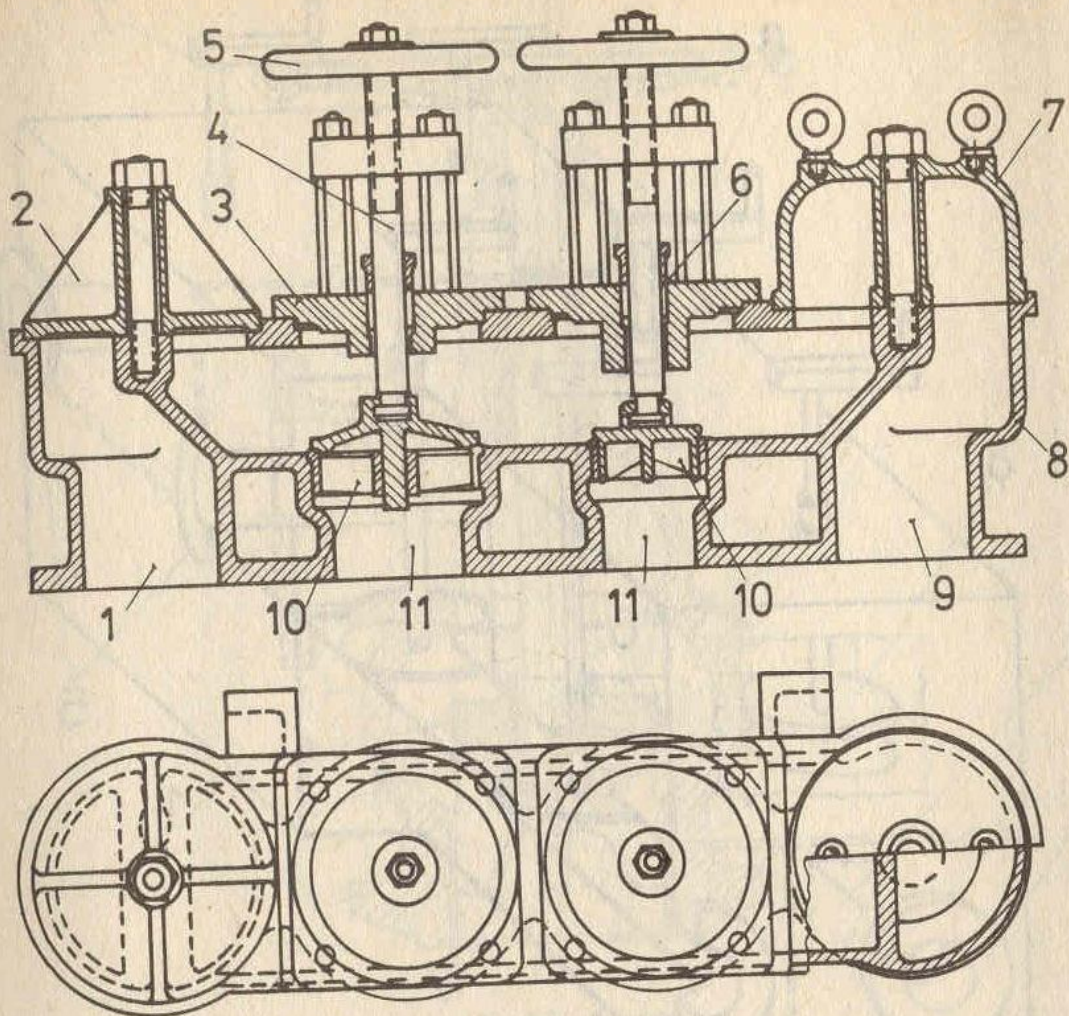
1.16 ábra

Kétsoros szelepszekrény

1. ház 2. szívócsonc 3. nyomócsonc 4. szívókamra
 5. elosztóvezeték csatlakozók 6. elosztókamrák
 7. szívószelepek 8. nyomószelepek 9. nyomókamra

szelepekkel és a (8) nyomószelepekkel tetszés szerint hozhatók összeköttetésbe a szívó, illetve nyomókamrával.

Érdekes egysoros szelepszekrényt mutat be a 3.17. ábra. Ilyen szelepszekrényeket az ún. váltótankokhoz (felváltva ballasztvizet és üzemanyagot tartalmazó tankok) használnak. Az egyes tankokat a közepén elhelyezkedő szelepek csatlakoztatják. A szélső csőcsoncok csatlakoznak az üzemanyag, illetve ballaszt csőrendszerhez. Az olaj és a ballasztvíz keveredését a szélső csőcsoncokra csavarozott fedelek segítségével akadályozzák meg. Az egyik (az ábrán a bal oldali) fedél kialakítása olyan, hogy elzárja a szelepek fölötti hosszanti csatornát az alatta levő csőcsonktól a másik pedig összeköti azokat. Ha a tankokat üzemanyag tárolására akarják használni, a két fedelet felcserélik.



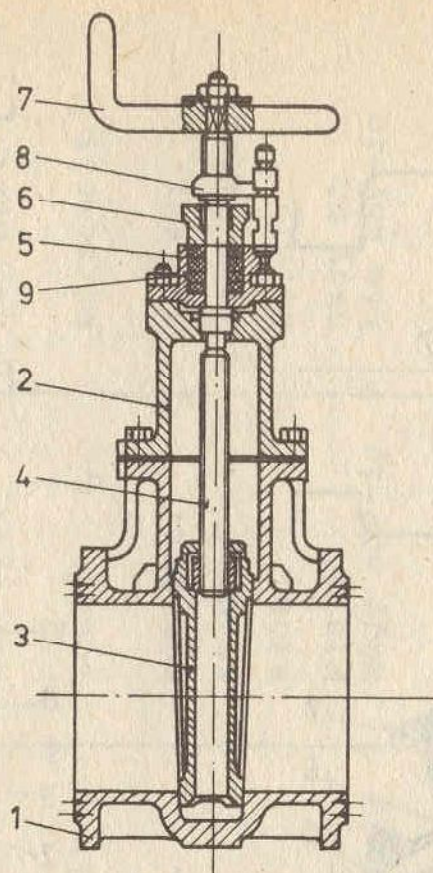
3.17 ábra

Egysoros, váltó szelepszekrény

1. csatlakozás az üzemolajrendszerhez 2. zárófedél
 3. szelepfedél 4 szeleporsó 5. szelepkerék 6. töm-
 szelence 7. átömlőfedél 8. ház 9. csatlakozás a bal-
 lasztrendszerhez 10. szeleptányér 11. csatlakozás
 a tankhoz

3.2.3 Tolózárak

Tolózárnak (3.18 ábra) nevezzük az olyan csőelzáró szerelvényeket, amelyekben a záróelem a zárási felülettel párhuzamosan mozdul el. A tolózárak általában nagy átmérőkre (NÁ 80-nál nagyobb) és közepesnél kisebb nyomásokra készülnek.



3.18 ábra

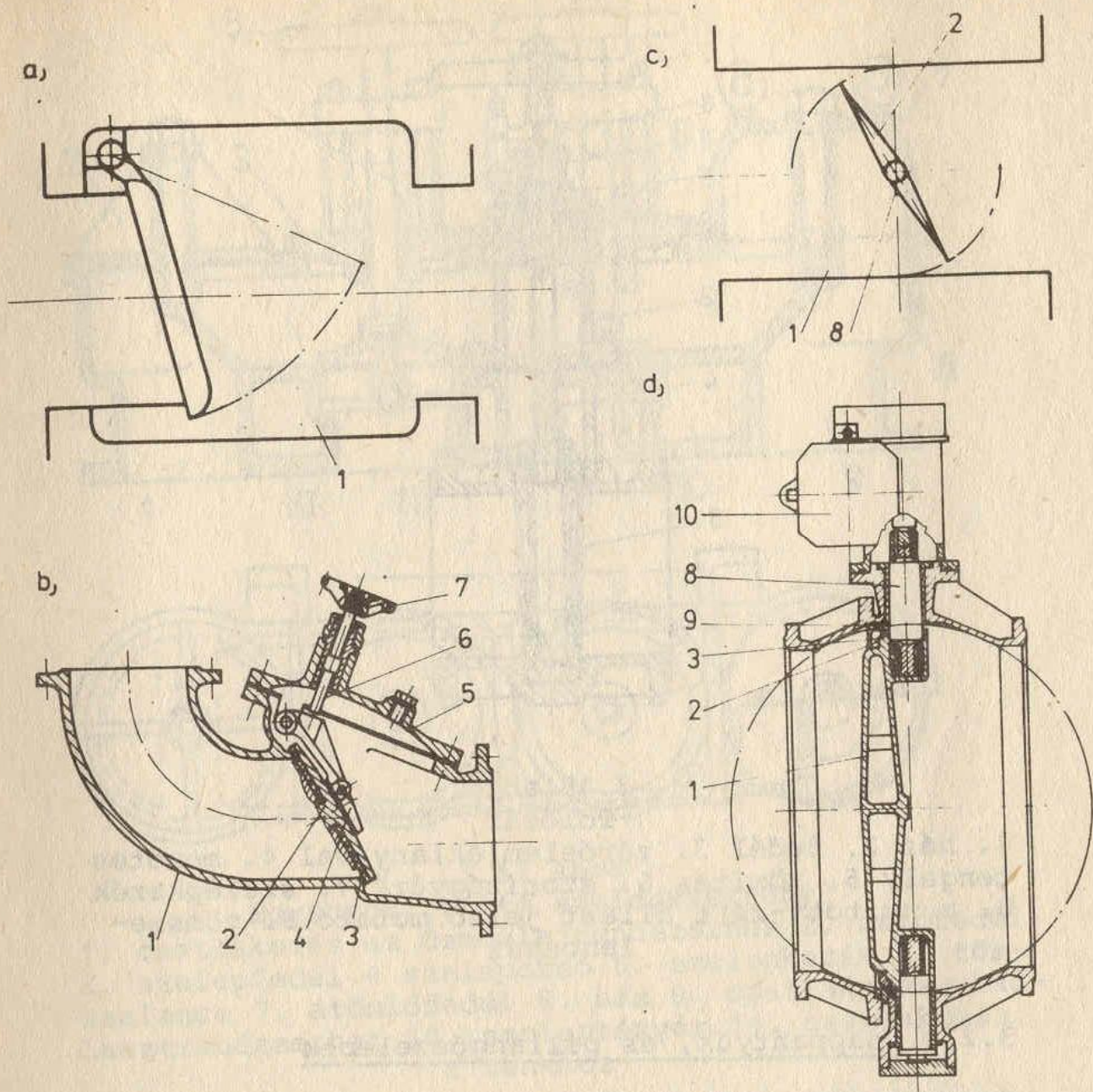
Tolózár

1. ház 2. fedél 3. záróelem(ék)anyával 4. menetes tengely 5. tömítés 6. szorítógyűrű 7. szelepkerek 8. a nyitott-zárt állást jelző mutató 9. tömszelelház

3.2.4 Csappantyúk, és pillangószelepek

Csappantyúknak nevezzük azokat a csőszelvényeket, amelyeknél a záróelem (szeleptányér) a saját síkjában elhelyezkedő tengely körül mozdul el. (3.19 ábra). A csappantyúk általában a visszacsapó szelepekhez hasonlóan egyirányú közegáramlást biztosítanak. A pillangószelep tányérjának forgási tengelye a tányér szimmetritengelyében, vagy annak közelében van.

Az armatúrafajták legfontosabb tulajdonságai a 3.4 táblázat hasonlítja össze.



3.19 ábra

Csappantyú és pillangószelep

- a) csappantyú vázlata b) zárható sarokcsappantyú szerkezete
 c) pillangószelep vázlata d) pillangószelep szerkezete
 1. ház 2. szeleptányér 3. tömítőelem 4. mozgató kar. 5. szelepfedél
 6: szelepszár 7. szelepkerek 8. forgási tengely
 9. szeleptülés 10. működtető hidraulika

3.4 Táblázat

	szelep	tolózár	csap	pillangószelep
áramlási ellen-állás	mérsékelt	kicsi	kicsi	kicsi
nyitás-zárás ideje	közepes	hosszú	rövid	rövid
erőszükséglet	közepes	kicsi	nem áll.	nem áll.
zárófelületek közötti viszonyai	jó	mérsékelt	rossz	mérsékelt
áramlási irányra való érzékenység	mérsékelt	nem érz.	nem érz.	nem érz.
építési hossz	nagy	kicsi	közepes	igen kicsi
építési magasság	közepes	nagy	kicsi	kicsi
alkalmazási terület	köz. NÁ-ig nagy NNY-ig	nagy NÁ-ig köz. NNY-ig	kis NÁ nagy NNY-ig	nagy NÁ kis NNY-ig
fojtásra való alkalmazás	igen jó	mérs.-en jó	mérs.	mérs.
távvezérlésre való alkalmazás	jó	jó	rossz	jó

3.3 Tankok — tartályok

A folyadékokat a hajókon tankokban, vagy tartályokban tároljuk. Tankoknak nevezzük a hajótestből, szerkezeti elemek (külháj, válaszfalak és fedélzet) által leválasztott folyadéktároló tereket. A tartályok a hajótesttől független szerkezetű, a hajóba külön beemelt és rögzített edények.

A tankok kedvezőbbek a hajó térkihasználása és az önsúly szempontjából (pl. kettősfenéktank, mélytank stb.). A tank hátránya az, hogy a folyadék szennyeződésének nagyobb a valószínűsége. A tankban elhelyezkedő hajószerkezeti elemek (pl. bordák) miatt a tank nehezebben üríthető és tisztítható. A hajótestek sérülésekor a tárolt folyadék elfolyik (környezetszennyezés). Egyes folyadékok (pl. ivóvíz, étolaj, folyékony vegyianyagok, LPG, LNG stb.) egyáltalán nem tárolhatók tankokban.

A tartályok nagyobb védelmet jelentenek a környezet és a tárolt folyadék számára. A tartály szerkezete kialakítható úgy, hogy sima belső fallal rendelkezzen, ami megkönnyíti a tisztítást. Elhelyezésük kevésbé megkötött, mint a tankoké.

A tankokat és tartályokat a tárolt folyadék fajtájától és elhelyezésüktől függetlenül ellátják töltő- és ürítővezetékekkel, a folyadékszint mérésének lehetőségével, légzőcsővel, a tisztításhoz búvónyílással, esetenként mosócsőrendszerrel is.

A kisebb tartályokon, vagy belső merevítő nélküli tankokban elegendő egy légzőcsövet elhelyezni a töltő-ürítőcsővel átellenes sarokban. A légzőcső keresztmetszete a töltőcső keresztmetszetével azonos, vagy annál nagyobb. A légzőcsövekbe semmilyen elzárószerkezetet (szelepet, csapot) elhelyezni nem szabad. Végső szükség esetén lehetséges több tartály légzőcsövét egyesíteni, ha azokban azonos folyadékot tárolnak.

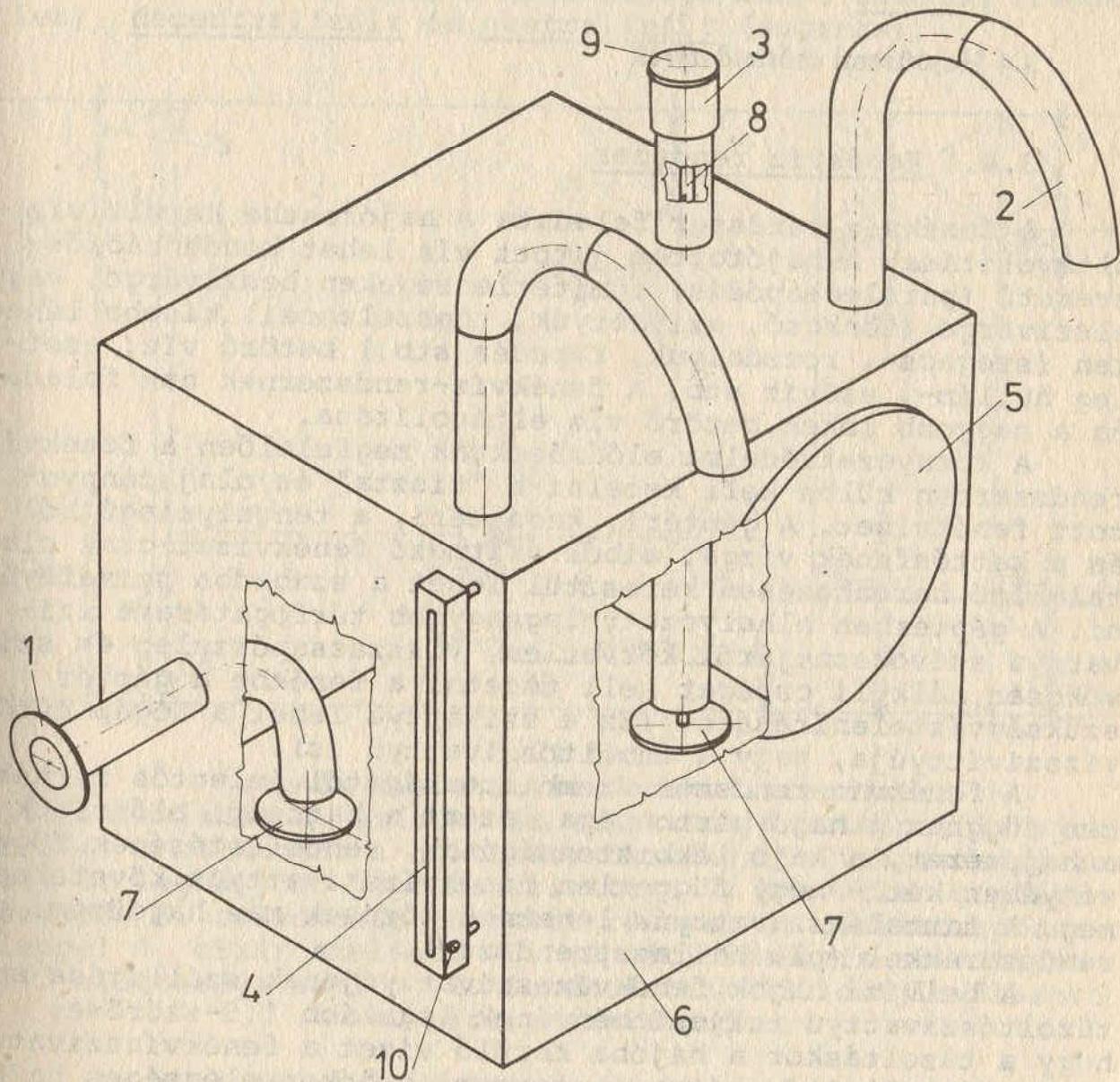
A légzőcsöveket a válaszfalfedélzet fölé, a szabadba vezetik. A kisebb tartályok légzőcsöveit a tűzrendészeti előírások figyelembevételével mellett nem szükséges kivezetni a szabadba, megengedhető a tartályok légzése zárt térbe (pl. géptér) is.

A légzőcsövek végére 180°-os csőívből a víz bejutását gátló pipát hegesztenek. A tűzveszélyes folyadékok tárolására szolgáló tartályok és tankok légzőcsöveinek végére biztonsági (Davy) hálót kell szerelni.

A 3.20 ábrán vázolt tartály folyadékszintjét többféle módon lehet ellenőrizni. A (3) mérőcsőben helyezkedik el a (8) mérőrúd, amelyet a fedél kicsavarása után lehet kiemelni. A rúdról ezután leolvasható a folyadékszint magassága.

A mérő, és a töltőcső alá a tank fenekére (7) kettőzőlemezt tesznek a nagyobb kopási igénybevétel miatt. A mérő-

csöveket a válaszfalfedélzetig vezetik (tankoknál). Ha helyhiány miatt erre nincs lehetőség, akkor súlyzáras csap beépítésével biztosítják a mérőcsövet véletlen nyitvafelejtés ellen. Az állandó ellenőrzést igénylő, és látható helyen elhelyezett tartályokon a (4) üveges szintmutatót alkalmazzák.



3.20 ábra

Tartály és tartozékai

1. töltő-ürítőcső 2. légzőcső 3. mérőcső 4. szintmutató
5. búvónyílás 6. tartály 7. kettőző lemez 8. mérőrúd 9. fedél 10. csap

A fentieken kívül alkalmaznak villamos működésű szintmérőket is. A villamos szintmérők folytonos és diszkrét üzeműek. A folytonos üzemű szintmérők a tényleges folyadékszinttel arányos kimenőjelet adnak, a diszkrét üzeműek egy adott szint meglétét, vagy hiányát jelzik. (pl. maximális-minimális szint stb.)

3.4 Hajóüzemi csőrendszerek

3.4.1 Fenekvíz rendszer

A fenékvíz rendszer feladata a hajótestbe került víz eltávolítása. A hajótestbe jutott víz lehet kondenzációs eredetű (páralecsapódás) tömítetlenségeken beszivárgó, vagy elszivárgó (tönkcső, szivattyúk, tömszelencéi) kisebb léteken (szegecs-, rozsdalyuk, repedés stb.) betörő víz, esetleg hullám-, esővíz stb. A fenékvíz-rendszernek nem feladata a nagyobb léken betörő víz eltávolítása.

A környezetvédelmi előírásoknak megfelelően a fenékvíz-rendszerben külön kell kezelni a "tisztá" és olajszenyegzett fenékvizet. A géptéri, kazántéri, a tengelyalagútból és a kettősfenék vízgátjaiból származó fenékvizet csak olajtalanító berendezésen keresztül lehet a szabadba szivattyúzni. A géptérben elhelyezett legnagyobb térfogatáramú szivattyú szívócsonkjáról közvetlen, visszacsapószelep és szívókosár nélküli csőágat kell vezetni a fenékebe a géptér szükségvítelenítésére. (Ez a szivattyú lehet a főgép hűtővízszivattyúja, vagy a tűzoltószivattyú is).

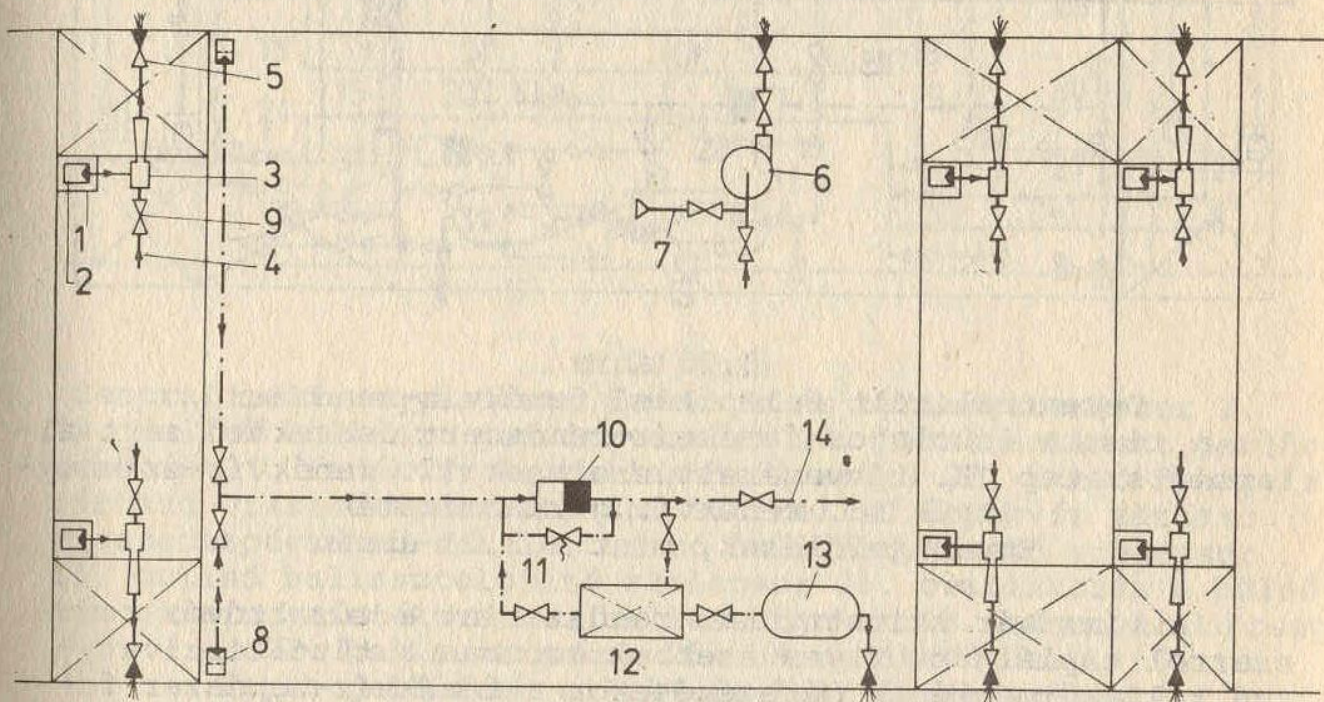
A fenékvíz-rendszer üzembiztonságától jelentős mértékben függhet a hajó biztonsága, ezért a hatósági előírások a hajóméret, a hajó lékbiztonságának, rendeltetésének függvényében két - négy független fenékvízszivattyút követelnek meg. A tartalékszivattyúk lehetnek közösek más hajóüzemi csőrendszerekkel (pl. ballasztrendszer).

A belvízi hajók fenékvíz-szivattyújának szállítása a tűzoltószivattyú teljesítményének legalább 1,5-szöröse, hogy a tűzoltáskor a hajóba kerülő vizet a fenékvízszivattyú biztonsággal eltávolítsa. A tengeri hajókon elégséges ha a két szivattyú legalább azonos teljesítményű. Meg kell akadályozni, hogy a hajó vízmentes terei a fenékvíz-rendszer csövein keresztül elárasztódhassanak. Ezért a szívókosaraknál, a gyűjtőkollektoroknál, a fenékvíz-rendszert más rendszerekkel összekötő vezetékekbe, a kidobóvezetékbe közvetlenül a külhéra szerelve visszacsapó, illetve zárható visszacsapószelepeket kell beépíteni.

A fenékvíz-rendszer szívóágait a hajótest minden válaszfalfedélzet alatti vízmentes terébe elvezetik, kivéve

azokat a tankokat, amelyek üzemanyag vagy vízballaszt tárolására vannak kialakítva. Minden egyes térbe legalább két szívóágat kell vezetni. A fenékvíz-rendszer szívókosarait a vízmentes terek legmélyebb pontjain kell elhelyezni. A fenékvíz-kutak helye a laposfenekű hajóknál a hajótest két oldalán a hátsó válaszfal előtt van. Élesfenekű, rúdgerincses hajóknál a szívókosarat a gerinc két oldalán a hátsó válaszfal előtt helyezik el.

A fenékvíz-rendszer kialakítása lehet autonóm (független), decentralizált és centralizált (sugaras).

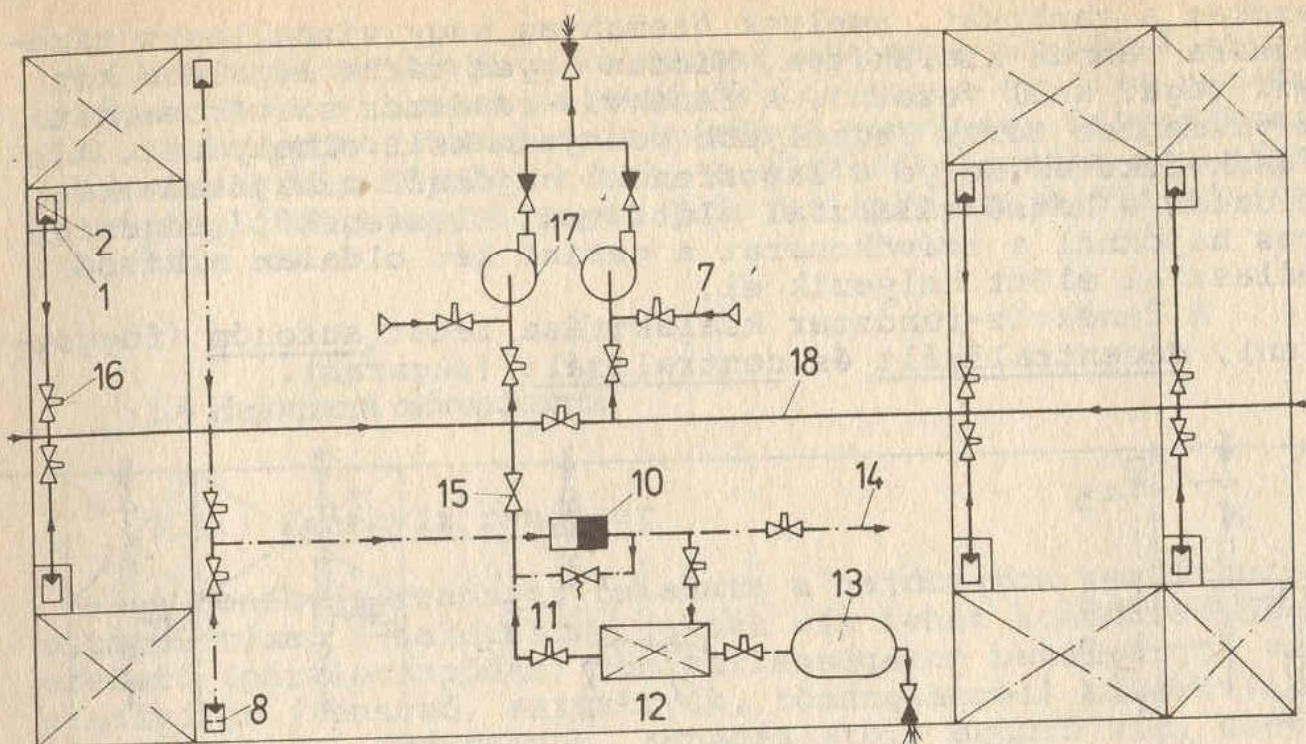


3.21 ábra

Autonóm kialakítású fenékvíz-rendszer

1. fenékvíz-kút
2. szívókosár visszacsapószeleppel
3. ejektor
4. csatlakozás a tűzoltórendszerhez
5. visszacsapószelep
6. legnagyobb géptéri szivattyú
7. közvetlen géptéri szívóág
8. szívókosár iszapszekrényvel és visszacsapószeleppel
9. elzárószelepek
10. géptéri fenékvíz-szivattyú
11. biztonsági szelep
12. fenékvíz-tank
13. olajleválasztó
14. parti csatlakozóhoz

Az autonóm kialakítású fenékvíz-rendszerben minden egyes, vagy két szomszédos vízmentes térben elhelyeznek egy-egy szivattyút, amely a saját, illetve szomszédos térből közvetlenül a szabadba nyomja a vizet. A rendszer előnye a csővezetékek rövidebb hosszúsága, a nagy üzembiztonság, de a sok szivattyú miatt drága, és az üzeme nehezen ellenőrizhető. Olyan hajókon, ahol nagyon hosszú szívóvezetéket kellene kiépíteni (pl. belvízi önjáró áruszállító hajó) és víz-, vagy gőzsugár-szivattyút alkalmaznak, az előnyei jobban érvényesülnek (3.21 ábra).



3.22 ábra

Decentralizált felépítésű fenékvíz-rendszer

15. a tiszta és olajos fenékvíz-rendszert összekötő zárt állapotú szelep 16. távvezérelt szelepek 17. fenékvíz-szivattyúk 18. fenékvíz gerincvezeték
Egyéb jelölések, mint a 3.21 ábrán

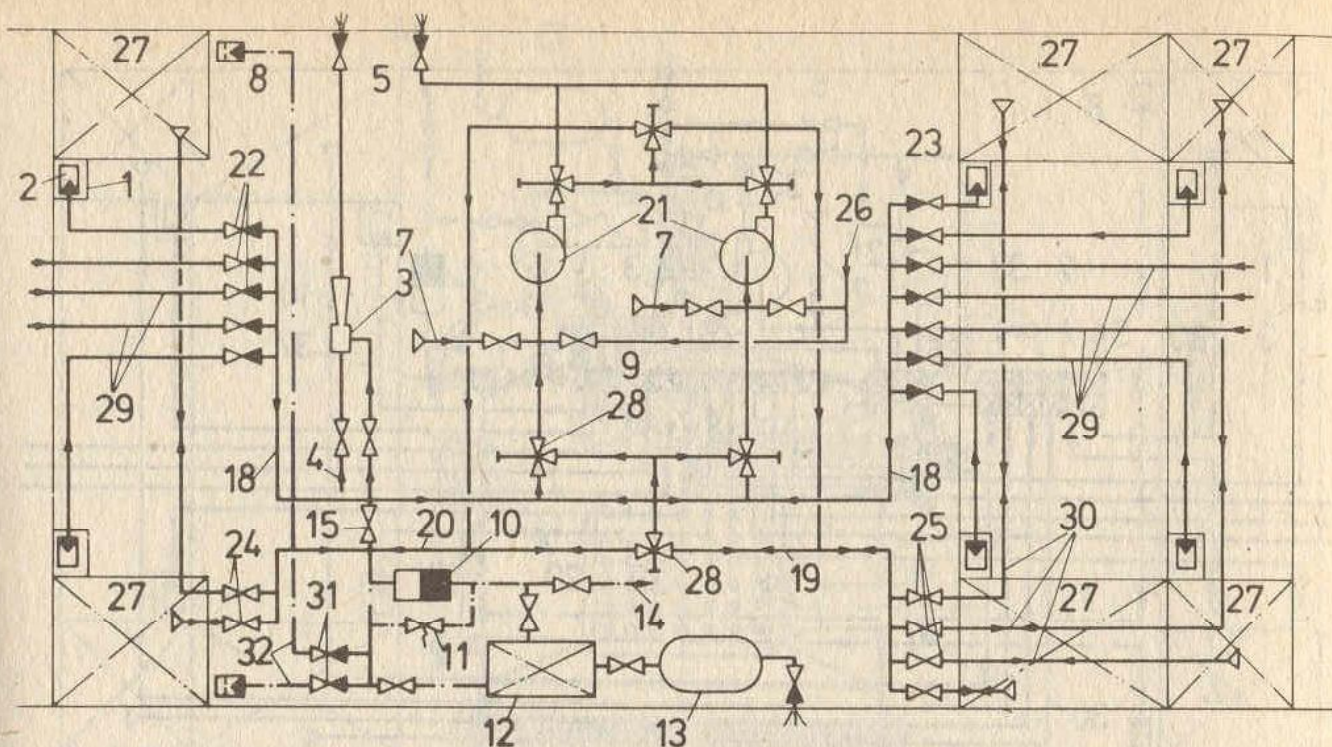
A vízszugár szivattyúkat rendszerint a tűzoltóvíz rendszerről táplálják. Ilyen esetben azonban a tűzoltószivattyú teljesítményének méretezésekor a fenékvíz-rendszer fogyasztását is figyelembe kell venni.

A korszerű, felügyelet nélküli gépterű hajók fenékvíz-rendszerét automatizálják. Ehhez a legalkalmasabb a decentralizált fenékvíz-rendszer. (3.22 ábra) A hajótest vízmentes terein keresztül az orrtól a farig egy fenékvíz gerincvezetékét fektetnek le, amelyre távvezérlésű, de kézzel is kezelhető szelepeken keresztül kapcsolódnak az egyes vízmentes terek önálló szívóvezetékei.

Az olajos fenékvizeket egy kisteljesítményű (rendszerint csavar, vagy dugattyús) szivattyú vagy egy gyűjtőtankba, vagy parti csatlakozón át külső tartályba üríti. A tartályból az összegyűjtött olajos fenékvíz vagy a partra kiadható, vagy a fenékvíz olajtalanítón át dobható ki a szabadba.

A nem automatizált gépterű hajókon, mindig centralizált fenékvíz-rendszert alakítanak ki. A centralizált fenékvíz-rendszer előnye, hogy minden kezelőszerve egy helyen, a géptérben, esetleg a külön kialakított szivattyútérben van.

A centralizált fenékvíz-rendszereket rendszerint a ballasztrendszerrel egy közös egységben alakítják ki a szivattyúk és szelepek számának csökkentése céljából. Ilyen

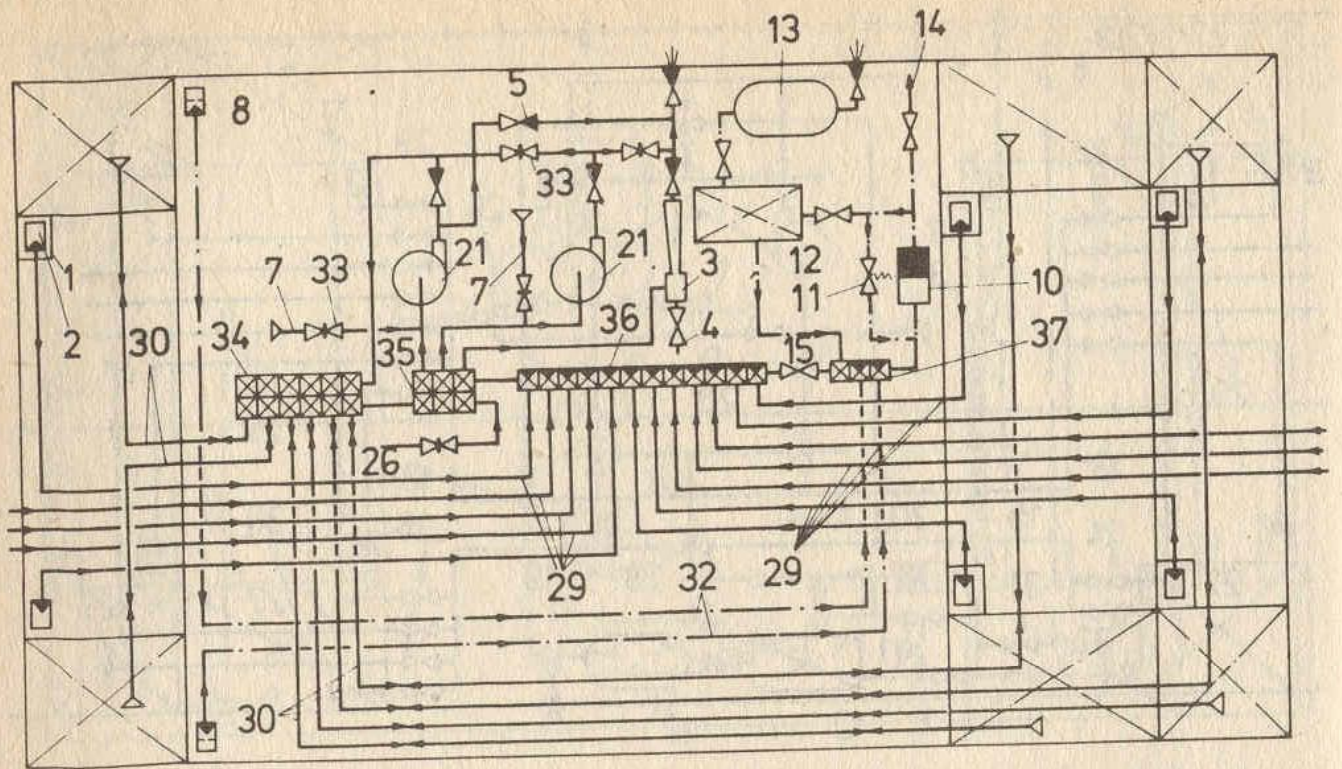


3.23 ábra

Centralizált, egyesített fénkvíz és ballasztrendszer I.
 19. mellső ballaszt gereincvezeték 20. hátsó ballaszt gereinc-
 vezeték 21. fénkvíz és ballaszt szivattyú 22. hátsó fénkvíz
 zárható visszacsapószelep-sor 23. mellső fénkvíz zárható
 visszacsapószelep-sor 24. hátsó ballasztelosztó szelepszor
 25. mellső ballasztelosztó szelepszor 26. csatlakozás a külső-
 víz gereincvezetékhez 27. ballaszt tankok 28. háromjártatú csap
 27. ballaszt tankok 28. háromjártatú csap
 Egyéb jelölések a 3.21 és 3.22 ábrák szerint

rendszereket mutatnak be a 3.23 és 3.24 ábrák. A fénkvíz-
 rendszer szempontjából a két ábra között az a különbség,
 hogy az első szelepekkel és háromjártatú csapokkal, míg a má-
 sodik szelepszekrényekkel van kialakítva. Mindkét ábrán be-
 mutatott rendszerben a szivattyúk kölcsönösen helyettesíthe-
 tik egymást, vagy működhetnek párhuzamosan is az egyik (bal-
 laszt vagy fénkvíz-rendszeren belül).

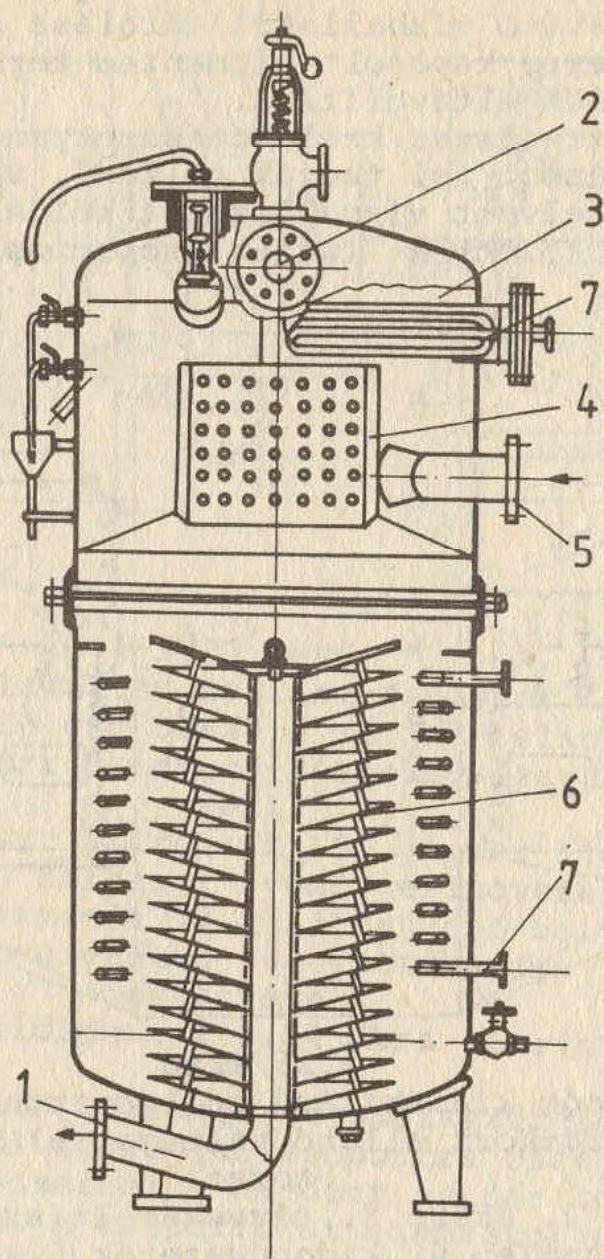
A fénkvíz olajtalanítókat $0,5-500 \text{ m}^3/\text{óra}$ teljesítmény-
 határok között gyártják. A berendezés lelke a 3.25 ábrán
 látható tartály. Egy szivattyú az olajos vizet az (5) cső-
 csonkon át a tartály felső részébe nyomja. A nagyobb olaj-
 cseppecskék rögtön a tartály felső részébe emelkednek, a
 többi a víz magával viszi a kúpos tárcsák közötti tárbe.
 A tárcsák között az áramlási sebesség lecsökken, a finom
 olajcseppek felemelkednek, a kúpos tárcsák alós felületére
 tapadnak, és egymással összeolvadva a tárcsa széle felé
 sodródnak. Amikor a tárcsa szélén a cseppek leszakadnak,
 már olyan méretűek, hogy jelentős sebességgel felemelkednek



3.24 ábra

Centralizált, egyesített fenékvíz- és ballasztrendszer II.
 33. tolózár 34. ballaszt váltószelepszekrény 35. szivattyú
 szívóági váltószelepszekrény 36. fenékvíz gyűjtő visszacsá-
 pó szelepszekrény 37. olajos fenékvíz szelepszekrény
 Egyéb jelölések a 3.21 és 3.22 valamint a 3.23 ábrák szerint

a (4) felszállócsöveken keresztül a tartály tetejébe. A megtisztult vizet az (1) csőcsokon lehet folyamatosan elvezetni, az összegyűlt olajat pedig időszakonként a (2) csőcsokon át ürítik a szennyolajtankba. Az ilyen típusú berendezések a fenékvíz olajtartalmát 100 mg/l alatti értékre csökkentik. További (6 mg/l-ig) csökkentést lehet elérni, ha ezután a berendezés után egy durvaszemcsés (speciális anyagú) szűrőt helyeznek a víz útjába. A szűrő szemcséin a legfinomabb olajcseppek is megtapadnak, idővel a szemcsék felületén az olajcseppek mérete megnő, és a nagyméretű cseppeket könnyűszerrel ki lehet választani a vízáramból. Az olajleválasztás olyamatát elősegíti a szeparátornak és a szűrőnek gőz, vagy elektromos fűtése.



3.25 ábra

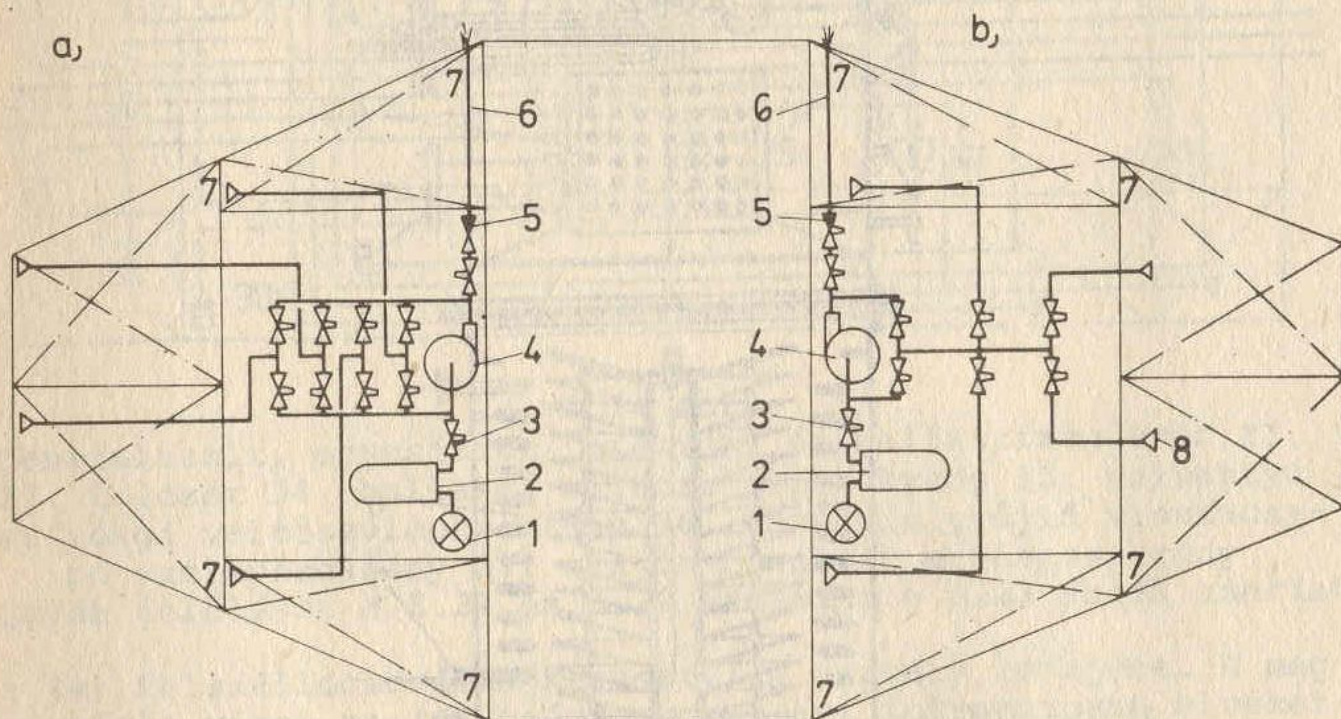
Fenekvíz olajtalanító

- 1. tisztított víz elevezetőcsonk
- 2. olajelvezetőcsonk
- 3. olajgyűjtő tér
- 4. olajfelszálló csövek
- 5. szennyezettvíz bevezetőcsonk
- 6. kúpostárcsák
- 7. fűtőcsőkiágók

3.4.2 Ballasztrendszer

A ballasztrendszer feladata a hajó úszáshelyzetét és stabilitását javító vízballaszt tárolása és kezelése, a ballasztrendszerre kapcsolt vízmentes terek (ballaszttankok) fenékvízének eltávolítása.

A ballasztrendszer kialakítása olyan, hogy a szivattyúk bármely tankot fel tudják tölteni, vagy ki tudják üríteni, és a felvett vízballasztot különböző tankok (vagy tankcsoportok) között át tudják csoportosítani.



3.26 ábra

Autonóm kialakítású ballasztrendszer

a) teljes feladatkört ellátó változat b) egyszerűsített változat

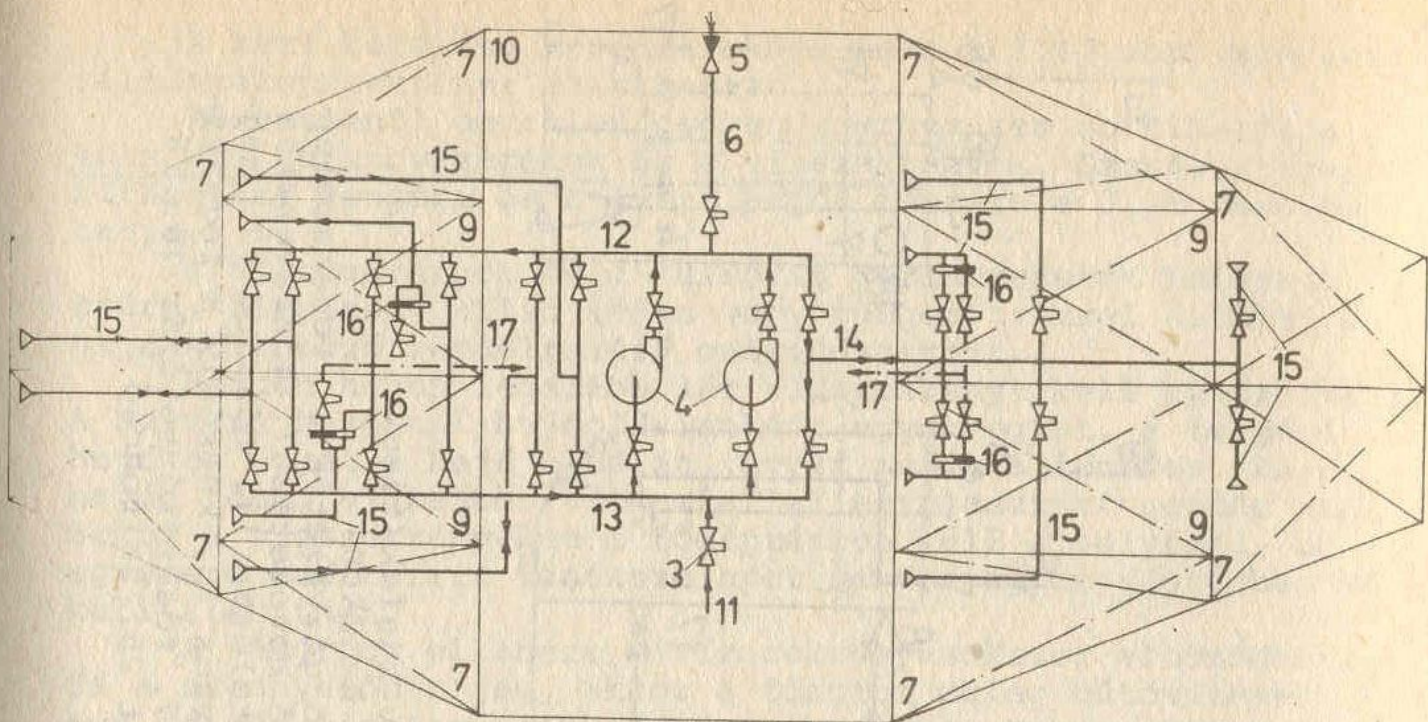
1. fenékszelep 2. szűrő 3. távvezérelt szelep 4: szivattyú
5. visszacsapószelep 6. kidobóvezeték 6. ballaszttank 8. szívótölcsér

A tengeri és belvízi kereskedelmi hajók többségén leggyakrabban a trimm változtatására van szükség, így lehetséges két (mellső, és hátsó) tankcsoport kialakításával (3.26 ábra b) kép, 3.27 ábra) a ballasztrendszert jelentősen leegyszerűsíteni.

A szokásosnál több ballaszttankkal és nagyobb teljesítményű szivattyúkkal szerelik fel a tengeri jégtörő, gördülőanyag-(RO-RO) konténerszállító hajókat, kompokat.

A ballasztrendszert legalább egy szivattyúnak kell kiszolgálnia, amely azonban lehet más (pl. fenékvíz, tűzoltó vagy egyéb rendszer) megfelelő térfogatáramú szivattyúja.

A ballasztrendszereket a fenékvíz-rendszerekhez hasonlóan háromféle módon lehet kialakítani.



3.27 ábra

Decentralizált kialakítású ballasztrendszer (A rendszer a géptértől a far felé eső része a teljes feladatkör ellátására alkalmas, az orr felé eső része egyszerűsített változat)

9. üzemanyag-ballaszt váltótank 10. géptér 11. külsővíz gerincvezeték 12. ballaszt nyomó gerincvezeték 13. ballaszt szívó-gerincvezeték 14. szívó-nyomó ballaszt gerincvezeték 15. elosztóvezetékek 16. váltókarima 17. üzemanyag gerincvezeték

Egyéb jelölések a 3.26 ábra szerint

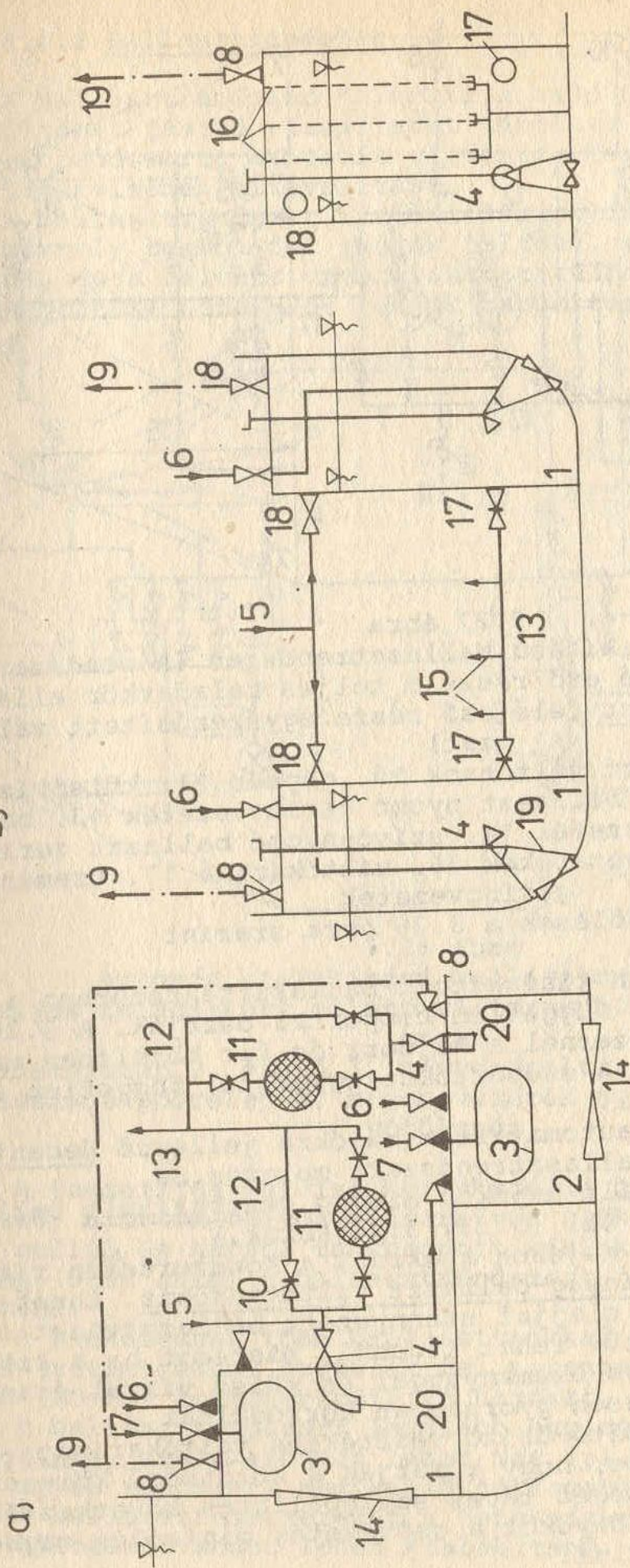
Az autonóm módon kialakított ballasztrendszerben a tankokat több egymástól független csoportra osztják. A 3.26 ábrán bemutatott rendszerrel a hajóorr és far közelében van egy-egy tankcsoport. A csoportokat egymástól független szivattyúk szolgálják ki.

A 3.27 ábra az automatizált hajókra jellemző decentralizált kialakítású ballasztrendszert mutatja be.

A nem automatizált hajókon mindig centralizált ballasztrendszert alakítanak ki. (3.23, 3.24 ábrák.)

Régebbi építésű hajókon gyakran, a korszerűeken ritkábban képeznek ki üzemanyag-ballaszt váltótankokat. Ennek oka egyrészt az, hogy az olajjal szennyezett ballasztvizet csak olajtalanítón keresztül lehet kidobni, másrészt ha a szerkezeti elemek váltakozva üzemanyaggal és külső vízzel érintkeznek, akkor lényegesen gyorsabban korrodálnak.

A váltótankok töltő-ürítő vezetékébe váltókarimát, váltókönyököt építenek be, hogy kizárják a különböző közegek keveredésének lehetőségét téves szelepállítás következtében. A váltókarimát vagy könyököt a csővezeték minimális megbontásával lehet átszerelni.



3.28/ ábra

Külsővíz gerincvezeték és vízszekrény kialakítások

a) tengeri hajókon b) belvízi hajókon

1. oldalsó vízszekrény
2. fűtővízszekrény
3. fűtő gőzvezeték
4. fenékszelep
5. meleg külsővíz visszavezetés
6. sűrített levegő bevezetés
7. gőzbevezetés
8. légzővezeték elzárószelep
9. léghővezeték
10. tolózár
11. fűszűrő
12. megkerülővezeték
13. külsővíz gerincvezeték
14. védőrács
15. külsővíz a fogyasztókhoz
16. fokozatosan kisebb lukú szűrőlemezek
17. főlzáró tolózár
18. fűtő
19. kúpos toldat
20. szifoncső

A kézi kezelésű rendszerekben néha a 3.17 ábra szerinti váltószelepszekrényt alkalmazzák.

Közvetlenül egyetlen csőrendszerhez sem sorolhatók a külsővíz gerincvezetékek és a vízszekrények. Szokásos kialakításaikat tengeri és belvízi hajók részére a 3.28 ábra mutatja.

A vízszekrények és a külsővíz gerincvezeték feladata szűrt, ülepített külső (édes vagy tenger) vízzel ellátni a hajó különböző rendeltetésű csőrendszereit.

Minden hajón legalább két vízszekrényt kell kialakítani. A belvízi hajóknál hajóoldalanként egyet-egyét, a tengeri hajókon egyet a hajó oldalán, egyet pedig a fenéken. Ha a hajón több, vízmentes válaszfallal elválasztott géptér van, akkor a vízszekrényeket a főgéptérben kell elhelyezni, de egyszerű szerkezetű fenékszelepet minden egyes géptérben ki kell alakítani.

A védőrács ellenére a vízszekrény sokszor eltömődhet. Ha a szennyeződés jég, akkor a főmotor meleg hűtővizének egy részét visszavezetik a vízszekrénybe. Nagyon intenzív jégbeszívás esetén (apró tört jégben vagy hókásában hajózva) szükség van az átbuborékolató rendszerű gőzfűtésre (7) is. Ha a szennyező anyag nem jég, akkor a vízszekrény lefúvatása segíthet. A fenékszelep (4) és a légzővezeték szelepeinek (8) lezárása után 1,5-2 bar^f nyomású sűrített levegőt vezetnek a vízszekrénybe, ami a szennyező anyagot kifújja. Nagyon fontos a lefúvatás után a légzőszelep kinyitása, mert a vízszekrény levegősődésekor a külsővíz-szivattyúk elejthetik a vizet.

A belvízi hajók vízszekrényeit a legnagyobb merülés vonala fölé emelik, és a főszűrőt a vízszekrényben alakítják ki. A főszűrő lemezei így üzem közben is tisztathatók. A belvízi hajók viszonylag nagy térfogatú vízszekrényeiből a külső vízben lebegő iszap- és homokszemcsék nagy része nem jut tovább.

3.4.3 Fenékvíz- és ballasztrendszerek üzemeltetése

A fenékvíz-ballaszt rendszerek üzemeltetésekor fontos, hogy a használaton kívüli állapotban (álló szivattyúknál) minden szelepet tartsunk zárva. Ezzel megelőzhető a tankok vagy terek véletlen elárasztódása, vagy elárasztása a következő üzembe helyezéskor.

Valamennyi örvényszivattyú indítása előtt a szivattyú nyomócsonkjánál szelepet zárva kell tartani mindaddig, amíg a szivattyú motorja a teljes fordulatszámot el nem éri. Erre azért van szükség, mert az örvényszivattyú teljesítményfelvétele nulla térfogatáramnál minimális. Így kímélhetjük a villamos motort és a hálózatot a nagy, indítási áram-

lökésektől. A térfogat kiszorításos és vízsugárszivattyúk indítása előtt viszont a szívó- és nyomó ágat is nyitni kell.

A fenékvízszívás (ballasztürítés) megkezdése előtt először a külhéra, vagy annak közelébe szerelt kidobószelepet (zárható visszacsapószelepet) kell kinyitni.

Ballaszt behajózása előtt az első teendő a ballaszt-szivattyúk szívóágát a fő külsővíz-vezetékekkel összekötő szelep kinyitása. Ezután indítjuk el az örvényszivattyú villamosmotorját, majd nyitjuk a szivattyú nyomócsonkjánál lévő szelepet.

A szivattyú szállításának megindulását a szívóági vákuumméter és a nyomóági manométer segítségével lehet megállapítani. Nyomásmérők hiányában szivattyú nyugtalan járása, (hangja) erősen ingadozó áramfelvétele a vákuum hiányát, a szívóvezeték ellevegősödését, dugulását jelzi. Ha a szállítás megindul, a szivattyú járása, hangja, áramfelvétele egyenletes lesz, a vákuumméter vákuumot, a manométer túlnyomást jelez.

Ha a szállítás hosszabb időn keresztül (1-3 perc) nem indul meg, a szivattyú levegőt szív, esetleg a rendszerben dugulás képződött. Először a szelepeket ellenőrizzük, majd a duguláshajlamos részeket (szívókosár, iszapszekrény) ellenőrizzük. A tömítések sérülésének vagy a szivattyú meghibásodásának (tengelytömítés átereszt) kicsi a valószínűsége.

Ha a vákuumméter túl nagy értéket mutat, (nagy nyomásvesztés a szívóvezetékben) a szivattyú járókereke kavitációs veszélynek van kitéve. Még nagyobb szívóoldali vákuum esetén a szivattyú elejtheti a vizet: ilyenkor a szivattyú hangja, áramfelvétele, és a nyomásmérők állása gyors egymásutánban periodikusan változik, vagy a szivattyúból pattogó hang hallatszik. Ezekben az esetekben a nyomócsonkon elhelyezett zárószeleppel a nyomóágot addig kell fojtani, (a szelepkereket zárás irányban forgatni), amíg a szivattyú normál üzemmódban nem működik.

Akár ballasztolunk, akár fenékvizet ürítünk, fontos, hogy egyszerre csak egy tér, egy szívóvezetékének szelepét nyissuk! Több vezeték (szelep) nyitásakor ugyanis a szivattyú csak a kisebb ellenállású szívóágon szív. Ha ebben a térben a víz szintje lecsökken, a rendszerbe levegő jut, és a folyadékszállítás megszűnik.

A fenékszívás és ballasztolás közben folyamatosan ellenőrizzük szondázással a kérdéses térben a vízszint alakulását. A szondázással ellenőrizhető a szelepkezelés helyesége (nem ott változik a víz szintje, ahol kellene), továbbá a várhatónál kisebb szintváltozás megállapítása kezdődő dugulást, vagy máshol nyitva felejtett szelepet jelezhet. Ez utóbbi esetben a fedélzetre, onnan a partra, vagy bárkába kiömlő ballasztvíz jelentős rakománykárokat okozhat.

A fenékszívás vagy ballasztolás után a szelepeket alapállásba, zárt helyzetbe kell hozni és a szivattyút le kell állítani.

A rendszer legtöbb figyelmet kívánó elemei a szűrőkosa-
rak, iszapszekrények és fenékkutak. Rendszeresen el kell vé-
gezni ezek tisztítását. A tisztítást különösen ömlesztett
rakományok után kell gondosan végezni. A raktármosást mindig
a fenékkutak tisztításával kell befejezni.

A ballaszttankokat dokkolási periódusonként fel kell
nyitni és az alján összegyűlt iszapot ki kell takarítani.

3.4.4 Tűzoltórendszer

A hajókon felszerelt tűzoltórendszer feladata a kelet-
kezett tüzek oltása, de ezen kívül a tűzoltórendszer szol-
gálat nagymennyiségű külső vizet használati célra (pl. fe-
délzet-, horgony-, tankmosásra stb.) is.

Az osztályozó társaságok ide vonatkozó előírásai a
SOLAS előírásain alapulnak. A hajókon alapvető aktív tűzvéd-
elmi rendszerként tűzoltóvíz rendszert alkalmaznak. Kiegé-
szítő tűzvédelmi rendszer a szórtsugarú tűzoltóvíz, a víz-
permet-, a vízfüggöny-, a locsolóvíz-, a haboltó-, a gőz-
oltó-, a széndioxiddal oltó és inertgáz rendszer.

A fő kiegészítő tűzoltórendszereket a tűz oltásának
módja szerint is lehet csoportosítani. Az égéshez szükséges
feltételek:

- éghető anyag,
- gyulladási hőmérséklet,
- gyulladási hőmennyiség,
- oxigén.

A tűzoltás az égéshez szükséges egy, vagy több feltétel meg-
szüntetése által lehetséges.

Az éghető anyagok helyett nem éghetők alkalmazása a ha-
jó passzív tűzvédelmének körébe tartozik. A tüzek oltásánál
az éghető anyagok eltávolításának szerepe másodlagos.

Az éghető anyag lehűtését és az égéshő elvonását biz-
tosítják a vizes tűzoltórendszerek (tűzoltóvíz, szórtsugarú
vízpermet stb. rendszerek). Jól kiegészíti a víz hűtőhatá-
sát a szórtsugarú-, vízpermet-, vízfüggöny-, locsolóvíz
rendszer működésekor az, hogy a védett felületen képződő
vékony vízhártya elválasztja az égő anyagot a levegő oxigén-
jétől.

Az aktív tűzoltás további lehetséges módja az, hogy
az éghető anyagot az oxigéntől elzárjuk. Ezen az elven mű-
ködnek a haboltó rendszerek. Nagyon fontos, hogy a habtaka-
rót fokozatosan terítsük a tűzfészekre, ellenkező esetben
a habtakaró hiányain keresztül az oxigén az égő anyaghoz
jut.

Az aktív tűzoltás harmadik lehetséges módja olyan gáz vagy gőzkeveréket létrehozni a tűz körzetében, amelyben nincs 5%-nál több oxigén. Így működnek a széndioxiddal, gőzzel, inert gázzal oltó rendszerek.

A tűzoltás módja a keletkezett tűz jellegétől, az égő anyag minőségétől, a tűz keletkezésének okától és helyétől függ.

Az égő anyag lehet szilárd, darabos (fa, szén, textil, műanyag stb., különféle vegyi anyagok) por (fűrészpor, szénpor, korom, liszt stb.) vagy folyékony halmazállapotú (olajszármazékok, alkohol, folyékony vegyszerek).

A szilárd anyagok oltására a hűtés a legmegfelelőbb oltási módszer. De vegyi anyagok oltásánál minden esetben előre meg kell győződni, hogy azok a vízzel érintkezve nem fejlesztenek-e robbanóképes gázokat. (Például a karbidok vízzel érintkezve acetilént - égő, robbanó gázt - fejlesztenek.)

A portüzek oltásának legcélszerűbb módja az oxigénmentes légkör megteremtése. Ha a tűz egyszerű kialakítású (síkfalakkal határolt) térben van, jó eredményt lehet elérni, ha a felületeket elzárjuk a levegő oxigénjétől (haboltás), vagy hűtjük (vízpermetezés).

Az olajtüzeket leghatásosabban az olaj felületének a levegő oxigénjétől való elzárásával lehet oltani. Nagy tömegű olaj vízzel oltása nem vezet eredményre, mert a sűrűbb víz gyorsan az olaj felszíne alá merül. A helyzet csak romlik azáltal, hogy az olaj a vízfelszínen nagyobb területre ömlik szét. Ha azonban az olaj vékony filmként terült szét valamilyen felületen, akkor közvetlen hűtéssel (vízpermetezéssel) is meg lehet próbálkozni.

A tűz keletkezésének oka szerint villamos és nem villamos tüzeket különböztetünk meg. A stabil tűzoltórendszerek hatóanyagai a gázok (CO₂, inert gáz) kivételével jó elektrolitok, azaz vezetik a villamos áramot. Így a feszültség alatt álló berendezés oltását végző személyzet ki van téve az áramütés veszélyének. Ezért a villamos eredetű tüzeket vízzel vagy habbal oltó rendszerrel, vagy készülékkel oltani tilos. (Amennyiben a berendezést már megbízhatóan áramtalanították, úgy ezek az eszközök is bevethetőek a tűz megfékezésére). Az életvédelem céljából a nem villamos tüzek oltásának megkezdésekor a tűz környezetében szintén áramtalanítani kell, mert nem kizárt az áramvezető kábelek sérülése.

A tűz keletkezésének helye szerint vannak szabadtéri és zárt téri, ezen belül felépítmény vagy fedélközi, géptéri és raktártüzek. A szabadtéri tüzeket elsősorban hűtéssel olthatjuk, és csak kisebb részben az oxigéntől való elzárással.

A felépítmény vagy fedélközi tüzek oltásánál a kis térben felszabaduló nagy hőenergia okoz problémát, ezért cél-

szerű oltóanyagként vizet használni. A zárt, szellőztetés nélküli térben az oxigénhiány miatt az égés lelassul, és a helyiség nyitásakor - a friss levegő hatására robbanásszerűen újraéled. Hasonló jelenség tapasztalható az oltógázok vagy gőzök használata után túl korán kiszellőztetett terekben. Ilyen helyzetben először hőelvonással kell a helyiség, illetve az égő anyagok hőmérsékletét a gyulladási hőmérséklet alá csökkenteni. Ha elkerülhetetlen a helyiség felnyitása, akkor igyekezni kell a lehető legkisebb nyílást kinyitni (vészkijáratot, kabinablakot).

A géptéri tüzek oltásának különlegessége, hogy a bonyolult térkialakítás miatt a tűz közvetlenül vízzel, illetve vízpermettel nem oltható, mert a tűz a csövek, gépi berendezések által elzárt hozzáférhetetlen helyeken magmarad és újraéled. Megnehezíti az oltást, hogy az idők folyamán a géptér falain, csőfelületeken mindenütt vékony olajréteg keletkezik, amelyen a tűz gyorsan továbbterjed. Az elharpózott géptéri tüzek legjobb oltási módja a géptér levegőjéből az oxigén kiszorítása.

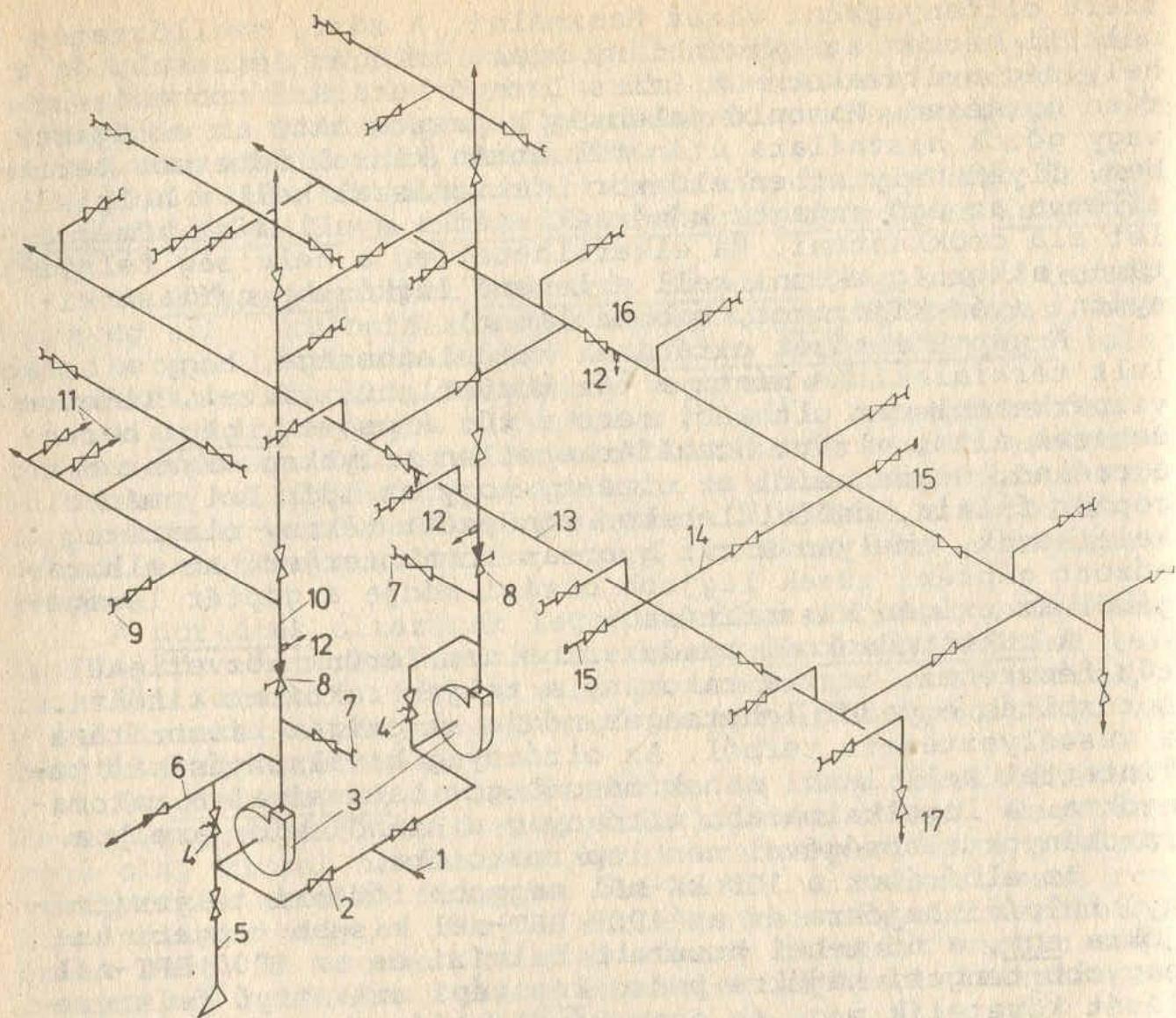
A raktártüzeknél rendszerint nem férünk közvetlenül a tűz fészkéhez, mert a rakomány a teljes raktárat kitölti. A tűzoltás egyedül lehetséges módja az oxigén kiszorítása a veszélyeztetett térből. Az oltóanyag kiválasztásánál tekintettel kell lenni annak másodlagos hatásaival a rakományokra. A legalkalmasabb oltóanyag a széndioxid, amely a rakományok többségével nem lép reakcióba.

Az előírások a 110 kW-nál nagyobb főüzemi teljesítményű belvízi hajókra és az 1000 BRT-nál kisebb tengeri hajókra egy, a 65 m-nél hosszabb belvízi és az 1000 BRT-nél nagyobb tengeri hajókra pedig két gépi szivattyú felszerelését követelik meg, és ezen kívül előírnak egy vész-tűzoltó szivattyút is, amelyet a géptéren kívül kell elhelyezni.

A tűzoltóvíz rendszer kialakítása mindig centralizált. A csőrendszer lehet sugaras, vagy gyűrűs, de legtöbbször a kettő kombinációja. (3.29 ábra)

A tűzcsapokat úgy helyezik el a hajón, hogy a bárhol elhelyezkedő tűzfészket egyszerre két hajlékony tűzoltótömlővel el lehessen érni úgy, hogy csak az egyik tömlőtoldják meg. A tömlők hossza a felépítményen belül 10, azon kívül 20 méter. Két tűzcsapot közvetlenül a szivattyú nyomóágánál a géptérben kell elhelyezni. A csővezetékeket lehetőleg a hajó fűtött terein keresztül fektetik. Ahol a csővezeték kijut a szabad fedélzetre (16) szakaszolószelepet és víztelenítő szemölcsöt építenek be.

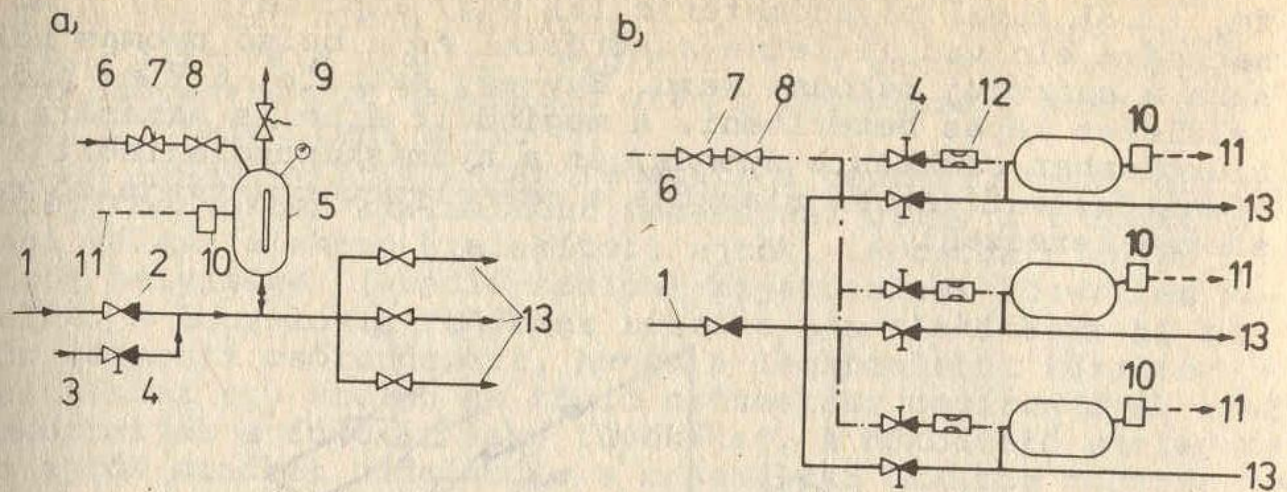
A szórtsugarú tűzoltóvíz-rendszer feladata az átlagosnál nagyobb tűzveszélyességű helyiségekben a tűz emberi közreműködés nélküli oltása. Általában személyhajókon, nagyobb tengeri hajókon a közös helyiségek, kabinok, irodák, lámpa-, és a festékraktárak stb. védelmére használják. A szórtsugarú tűzoltóvíz rendszert (3.30 ábra a kép) a korró-



3.29 ábra

Tűzoltóvíz-rendszerek kialakítása

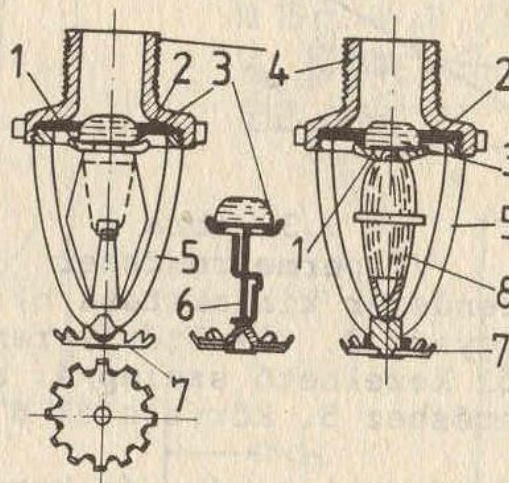
1. a külsővíz gerincvezetékétől 2. elzárószelepek,
3. tűzoltószivattyú 4. biztonsági szelep 5. géptéri szükségfenékszívás 6. szükségfenékszívás a kidobóhoz
7. géptéri közvetlen tűzcsap (min. 2 db) 8. zárható vcs. szelep 9. tűzcsap 10. felszálló fővezeték 11. elágazás a kisegítő tűzoltórendszerekhez 12. víztelenítő sze-
mölcs 13. körvezeték szakaszolószelleppel 14. összekö-
tővezeték 15. parti csatlakozó 16. a szabadté-
di csőszakaszt leválasztó szakaszoló szelep 17. horgonymosás



3.30 ábra

Szórtsugarú tűzoltóvíz-rendszer

a) víztöltésű, szakaszolatlan b) levegőtöltésű, szakaszolt
 1. a tűzoltóvíz-rendszerből 2. vcs szelep 3. az édesvíz használati rendszertől 4. zárható vcs szelep 5. hidrofór nyomásmérővel és szintmutatóval 6. a sűrítettlevegő-rendszerből 7. nyomáscsökkentő szelep 8. elzárószelep 9. biztonsági szelep 10. nyomáskapcsoló 11. tűzoltószivattyú indítószekrényhez, riasztáshoz 12. fojtószelep 13. szórófejekhez



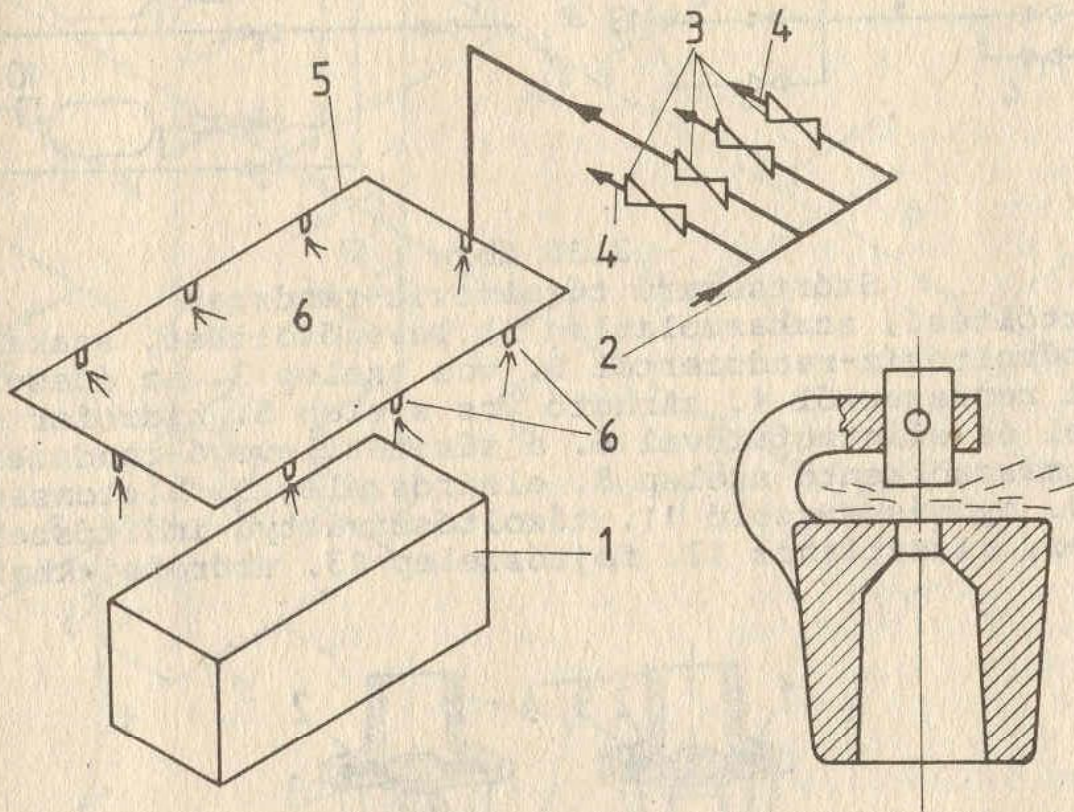
3.31 ábra

Szórófej

a) fémezárás kivitel b) üvegampullás kivitel
 1. szelepdugó alátát 2. szűkítőtárcsa 3. szelepdugó 4. szórófejtest 5. keret 6. fémezár 7. szórótárcsa 8. üvegampulla, alacsony forráspontú folyadéktöltettel

ziós veszély csökkentése érdekében az édesvíz rendszerről töltik fel. A rendszerben a nyomást hidrofór tartja fenn. Ha a védett helyiségek egyikében tűz üt ki, akkor a szóró-

fej (3.31 ábra) olvadóbetétje (6) vagy ampullája (8) a hő hatására elolvad (illetve széttörik) és a belső nyomás hatására a szórófej működni kezd. Egy-egy szórófej 6-9 m² padlófelületet képes beteríteni. A megindult áramlás hatására a hidrofornban csökken a nyomás, és a nyomáskapcsoló indítja a tűzoltószivattyút és riasztja a személyzetet a tűzjelző rendszeren keresztül.



3.32 ábra

Vízpermetrendszer

a) a rendszer kialakítása b) a fúvóka

1. védendő gépegység 2. tűzoltóvíz-rendszerrel 3. szabad fedélzetről kezelhető szelep 4. a többi védendő berendezéshez 5. körvezeték 6. fúvóka

A vízpermet-rendszert a gép- és kazánterekben alkalmazzák az ott elhelyezett dízelmotorok, kazánok, olajszivattyúk, szeparátorok helyi tüzeinek oltására. A vízpermet-rendszer fúvókája (3.32 ábra) a vizet legyező alakú, nagyon finom cseppecskékből álló sugárra porlasztja.

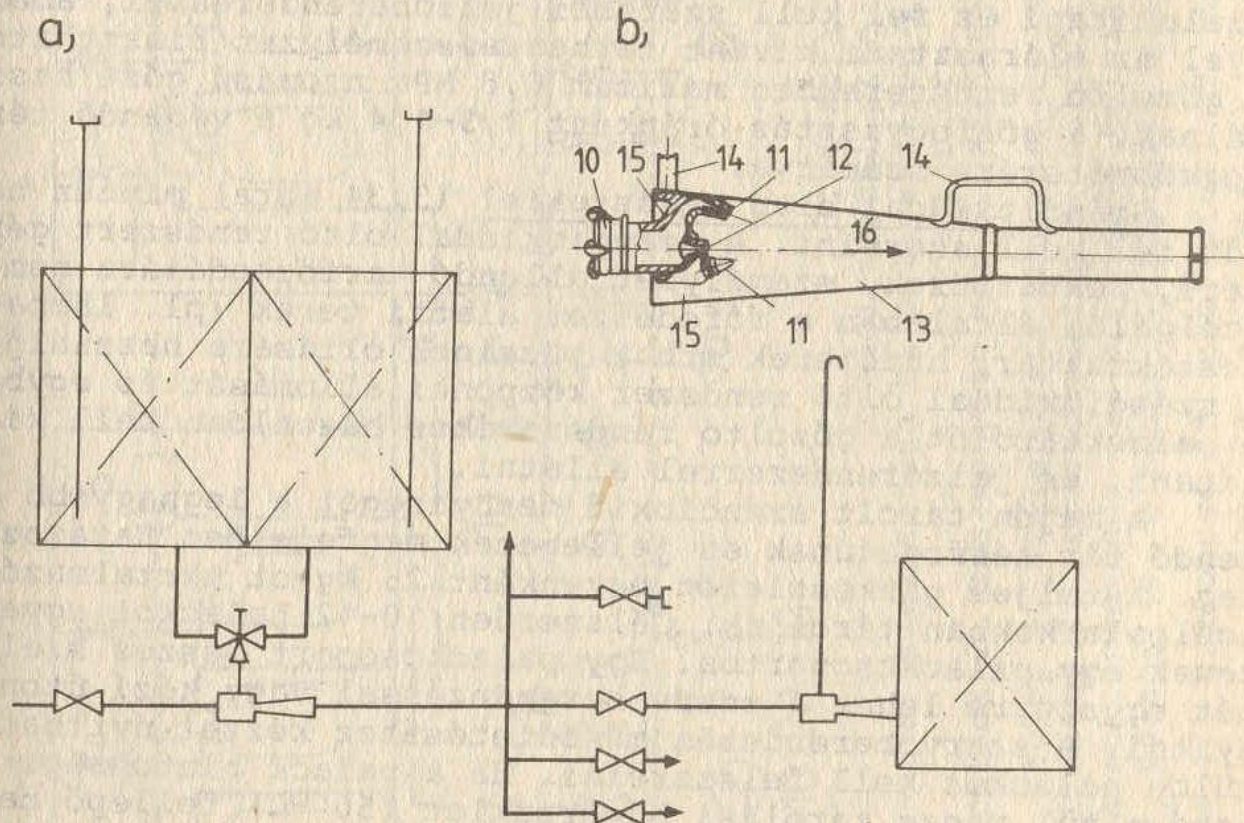
A vízfüggöny-rendszer feladata a tűz továbbterjedésének megakadályozása kompokon, RO-RO hajókon, tűzveszélyes anyagokat szállító hajókon. Vízfüggöny-rendszerrel felszerelik a tűzoltó hajókat, illetve az azok szerepét is ellátó kikötői vontatókat, és a mentőhajókat is, hogy egy égő hajó megközelítésekor ne legyenek kitéve a tűz áttérjedése veszélyének.

A vízfüggöny-rendszer csővezetékait a tűzvédelmi falak mentén, a hajótest, és felépítmények külső falain vezetik, szükség esetén több szintben egymás felett. A vízfogyasztás

csökkentése céljából a rendszert szakaszolják. A fúvókák széles legyező alakú vízhárttyát terítenek a védendő terek körül, illetve a védendő felületekre. A rendszer szabadban futó csővezetékait használat után a fagyveszély miatt gondosan vízteleníteni kell.

A locsolóvíz-rendszer feladata a géptéri, kazántéri és felépítményekben kialakított menekülési utak, a tűzbiztonsági válaszfalakban kialakított ajtók, lépcsőházi aknák, közös helyiségek (ebédlő-szalón) kijáratainak közvetlen védelme. A locsolóvíz-rendszer részére nem alakítanak ki külön központi csőrendszert, hanem a legközelebbi tűzoltóvíz-vezetékhez egy szelep és rövid csőszakasz segítségével csatlakoztatják a fúvókát vagy fúvókákat. A működtető szelepeket az ajtók mindkét oldaláról, a menekülési utakhoz tartozó szelepeket a szabad fedélzetekről is lehet kezelni.

A hajókon alkalmazott haboltó-rendszerekben mechanikus léghabot alkalmaznak. A habképző anyagot (szinte kizárólag folyadék) általában 4-6%-os mennyiségben külső vízhez keverve a habgenerátorban a habképző anyag típusától és a külső víz szennyezettségének fokától a keletkező hab térfogata a víz térfogatának a 10-1000-szerese lesz.



3.33 ábra

Haboltó-rendszer

- a) a rendszer vázlatos kialakítása b) kézi habsugárcső
 1. csatlakozás a tűzoltóvíz rendszerhez 2. habképző anyag tartály 3. háromjáratú csap 4. keverőejektor 5. csatlakozó a hordozható habsugárcsőhöz 6. elosztó szelepszor a stabil habgenerátorokhoz 7. habgenerátor 8. légzővezeték 9. védett tér 10. gyorscsatlakozó a keverékszállító tömlőhöz 11. ke-
 rületi fúvóka 12. központi fúvóka 13. keverőcső 14. fogantyú 15. levegőbeömlés 16. hab

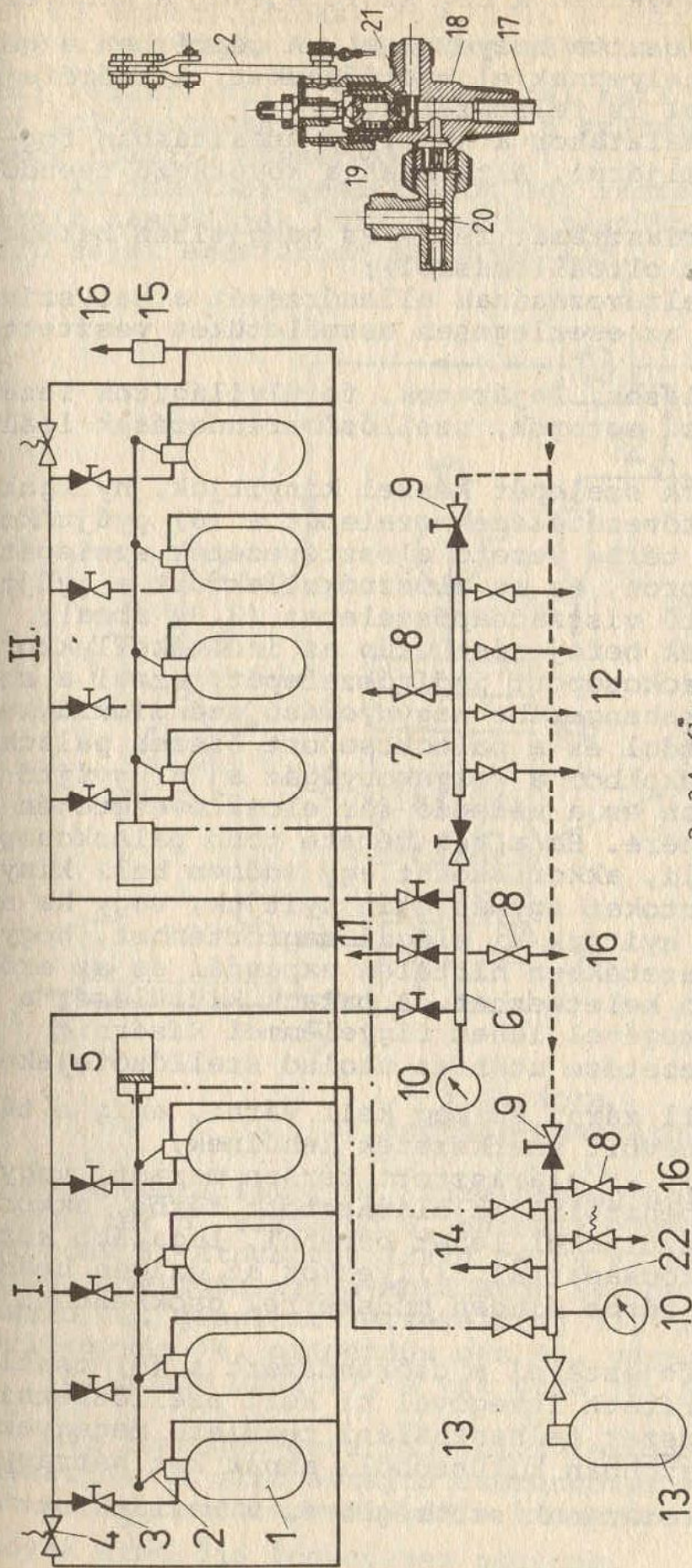
A haboltó rendszer elvi felépítését a 3.33 ábra mutatja. A rendszert háromféle módon alakíthatják ki. A stabil haboltó rendszerekben a habképzőanyag készletet, tároló tartályokat, a keverőejektort egy központi állomáson építik be, a habképző anyag-víz keveréket külön csőrendszer segítségével juttatják el a stabil habgenerátorokhoz, vagy azokhoz a tűzcsapokhoz, amelyekre kézi habsugárcső csatlakoztatható. A "félstabil" haboltó-rendszerekben nem alakítanak ki külön habképző anyag-víz keveréket szállító csővezetékét, hanem a tűzoltóvíz csőrendszert, vagy annak megfelelően szakaszolható részét használják erre a célra. Ezekben a rendszerekben csak kézi habgenerátort alkalmaznak. A mobil rendszerekben a habképzőanyag készletet a hajón két, lehetőleg egymástól távol eső helyen kannákban tárolják. A használatkor a tűzhöz legközelebbi tűzoltóvíz-csaphoz csatlakoztatják a hordozható keverőejektort, majd habképző keveréket az ejektortól hajlékony tömlőn vezetik a kézi habgenerátorhoz.

Gőzoltó rendszerrel csak azokat a hajókat szerelik fel, amelyeken állandóan üzemelő (főüzemi) vagy megfelelő teljesítményű segédkazánok vannak. A gőzoltó rendszer központi állomását a szabad fedélzetre nyíló külön helyiségben kell kialakítani és fel kell szerelni jelzőberendezéssel, amelyel az elárasztani kívánt térben a személyzet riasztható. A gőzoltó rendszerekben maximum 0,8 MPa nyomású gőzt használnak, a gőzfogyasztás óránként 1,3-1,4 kg a védendő tér légköbméterére számítva.

Széndioxid oltó rendszerrel (3.34 ábra) minden hajót fel kell szerelni. A széndioxid oltó rendszert géptéri, raktártüzek, személyzet állandó tartózkodására nem szolgáló, általában a főfedélzet alatti terek (pl. lámpa-, festékraktár, hűtőterek stb.) tüzeinek oltására használjuk. A széndioxid oltó rendszer központi állomását és egyben a palacktárolót a gőzoltó rendszeréhez hasonlóan kell kialakítani, és jelzőrendszerrel ellátni.

A hajón tárolt széndioxid mennyiségét a legnagyobb védendő tér térfogatának és jellegének megfelelően határozzák meg. A teljes gázkészletet egyenként 25 kg-ot tartalmazó acélpalackokban tárolják. Célszerűen 10-12 palackot egyesítenek egy palackcsoportba. Egy palackcsoport összes szelepét egyszerre lehet a szervoberendezéssel vagy kézi úton nyitni. A szervoberendezés működtetéséhez kézzel nyitható külön palackot kell felszerelni. Ha a palack biztonsági szelepe a túl magas tárolási hőmérséklet (50 °C) fellépő nagy nyomás (16 MPa) miatt nyit (azaz a hasadólemez felreped), akkor a lefúvó csővezetékbe épített síp hangjelzést ad. A hibás palackot a (20) jelződugattyú jelzi. A kiürült palackot azonnal ki kell cserélni és gondoskodni kell a helyiség hűtéséről.

A palackokat rendszeresen karban kell tartani. Mérlegeléssel vagy izotópos szintvizsgálattal ellenőrizni kell nem szivárgott-e el a gáz a palackból.



3.34 ábra

Széndioxidal oltó rendszer

a) kialakítása b) palackszelep-kialakítás I,II. palack-csoportor

1. CO₂ palack 2. szelepnívítő kar 3. zárható visszacsapószelep 4. biztonságis szelep 5. szelepnívítő munkahenger, 6. gyűjtő kollektor, 7. elosztókollektor 8. lefűvátószelep 9. öblítőszelep 10. nyomásmérő 11. a többi palackcsoporthoz 12. a védendő helyiségbe 13. szelepnívítő (indító CO₂ palack 14. a többi szelepnívítő munkahengerhez 15. síp 16. a szabadba 17. szifoncső 18. szeleptest 19. hadadótárcsa 20. jelződugattyú, 21. szeleptányér 22. indító kollektor

A védendő helyiségekben a CO₂ szórófejeket a mennyezet alatt egyenletesen elosztva helyezik el. A géptérben a géptéri padló alatt is helyeznek el szórófejeket. A szórófejek egy részét jelzősípval is felszerelik.

A rendszer használatakor a kezelési utasításban foglaltak szerint kell eljárni. Általában a következő teendőket kell elvégezni:

- a személyzet riasztását fény- és hangjelzés bekapcsolása segítségével (az oltóállomásról);

- a személyzet eltávozásának ellenőrzését a helyszínen (különös figyelemmel az esetlegesen eszméletüket veszítettékre);

- a szellőzőnyílások, lejáratok, felülvilágítók lezárása, járó belső égésű motorok, szellőzőberendezések leállítása a helyszínen;

- az indítópalack szelepét kézzel kinyitjuk, nyitjuk a palackcsoport gyűjtővezetékének szelepét a (6) gyűjtőkolektoron, az oltandó térbe vezető elosztóvezeték szelepét a (7) elosztókolektoron, és az elosztókolektort a gyűjtőkolektorral összekötő visszacsapószelepet (3.34 ábra);

- az ellenőrzések befejezése után az indítókollektoron nyitjuk a kívánt palackcsoport indítószelepét, ezzel a szelepcsoport nyitó munkahengerébe nagynyomású széndioxid kerül, a dugattyú elmozdul és a palackcsoport összes palackját kinyitja. A palackokból a folyékony gáz a (6) gyűjtő és (7) elosztókolektoron és a védendő tér elosztóvezetékén át jut az oltás helyszínére. Ha a tér mérete több palackcsoport felhasználását igényli, akkor azokat egy időben kell kinyitni. Ha a palackcsoportokat egymás után nyitjuk, vagy ha a szelepek egyikét nem nyitjuk ki eléggé megtörténhet, hogy a folyékony gáz a csővezetékben hirtelen expandál és az erős lehűlés miatt jégdugó keletkezhet. A palack kiürülését a (10) manométer segítségével lehet figyelemmel kísérni;

- a CO₂ gáz bevezetése után az utolsó szellőzőfejeket is légmentesen le kell zárni és meg kell várni, amíg a tűz elfojtódik, és a felhevült szerkezetek lehűlnek;

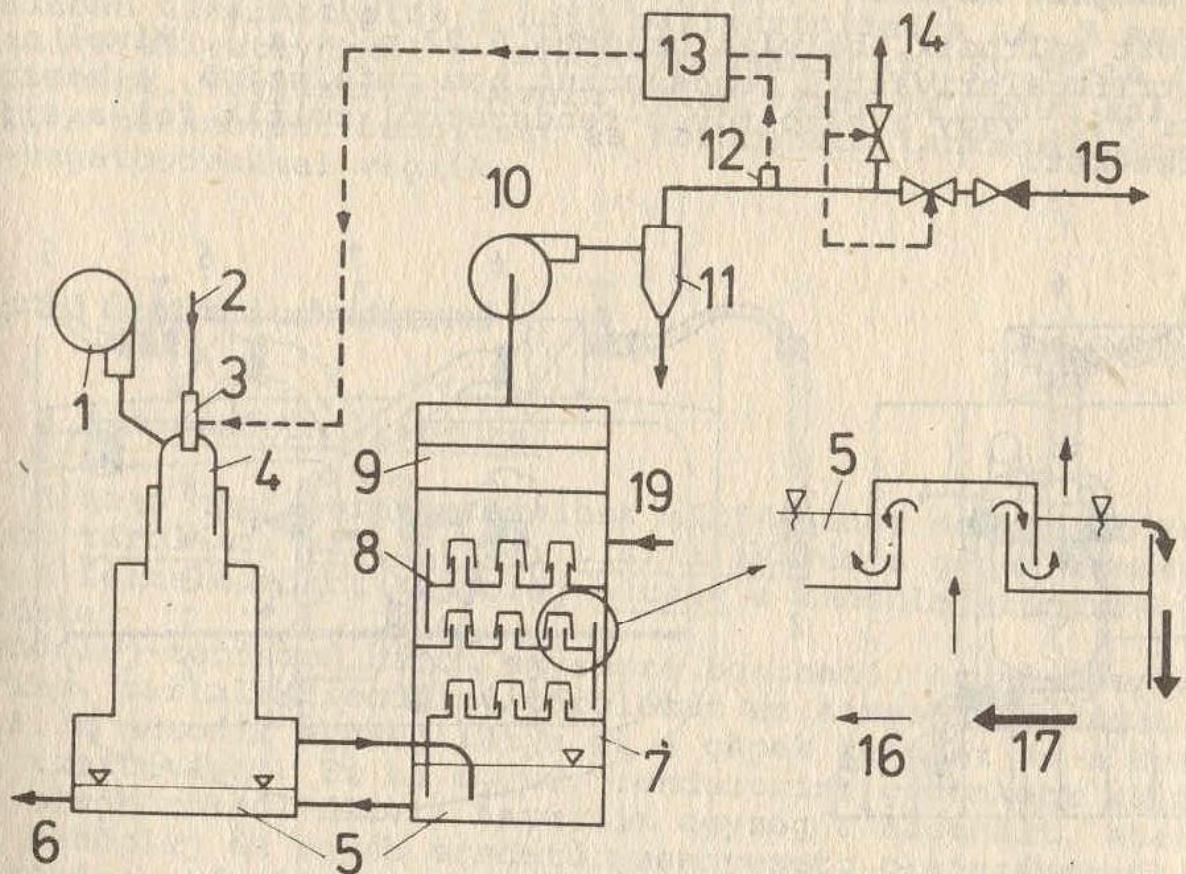
- ha valaki mégis az elárasztott térben maradt, vagy idő előtt szükséges behatolni az elárasztott térbe, akkor csak oxigénes védőkészülékkel lehet bemenni, legalább két-három főből álló mentőcsapattal. (Ilyenkor az oxigén behatolását az elárasztott térbe minden módszerrel csökkenteni kell!)

- a tűzoltás befejeztével a csőrendszert a (9) csatlakozáson keresztül sűrített levegővel ki kell szellőztetni.

Az inertgáz-rendszer felhasználási területe megegyezik a CO₂ rendszerével, azonban kiküszöböli annak két hátrányát: az oltógázkészlet tárolásának szükségét és a korlátozott oltógáz mennyiséget.

Az inertgáz nem tartalmazhat 5 százalék oxigénnél többet és éghető gázokat (pl. CO). A korróziós veszély csökkentése miatt korom és kénszármazékokat (SO_2 , SO_3) a gázból ki kell választani. A rendszert fel kell szerelni a gázminőséget folyamatosan ellenőrző és 8 százalék oxigénszint elérésakor riasztó műszerekkel.

Az inertgáz-generátorok egy részében a kazánok égésgázait használják fel, a másik részükben az oxigénszegény gázt saját égéstérben állítják elő.



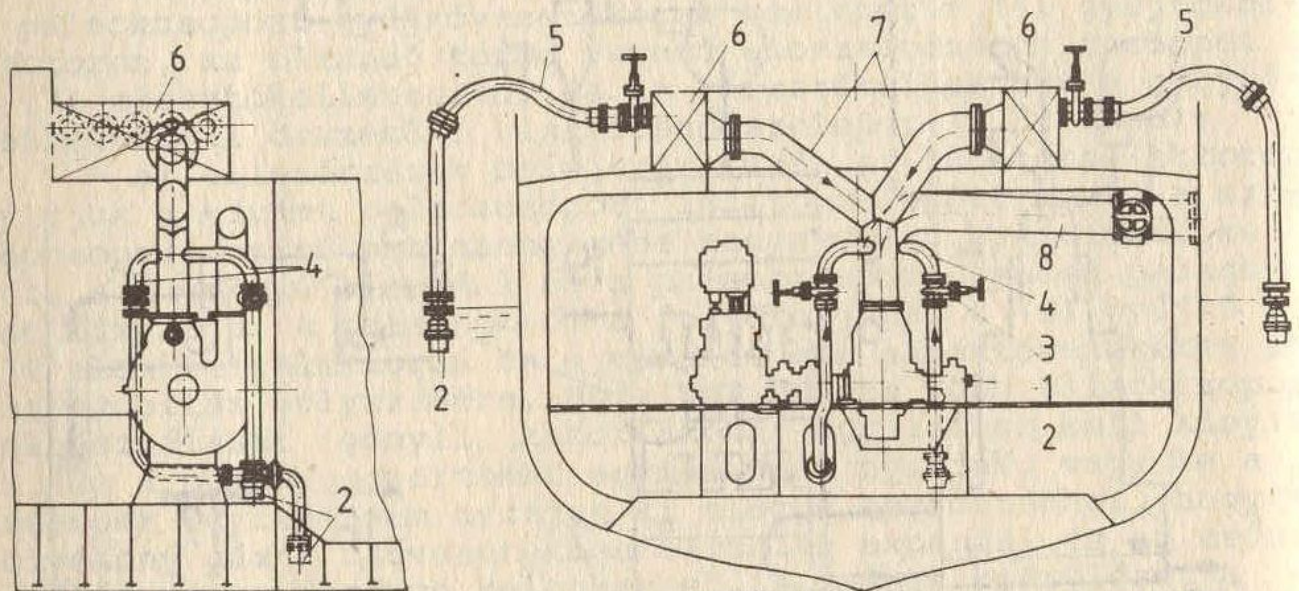
3.35 ábra
Inertgáz-generátor

1. nyomóventillátor
2. tüzelőanyag hozzávezetés
3. égőfej
4. égéstér
5. vízfürdő
6. hűtővíz elvezetés
7. hűtő- és mosótorony
8. átbuborékolató tálca
9. nedvességleválasztó szűrő
10. inertgáz szívóventilátor
11. centrifugális cseppleválasztó
12. gázelemző érzékelőfej
13. gázelemző műszer- és vezérlőegység
14. oxigéndús gáz
15. gázelosztó kollektorhoz
16. a gáz útja
17. a víz útja
18. visszacsapószelep

Az inertgáz-generátor elvi felépítését a 3.35 ábrán láthatjuk. A gázt elosztó csőrendszer kialakítása megegyezik a CO_2 rendszerével, de a kis nyomások ($\sim 3\text{kPa}$) miatt a csövek átmérője lényegesen nagyobb.

3.4.5 Mentőrendszer

A hajótestbe betörő nagymennyiségű víz a mentőrendszer segítségével távolítható el. A kereskedelmi hajók többségét mentőrendszerrel nem szerelik fel, viszont a vontató, toló, jégtörő, tűzoltóhajók többségén, a mentőszolgálatok hajóin mindig kialakítják. A mentőrendszer egy nagyteljesítményű centrifugálszivattyúból, hajlékony szívótömlőkből és rövid beépített csővezetékéből áll. (3.36 ábra). A szivattyú névleges térfogatárama a hajó nagyságától és típusától függően tengeri hajókon $0,08-0,83 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (azaz $300-3000 \text{ m}^3/\text{óra}$) között változik, belvízi hajókon $0,02 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Mivel a centrifugálszivattyú rendszerint nem önfelszívó, a használati víz, vagy a tűzoltóvíz-rendszerrel töltik fel a szívóvezetékét.



3.36 ábra

Mentőrendszer

1. mentőszivattyú 2. lábszelepes szívókosár 3. tolózár 4. szívóvezeték a saját gépterek víztelenítésére 5. hajlékony szívótömlők 6. szívó szelepszekrény 7. beépített szívóvezeték 8. kidobóvezeték 9. hajtómotor

A mentőhajókon a beépített mentőszivattyú teljesítménye kétszeresének megfelelő összteljesítményű hordozható mentőszivattyúkat is tartanak. Ezeket belső égésű- vagy villamos motor, hajtja.

A belvízi vontató- és tolóhajókon a fedélzeten helyezik el a villamos hajtású mentőszivattyút. Mivel a szivattyút az uszályok és bárkák víztelenítése mellett tűz oltására is használják, a szivattyú szívócsonkját az igénynek megfelelően váltócsappal lehet a lábszelepes beépített szívóvezetékhez, vagy az ugyancsak lábszelepes szívótömlőhöz, nyomócsonkját pedig a tűzoltótömlőhöz vagy a kidobóvezetékhez kapcsolni.

3.4.6 Rakodó csőrendszer

A folyékony rakományokat a rakodó csőrendszer segítségével juttatjuk a megfelelő tankokba, illetve a hajóról a partra. Mivel a szivattyú szívóvezetéke nem lehet túlságosan hosszú, a rakomány behajózását a parti, a kihajózását pedig a hajó saját szivattyúállomása végzi. A kihajózás végén az alacsony folyadékszint miatt a nagyteljesítményű szivattyúk ellevegősödnek. Ezért további, kisebb teljesítményű szivattyúkból és kisebb átmérőjű vezetékekből álló, ún. maradékszívó rendszerre is szükség van.

A rakodószivattyúk elsődleges rendeltetésük mellett általában alkalmazhatók a hajó ballasztolására is. A maradékszívó szivattyúkkal a tankok mosásához kb. 80 °C-ra előmelegített, vegyszerrel kevert külső vizet is lehet szállítani. A tankmosást beépített és hordozható tankmosó gépekkel-sugárcsővekkel végzik.

3.5 Gépüzemi csőrendszerek

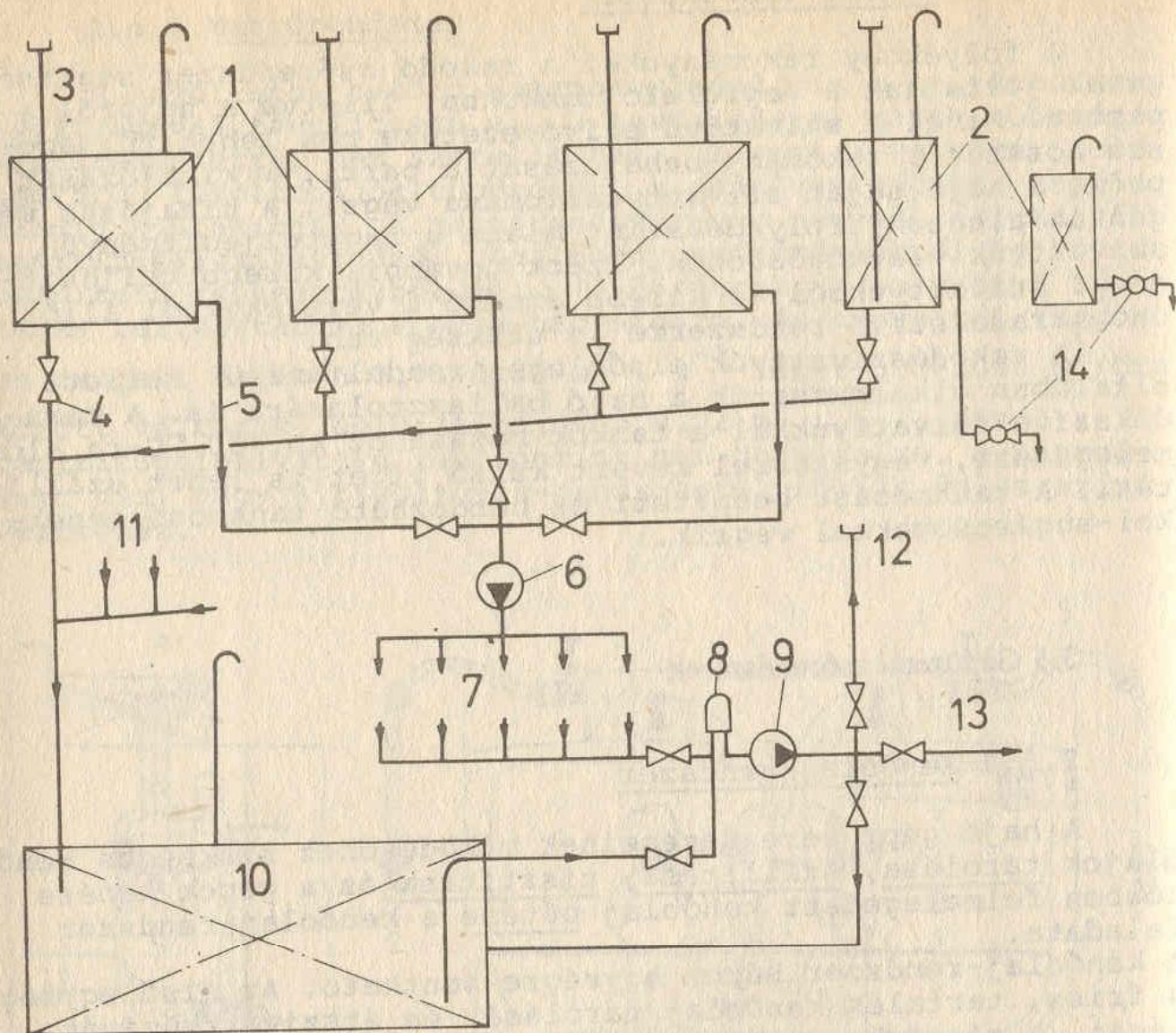
3.5.1 Kenőolaj-rendszer

A hajó gépi berendezéseinek működéséhez szükséges kenőolajok tárolása, szállítása, tisztítása és a gépek kenése közben felmelegedett kenőolaj hűtése a kenőolaj-rendszer feladata.

A kenőolaj-rendszer három egységre bontható. Az első egység a friss, tartalék kenőolaj tárolását és átszivattyúzását végzi. A második egység látja el a gépek kenését és a kenőolaj tisztítását. Ez az egység rendszerint gépenként különálló olajkörökből áll. A harmadik egység a használt, szennyezett kenőolaj és egyéb eredetű szennyezett olajszármazékok gyűjtésére, tárolására és kiadására szolgál.

A hajón a gépek igényeinek megfelelően több (néha öthet) különböző viszkozitású, adalékolású kenőolajfajtát kell tárolni egymástól elkülönítve. Ezeket külön tankokban, a kisebb mennyiségeket tartályokban tároljuk. A nagyobb gépekhez (fő- és segédgépek, raktárhűtő kompresszorok stb.) a készlettankokból szivattyú- és csővezeték segítségével szállítjuk a friss olajat, a kisebb gépek olajköreit kannából töltik fel.

A szennyezett olajok egy része lefolyócsöveken keresztül külső beavatkozás nélkül jut a szennyolajtankba, másik részét a szennyolaj - (rendszerint csavar-, vagy fogaskerék) szivattyú szívja. Ugyanez a szivattyú az összegyűjtött szennyolajat ki tudja adni a partra vagy más hajóra is (3.37 ábra).



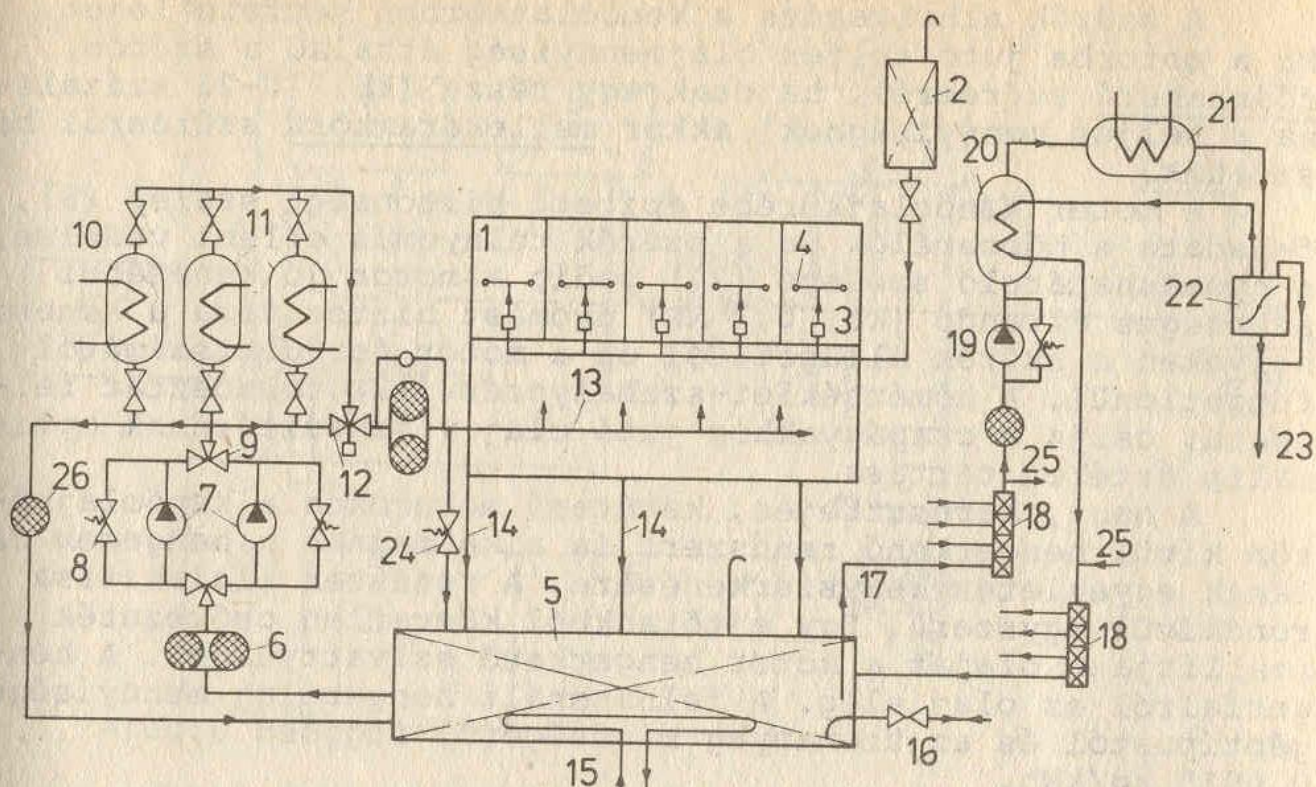
3.37 ábra

Kenőolaj elosztó-, szennyolajgyűjtő csővezeték
vázlatos kialakítása

1. készlettank 2. készlettartályok 3. fedélzetre kivezetett
töltőcső 4. üledékleresztő csövek 5. fogyasztóvezeték 6. friss
kenőolaj szivattyú 7. csővezetékek a nagy kenőolaj fogyasztók-
hoz 8. szűrő 9. szennyolaj szivattyú 10. szennyolaj tank
11. szenny- és elfolyóolaj gyűjtőcsövek 12. parti csatlakozó
13. hulladékégető kazánhoz 14. kenőolaj vételező csapok

Minden egyes dízelmotor részére különálló kenőolaj kört
építenek be elsősorban az üzembiztonság, másodsorban az
esetleg eltérő kenőolaj-minőségek miatt. Ugyancsak a nagyobb
biztonság érdekében a kenőolajkör egyes elemeiből (pl. sziv-
vattyúk, szűrők, hűtők) kettőt alkalmaznak, melyek külön-kü-
lön is, párhuzamosan is üzemelhetnek (3.38 ábra).

Az egészen kis (kb. 200 kW-nál kisebb teljesítményű)
motorok általában nedves karteresek, és a teljes kenőolaj-



3.38 ábra

Motorok kenőolajköre

1. dízelmotor (főgép) 2. hengerolaj napitartály 3. hengerke-
 nő szivattyú 4. kenési pontok 5. keringetőtank 6. szűrő (egyes,
 kettős) 7. kenőolaj keringetőszivattyúk 8. biztonsági szelep
 9. váltócsap 10. kenőolaj előmelegítő (keringetőtank fűtés
 esetén elmaradhat) 11. kenőolaj hűtő 12. termosztátszelep
 13. a motor kenőolaj fővezetéke 14. olajvisszafolyó csövek
 (száraz karteres motornál) 15. fűtő-hőntartó csőígyő 16. ke-
 nőolaj elosztó-szennyolajgyűjtő rendszerhez 17. szívóvezeték
 a kenőolaj tisztító egységhez 18. szívó és nyomószelepszor
 19. szeparátor szivattyú 20. hőcserélő 21. előmelegítő 22. sze-
 parátor 23. szennyolajtankba 24. nyomáshatároló szelep 25. a
 második szeparátorhoz/tól 26. mellékáramkörű finomszűrő

mennyiséget befogadják. Ezekhez a motorokhoz külön kenőolaj-
 keringető tankot nem építenek. Az ennél nagyobb teljesítmé-
 nyű motorok általában száraz karteresek, ezért a kenőolaj-
 körükben keringető tankot kell alkalmazni. Ha a keringető-
 tank elhelyezése olyan, hogy az olaj hozzáfolyással nem tud
 lefolyni, akkor a (14) csövekbe ürítőszivattyút építenek be.

A kisebb, legfeljebb 500-1000 kW teljesítményű fő- és
 segédmotorok egyik, vagy mindkét keringetőszivattyúját köz-
 vetlenül a motor főtengeleyéről is hajthatják. Ha egyik szí-
 vattyú sem független hajtású, akkor külön kéziszivattyú
 szolgál a motor csapágyainak indítás előtti kenéséhez.

A kenőolajkörben használt szűrők a kenés során az olaj-
 ba jutott mechanikus szennyeződések (fémrészcsekék, korom,
 oxidációs termék) kiválasztására szolgálnak. Kétféle szűrőt
 alkalmazhatunk: durva és finom szűrőket.

A szűrők elhelyezése a kenőolajkörben kétféle lehet. Ha a motorba jutó teljes olajmennyiség áthalad a szűrőn, főáramkörű szűrésről, ha csak egy része (kb. 10-20 százaléka a teljes mennyiségnek) akkor mellékáramkörű szűrésről beszélünk.

A motor kenőolajkörébe épített biztonsági szelep (8), feladata a hőcserélők és a szűrők túlnyomás elleni védelme, a nyomáshatároló szelepé (24) pedig a motor jó kenéséhez szükséges állandó (kb. 0,2 MP) nyomást biztosítása a kenési helyeken a szűrők állapotától és a motor fordulatszámától függetlenül. A hőmérséklet-szabályozás (12) termosztát feladata, célja a csapágyakhoz jutó olaj viszkozitásának optimális értéken tartása.

A nagy, keresztfejes, kétütemű motorokon a kenőolajkörön kívül hengerkenő rendszert is alkalmaznak a hengerek falának egyenletes kényszerkenésére. A rendszer kialakítása rendkívül egyszerű. Egy ejtőtankból közvetlen csővezeték szállítja az olajat a motor hengerkenő szivattyújához. A hengerfalról az olaj elég. A felhasznált hengerolaj mennyisége géptípustól és az üzemanyag minőségétől függően 0,001-0,0015 kg/kWh.

A különböző típusú szűrők nem képesek kiválasztani a kenőolajból a vizet és a kisméretű mechanikai szennyeződések. Ezért nagy hajókon szükséges kialakítani a kenőolaj-tisztító-regeneráló állomást is, mert a kenőolaj ilyen kezelése jelentős megtakarítást és a gépek élettartamának növekedését okozza.

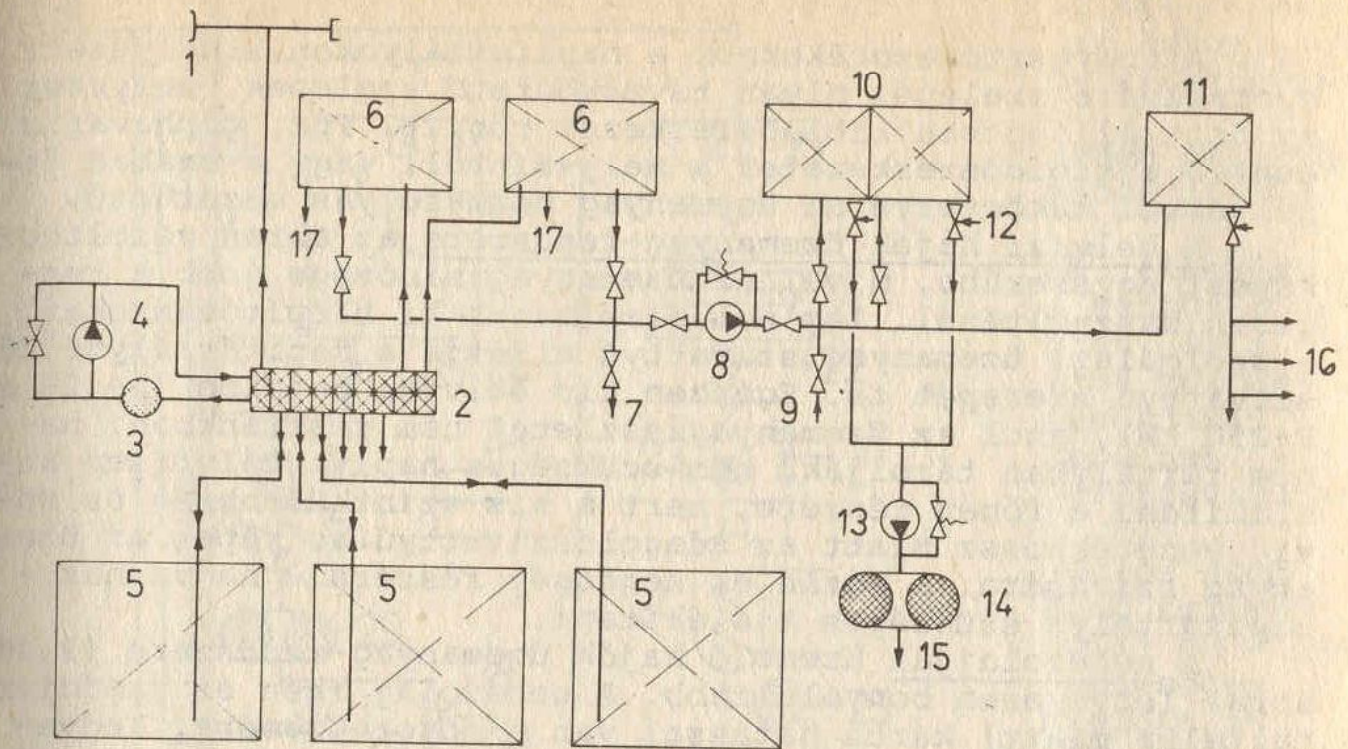
A hajó nagyságától függően az állomás kialakítása változhat: Az egyszerűbb megoldás esetén az állomás a főgép kenőolajkörének mellékáramkörében elhelyezett párhuzamosan kapcsolt két olajszeperatorból és a kiszolgáló berendezésekből áll, mint a 3.41 ábrán. A nagyobb segédüzemi teljesítményű hajókon a főgép és a segédgépek részére külön, azonos felépítésű olajtisztító állomást építenek.

Az állomáson a szeparálás határfokának növelésére a kenőolajat előmelegítik (75-90 °C). Az olaj kétlépcsős előmelegítése a (20) és (21) hőcserélőkben lehetővé teszi az előmelegítésre felhasznált hőenergia egy részének visszanyerését a tisztított kenőolajból. A szeparálás folyamatát részletesebben az üzemanyag szeparálás során ismertetjük (3.5.2 fejezet).

3.5.2 Üzemanyag-rendszer

A dízelmotorok és a kazánok táplálására a hajókon gázolajat, tengeri dízel üzemanyagot, nehézüzemolajat és pakurát használnak.

Az üzemanyag-rendszer feladata a szükséges üzemanyagfajták tárolása, tisztítása, előkészítése és a motorokhoz juttatása.



3.39 ábra

Együzemanyagos (gázolaj) üzemanyag-rendszer

1. töltőcsomók 2. szelepszekrény 3. szűrő 4. üzemanyag szolgálati szivattyú 5. készlettank 6. ülepitőtank vagy tartály 7. kenőolaj szeparátorokhoz 8. napitartály töltő szivattyú 9. kenőolaj szeparátortól 10. főgép napitartály 11. segédüzemi napitartály 12. gyorselzáró szelep 13. nyomásfokozó szivattyú 14. kettős ü.o. finomszűrő 15. főgéphez 16. segédgépekhez, kazánhoz 17. szennyolajtankba

A csak gázolajjal, vagy dízelolajjal üzemelő tengeri hajók üzemanyag-rendszere viszonylag egyszerű. (3.39 ábra) Az (1) töltőcsomók és (2) szelepszekrényen keresztül az (5) készlettankok bármelyike feltölthető. A (4) üzemanyag szolgálati szivattyú ugyancsak a (2) szelepszekrényen keresztül bármelyik készlettankból szívhat és továbbíthat egy másik készlettankba vagy a (6) ülepitőtankok egyikébe üzemanyagot. Az üzemanyagot a készlettankok közötti átszivattyúzásával kismértékben változtatható a hajó úszáshelyzete, dőlése. (A (10) napitartályokat üzemszerűen a napitartály-töltő szivattyú tölti, de mód van a napitartály feltöltésére a kenőolaj szeparátoron keresztül is (a (7) és (9) vezetéken át), ha a készlettankokból nagyon szennyezett üzemanyag jön (pl. maradékszívás). A napitartály térfogatát a gépaknában rendelkezésre álló hely határozza meg, de legalább a főgépek 4-6 órás fogyasztásának megfelelő befogadóképességűek. A főmotorok és segédmotorok részére külön tartály van. A géptéri aknában elhelyezett napitartály ejtőtartályként biztosítja a hozzáfolyást a motorok adagolószivattyúihoz. Néha azonban a (14) üzemanyag finomszűrő nagy ellenállása miatt (13) nyomásfokozó szivattyút is alkalmaznak.

A fogyasztóvezetékeknek a napitartályokon elhelyezett gyorselzáró szelepei olyan távműködtető szelepek, melyeket nyitott állapotban kioldószerkezet rögzít. Tűz, géphavarria esetén a kioldószerkezetet a helyszínről, vagy a szabad fedélzetről működtetve az üzemanyag hozzáfolyás elzárható.

A belvízi hajók üzemanyag-rendszere az ábrán vázolthoz képest egyszerűbb, mivel az üzemanyag minősége jobb a tengeren használténál. Így nem alakítanak ki ülepitőtankokat, a szolgálati üzemanyag-szivattyú ellátja a napitartálytöltő szivattyú szerepét is. Egészen kis belvízi hajókon (L- 25 m P-250 kW), ahol az üzemanyagkészletet nem testtankban, hanem tartályban tárolják, nem szükséges napitartályt sem kialakítani a főgép részére, mert a kis szintkülönbség és rövid vezetékhozz miatt az adagolószivattyú is képes az üzemanyag szívására. A kazán és segédgép részére - ha vannak - napitartályt szükséges kialakítani.

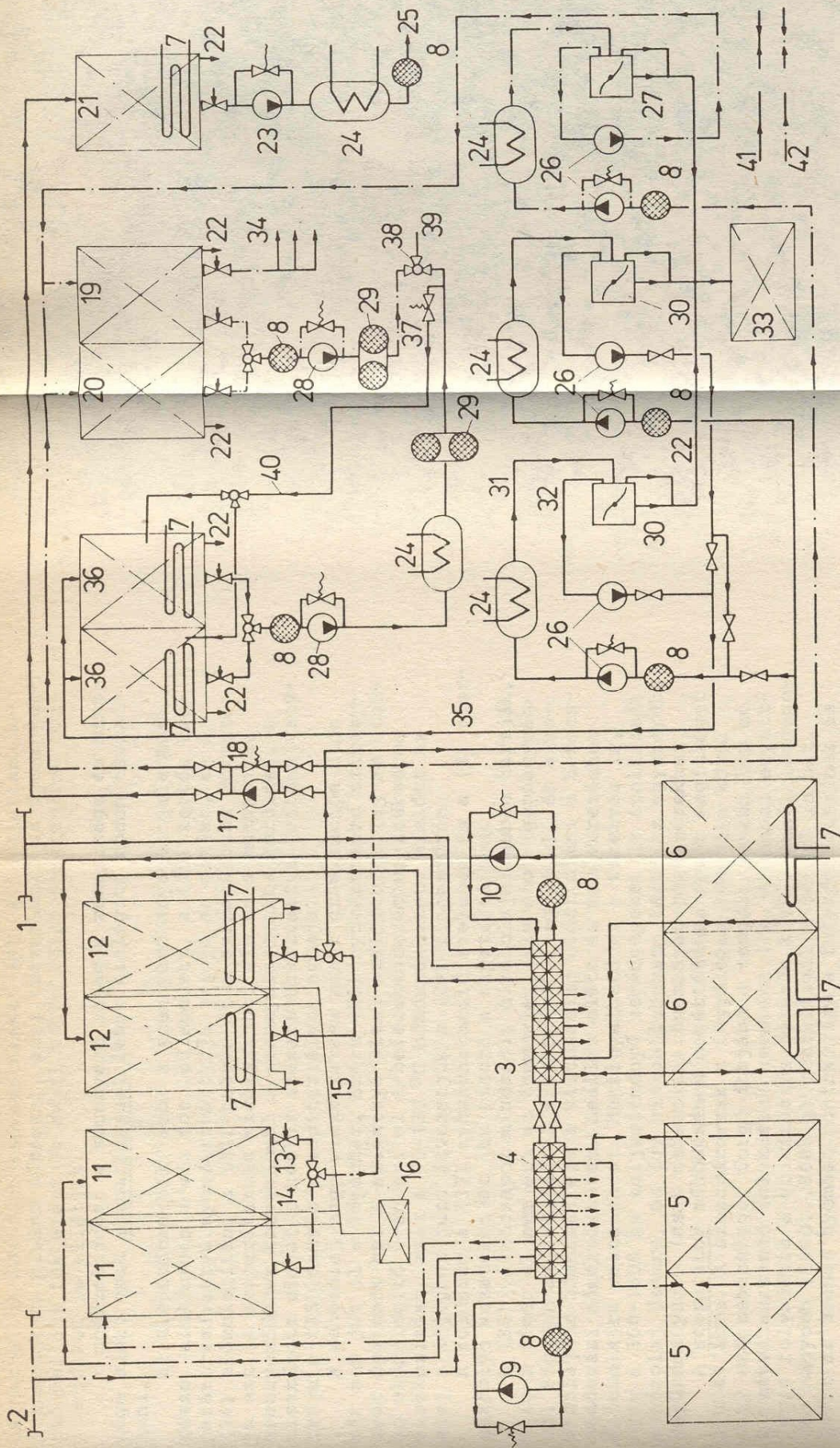
A nehézolajjal üzemelő hajók üzemanyag-rendszere (3.40 ábra) lényegesen bonyolultabb. A nehézolaj (kén és vanádium-tartalma miatt) káros hatással van a motor üzemére. Kedvezőtlen égési tulajdonságai miatt nagyfordulatszámú motorokban nem, közepes fordulatszámú motorokban csak kisebb viszkozitású fajtáit lehet alkalmazni. Mivel a hajókon a segédmotorok ebbe a két csoportba tartoznak, a nehézolaj mellett a segédmotorok üzemanyagaként szükséges egy második üzemanyagot (dízelolajat) is tárolni.

A régebbi gyártású keresztfejes főgépek indításához, manőverezéséhez, leállításához szintén szükség van dízel üzemanyagra, hogy a híg olaj a csővezetéket, adagolószivattyút, porlasztót kitisztítsa, továbbá a káros kén-, és vanádiumoxidok a motorból és a kipufogórendszerből eltávozzanak. A második (előkezelés nélkül is használható) üzemanyag biztonságot jelent az üzemanyag előkészítő rendszer üzemzavarai esetén is.

A korszerű főgépek alkalmasak kizárólag nehézolajjal való üzemelésre is. Az ilyen gépekkel felszerelt hajókon a második üzemanyagot csak a segédgépek használják, a főgép nehézolaj üzemanyag-rendszerének nincs csatlakozása a dízelolaj rendszerhez.

A nehézolajos üzemű hajó kettős üzemanyag-rendszerének dízelolajos része semmiben sem különbözik a 3.39 ábrán már megtárgyalt rendszerhez képest, legfeljebb abban, hogy a szennyezettebb dízelolaj tisztítására (27) önálló szeparátort építenek be, s így az üzemanyag és kenőolaj-rendszerek függetlenné válnak egymástól.

A nehézolaj előkészítésének fázisai: ülepítés, majd tisztítás. A nehézolajokat mind a szivattyúzáshoz, mind az üzemanyag-előkészítés során melegíteni kell. A nehézolaj viszkozitásának függvényében a szivattyúzáshoz 30-50 °C, a tisztításhoz 70-95 °C hőmérséklet szükséges. Ezért minden nehézolaj tárolására alkalmazott tankot, tartályt fűtéssel



3.40 ábra

Nehézolajos főüzemű hajó kettős üzemanyag-rendszere

1. nehézolaj töltőcsőnk
2. gázolaj töltőcsőnk
3. nehézolaj szelepszekrény
4. gázolaj szelepszekrény
5. gázolaj készlettankok
6. nehézolaj készlettankok
7. fűtő csőkönyő
8. duvraszűrő
9. gázolaj szolgálati szivattyú
10. nehézolaj szolgálati szivattyú
11. gázolaj ülepítő
12. nehézolaj ülepítő
13. gyorselzáró szelep
14. váltócsap
15. túlfolyóvezeték
16. túlfolyótank
17. kazán-napitartály
18. biztonsági szelep
19. segédüzemi napitartály
20. főüzemi gázolaj napitartály
21. kazán napitartály
22. a szennyolajtankba
23. kazán nyomásfokozó szivattyú
24. üzemanyag előmelegítő
25. kazán égőfejhez
26. szeparátor
27. gázolaj kettős szivattyú
28. üzemanyag előmelegítő fokozó szivattyú
29. kettős üzemanyag finomszűrő
30. nehézolaj szeparátor
31. szennyezett olaj a szeparátorból
32. tisztított olaj a szeparátorból
33. szennyolaj tank
34. a segédgépekhez
35. nehézolaj napitartály
36. nehézolaj napitartály
37. nyomás-határoló szelep
38. üzemanyag váltócsap
39. a főgépen
40. a főgépet adagolókhöz
41. visszafolyóvezeték
42. nehézolaj csővezeték és áramlási irány

látnak el. A hosszabb csővezetékeket (pl. a készlettankokhoz menőket) kísérő fűtéssel, azaz közvetlenül az üzemanyagcső mellett fektetett és azzal közös külső szigetelésű gőzvezetékkel is ellátják.

A nehézolajokat a szennyező anyagok mennyisége és minősége miatt csak szeparálással lehet kielégítő módon tisztítani.

Az ülepitőtankból, ahol a szennyező anyagok jelentős része, elsősorban a víz már leülepedett, a (26) kettős szeparátorszivattyú nyomószivattyúja szívja az olajat, és a (24) előmelegítőn, a (31) csövön át a szeparátorba juttatja azt. A szeparátorban kiválasztott víz és a mechanikai szennyeződések közvetlenül a szennyolajtankba kerülnek. A tisztított olajat a kettős szeparátorszivattyú ürítőszivattyúja a (35) csövön a napitartályba nyomja.

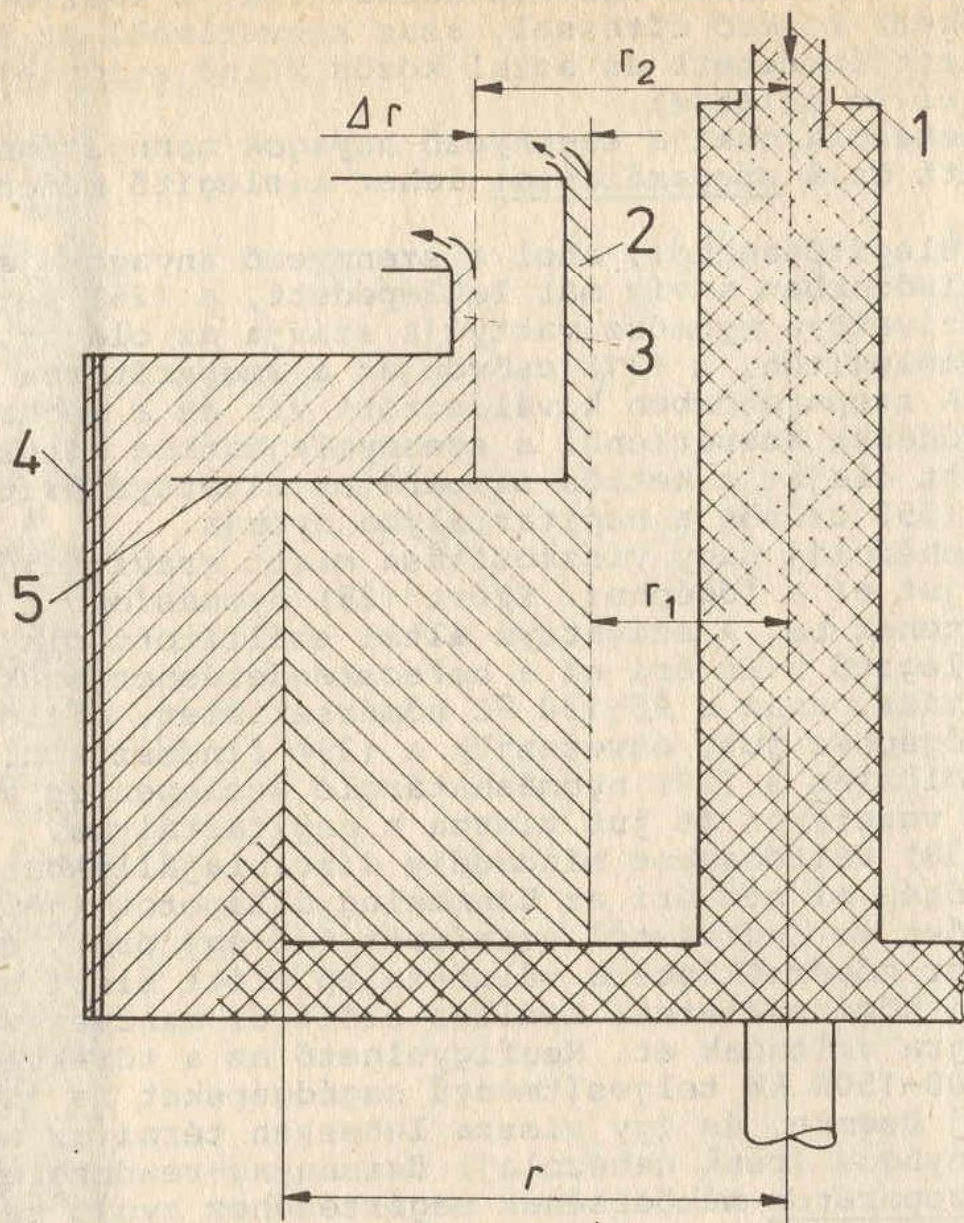
A nehézolaj nagy viszkozitása miatt gravitációs úton már nem jut el a főgéphez. Ezért (28) nyomásfokozó szivattyút építenek be. A szivattyú által szállított olaj az utolsó előmelegítő után éri el a befecskendezéshez szükséges viszkozitást, azaz a 95-130 °C hőmérsékletet. Mielőtt az olaj a főgéphez jut, átvezetjük a (29) finomszűrőn.

A főlősleg a (37) nyomáshatároló szelepen és a (4) visszafolyó vezetéken át jut vissza a napitartályba.

A (38) váltócsapot mindaddig dízelolajállásban tartják, amíg a főgép el nem éri az üzemmeleg állapotot (gépnagyságtól függően az indítástól számított fél-egy óra), és a nehézolajkör hőmérséklete a váltószelep előtt eléri a befecskendezési hőmérsékletet. Leállítás előtt és manőverezéshez dízelolajra váltanak át. Megfigyelhető az a törekvés is, hogy a 300-1500 kW teljesítményű segédgépeket is átállítsák nehézolaj üzemre, és így vissza lehessen térni az egyszerűbb együzemanyag (csak nehézolaj) üzemanyag-rendszerekhez.

A szeparátor működésének megértéséhez nyújt segítséget a 3.41 ábra. A szeparátornak a függőleges tengelye körül nagy szögsebességgel forgó dobjába a tengely mentén lép be a szétválasztandó folyadékok keveréke (1). A dobbal együttforgó folyadékokra a gravitációs térerőn kívül, annál lényegesen nagyobb (5000...8000.g) centrifugális térerő is hat. Ezért az azonos nyomású pontok, így a folyadékfelszínek is gyakorlatilag egy hengerpalást mentén helyezkednek el. A nagyobb sűrűségű folyadékcseppecskék a kisebb sűrűségűeket kiszorítják a dob palástja mellől a tengely irányában. Így a folyamatos üzem során a két különböző sűrűségű közeg egymástól elkülönülve egy külső és egy belső gyűrűben helyezkedik el.

A 3.41 ábrán vázolt szeparátordob hatásfokát jelentősen lehet növelni, ha a dobban sűrűn egymás mellé kúpos tárcsákat helyeznek, ugyanis így a tárcsák között a cseppecskék szétválásának folyamata rendezetté válik, "egyirányúsított" áramlás jön létre a tárcsák alsó és felső felülete mentén (3.42 ábra).



3.41 ábra

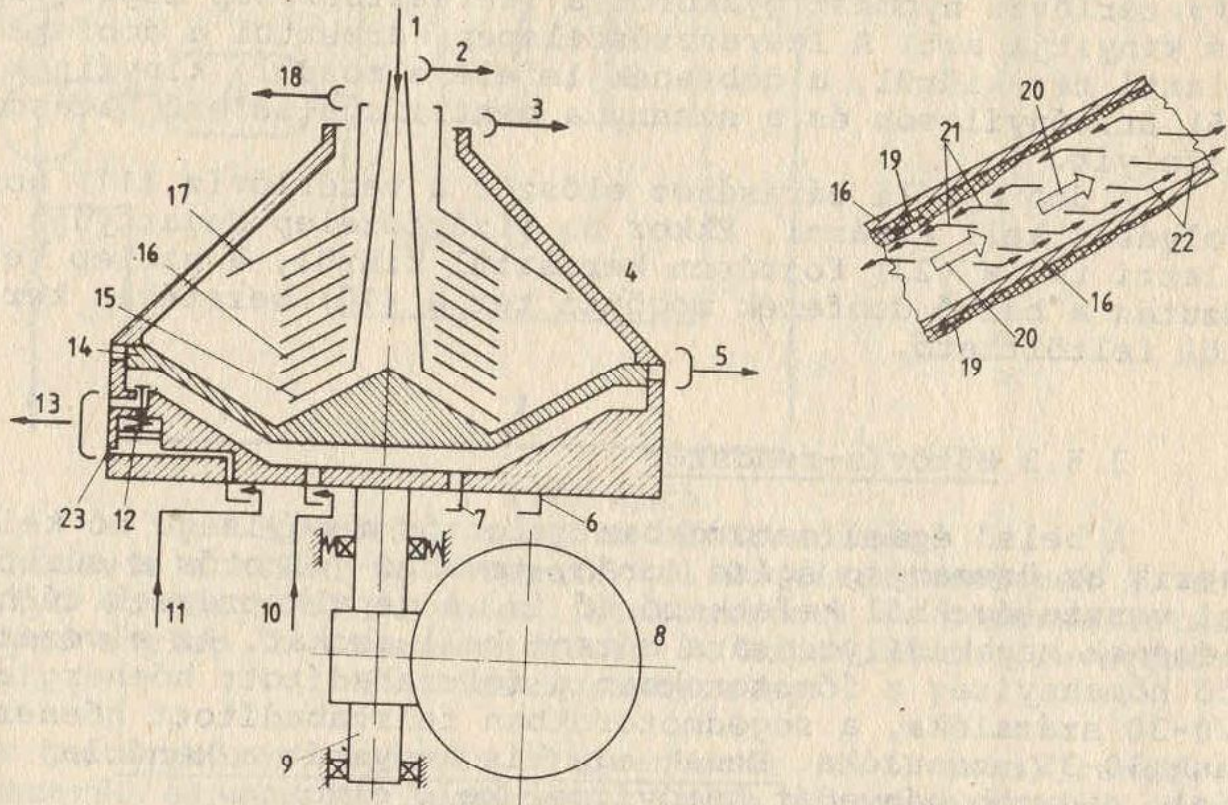
Centrifugál szeparátor működési elve

1. keverékbevezetés
2. könnyűfrakció elvezetés
3. nehéz frakció elvezetés
4. szilárd szennyeződések
5. szeparálótárcsa

A centrifugálszeparátorok egyik alkalmazási módja a kétfázisú folyékony közeg alkotóelemeire bontása, és ezzel egyidőben a szilárd szennyezések kiválasztása. Ezt a folyamatot purifikációnak nevezzük.

A centrifugálszeparátor másik üzemmódja amikor egyfázisú folyékony közegből a mechanikai szennyezést választja ki. Ezt az üzemmódot nevezzük klarifikációnak. Minden szeparátor - kis átállítással - alkalmas mindkét üzemmódra, mindössze a dobon kell az egyik kiömlőnyílást elzárni. A szepa-

rátorok szerkezeti kialakításuk szerint lehetnek nem önürítők és önürítők. A nem önürítő szeparátorokat időnként fel kell nyitni és kézzel eltávolítani belőlük a dob belső falán lerakódott mechanikai szennyeződést. A nem önürítő szeparátorokat az egyszerűségük miatt a kenőolaj-rendszerekben alkalmazzák, ahol a szilárd szennyeződések mennyisége kicsi.



3.42 ábra

Önürítős szeparátor szerkezetének vázlata és a kúpos tárcsák működése

1. szennyezett olaj bevezetés 2. túlfolyó elvezetés 3. nehéz fázis (vízelvezetés) 4. szeparátor dob 5. szennyeződés elvezetés 6. dobzáróvíz bevezető gyűrű 7. vezérlővíz bevezető gyűrű 8. hajtó csigakerék 9. dobtengely és csapágyazás 10. dobzáróvíz bevezetés 11. vezérlővíz bevezetés 12. leeresztőszelep 13. dobzáró- és vezérlővíz visszavezetés 14. belső dobfenék 15. terelőkúp 16. kúpos tárcsák 17. szeparálótárcsa 18. tisztaközeg haladási iránya 19. mechanikai szennyeződés 20. a kétfázisú közeg haladási iránya 21. a nagyobb sűrűségű fázis cseppecskéinek útja 22. a kisebb sűrűségű fázis cseppecskéinek útja

Az üzemanyag-rendszerekben mindig, és a felügyelet nélküli gépterű hajókon a kenőolaj-rendszerekben is, önürítő szeparátorokat (3.42 ábra) alkalmaznak. Az önürítő szeparátorok leglényegesebb eleme a (14) belső dobfenék, amely a tengely irányában elmozdulva nyitja-zárja a (4) dob falában kialakított ürítőnyílásokat. A belső fenék helyzetét, tengelyirányú elmozdulását a fenék két oldalán kialakuló nyomóerők egymáshoz viszonyított nagysága határozza meg.

A szeparátor indításakor és a szeparálás alatt a belső fenék alatti teret a (10) vezetéken keresztül vízzel feltöltjük. A dobfenék alsó oldalára ható nyomóerő hatására a fenék felemelkedik, és elzárja az (5) ürítőnyílásokat.

Ha a dobot ki akarjuk üríteni, akkor a dobzáróvíz (10) vezetékét elzárjuk és kinyitjuk a (11) vezérlővíz vezetékét. A vezérlővíz nyomást gyakorol a leeresztőszelep dugattyújára és kinyitja azt. A leeresztőszelepen keresztül a dobfenék alatti tér kiürül, a dobfenék lefelé elmozdul, kinyílnak az (5) ürítőnyílások és a szenny a centrifugális erő hatására kifolyik.

A dob újbóli zárásához először a vezérlővíz (11) hozzáfolyását kell elzárni. Ekkor az elzárószelep dugattyúja alatti tér a (23) fojtáson keresztül kiürül, a szelep lezár. Ezután a belső dobfenék mögötti tér a (10) vezetéken keresztül feltölthető.

3.5.3 Hűtővíz-rendszer

A belső égésű motorokban jelentős mennyiségű hő keletkezik az üzemanyag égése során, továbbá jelentős a súrlódási veszteségekből keletkező hő is. A gépalkatrészek túlhevülésének megakadályozására hűteni kell azokat. Az elvezetendő hőmennyiség a főmotorokban a felszabadított hőenergia 20-30 százaléka, a segédmotorokban felszabadított hőenergiának 30-35 százaléka. Ennek egy kis hányadát a kenőolaj veszi fel, nagyobb hányadát hűtővízzel kell elvonni.

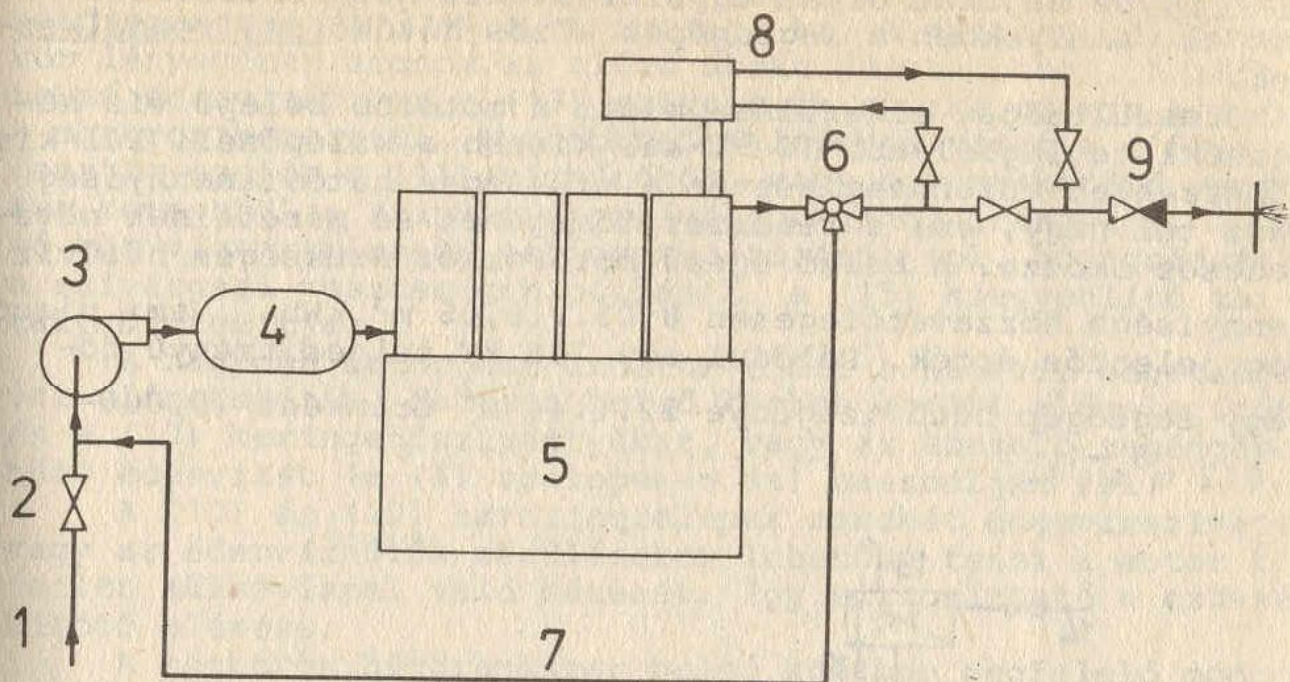
Jelentős mennyiségű hőt kell elvonni a kompresszorok levegőhűtőiből, a kompresszorokból, a hűtőgépek kondenzátorraiból, csapágyakból stb. is.

A gépházban elhelyezett kisebb gépek, szivattyúk, vilamos motorok a bennük keletkező hővesztésüket közvetlen hőátadással, vagy hővezetéssel (pl. az alapokon keresztül) le tudják adni. Ezeket tehát nem szükséges hűtőrendszerrel ellátni.

A hajókon kézenfekvő vizet használni hűtésre. A víz a hűtésre felhasználható közegek közül a legnagyobb fajhőjű és legnagyobb hőátadási tényezőjű. Így a vizes hűtőrendszer méretei a legkisebbek. A hűtésre felhasználható víz nagy mennyiségben és viszonylag alacsony hőmérsékleten ($-2\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$) áll rendelkezésre.

Levegőhűtést, vagy víz-levegőhűtést csak nagyon kis teljesítményű gépekhez (néhányszor tíz kW teljesítményig) vagy a gépjárműmotorok használata esetében is csak akkor alkalmaznak, ha a hajó rendkívül szennyezett vízben hajózik.

A hajókon alkalmazott hűtővízrendszer lehet: egykörös, nyitott, vagy kétkörös, melyek közül a belső kör zárt és a külső kör nyitott.



3.43 ábra

Egykörös, nyitott hűtőrendszer

1. hűtővíz a külsővíz fővezetékétől 2. elzárószelepek 3. szivattyú 4. olajhűtő 5. motor (kompresszor) 6. hőmérsékletszabályzó szelep 7. visszavezetőcső 8. kipufogódob (levegőhűtő) 9. visszacsapószelep

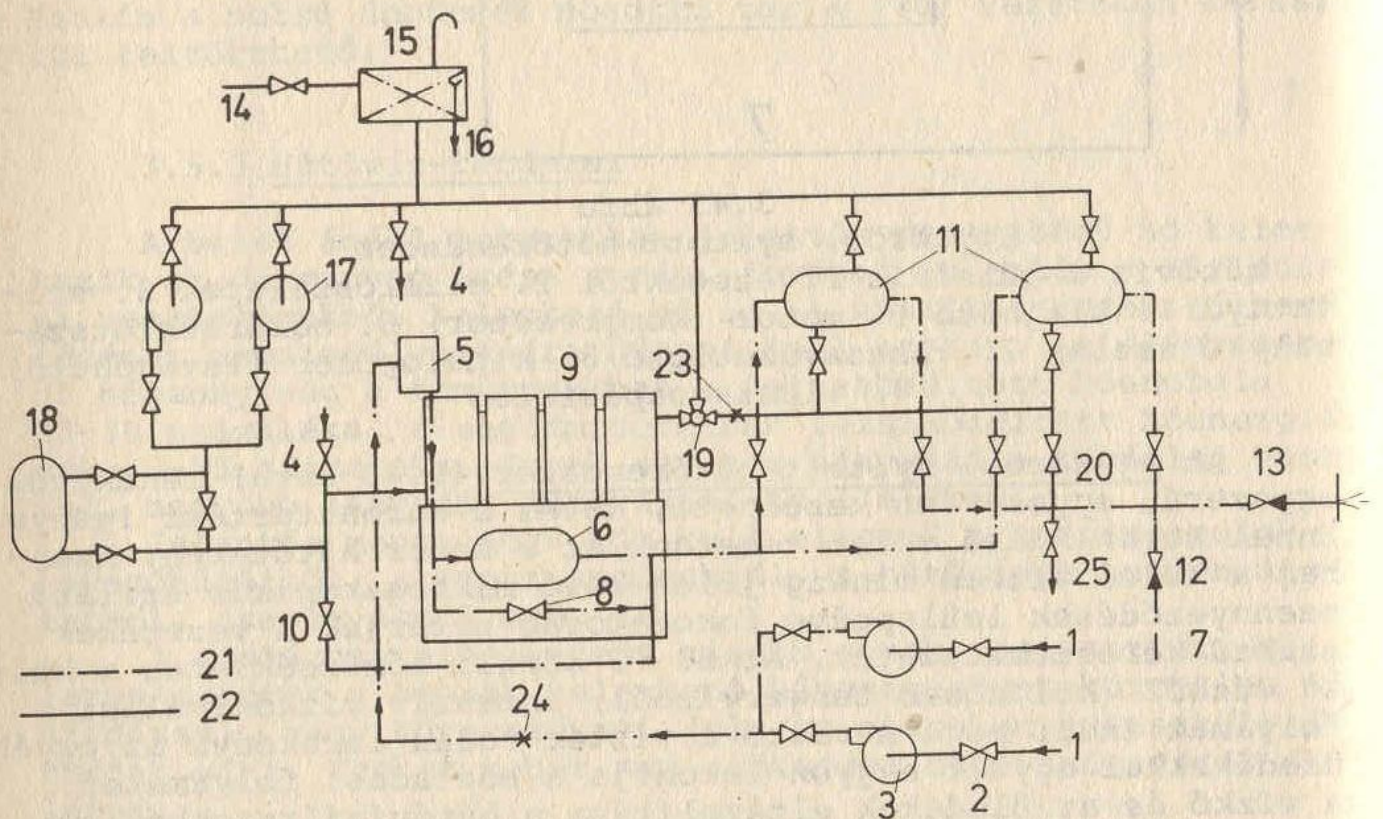
Az egykörös, nyitott hűtőrendszer (3.43 ábra) rendkívül egyszerű, egyszerűen kezelhető, kevés a karbantartási igénye. Ennek során külső vizet vezetünk át a motor hűtőterén. Azonban a külső vízben mindig jelen lévő mikroszkopikus szilárd szennyeződések leülepedve fokozatosan elzárják a vezetékek szabad keresztmetszetét. Az 50 °C körüli hőmérsékleten a külső vízből (különösen tengervízből) intenzív vízkőkiválási folyamat indul meg. A vízkő a víztér falán lerakódva az egyéb üledékekkel együtt nagyon lerontja a hőátadási folyamatot. A vízkő és az üledékek eltávolítása a hűtővízjáratokból nehézkes. A vízkőképződés elkerülése miatt alacsony hőfokon tartott hűtővíz a motort túlhűti, ami káros hőfeszültségeket, motorkopást okozhat.

Az egykörös nyitott rendszereket mentőcsónakmotorok és sportcélú motorcsónakok külmotorjainak hűtésére használják. A hajókon a fő- és segédkompresszorok hűtőkompresszorok hűtésére alkalmaznak egykörös hűtőrendszert a külsővíz alacsony hőfoka miatt.

Épülnek kisebb hajók és más úszó munkagépek egykörös, zárt hűtőrendszerrel, azaz külhéhűtéssel is. Ezeknél a hűtővizet a 3.47 ábrán látható berendezések egyikében hűtjük le. A külhéhűtés egyszerű, de sok hátránya van: pl. a hűtés függ a menetsebességtől, a külhéh elalgasodásának mértékétől, továbbá a hőcserélő körülményesen javítható stb.

Egyes hajókat olyan egyszerűsített hűtőrendszerrel lát-
nak el, amelyekben a segédgépek közös hűtőkörrel rendelke-
nek.

A hőfeszültségek elkerülése miatt a motorba belépő víz hő-
mérséklete legfeljebb 10 °C-kal kisebb a kilépőnél. Túl kis
hőmérséklet-különbség esetén a szükséges hűtővízmennyiség
lesz túl nagy, ami a rendszer tömegének és méreteinek növe-
kedését okozza. A belső égésű motorokhoz szükséges hűtővíz
mennyisége hozzávetőlegesen $0,03 \dots 0,06 \text{ m}^3 \cdot \text{kWh}^{-1}$, ami viszony-
lag jelentős érték. Például egy 736 kW teljesítményű fő-
vagy segédgép hűtővízigénye $22 \dots 44 \text{ m}^3$ óránként ($0,006 -$
 $0,012 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$).



3.44 ábra

Kétkörös hűtővízrendszer

1. külsővíz a külsővíz fővezetéktől
2. elzárószelep
3. külsővíz szivattyú
4. előmelegítés
5. feltöltőlevegő hűtő
6. olajhűtő
7. tönkcsőkenéshez jég-szekrény fűtéshez
8. megkerülőszelep
9. főmotor
10. 20. havariaszelep
11. vízhűtő
12. zárható vcs szelep
13. kidobószelep
14. édesvíz utánpótlás
15. kiegyenlítő tartály
16. túlfolyócső
17. édesvízszivattyú
18. hűtővíz előmelegítő
19. termosztát
21. külsővíz vezeték
22. édesvízvezeték
23. 24. sóatlanító csatlakozási helyei
25. a sóatlanító feltöltéséhez

1000-1500 kW-nál kisebb teljesítményű motorok kétkörös hűtőrendszerét a 3.44 ábra mutatja be. A nyitott külsővíz-kör lényegében azonos az előző ábrán bemutatottal. A zárt belső édesvízkörben a (17) szivattyúk egyike nyomja a vizet a motoron keresztül. A motorból kilépve a vizet a (19) termosztát szelep a (11) vízhűtőkön, vagy egy megkerülő vezetéken keresztül a szivattyúk szívócsonkjához irányítja. A belső kör víztartalmának térfogatváltozását (pl. hőtágulását) a szivárgási veszteségek pótlását a (15) kiegyenlítő tartály biztosítja.

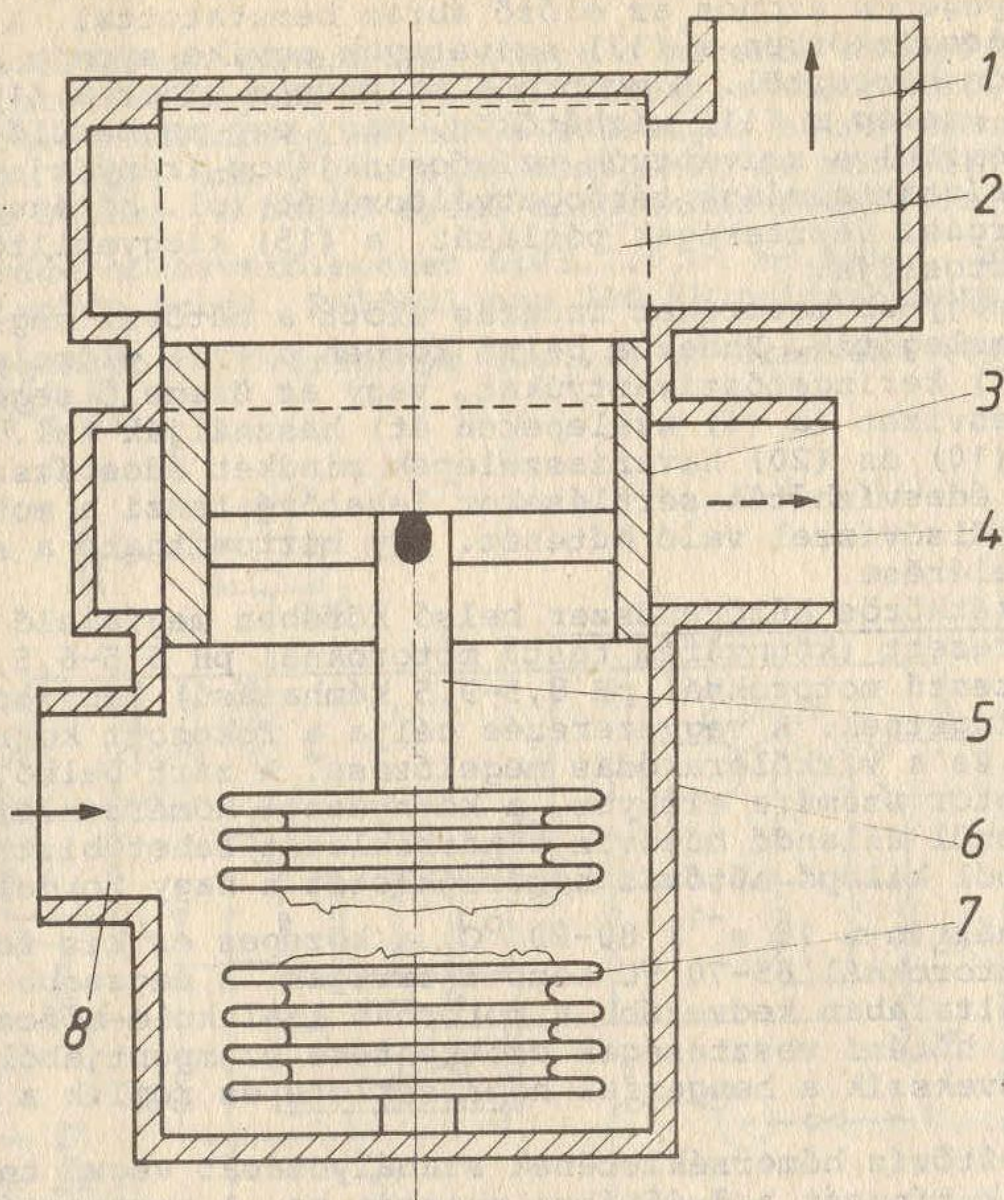
A nagyobb motorokat indítás előtt a hűtővíz segítségével előmelegítik. Ehhez a belső körben a (18) előmelegítőt és a (17) keringetőszivattyút, vagy az üzemelő segédgépek hűtő édesvizét (a (4) szelepeken át) használják fel.

A (10) és (20) havariaszelepek mindkét édesvízszivattyú vagy az édesvízhűtők sérülésekor lehetővé teszi a motor közvetlen külsővízzel való hűtését. Így biztosítható a szükségkikötő elérése.

A kétkörös hűtőrendszer belső körében megfelelő módon vegyszerezett (könnyűfém testű motoroknál pH 5,5-6,5, tiszta acéltestű motoroknál pH 8,5-9,5 kémhatású) lágyított vizet keringetnek. A vegyszerezés célja a fokozott korrózióvédelem és a vízkőlerakódás megelőzése. A zárt belső vízkörben a motor számára előnyös, a környezeti hőmérséklettől függetlenül állandó hűtővíz hőmérsékletet lehet biztosítani. A motorból kilépő hűtővíz hőmérsékletét a nagy fordulatszámú motoroknál ($n > 16 \text{ s}^{-1}$) 80-90 °C, a közepes és kis fordulatszámú motoroknál 65-70 °C között tartják. A magasabb hőmérséklet általában kedvezőbb a motorban kialakuló hőfeszültségek és a hűtési veszteségek csökkentése szempontjából, ugyanakkor növekszik a hengerfal hőmérséklete és romlik a kenés minősége.

A hűtővíz hőmérsékletének szabályozását végző termosztát egyik típusát a 3.45 ábra mutatja be. A termosztát érzékelő eleme egy szelence, amelyet vagy alacsony forráspontú, vagy nagy hőtágulási együtthatójú folyadékkal töltenek fel. Ha a hűtővíz túl hideg, a gőzök kondenzálódnak és a szelence összehúzódik. A szelencéhez kapcsolt tolattyú ilyenkor a teljes hűtővízmennyiséget a megkerülő vezetéken át a motorba vezeti vissza. Túl magas hűtővíz-hőmérsékleten a tolattyú a megkerülő vezetéket zárja el teljesen, s a hűtővíz csak a hőcserélőn át áramolhat. Közbenes esetben a hűtővíz olyan arányban oszlik meg a két vezeték között, hogy a kilépő hűtővíz-hőmérséklet a kívánt értéken maradjon.

A nagyteljesítményű (1500-2000 kW fölött) feltöltött közepes- és kisfordulatszámú (keresztfejű kétütemű és keresztfej nélküli négyütemű motorok) belső hűtőköre a szerkezeti sajátosságok miatt lényegesen eltér a 3.44 ábrán bemutatottól. Az eltéréseket a nagy fajlagos hőterhelések miatt szükséges dugattyú-, és porlasztóhűtés indokolja. Ezeket a



3.45 ábra

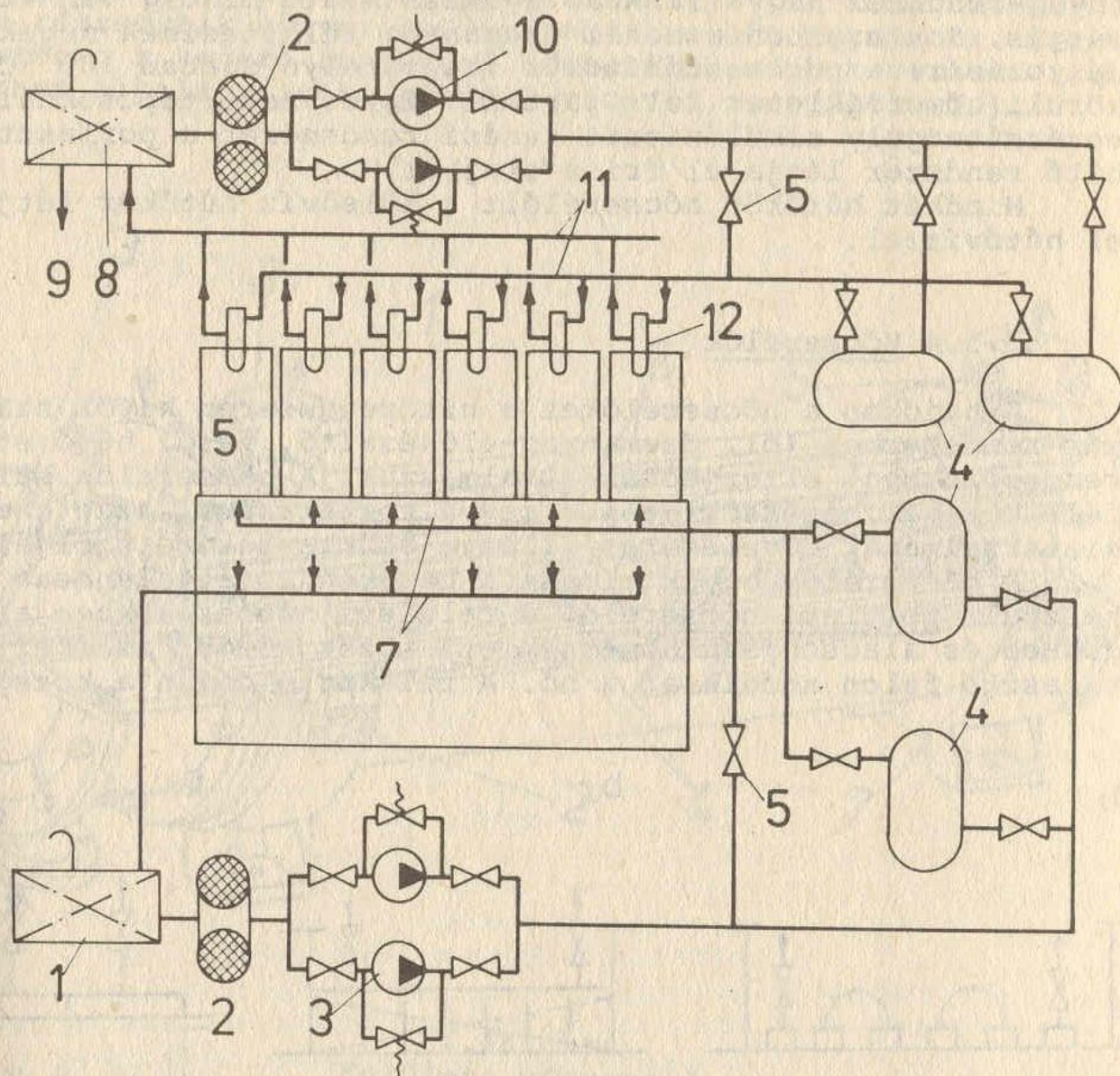
Hűtővíz termosztát vázlata

1. megkerülővezetékhez 2. tolattyú a maximális hűtővízhőfoknak megfelelő helyzetben 3. tolaty-
 tyú 4. hűtővíz hőcserélőkhöz 5. működtető rúd
 6. termosztát ház 7. nagy hőtágulású folyadék-
 kal töltött szelence 8. beömlőcsomk

motorokon a 3.44 ábra szerint kialakított belső hűtőkör csak a hengerperselyeket és hengerfejeket hűti, így ezt a kört hengerhűtő körnek is szokás nevezni.

A dugattyú-hűtőkör (3.46 ábra) hűtőközege a motor konstrukciójától függően lehet víz vagy olaj. Egyes motorokon a szerkezeti egyszerűsítés céljából az olajos dugattyúhűtőkört nem különítik el a motor kenőolajrendszerétől, csak megfele-

lően nagyobb teljesítményű kenőolaj szivattyút és hűtőt alkalmaznak. A vizes dugattyú hűtőkört viszont minden egyes esetben elkülönítik a motor hűtővízkörétől, mert a dugattyúhűtőkör kenőolajjal szennyeződése gyakori.



3.46 ábra

Dugattyú- és porlasztóhűtő rendszer

1. dugattyúhűtés keringető tartály 2. kettős szűrő 3. dugattyúhűtő szivattyú 4. hőcserélő 5. hőmérsékletszabályozó bypass szelep 6. főmotor 7. dugattyúhűtés elosztó és gyűjtőkolektor 8. porlasztóhűtés keringetőtartály 9. szennyolajtankba 10. porlasztóhűtő szivattyú 11. porlasztóhűtés elosztó és gyűjtőkolektor 12. porlasztó

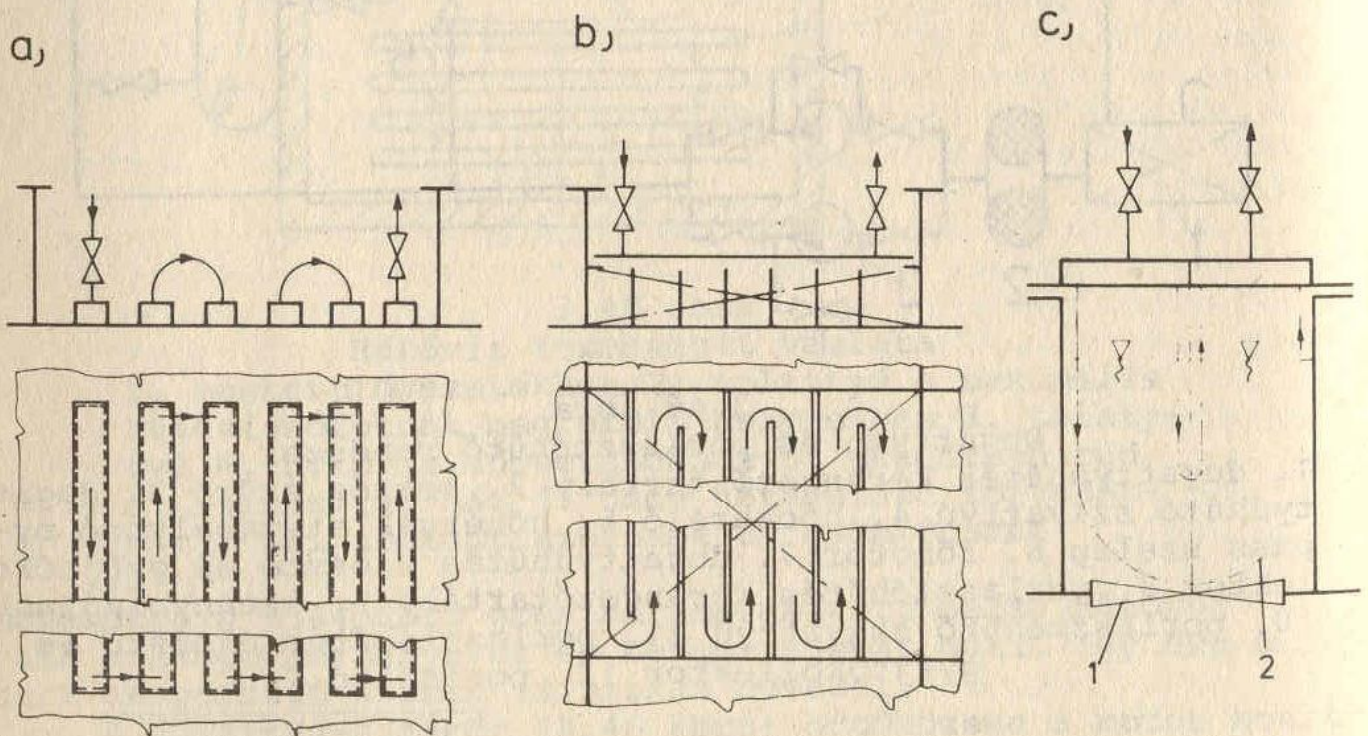
A porlasztó hűtésre (3.46 ábra) minden esetben olajat használnak, többnyire kenőolaj és gázolaj (vagy dízelolaj) keverékét. Az olaj használatának oka elsősorban az, hogy a kis térfogatú, bonyolult szerkezetű porlasztóban az üzemanyag-rendszer nagy (90 MPa) nyomása miatt mindig van átszivárgás. Sok esetben a nehéz üzemanyag túlhűtésének megakadályozására a porlasztóhűtőkör visszafolyó ágában $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérsékletet kell tartani. Egyes motortípusoknál a vezérműtengely elkülönített kenési rendszerét a porlasztóhűtő rendszer látja el friss olajjal.

Mindkét hűtőkör hőcserélőit a külsővíz hűtőkör látja el hűtővízzel.

3.5.4 Hőcserélők

A hajókon a hőcserélőket a hűtőrendszeren kívől számos más rendszerben (pl. üzemanyag-előkészítő, fűtő, hűtő stb. rendszerekben) elterjedten alkalmazzuk. A hőcserélők különféle közegek hőmérsékletének megváltoztatására, azaz energiatartalmának növelésére, illetve csökkentésére szolgálnak.

A hőcserélők egyik típusa a hajókon is általánosan használt felületi hőcserélő. A felületi hőcserélőkben a magasabb és alacsonyabb hőmérsékletű közöt között az őket elválasztó falon adódik át a hő. A fal két oldalán a közeg le-

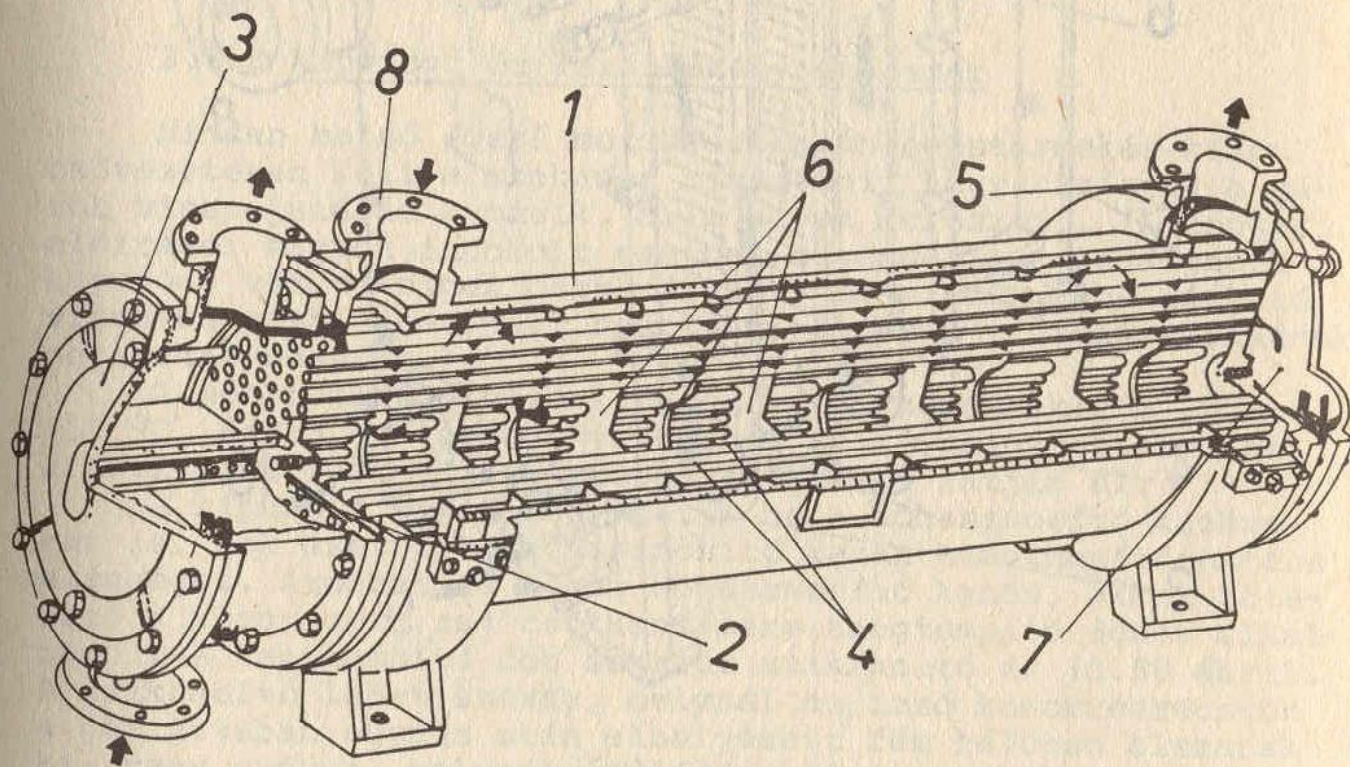


3.47 ábra
Külhéhűtők

a) felhegesztett profilokból b) testtankból kialakítva, áramlás terelő lemezekkel c) szekrényes külhéhűtő

het azonos (például levegő-levegő vagy víz-víz hőcserélők) vagy különböző (például levegő-víz, gőz-víz, víz-olaj stb.).

A hőcserélők második típusa a keverő hőcserélő. A keverő rendszerű hőcserélőkben a különböző energiatartalmú közegeket nem választja el válaszfal, a két közeg keveredik, s a részecskék közvetlenül adják át a hőt egymásnak. Természetesen a keverő rendszerű hőcserélők csak keverhető közegekhez alkalmazhatók (például víz-víz, vagy gőz-víz).

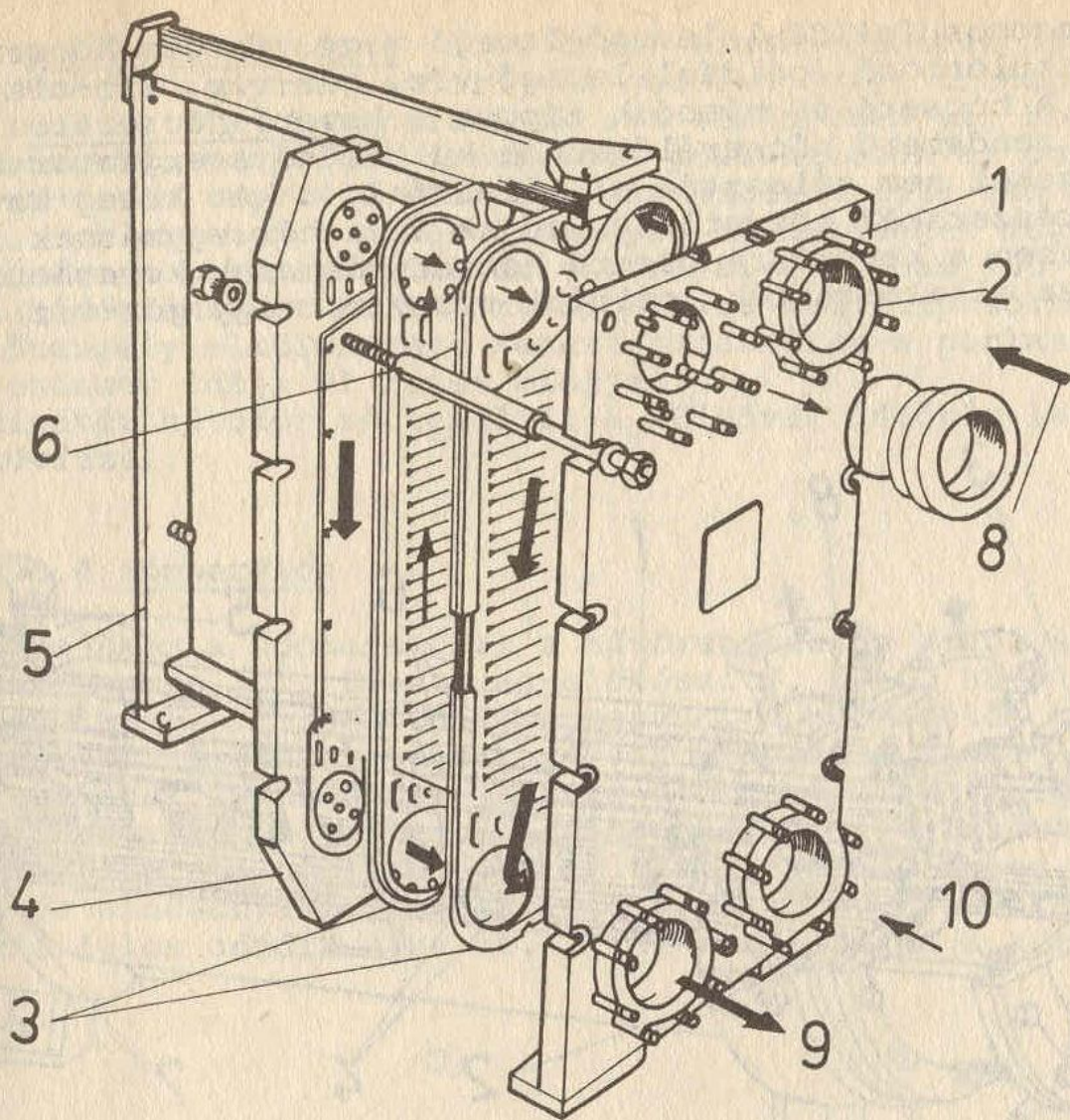


3.48 ábra

Felületi hőcserélő

1. hőcserélő test 2. csőfal 3. mellső fedél a ki- és beömlő csonkokkal (1. közeg) 4. hőcserélő csövek 5. kilépőcsonkok (2. közeg) 6. terelőlemezek 7. hátsó fedél 8. belépőcsonk (2. közeg).

A felületi hőcserélők szokásos szerkezeti kialakítását mutatja be a 3.47 és 3.48 ábra. A hőátadó felület a hőcserélő testében elhelyezett kis átmérőjű csőköteg fala. Ilyen módon viszonylag kis térben nagy felületet lehet kialakítani. Ebben a csőkötegben áramlik az egyik közeg, a csövek és a hőcserélő háza közötti térben pedig a másik. Ha lehetséges, akkor a szennyezettebb közeget vezetik a csövekben (pl. külső víz) mert a csövek belső felülete egyszerűen tisztítható.



3.49 ábra

Lemeztábla felületi hőcserélő

1. homlokfal 2. csatlakozócsonkok 3. hőcserélő
 lemeztáblák 4. hátfal 5. merevítőkeret 6. összehúzó
 csavar 8. 1. közeg belépés 9. 1. közegkilépés
 10. 2. közegbelépés 11. 2. közegkilépés

A közegek egy vagy több menetben áramolhatják végig a csövet. Ha a menetek száma páros, a be- és kiömlő csonkok azonos oldalon helyezkednek el, ami megkönnyítheti a csőrendszer kialakítását.

A hajókon kezdenek elterjedni a lemeztáblás felületi hőcserélők is. (3.49 ábra). Ezekben a hőcserélőkben a hőátadó felületek vékony, rendszerint rozsdamentes acéllemezek, melyeket a jobb hőátadás céljából hullámosan alakítanak ki. Az egyes lemeztáblák között váltakozva a hideg és meleg közeg áramlik, a két közeg gyűjtő és elosztócsatornáit alul és felül a lemeztáblák furatai és a tömítések célszerű kialakításával hozzák létre.

A lemeztáblás hőcserélők előnye a jó helykihasználás, szabványos elemekből tetszőleges felületű hőcserélő összeállításának lehetősége és a hőcserélő felület mindkét oldalának egyszerű mechanikus tisztíthatósága. Hátrányuk, hogy a nagymennyiségű tömítés szerelése fokozott gondosságot igényel és a két közeg nyomásának különbsége nem lehet nagy, mert fennáll a lemezek átszakadásának veszélye.

Az előzőektől eltérő a víz-levegő hőcserélők szerkezete: a levegő oldali hőátadó felületet bordázattal megnövelik.

3.5.5 Kipufogó és kazánkémény rendszer

Minden belső égésű motor és kazán égéstermékét külön csővezetéken kell a szabadba kivezetni, hogy kizárják a gázok visszajutását a másik, álló gépen keresztül. (A tengeri előírások nagyon indokolt esetben megengedik a segédgépek kipufogó vezetékeinek összekötését, de minden ágba zárható visszacsapószelepet kell beépíteni a gázok visszaáramlásának megakadályozására.)

A motorokból távozó kipufogógázok hőmérséklete 250-450 °C. Ezért a kipufogó vezetéket külső szigeteléssel és a hőtágulás felvételére kompenzátorokkal látják el.

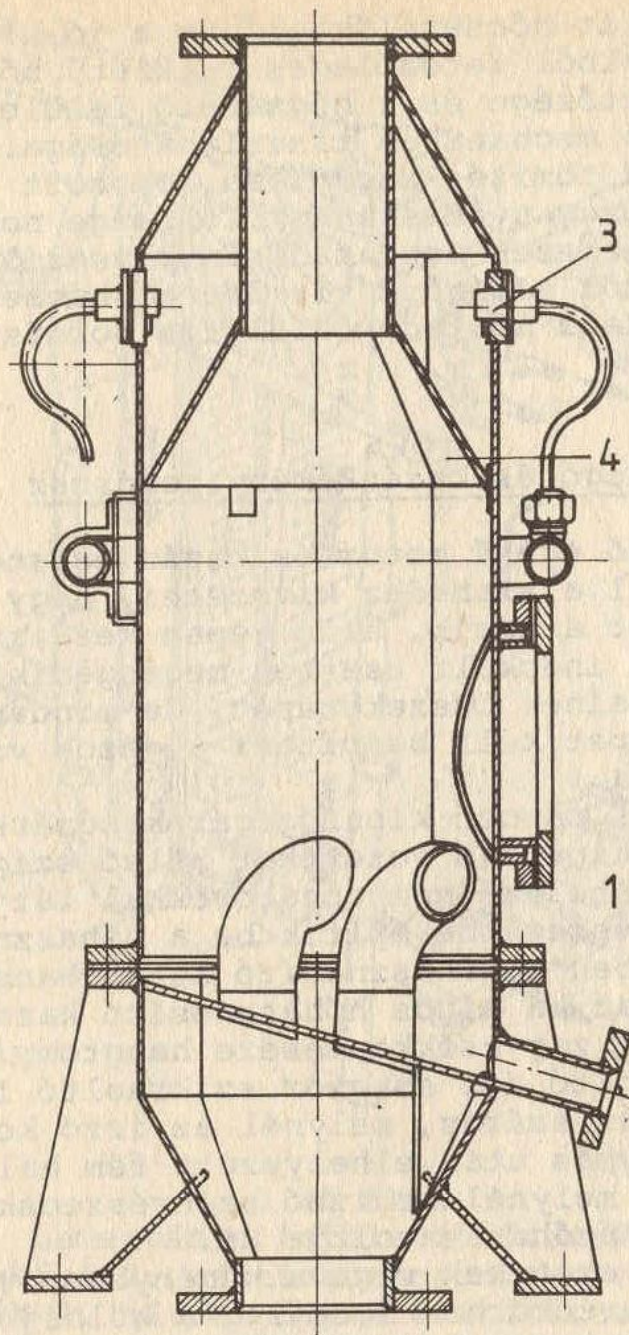
A kipufogó vezetékbe építik be a hőhasznosító kazánokat is. Sok esetben a hőhasznosító kazán hangtompító hatása elégséges. Azonban ha nincs hőhasznosító kazán, akkor kötelező a környezeti zaj csökkentésére hangtompító dobot alkalmazni. A hangtompító dob sokszor szikraoltó is (3.50 ábra). A szikraoltó lehet száraz, melynél az izzó koromrészecskék a gáz útjában egymás után elhelyezett fém hálókön alszanak ki; vagy nedves, melynél az izzó szénrészecskéket a dob falán lefolyó víz hűtőhatása oltja ki.

A kipufogó vezeték vége a kéményben, vagy kisebb belvízi hajókon a fartükrőben (esetleg a külháj más részén) van kialakítva. A hajók kéményének feladata az összes működő gép kipufogógázait úgy juttatni a szabadba, hogy sem maguk a gázok, sem pedig koromtartalmuk ne jusson vissza a fedélzetre. Ez különösen személyhajókon fontos követelmény.

Egy kipufogórendszer vázlatát a 3.51 ábra mutatja be.

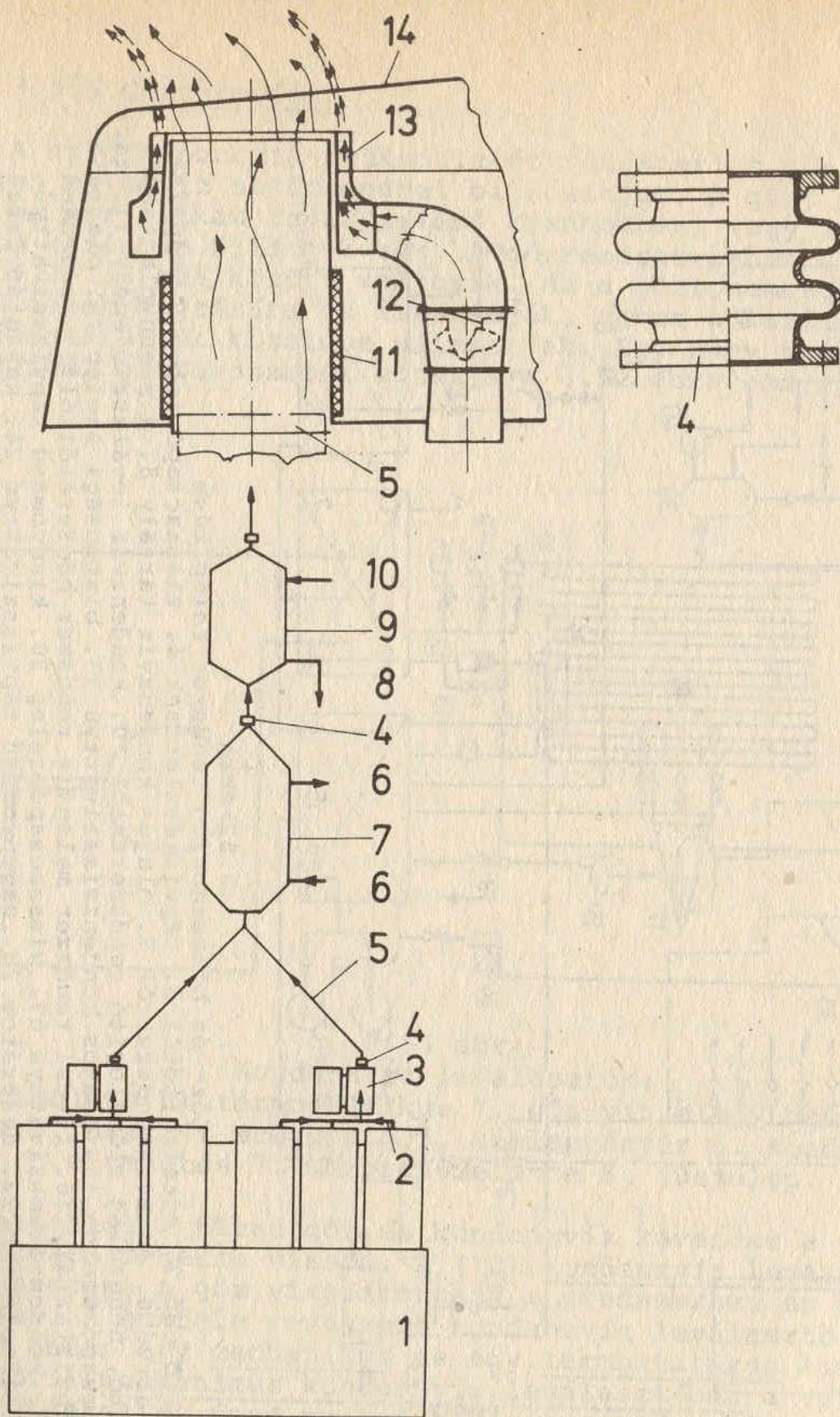
Az üzemeltetés során a kipufogóvezeték falán koromlerakódás képződik, ami meggyulladhat és kéménytűzet okoz. A koromréteg kedvezőtlen hatású a hőhasznosító kazán üzemére is (hőszigetelő). Ezért a kipufogó és kéményvezetéseket időszakonként ki kell tisztítani. A tisztítás megkönnyítésére a csővezeték iránytöréseinél tisztító nyílások vannak.

A tűzveszély (kéménytűz) miatt a hőhasznosító kazán, hangtompító és szikraoltó dobok belső tereit a CO₂ tűzoltórendszerrel el lehet árasztani széndioxiddal.



3.50 ábra

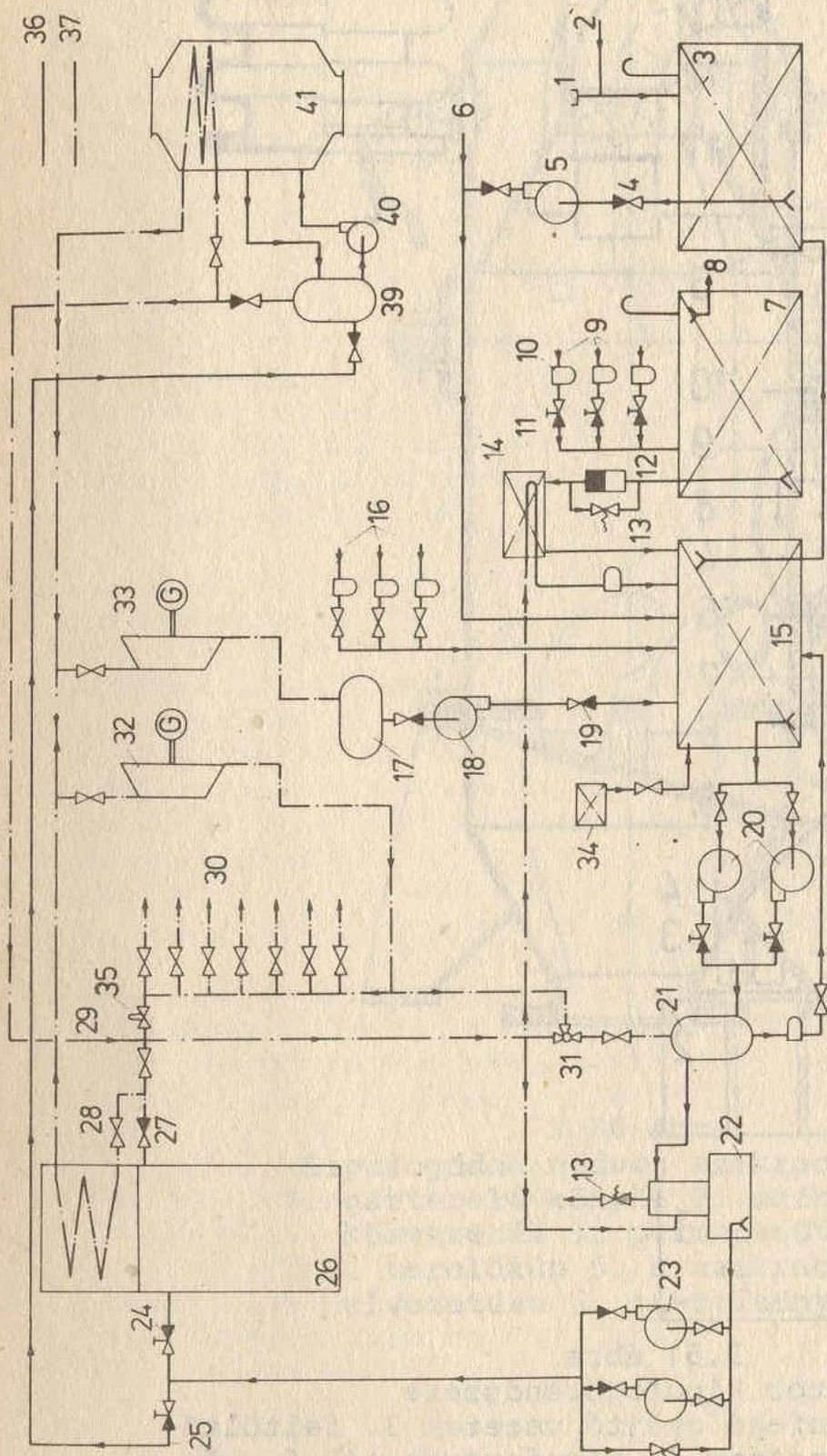
- Kipufogódob nedves szikraoltóval
 1. gázterelő könyök 2. szikraoltó-
 körvezeték 3. permetezőfúvóka
 4. terelőkúp 5. a szikraoltóvíz
 elvezetése 6. tisztítónyílás



3.51 ábra

Főmotor kipufogórendszere

1. főmotor 2. kipufogó gyújtó vezeték 3. feltöltő-turbina 4. kompenzátor 5. kipufogóvezeték 6. hőhasznosító kazán gőzrendszeréhez 7. hőhasznosító kazán 8. szikraoltó- és csapadékvíz elvezetés 9. szikraoltódob 10. szikraoltóvíz bevezetés 11. hőszigetelés 12. géptéri elszívóventilátor 13. levegő ejektor 14. kéményburkolat



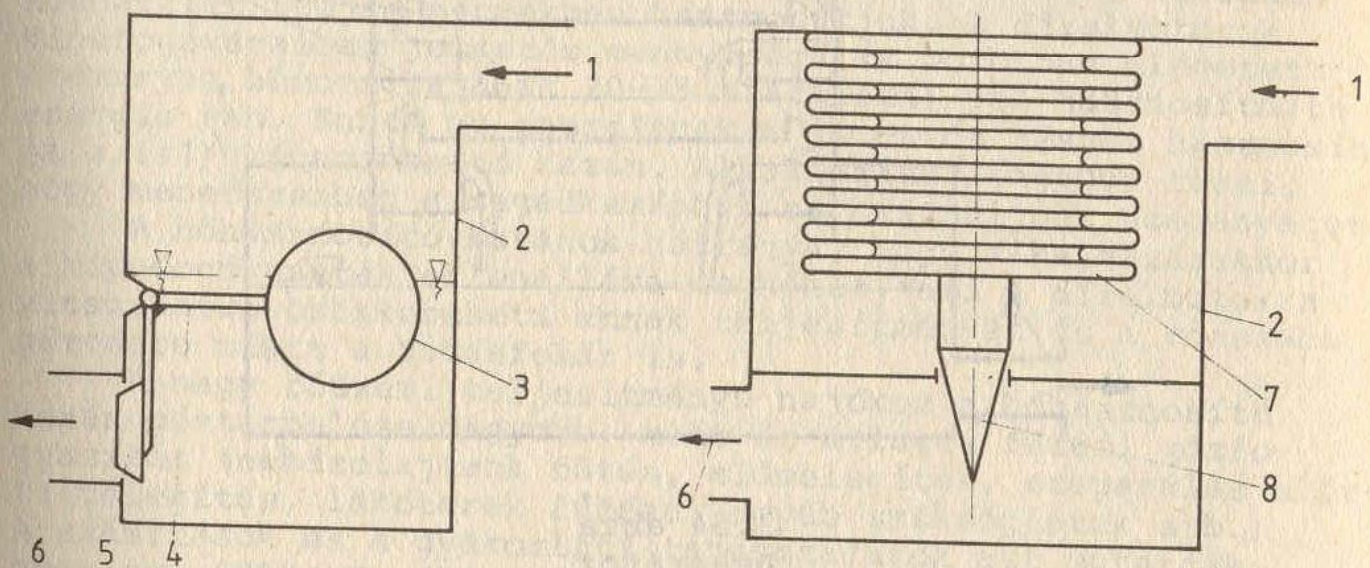
3.52 ábra

Gőz- és hőhasznosító rendszer felépítése

1. tápvíz-töltő cső 2. sótalanítótól 3. tápvíz-készlettartály 4. visszacsapószelep 5. tápvíz-készletszivattyú 6. édesvízrendszerrel 7. olajos kondenzvíz tartály 8. a szennyolajtankba 9. a tankfűtő, nehézsúlyos kondenzvíz rendszerrel 10. kondenzvíz leválasztó edény 11. zárható visszacsapószelep 12. olajos kondenzvíz rendszerrel 13. biztonsági szeleptől 14. olajtalanító 15. tápvíz-töltő tartály 16. fűtési rendszer hőcserélőtől 17. segédkondenzátor 18. kondenzátumszivattyú 19. visszacsapószelep 20. kisnyomású tápvízszivattyú 21. tápvíz előmelegítő 22. deaerátor 23. nagynyomású tápvízszivattyú 24. kazántápvízszel 25. hőhasznosító kazánhoz, 26. kazán 27. fő gőzszelep 28. túlhevítőszel 29. gőz a hőhasznosító kazántól 30. gőz a fogyasztóhoz 31. váltócsap 32. ellennyomós gőzturbina 33. konvenzációs gőzturbina 34. vegyszer tartály 35. nyomáscsökkentő szelep 36. vizes cső vezeték 37. gőzvezeték

3.5.6 Gőztermelés

A hajó hőenergia szükségletét rendszerint gőz, a kis hajókon melegvíz segítségével biztosítjuk. A gőzt olaj-, vagy ma már ritkán széntüzelésű kazánokban, vagy a hőhasznosító kazánban állítjuk elő. A gőzrendszerekben a gőz nyomása 0,3-1,5 MPa között változik. Ha a gőzt nemcsak fűtésre, hanem gépek hajtására is használják, akkor a kazánnomást a felső határérték közelébe választják. Egy nagy tengeri hajó segédüzemi gőzrendszerét mutatja a 3.52 ábra. Az egyes gőz-

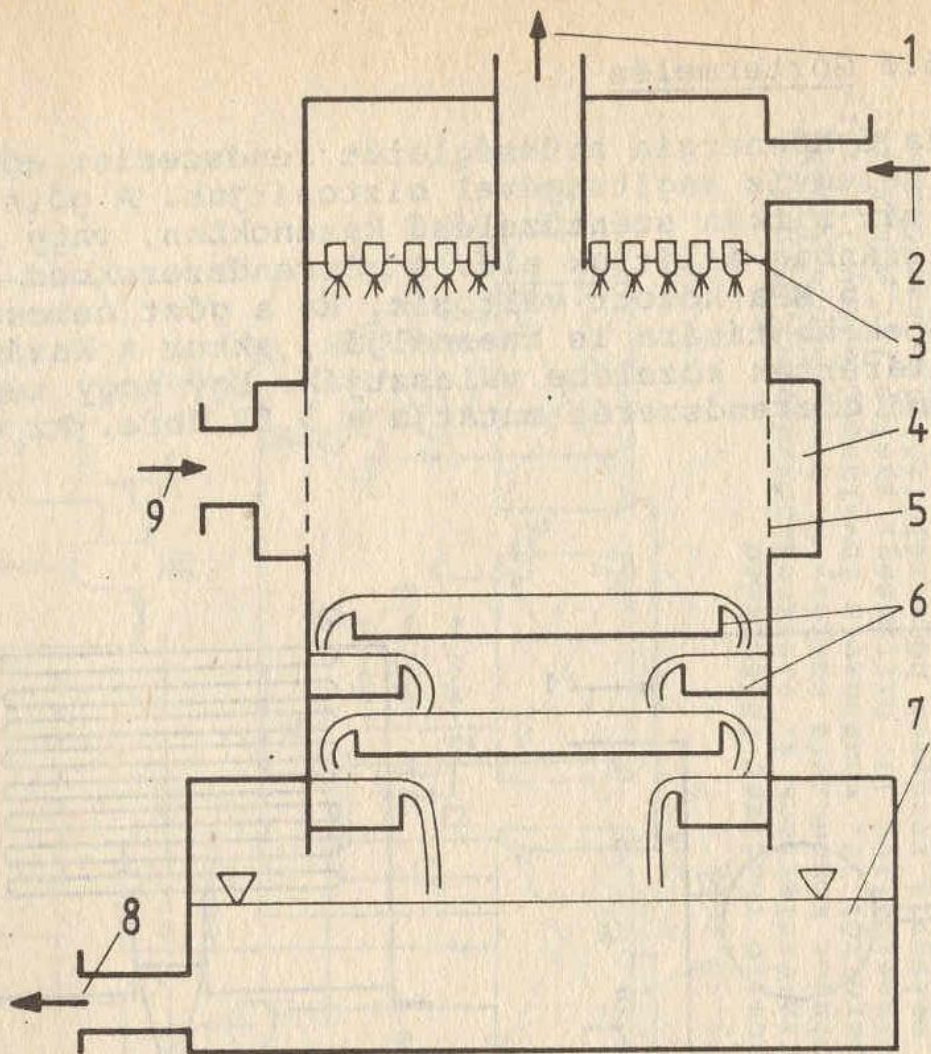


3.53 ábra

Kondenzvíz leválasztók:

- a) mechanikus b) termostatikus 1. gőz-víz elegy bevezetés
2. ház 3. úszó 4. szögemelő 5. szeleptányér 6. kondenzvíz elvezetés 7. membránszelenc 8. túszelep

fogyasztóktól a fáradtgőz és kondenzvíz keveréke a (9) (16) vezetékeken érkezik vissza. A (10) kondenzvíz leválasztó edény szerepe a gőz visszatartása a rendszerben és a víz átengedése. A sokféle rendszerű kondenzvíz leválasztó közül a 3.53 ábrán egy mechanikus és egy termostatikus kivitelű látható. A mechanikus kondenzvíz leválasztóban a vízszint emelkedésekor az úszó nyitja a vízelvezető szelepet. A termostatikus leválasztó membránszelencében a víz forráspontjánál valamivel alacsonyabb forráspontú folyadék van. Amíg csak víz érkezik a leválasztóba, a túszelep nyitva van. Ha gőz érkezik a leválasztóba, a membránszelenc tartalma felforr, kitágul és a túszelep lezár. A túszelep csak a gőz kondenzálódása, lehűlése után nyit.



3.54 ábra
Deaerátor

1. gőz- és gázbevezetés 2. hideg tápvízbevezetés 3. permetezőfúvókák 4. gőzköpeny
5. perforáció a gőz bevezetésére 6. ki-
levegőztető tálcák 7. oxigénszegény me-
leg tápvíz 8. tápvízbevezetés 9. gőzbevezetés

A nagyobb berendezésekben a kazán kímélése céljából külön gyűjtik a "tisztá" és az olaj szennyeződést tartalmazó kondenzvizet. Az olajos kondenzvizet a (14) olajtalanító berendezés segítségével tisztítják. Az olajtalanító felépítése hasonló a 3.4.1 fejezetben ismertetetthez, de a tökéletesebb működés céljából itt aktív szén szűrőt is alkalmaznak.

A tömítetlenségeken elszökött vizet a (15) szivattyú segítségével pótolják a (3) készlettankból a (15) tápvíz-tartályba. A kazántápvíz kémhatását a (34) tartályból adagolt vegyszerek segítségével állítják be. A tápvizet a (20) tápvízszivattyú 0,15-0,2 MPa nyomáson nyomja a deaerátorba. (22) Deaerátorral nem szerelnek fel minden segédüzemi gőzrendszert, csak azokat, amelyek nagyobb nyomású és mennyiségű, vagy magasabb hőmérsékletű gőzt termelnek.

A deaerátor (3.54 ábra) feladata a tápvíz oxigéntartalmának minimálisra csökkentése, mivel az oxigén kazánkorroziót okoz. A deaerátor működése azon alapszik, hogy a gázok a víz forrásakor kiválnak a vízből.

A deaerátorba vezetett gőz segítségével a finoman beporlasztott tápvíz-cseppecskéket fűtjük. A kivált gázokat és a nem kondenzálódott gőzt elvezetjük. A deaerátor házában aljában összegyűlt gázszegény vizet a nagynyomású tápszivattyúk a kazánba nyomják.

Fűtési célra telített szárazgőzt használnak. A kazán (27) főgőzszelepétől közvetlenül, vagy (35) nyomáscsökkentő szelepeken keresztül a fűtési gőzt az elosztó kollektorhoz, onnan a (30) vezetékeken keresztül a fogyasztókhoz vezetik.

Az egyre nagyobb gazdaságossági követelményeknek csak úgy lehet eleget tenni, hogy az összes lehetséges hulladék hőenergiát teljes mértékben hasznosítjuk. A dízelmotorok kipufogógázaiban jelentős mennyiségű (a motorban elégetett üzemanyag hőenergiájának 20-35 százaléka) jól hasznosítható energia van. Ennek az energiának a jelentős részét hasznosítja a (41) hőhasznosító kazán. Alkalmazása lehetővé teszi, hogy menetüzemben a segédkazánban ne használjunk üzemanyagot.

A hőhasznosító kazánok hátránya, hogy alkalmazásukkor a kipufogóvezeték ellenállása megnőhet, ami a dízelmotorra visszahatva csökkentheti annak teljesítményét és a rosszabb gázcsere miatt a hatásfokát is.

A nagy főüzemi teljesítményű hajókon a hőhasznosító kazán gőztermelése nagyobb, mint az átlagos fűtési gőzfogyasztás (nehézolajtank fűtés, előmelegítés, szeparálás előtti melegítés, lakóterek fűtése, egyéb szükségletek stb.) A számítások és a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy egy 5000 kW-nál nagyobb teljesítményű kétütemű hajófőmotoron elhelyezett hőhasznosító kazán gőztermelés feleslege elegendő a teljes villamoshálózatot ellátó generátort hajtó gőzturbina táplálására is. Így a drágább dízelolajat fogyasztó dízelgenerátorokat menetüzemben le lehet állítani. Egy "Ady", vagy "Vörösmarty" méretű hajón ez napi kb. 1 Mg dízelolaj megtakarítást és az üzemanyagköltségek kb. 5 százalékos csökkentését jelentik.

A kazánokat felhasználási területük, feladatuk, fűtési módjuk és szerkezeti kialakításuk szerint csoportosítjuk.

Felhasználási területük szerint a hajókazánok lehetnek főüzemi, vagy segédüzemi kazánok.

A főüzemi kazánok látják el a hajócsavart vagy lapátoskereket hajtó gőzturbinát, esetleg gőzgépet a működésükhöz szükséges gőzzel. Mivel a főüzem összhatásfoka meghatározza a hajó gazdaságosságát, ezért nagy figyelmet fordítanak a teljes gőzkörfolyamat és ezen belül a kazán hatásfokának növelésére. A hatásfokok növelésének célszerű módja a gőz nyomásának és hőmérsékletének emelése. Így a XX. század elején alkalmazott 1,5-3,0 MPa kazánnyomásról napjainkban már

4,0...12,0 MPa nyomásra emelték a friss gőz nyomását. A főüzemi kazánokat ellátják a kazánhatásfokot növelő kiegészítő berendezésekkel (gőztúlhevítők, levegő-, tápvíz-előmelegítő). A főüzemi kazánok nagy mennyiségű (néha óránként 100 Mg) gőz termelésére alkalmasak.

A segédüzemi kazánok a hajón előforduló hőenergia igényeket elégítik ki (Például: fűtés, üzemanyag előmelegítés, tengervíz sótelenítés, gőzüzemű fedélzeti gépek stb.). A dízelmotoros szárazáruszállító hajókon a hőenergia igény mérsékeltebb, a gőz nyomása a kazánban nem több, mint 1,0 MPa, a gőzfogyasztás sem több mint 3...5 Mg óránként. Egészen kis hajókon (pl. belvízi hajók) ahol a fő hőenergia-fogyasztó a fűtési rendszer, a segédkazánok nem gőzt, hanem melegvizet állítanak elő.

Feladatuk szerint a hajókazánok lehetnek melegvíz- és gőzkazánok. A gőzkazánok előállíthatnak telített száraz gázt (rendszerint segédkazánok) és túlhevített gőzt (főüzemi kazánok).

Fűtési módjuk szerint a kazánok lehetnek széntüzelésűek, olajtüzelésűek, vegyestüzelésűek és önálló tüzelőberendezés nélküliek (hőhasznosító kazánok).

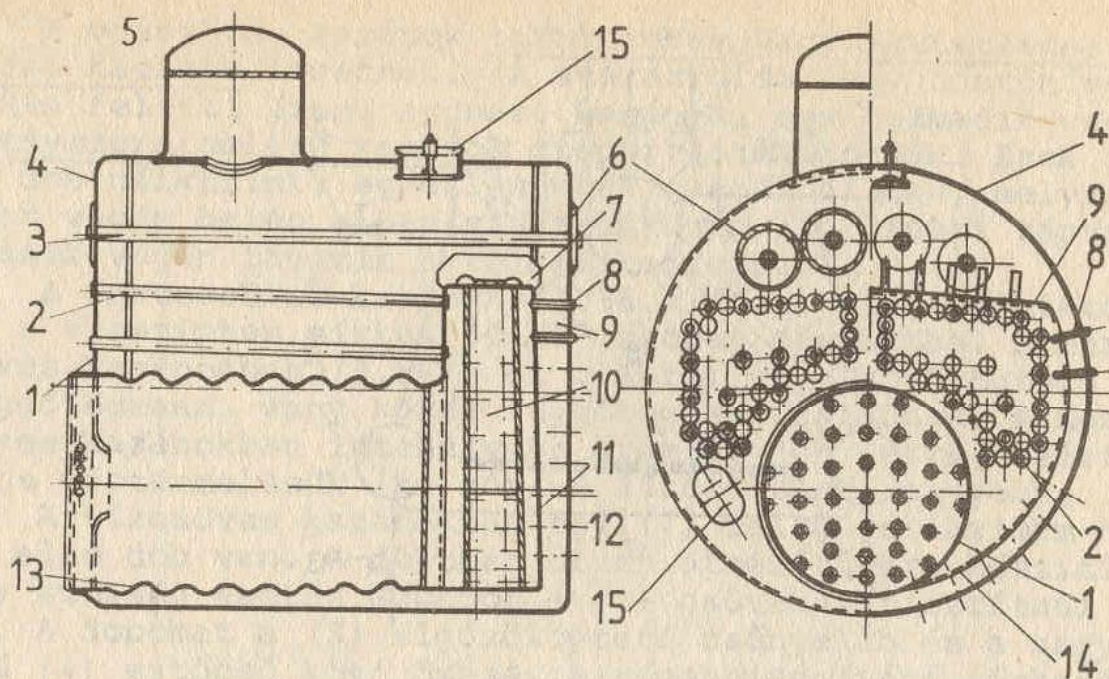
Ma a hajókon szinte kizárólag olajtüzelésű kazánokat alkalmaznak az üzemanyag egyszerű kezelése, tárolása miatt. Újabban a növekvő üzemanyagárak következtében néhány gőzturbina hajtású hajón újra alkalmaznak kísérleti széntüzelésű kazánokat.

A kazánok szerkezetük szerint lehetnek tűzcsövesek vagy vízcsövesek.

3.5.7 Tűzcsöves kazánok

A 3.55 ábrán látható tűzcsöves kazán egy hengeres, sík (1) homlok- és (12) hátfalú nyomástartó edény. A kazán belsőjében helyezkedik el a hullámosfalú, körkeresztmetszetű (13) égéstér. Az égéstér elejében helyezik el széntüzelés esetén a rostélyt, a salakozónyílással (az ábrán nincs feltüntetve). Olajtüzelésű kazánoknál az égőfejet az égéstér homlokfali nyílásában helyezik el. Az égéstér végéhez csatlakozik a (10) fordítókamra. A fordítókamra sík mellső fala és a (1) homlokfal közé vannak bemárgorolva a (2) füstcsövek. A füstgázok az égéstérből a fordítókamrán keresztül jutnak a füstcsövekbe és onnan a homlokfalon keresztül a füstszekrénybe. A füstszekrényből a füst a kéményen keresztül távozik. A kazán belső tereit a (15) búvónyíláson keresztül lehet elérni. A keletkező száraz telített gőzt az (5) gőzdómából vezetik el. Ha a kazán csak vízmelegítésre szolgál, akkor a gőzdóm elmaradhat.

A tűzcsöves kazánok előnye, hogy nagy víztartalma miatt jelentős hőmennyiséget tud tárolni, igénytelen a tüzelőbe-



3.55 ábra

Tűzcsöves kazán szerkezete

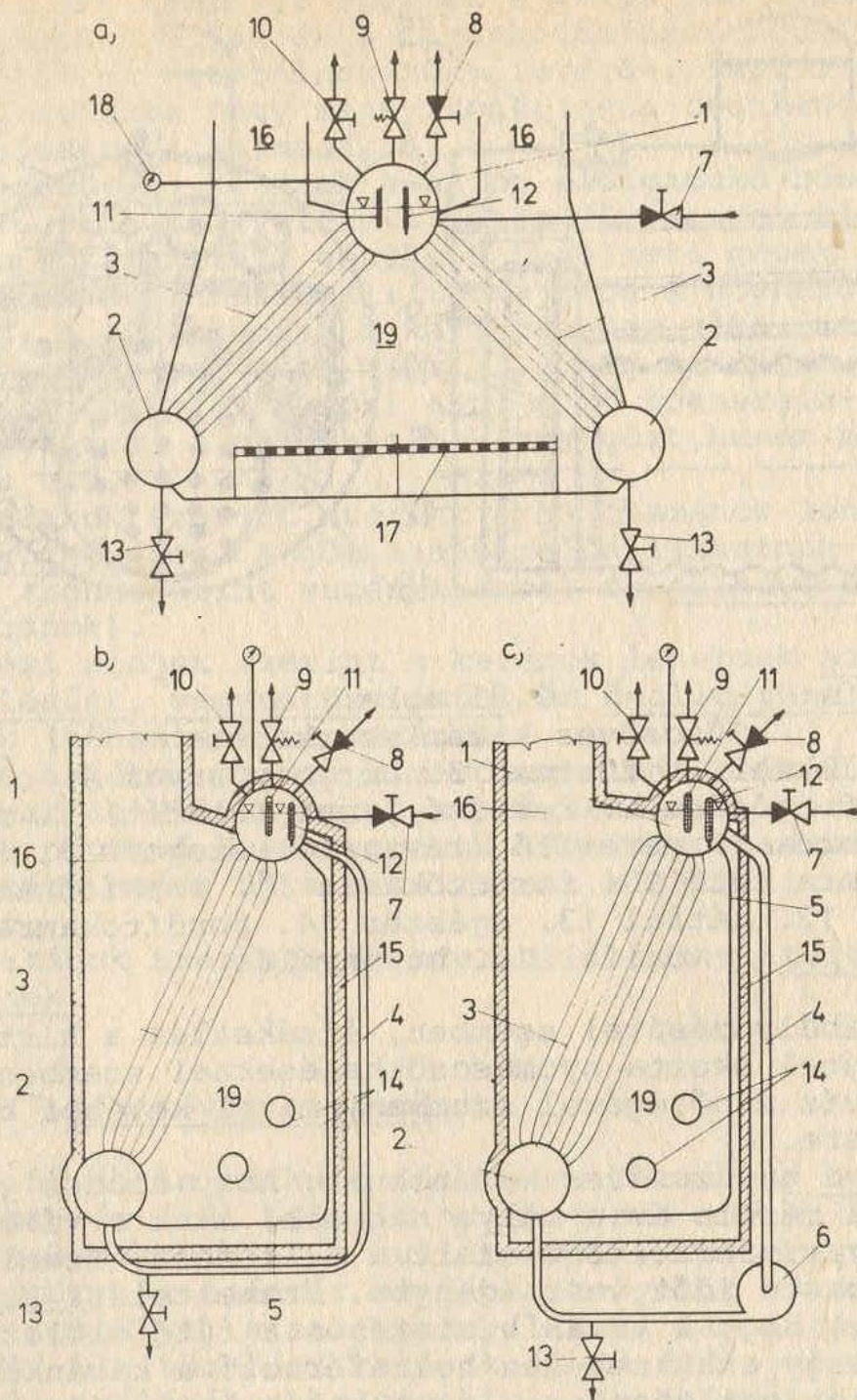
1. homlokfal 2. füstcső 3. horgonycsavar 4. oldal-
 lemez 5. gőzdóm 6. kettőző lemez (alátét) 7. mere-
 vítő borda 8. merevítő (távtartó) szegecs 9. for-
 dítókamra tető 10. fordítókamra 11. fordítókamra
 hátfal 12. hátfal 13. égéstér 14. fordítókamra ol-
 dalfal 15. búvónyílás

rendezés szabályozásával szemben, érzéketlen a hirtelen vál-
 tozó gőzelvétel okozta nyomáscsökkenésekkel szemben és igény-
 telen a tápvíz minőségével szemben, mivel kevésbé hajlamos a
 vízkövesedésre.

Hátránya a tűzcsöves kazánoknak, hogy azonos gőztelje-
 sítményhez a mérete és a súlya nagyobb, mint a vízcsöveseké.
 A kazán nagy vízfeltöltése miatt a felfűtése, üzemén kívül
 helyezése hosszú időt vesz igénybe. Üzemeltetési szempontból
 nagy hátrány, hogy a kazán vízterében a fűtőfelület jelentős
 része nem, vagy csak nehezen hozzáférhető a kazánköz mecha-
 nikus (kézi) letisztításához. Így a kazán hatásfoka az üzemel-
 tetés során fokozatosan romlik.

3.5.8 Vízcsöves kazánok

Az a felismerés, hogy a nyomástartó edények átmérőjének
 csökkentésekor az azonos szilárdságot biztosító falvastagság
 közel négyzetesen csökken, vezetett a vízcsöves kazánok ki-
 alakításához, mert így lehet a kazán tömegét csökkenteni és
 nagyobb üzemi nyomást elérni. A vízcsöves kazánokban elgőzö-
 lőtetendő víz, illetve a gőz viszonylag kis átmérőjű csövek-
 ben áramlik, amelyeket kívülről melegítenek az égéstérből tá-
 vozó forró füstgázok (3.56 ábra).



3.56 ábra

Vízcsöves kazánok szerkezetének vázlata

a) ferdecsöves, háromdobos széntüzelésű, természetes keringetésű kazán b) meredekcsöves, két Dobos, olajtüzelésű, természetes keringetésű kazán c) meredekcsöves, két Dobos, olajtüzelésű, mesterséges keringetésű kazán

1. felső dob 2. alsó dob 3. elgőzöltető csövek 4. ejtőcső
 5. radiációs elgőzöltető csövek 6. keringető szivattyú
 7. tápszelep (zárható visszacsapó) 8. fő gőzszelep (zárható visszacsapó) 9. biztonsági szelep 10. lefúvató szelep 11. szintjelző 12. hőmérő 13. víztelenítő szelep 14. kazánégő 15. hőszigetelés 16. kémény 17. rostély 18. manométer 19. égéstér

A vízcsöves kazánok természetes vagy mesterséges keringetésű kazánok lehetnek. (A szárazföldi nagy hőerőművek 23 MPa feletti üzemi nyomású kazánjai egy harmadik csoportot, a kényszeráramlású kazánok csoportját alkotják. Ezek a kazánok dob nélküliek, egyetlen csőkígyóból állnak, melynek egyik végén belép a tápszivattyú által szállított tápvíz, és a másik végén távozik a túlhevített gőz.)

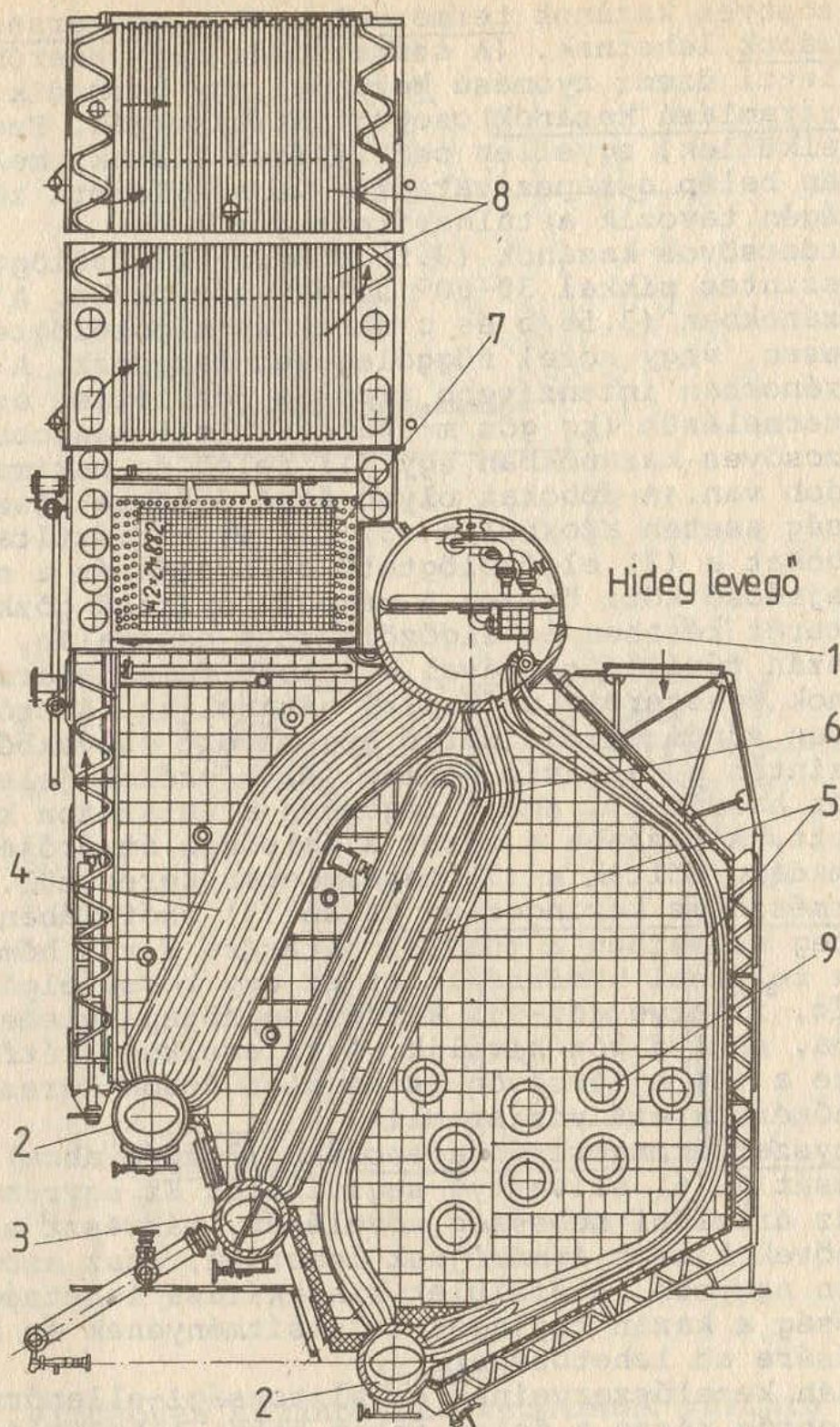
A ferdecsöves kazánok (3.56.a ábra) elgőzölögtető csövei a vízszintes síkkal 30-60° szöget zárnak be. A meredekcsöves kazánokban (3.56/b és c ábra) az elgőzölögtető csövek függőlegesen, vagy közel függőlegesen haladnak. A meredekcsöves kazánokban intenzívebb áramlás jön létre, ezért fajlagos gőztermelésük (kg gőz/m² fűtőfelület) nagyobb.

A vízcsöves kazánokban egy (1) felső és maximum három (2) alsó dob van. A dobokat olyan átmérőjűekre készítik, hogy szükség esetén azokból a (3) csöveket tisztítani lehessen. A dobokat a (3) elgőzölögtető csőnyaláb és a nagy átmérőjű (4) ejtőcső köti össze. A régebbi építésű gőzkazánok (19) égésterét részben az elgőzölögtető csőnyaláb, részben pedig a kazán tűzálló téglával kirakott fala határolta. A modern kazánok égésterét csőfállal határolják. A csőfal tulajdonképpen sűrűn egymás mellé hegesztett csövekből áll, melyben szintén a kazánvíz kering. Ez a csőfal jelentős mennyiségű hőt hasznosít, amely régebben a falazaton keresztül kárba veszett. A kazánba a vizet a felsődob átmérőjének feléig-kétharmadáig töltik a (7) tápszelepen keresztül.

A természetes keringetésű kazán (5) csőfalában és a (3) csőköteg csöveiben a tüzelés hatására a víz hőmérséklete eléri a telítési hőmérsékletet és egy része elgőzölög. A meleg víz, illetve gőz-víz kétfázisú közeg felemelkedik a felső dobba, ahol a gőz kiválik. A felemelkedő kétfázisú közeg helyére a (4) ejtőcsövön és az alsó dobon keresztül alacsonyabb hőmérsékletű víz áramlik.

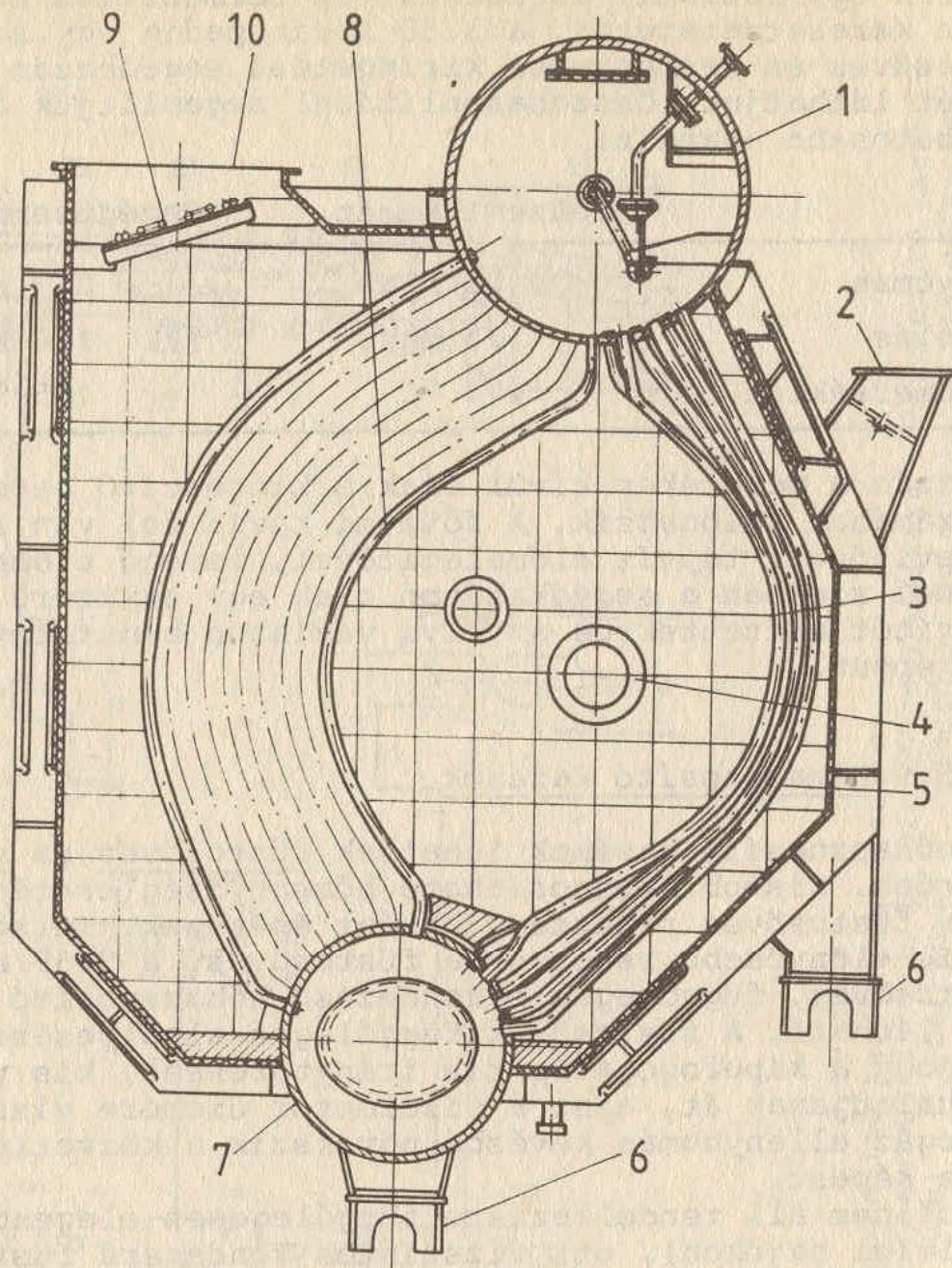
A kényszerkeringetésű kazánokban (3.56/c ábra) a kazánvíz áramlását a (6) szivattyú segíti elő. Ez egyrészt lehetővé teszi az áramlási sebesség növelését, másrészt az elgőzölögtető csövek kisebb átmérőjűek lehetnek, azaz azonos kazántérfogatban nagyobb fűtőfelület kialakítása lehetséges. Mindkét lehetőség a kazán fajlagos teljesítményének és hatásfokának növelésére ad lehetőséget.

A kazán kezelőszerveinek és biztonsági-ellenőrző műszereinek jelentős része a felső dobon kerül elhelyezésre. A kazánba a tápvizet a (7) zárható visszacsapó tápszelepen keresztül lehet bevezetni. A kazánból a gőz a (8) fő gőzszelepen keresztül távozik. A kazánban előállítható maximális nyomást a (9) biztonsági szelep határolja. A kazán felfűtésekor a felső dobon rekedt levegő kieresztésére és az üzemen kívül helyezéskor a gőz kieresztésére szolgál a (10) lefúvató szelep. A vízszint ellenőrzésére a (11) vízállásjelző, a hőmérséklet mérésére az ugyancsak itt elhelyezett hőmérő szol-



3.57 ábra
Fűzési kazán

1. felső dob 2. alsó dobok 3. gőztúlhevítő elosztó és gyűjtődob 4. elgőzöltető csövek 5. radiációs elgőzöltető csövek 7. tápvíz előmelegítő 8. levegő előmelegítő 9. égőfejek



3.58 ábra
Segédüzemi kazán

1. felső dob 2. levegő betáplálás 3. radiációs elgőzöltető csőköteg 4. égőfej, 5. ejtőcsövek 6. kazánalap 7. alsó dob 8. fő elgőzöltető csőköteg 9. gőztúlhevítő az égőfejhez 10. kémény

gál. A felső dob gőzteréhez van a (18) manométer csatlakoztatva. A korszerű kazánok a helyi leolvasású műszereken kívül el vannak látva távadókkal, amelyek segítségével üzemük központi vezérlőállásból kísérhető figyelemmel, illetve automatizálható. Fontos tartozéka a kazánnak a (13) leeresztőszelep, amely segítségével vízteleníthető a kazán és eltávolítható a kazánban keletkezett iszap. A füstgázok a (3) cső-

kötegen átáramolva a (16) kéményen keresztül távoznak. A 3.57 ábrán egy főüzemi, meredekcsöves természetes keringetésű kazán keresztmetszetét, a 3.58 ábrán pedig egy szintén meredekcsöves és természetes keringetésű segédkazán keresztmetszetét láthatjuk. Összehasonlításként megemlíjtük a két kazán fontosabb adatait:

	Főüzemi kazán	Segédüzemi kazán
üzemi nyomás	4,25 MPa	0,7 MPa
gőztermelés	25 Mg/ó	1,6 Mg/ó
üzemi hőmérséklet	470 °C	165 °C

A két kazán a méreteken kívül csak a kiegészítő berendezések számában különbözik. A főüzemi kazán fel van szerelve gőztúlhevítővel, tápvíz előmelegítővel, levegő előmelegítővel. Ezzel szemben a segédkazánon csak egy egyszerű levegő előmelegítőt építettek be az elvi vázlaton bemutatott kazánokhoz képest.

3.5.9 Hőhasznosító kazánok

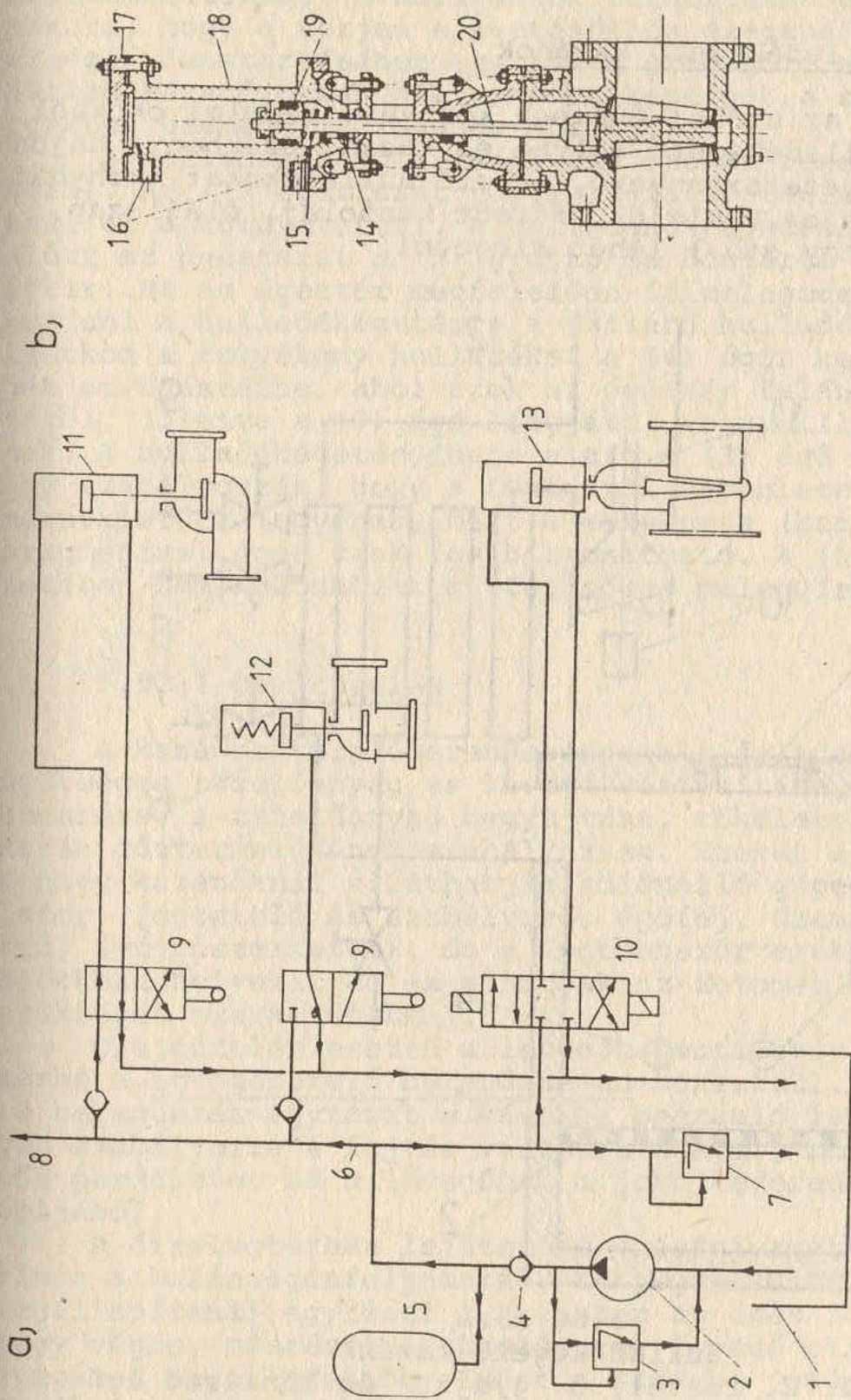
A hőhasznosító kazánok lehetnek füstcsöves és vízcsöves rendszerűek. Kisebb hasznosítható hőmennyiség esetén legtöbbször füstcsöves rendszerű kazánt építenek. Melegvízkazánoknál is előnyösebb rendszer a füstcsöves. A 3.59/a ábrán egy füstcsöves, függőleges elrendezésű hőhasznosító kazán vázlata látható. A füstcsövek függőleges elhelyezése biztosítja, hogy a kipufogógázok kis iránytöréssel, kis veszteséggel haladjanak át, azaz a dízelmotor üzemére visszaható kipufogógáz ellenynomás kevésbé növekszik a közvetlen kipufogáshoz képest.

Ahol nem áll rendelkezésre függőlegesen elegendő hely (pl. belvízi hajókon), ott vízszintes rendszerű füstcsöves kazánokat építenek be.

A hőhasznosító kazánon keresztül a kipufogógáz útját a (10) pillangószelep állása szabja meg. Nyitott pillangószelepnél a kipufogógázok a megkerülővezetéken (bypass) át közvetlen jutnak a szabadba, a kazán nem üzemel.

Ha a szelep zárt állásban van, a teljes kipufogógáz mennyiség a (3) füstcsöveken át áramlik és a kazán maximális teljesítményen üzemel. A fogyasztás megkívánta részteljesítményt a pillangószelep közbenső állásának alkalmas megválasztásával lehet beállítani.

A 3.59. ábra b kép egy vízcsöves hőhasznosító kazán vázlata látható. E kazántípus legtöbbször függőleges elrendezésű és a teljesítményének szabályozása a füstcsöves hőhasz-



3.59 ábra

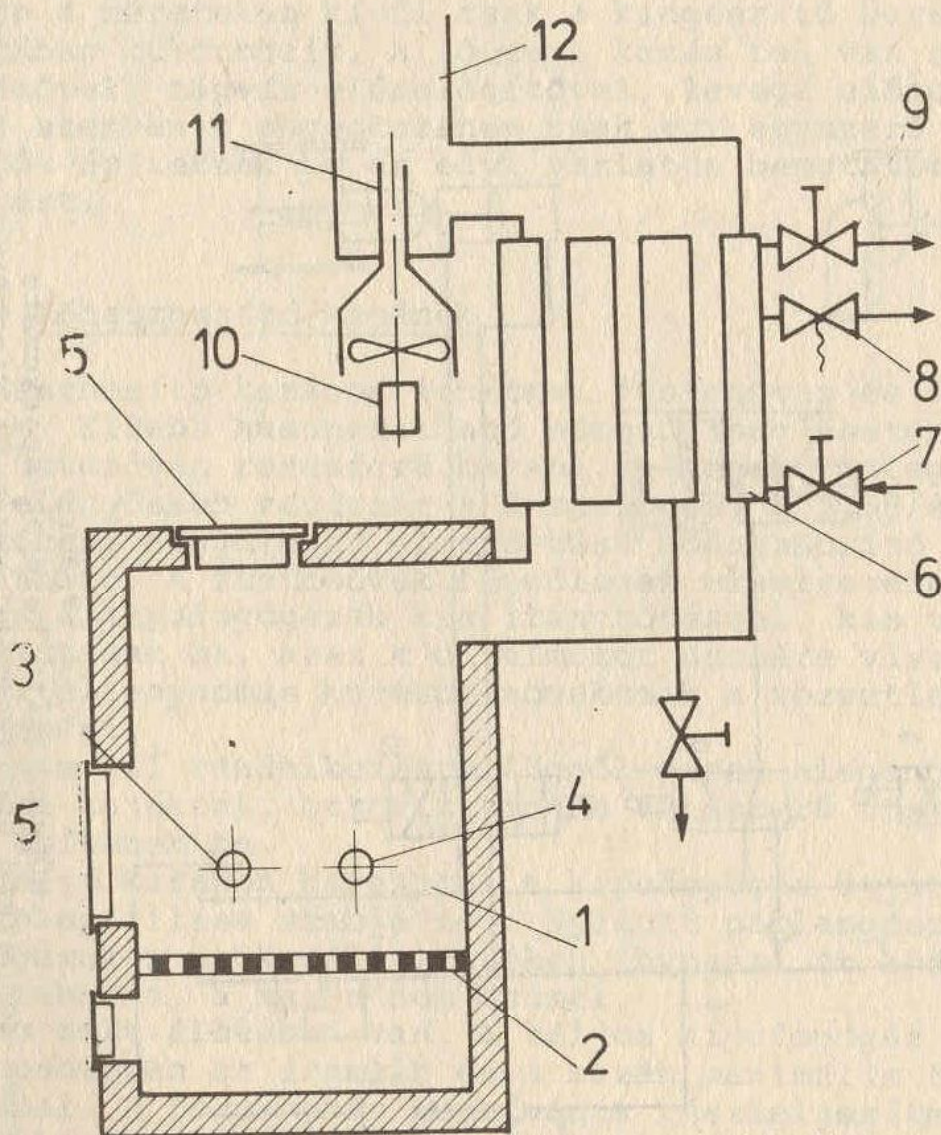
Hőhasznosító kazának szerkezete

a) füstcsöves rendszerű hőhasznosító kazán b) vízcsöves rendszerű hőhasznosító kazán
 1. kazán 2. tápszelep (vcs) 3. füstcsövek 4. hőmérő 5. szintjelző 6. fő gőzszelep (szárazgőz) (Vcs) 7. manométer 8. biztonsági szelep 9. leeresztő szelep 10. pillangószelem 11. megkerülő (bypass) füstvezeték 12. tápvíz előmelegítő 13. gőzszeparátor 14. keringő szivattyú 15. szelepek 16. elgőzöltetett csővezeték 17. főgőzszelep (túlhevített gőz) (vcs) 18. túlhevítő 19. túlhevített gőz a fogyasztókhoz 20. száraz telített gőz a fogyasztókhoz 21. kazántest

nosító kazánokéhoz hasonló. (Az ábrán nincs feltüntetve.) Az egész berendezés két egységből, a (21) kazántestből és a különálló (13) gőzszeperatorból áll. Egyes esetekben gőzszeperatorként a segédkazán felső dobját lehet felhasználni.

3.5.10 Hulladékégető kazánok

A hajókon az utóbbi években környezetvédelmi okokból megjelent a hulladékégető kályha és kazán. Ezekben a hajón keletkező környezetszennyező, éghető hulladékokat (konyhai hulladékok, olajos emulziók, fáradt kenőolaj, olajiszap, olajos törlerongy stb.) lehet elégetni.



3.60 ábra

Hulladékégető kazán

1. égéstér 2. rostély 3. gyújtó- és hőntartó égő
4. folyékony hulladékégető égő 5. töltő- és tisztítónyílások
6. vízmelegítő kezán 7. tápszelep
8. biztonsági szelep 9. melegvíz elzáró szelep
10. ventillátor 11. ejektor füstszivattyú 12. kémény

A kisteljesítményű típusoknál lemondanak az égetéskor keletkező hő hasznosításáról, ezek a kályhák. A hulladékégető kályhák és kazánok közül azok az elterjedtebbek, amelyek egyaránt alkalmasak a szilárd és folyékony hulladékok megsemmisítésére. A hulladékok fűtőértéke rendszerint nem akkora, hogy a teljes elégetésükhöz elegendő legyen, ezért az égés fenntartásához egy külön olajégőre van szükség. A hulladékégető kazánok átmenetet képeznek a szilárd és folyékony üzemanyagú kazánok között.

A hulladékégető kazánok füstcsöves rendszerűek (3.60 ábra). Az (1) égésteret vastag tűzálló téglaburkolat szigeteli el a környezettől. A hulladékok égetésének megkezdése előtt az égésteret a (3) gyújtó és hőntartó olajégővel fel-fűtik. Ha az égéstér megfelelően felmelegedett, meg lehet kezdeni a hulladékégetést: a szilárd hulladékot az (5) nyílásokon a folyékony hulladékot a (4) égőn keresztül juttatják az égéstérbe, ahol azok az égéstér falának sugárzó hőjétől, illetve a (3) égő lángjától meggyulladnak és elégnek. A hulladékégetés ideje alatt a (3) égő teljesítményét úgy szabályozzák, hogy a füstgázok egyenletesen magas hőmérsékletűek legyenek, mert a tökéletes (korom, pernye és szagmentes) égés csak így biztosítható. A (6) kazán szerkezetében nem különbözik a füstcsöves melegvízkazántól.

3.5.11 Olajtüzelés

A kazánok tüzelőberendezésének a feladata az égéshez szükséges tüzelőanyag és levegő biztosítása, minél jobb elkeverése, a tüzelőanyag begyújtása, tökéletes elégetése, a kazán gőztermelésének szabályozása. Ezeket a feladatokat a nagy kazánoknál elláthatják különálló gépegységek (ventilátor, légterelő és szabályozó, égőfej, üzemanyag-szivattyú, gyújtószerkezet), de a legtöbbször ezeket egyetlen blokkban helyezik el és ellátják az automatikus üzemhez szükséges szerkezetekkel.

Olajtüzelés esetén a levegőt ventilátor nyomja a tűztérbe a levegőterelő berendezésen keresztül. A levegőterelő berendezés egyrészt a kazánba beáramló levegő mennyiségét szabályozza a fojtás változtatásával, másrészt jelentős perdületet ad a levegőnek a jobb keveredés elősegítése céljából.

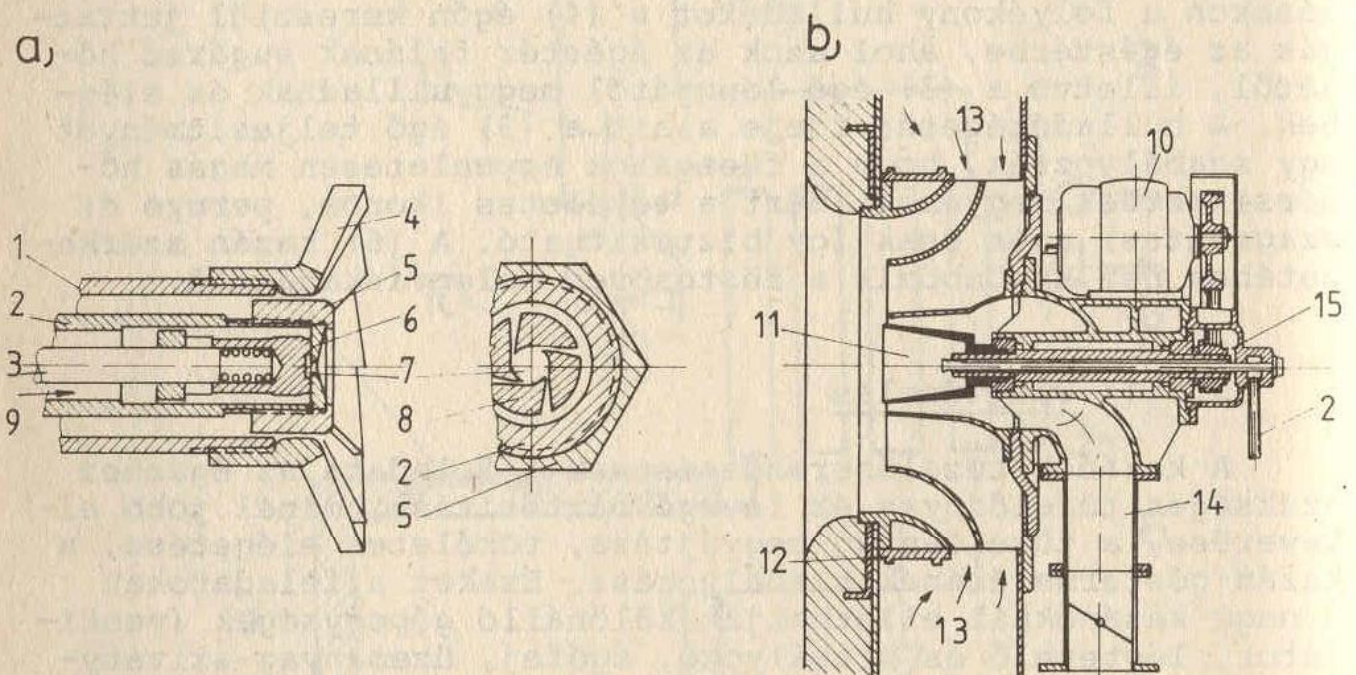
A dízelmotorban lejátszódó égésfolyamattal összehasonlítva a kazán égésfolyamatát, lényeges különbségeket lehet megállapítani: egyrészt a kazánban az égés folyamatosan megy végbe, másrészt a tüzelőanyag-levegő elkeveredése lényegesen egyenletesebb. Ezért a kazánba jutó levegő mennyiségét úgy kell szabályozni, hogy az mindössze néhány százalékkal legyen több a tüzelőanyag elégetéséhez elméletileg szükséges levegőmennyiségnél, azaz a légviszony $m = 1,02 \dots 1,05$ legyen. Ha ennél kevesebb levegőt vezetünk be, akkor

az égés tökéletlen, ha ennél többet, akkor pedig a keletkező égésgázok lesznek alacsonyabb hőmérsékletűek, ami a gőzfejlesztés hatásfokát csökkenti.

Egy nagy olajtüzelésű kazán tüzelőberendezését mutatja be a 3.61/b ábra. Az ábrán jól látható a légterelő berendezés kialakítása.

A kazánépítésben üzemanyag-fúvókaként a mechanikus vagy kombinált gőz-mechanikus fúvókák terjedtek el.

A dízelporlasztókhöz hasonló kialakítású mechanikus fúvókák úgy működnek, hogy a tüzelőolajat szűk nyíláson nagy nyomással átpréseljük és az aprócseppekre válik szét. Az ilyen mechanikus fúvókák hátrányos tulajdonsága, hogy a szűk fúvókanyílás hamar betömődhet akár ráégett korommal, akár a tüzelőanyag tartalmazta szennyeződéstől.



3.61 ábra

Mechanikus fúvókák

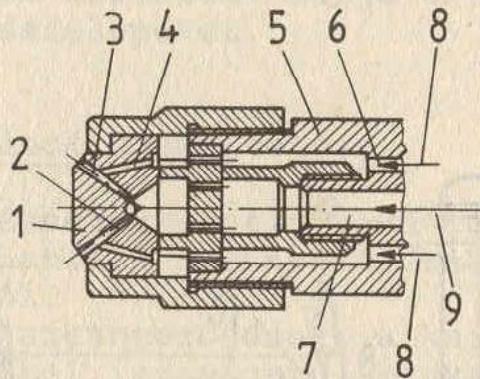
a) örvénykamrás b) forgó hengeres 1. fúvóka tartó 2. üzemanyag hozzavezető cső 3. örvénykamra test rögzítő 4. tereplőlemez 5. anya 6. fúvóka csúcs (tárcsa) 7. örvénykamra 8. örvénykamratest 9. üzemanyag 10. hajtómotor 11. forgóhenger 12. levegőszabályzó (gyűrű alakú tolattyú) 13. szekunder levegő 14. primer levegő 15. ékszíjtárcsa a forgó henger tengelyén

Szerencsésebb a 3.61/a ábrán bemutatott mechanikus fúvóka. E fúvóka furata már kevésbé szűk, de a tüzelőanyag nagy sebességgel (50-80 m/s) érintő irányában lép be a (6) fúvókacsúcs alatti (7) térbe, ahol igen nagy sebességű forgómozgásba jön. A centrifugális erő, a tüzelőanyag tengely irányú sebességkomponense, és a fúvóka mellett a légterelő berendezésen keresztül beáramló levegő hatására a tüzelőanyag a fúvókacsúcs nyílásán kilépve, egy kúppalást mentén

hártyavékonyan szétterül és finom cseppeket alkot. (Hasonló módon működik a kerti locsoló-esőztető fej egyik kivitele is.) A tüzelőanyag-kúp (lángfáklya) tövét a (4) terelőlemez védi egyrészt a túlhűtéstől, másrészt attól, hogy a belépő levegő el ne fújja a vékony üzemanyaghárttyát.

A mechanikus fúvókák egy harmadik típusánál a tüzelőanyagot egy gyorsan forgó henger hozza mozgásba, amelyről az előzőhöz hasonló kúppaláston jut az égéstérbe. (3.61/b ábra)

A mechanikus fúvókák közös hátránya, hogy nehézkesen szabályozhatóak. A fúvókán áthaladó tüzelőanyag-mennyiség csak a 100 százalék és 70 százalék között változtatható a fúvóka előtti nyomás csökkentésével. További nyomáscsökkentés esetén a porlasztás elégtelen lesz és az égő üzemé bizonytalan, kialvás is lehetséges. Ezért több égőt építenek be, s a működő égők számának változtatásával is szabályozható az égés.

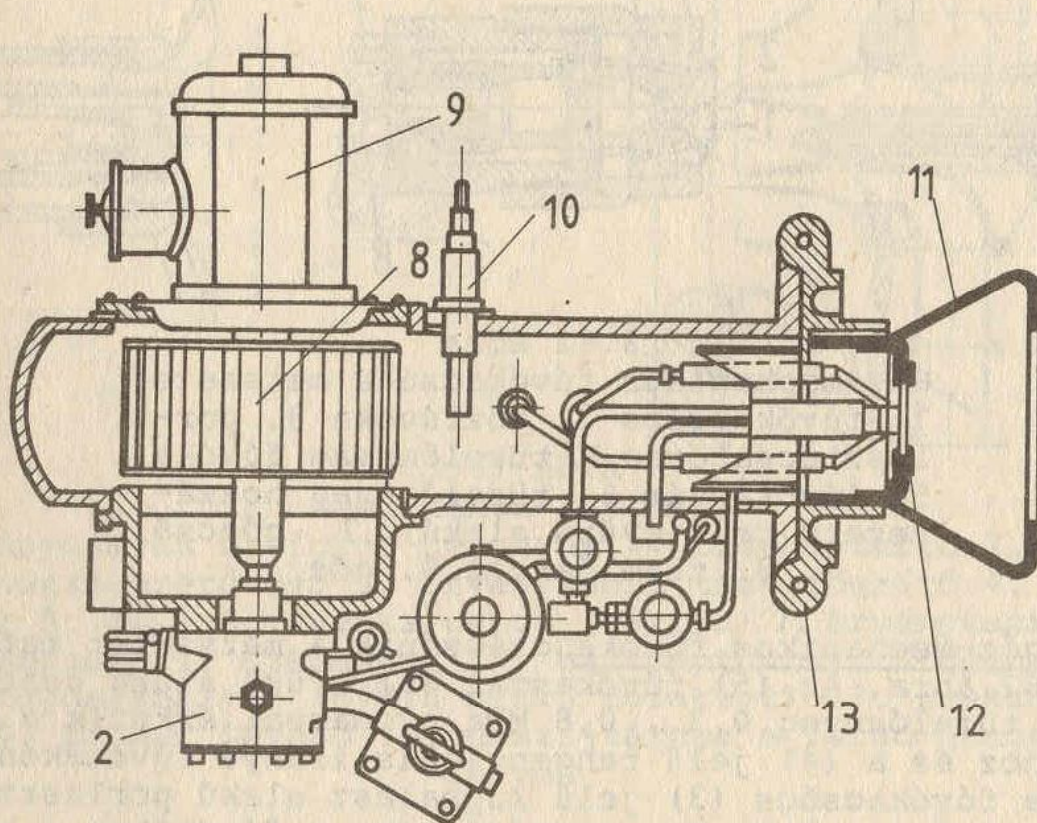
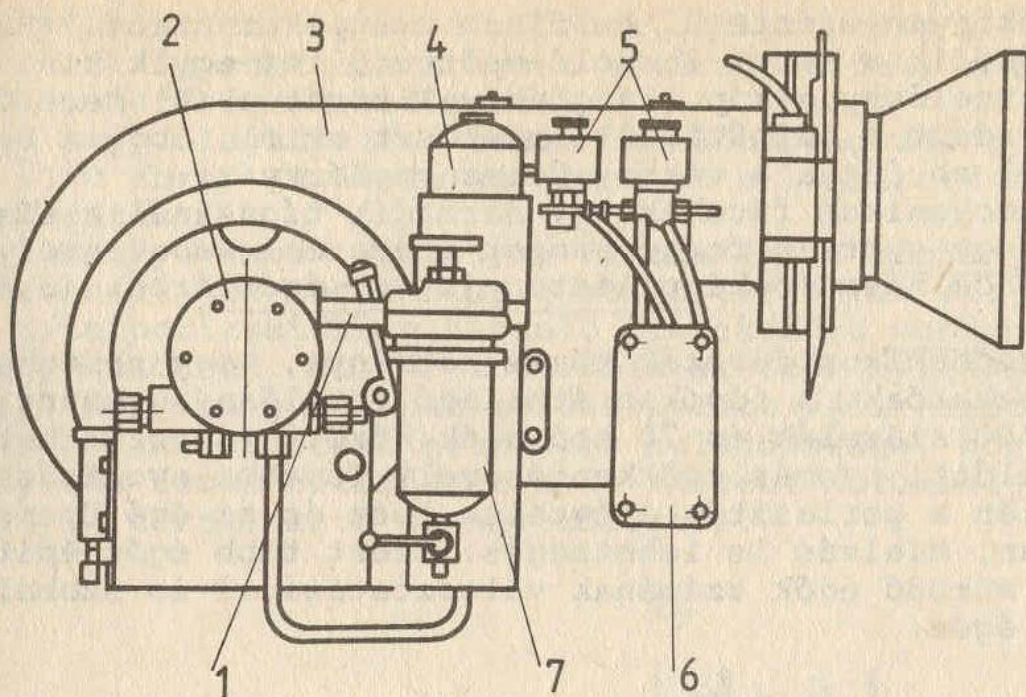


3.62 ábra

Gőz-mechanikus fúvókacsúcs metszete

1. fúvókacsúcs 2. gőzfúvóka 3. porlasztócsatorna 4. tüzelőanyag fúvóka
5. fúvókaszár 6. tüzelőanyag hozzátartozó cső (gyűrű alakú) 7. gőzcső
8. tüzelőanyag 9. gőz

A gőz-mechanikus fúvóka csúcsának a metszetét mutatja be a 3.62 ábra. Az (5) fúvókaszár (6) gyűrű alakú csatornájában a tüzelőanyag 0,3...0,8 MPa nyomással érkezik a fúvókacsúcsához és a (4) jelű tangenciális irányú fúvókákon át lép be a fúvókacsúcs (3) jelű kúppalást alakú porlasztócsatornába. A 0,3 - 0,35 MPa nyomású gőzt a fúvókához a központi (9) gőzvezetéken vezetik. A gőz a (2) fúvókákon nagy sebességgel kiáramolva beleütközik a tüzelőanyag sugarakba és szétporlasztja azokat. A gőz-mechanikus fúvókák üzemeltetéséhez a kazán által termelt gőz 0,5-1 százalékát kell felhasználni. Az ilyen típusú fúvókák teljesítményét jól lehet szabályozni a névleges teljesítmény 10-100 százaléka között.



3.63 ábra

Egybeépített kazánégő (Monarch típusú)

1. tüzelőanyag szívócső 2. fogaskerék/csavarszivattyú 3. ventilátorház 4. elektromos előmelegítő 5. elektromágneses szelepek 6. vezérlődoboz 7. szűrő 8. ventilátor járókerék 9. villamos motor 10. biztonsági érzékelő (lángőr) 11. árnyékolótölcsér 12. mechanikus fűvóka 13. felerősítő perem

Közel a névleges teljesítményhez a gőz-mechanikus fűvókák gőz nélkül, tisztán mechanikusan is képesek üzemelni.

A 3.63 ábrán egy segédkazán automatizálásra alkalmas egybeépített égőjét mutatjuk be. A (9) villamos motor közös tengelyen hajtja a ventilátor járókereket és a fűtőolaj (2) tápszivattyúját. Közvetlen a (3) ventilátorházra erősítenek fel minden segédberendezést. A képen bemutatott "Monarch" típusú egybeépített égő két különböző kapacitású fűvókájával egyszerű módon háromlépcsős teljesítményszabályozást lehet megvalósítani (kis fűvóka, nagyobb fűvóka és mindkét fűvóka egyszerre).

Az égőt a (10) biztonsági érzékelő (lángőr) kétféleképpen is ellenőrzi: Egyrészt érzékeli a ventilátorház és a környezet között előálló nyomáskülönbséget. (Ha nincs nyomáskülönbség, akkor nincs légszállítás sem.) Másrészt egy fotocella érzékeli a tüzelőanyag-fáklya fényét. (Ha nem kap elég fényt, akkor a tűz nem ég.) A két feltétel (levegőszállítás, égés) bármelyikének megszűnésekor a lángőr a vezérlődobozon keresztül zárja a fűvókákhoz vezető tüzelőanyag-mágnesszelepeket.

3.5.12 A kazánok üzemeltetése

Az üzemeltetéshez használt kazántápvíznek mentesnek kell lennie a mechanikai szennyeződésektől, ásványi sóktól, olajtól és gázoktól.

A mechanikai szennyeződések, a kazánban egyébként is keletkező üledékekkel iszapszerű lerakódásokat képezhetnek. Ez rontja a hatásfokát, szélsőséges esetben dugulásokat okozhat.

Egyes sók (főleg CaCl_2 , KCl , MgCl_2) a melegítés, illetve elgőzöltetés során a hőátadó felületeken lerakódnak, kazánkövet képeznek. A kazánkö hőszigetelő réteget alkot, s rontja a hőátadást (a kazán hatásfokát).

A tápvíz olajtartalma vékony olajfilmmel vonja be a kazán belső felületeit, ami ugyancsak a hőátadást rontja a füstgázok és a kazánvíz között. Emellett a kazánvízben jelen lévő olaj a mechanikai szennyeződésekkel iszapot képezhet, illetve a gőzdobban olajhab alakulhat ki. Mindkettő dugulásokkal veszélyezteti a kazán üzemét.

A kazántápvízben oldott gázok közül leginkább az oxigén, illetve széndioxid jelent oxidációs veszélyt a kazán szerkezeti anyagaira.

Évenként ellenőrzi a kazán kezelő és biztonsági berendezéseinek állapotát, a kazán külső és belső felületeit (vizuálisan) továbbá a szilárdságának és tömörségének ellenőrzésére nyomáspróbát tartanak. A próbanyomás az üzeminek 1,25-szöröse.

Az üzemeltetés során, előírt időközökben kazánmosást végeznek. Ilyenkor eltávolítják a kazánból az iszapot, ellenőrzik a kazánkő-lerakódás vastagságát. Szükség esetén vegyszerrel, vagy mechanikusan eltávolítják a kazánkövet. Ha a kazánban túlságosan vastag kazánkőréteg képződik, a kazánkő hőszigetelő képessége miatt a cső fala jelentősen túlmelegszik. A csőfal rugalmas alakváltozásának vagy rezgések hatására a rideg kazánkőréteg leválik és a túlhevült csőfal érintkezésbe kerül a vízzel. A keletkező hőfeszültségek olyan nagyok is lehetnek, hogy kazánrobbanás következ-
zik be.

Az üzemeltetés során nem engedhető meg, hogy a vízszint a maximálisnál magasabb, vagy a minimálisnál alacsonyabb legyen, mert az első esetben víz juthat a gőzvezetékbe, a második esetben pedig a gőzdob, illetve az elpárolgató csövek túlhevülhetnek. Jelentős túlhevülés esetén a csőfal anyagának szilárdsága lecsökken, nem képes ellenállni a belső nyomásnak és a kazán felrobban.

Ha a vízszint valami oknál fogva alacsonyabb a minimálisnál, akkor az egyetlen helyes megoldás a kazánban megszüntetni a tüzelést, majd a lehűtött kazán épségének ellenőrzése után feltöltjük és újratekintjük a tüzelést a kazánban.

Nagyon veszélyes a túlhevült kazánba gyorsan nagymennyiségű tápvizet tölteni. Az utántöltéskor a túlhevült csöveket viszonylag hideg tápvíz tölti fel. A hirtelen meginduló gőzfejlődés miatt a helyi nyomás nagyobb lesz, mint a kazán üzemi nyomása, a csőfalban pedig a hirtelen lehülés miatt nagy hőfeszültségek alakulnak ki. A nagyobb nyomás és a hőfeszültségek együttesen kazánrobbanáshoz vezethetnek.

A tüzeléskor be kell tartani a helyes tüzelőanyag-levegő viszonyt. Ennek érdekében nagyobb kazánoknál műszerrel mérik a füstgáz oxigén és szénmonoxid tartalmát. Ha a füstgáz oxigéntartalma túl nagy, akkor az égéshez szükséges levegőmennyiséghez képest sok a kazánba jutó levegő. Ha a füstgáz szénmonoxid-tartalma magas, akkor a kazánba kevés levegő jut.

Kisebb kazánoknál a füstgáz koromtartalmát (színét) figyelik. A légviszony akkor helyes, ha a füstgáz éppen látható. Ha túl sok kormot tartalmaz, akkor a levegő kevés, ha pedig teljesen színtelen, akkor túl sok.

A kazánégők teljesítményét úgy kell szabályozni, hogy a kazánnyomás értéke, vagy melegvízkazánoknál a kilépő víz hőfok a fogyasztástól függetlenül a folytonos szabályozásnál állandó, lépcsős szabályozás esetében pedig a határértékeken belül maradjon. Az égők újragyújtása előtt a kazánok tűztereit legalább 20-25 másodpercig szellőztetni kell. (A ventilátorral csak levegőt fújni a tűztérbe.) Így megakadályozható, hogy a fúvóka utáncsöpögése miatt korábban a tűztérbe

került és ott elpárolgott üzemanyag az égő begyújtásakor felrobbanjon. A robbanás a kazán tűzterének nem nyomásálló burkolatát szétveti. (Ún. külső kazánrobbanás.)

3.5.13 Sűrítettlevegő-rendszer

A főgépek és a tengeri hajók nagyméretű segéd- és vészüzemi motorjai csak sűrített levegővel indíthatók. Ezen kívül sok helyen (pl. hidrofortartály feltöltésére, pneumatikus kéziszerszámokhoz, fenékszelep lefúvatáshoz stb.) szükség van sűrített levegőre.

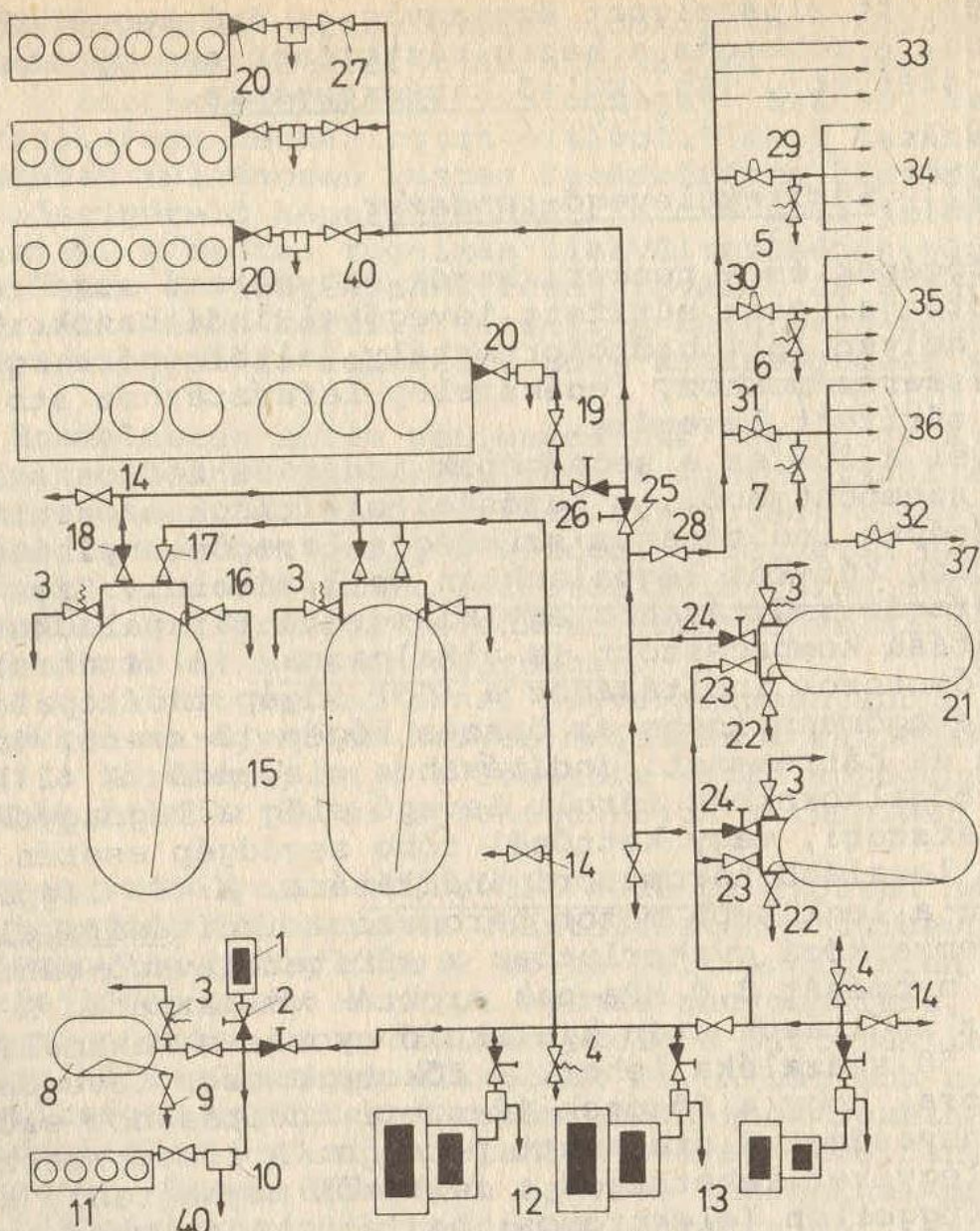
Mivel a fő- és a segédgépek indítása fontos a hajó biztonsága szempontjából, a hatósági előírások szerint a fő- és segédgépek indításához szükséges levegőmennyiséget külön és legalább két-két légalackban kell tárolni. Ezen kívül a vészagregát indításához egy kisméretű (8) palackot és egy kézi hajtású kompresszort is alkalmaznak (3.64 ábra).

A főmotorok indításához a (15) főgép indítópalackban tárolt levegőmennyisége az összes főgép 12-szeri, váltakozva előre és hátrameneti indításához elegendő. A (21) segédgép indítópalackokban tárolt levegő elég a legnagyobb segédgép hatszori, vagy kettőnél több segédgép esetén minden segédgép legalább háromszori indítására. A (8) légalack térfogata a legkisebb motor háromszori indítására elégséges.

A nemzetközi gyakorlatban a sűrítettlevegő-rendszer névleges nyomását 3,0 MPa-nak szokták választani. A palackokban az indítások után kialakuló nyomás a maximálisnak legalább 50 százaléka lehet. A főkompresszor levegőszállítása akkora, hogy a főgépek 12-szeri indításához szükséges levegőmennyiséget 1 óra alatt pótolja. A főkompresszorok közül az egyiket lehetséges a főgépről meghajtani, a másik azonban független (elektromos) hajtású. Ajánlatos egy harmadik, kisebb teljesítményű kompresszor beszerelése, amely elegendő a segédgépek palackjainak töltéséhez és az egyéb fogyasztók táplálásához.

A fő- és segédkompresszorok visszacsapószelepen keresztül csatlakoznak egy közös nyomóvezetékhez, ahonnan külön töltővezetékek mennek az egyes tartálycsoportokhoz. A közös nyomóvezetéken helyezik el a fő biztonsági szelepet, amely 3,3 MPa nyomásra van szabályozva (3.64 ábrán 4. tétel). Ha a levegő hőmérséklete a nyomóvezetékben a kompresszorok hűtése ellenére meghaladja a 90 °C-ot, akkor a palackok előtt még egy levegőhűtőt is beépítenek.

Bármely kompresszorral (kézi hajtású kivételével) bármelyik palack vagy palackcsoport tölthető. A palackok töltő és fogyasztóvezetéke egymástól függetlenek. Minden palackon külön töltő és külön fogyasztó szelepek vannak. Több helyen (a kompresszorok után, a motorok főindítószelepei előtt) olaj és nedvességleválasztókat kell beépíteni.



3.64 ábra

Sűrítettlevegő-rendszer

- 1. kézi levegőkompresszor 2. zárható vcs szelep 3. légpalack biztonsági szelep (3,3 MPa) 4. főbiztonsági szelep (3,3 MPa)
- 5. biztonsági szelep (1,1 MPa) 6. biztonsági szelep (0,66 MPa) 7. biztonsági szelep (0,33 MPa) 8. vészagregát indítópalack 9, 16, 22. kondenzvíz lefűtató szelep 10. nedvességleválasztó 11. vészagregát 12. főkompresszor 13. utántöltő kompresszor 14. nyomásleeresztő szelep 15. főgépindító légpalack 17, 23. töltőszelep 18, 24. fogyasztószelep 19. főgép indítólevegő szelep 20. visszacsapó és használati levegőpalack 25. segédgép fő indítólevegő szelep 26. segédgép indító levegő szelep a főgép indítópalackról 27. segédgép indító levegő szelep 28. használati levegőrendszer szelepe 29. nyomáscsökkentő szelep (1,0 MPa) 30. nyomáscsökkentő szelep (0,6 MPa) 31. nyomáscsökkentő szelep (0,3 MPa) 32. nyomáscsökkentő szelep (0,01 MPa)
- 33. 3MPa nyomású fogyasztókhoz 34. 1,0 MPa nyomású fogyasztókhoz 35. 0,6 MPa nyomású fogyasztókhoz 36. 0,3 MPa nyomású fogyasztókhoz 37. pneumatikus vezérlési rendszerekhez 38. főgép 39. segédgépek 40. vízlefűtátás

Minden motor előtt (20) visszacsapó szelepet építenek be, amelyik megakadályozza az égésgázok betörését a sűrített-levegő-rendszerbe, ha a motor indítószelepe meghibásodna. Ha ez zárható, akkor a (27) szelepre nincs szükség.

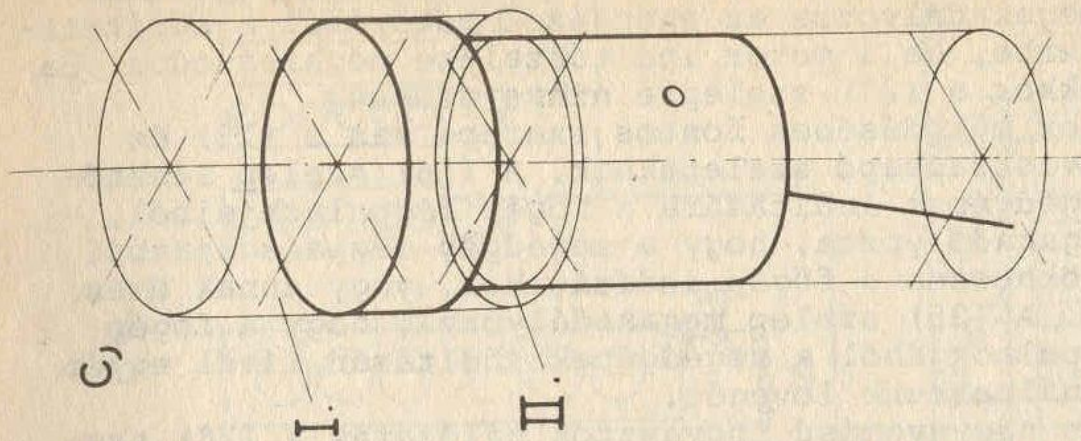
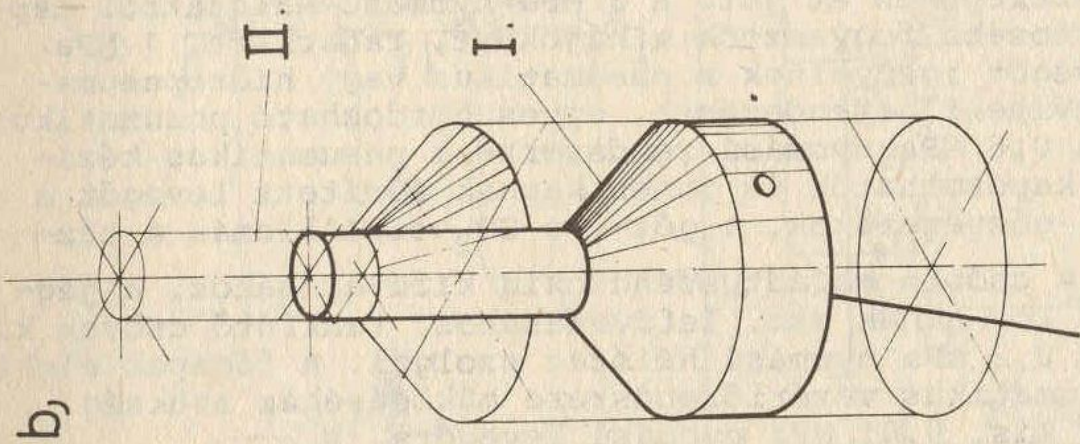
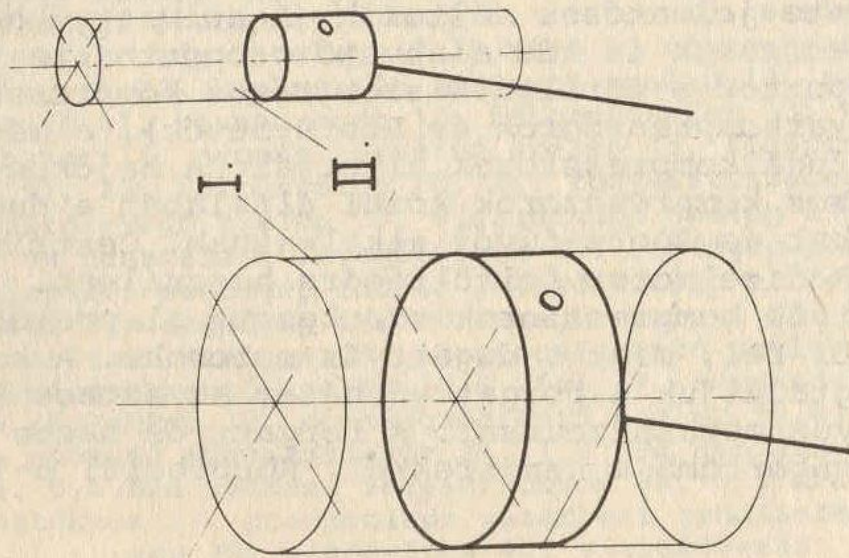
A rendszer működésében fontos szerepe van a (25) és (26) zárható visszacsapó szelepeknek. A (26) szelep lehetőséget ad a segédgépek indítására a főgép léggalackjaiból, ugyanakkor megakadályozza, hogy a segédgép léggalackjaiból a levegő elszökhesse a főgép indításakor, vagy annak üres léggalackjába. A (25) szelep megakadályozza, hogy a főgép indítólevegő-palackjából a segédgépek indításán kívül egyéb célra is használhassunk levegőt.

A kis- és nagynyomású fogyasztók hálózatát a (28) szelep segítségével lehet a rendszer egyéb részeitől elválasztani. A kisnyomású hálózatokba a levegő a (29...32) nyomáscsökkentő szelepeken át jut. A 3 MPa nyomású hálózatról táplált legfontosabb fogyasztók a hajókürt, radarkürt. 1 MPa nyomású levegőt igényelnek a pneumatikus vagy hidropneumatikus erőátviteli berendezések, egyes hordozható pneumatikus kiségek. A 0,6 MPa nyomású rendszerre a pneumatikus kéziszerszámok kapcsolhatók és innen kapnak sűrített levegőt a hidroforok, gőzvezetékek, a gőz- és CO₂ oltóállomás a tűzoltás után a csőben maradt széndioxid kifúvatásához. A jég-szekrények, log-aknák stb. lefúvatásához, tankfűtő csövek kifúvatásához 0,3 MPa nyomású hálózat szolgál. A főgépek elektrohidropneumatikus vezérlőrendszere működéséhez szükség van egészen kis, 0,01 MPa nyomású levegőre is.

Kompresszorok

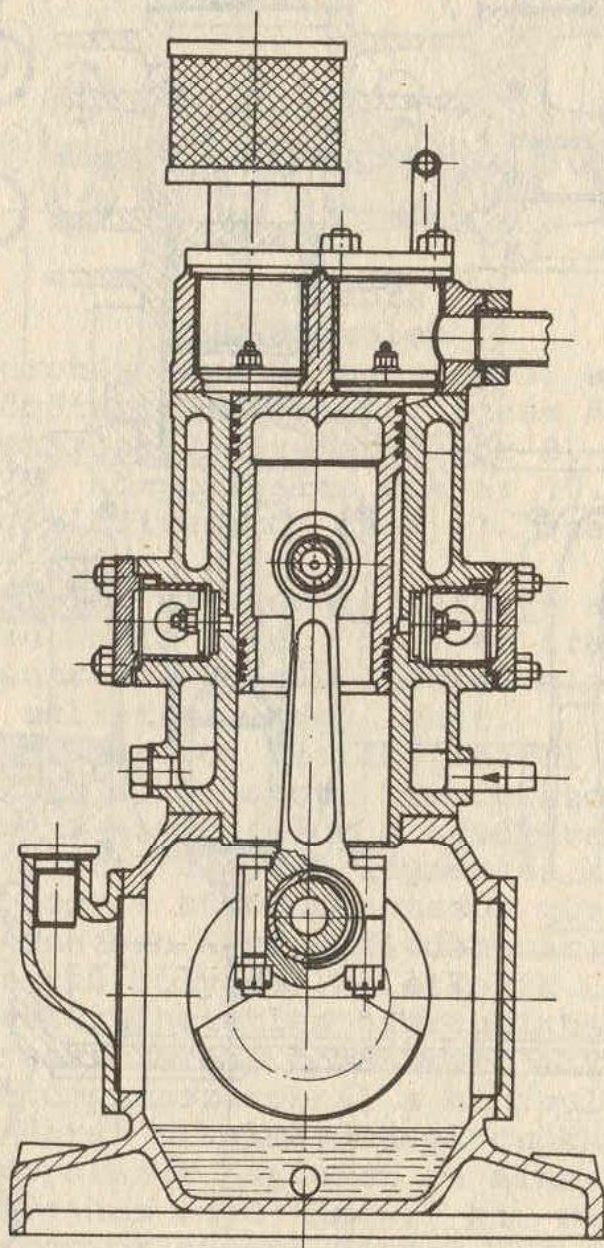
A sűrített levegőt és a nagynyomású gázokat (pl. CO₂) a hűtő, légkondicionáló rendszerekben nagynyomású freongázokat kompresszorok segítségével állítjuk elő. A kompresszorok által létrehozott nyomásnövekedés olyan mértékű - szemben a ventilátorokéval - hogy a szállított közeg sűrűsége és hőmérséklete jelentősen változik. A szivattyúkhöz hasonlóan a kompresszorok is két alapvető csoportba tartoznak. Az egyik csoportot a térfigatkinszorításos kompresszorok (dugattyús, csavarkompresszorok és Roots-fúvók), a másikat pedig a centrifugálkompresszorok alkotják. A hajókon a térfigatkinszorításos kompresszorok közül általában a dugattyús kompresszorokat és Roots-fúvót alkalmaznak. Centrifugálkompresszort csak dízelmotor feltöltésére használnak.

A dugattyús kompresszorok szerkezete alapvetően hasonló elemekből épül fel, mint a dugattyús motoroké. A kompresszoroknál is megtaláljuk a forgattyúházat az azonos kialakítású forgattyús mechanizmussal. A forgattyús házban helyezkedik el a hengertömb a hengerekkel. Körülbelül 5-10 bar

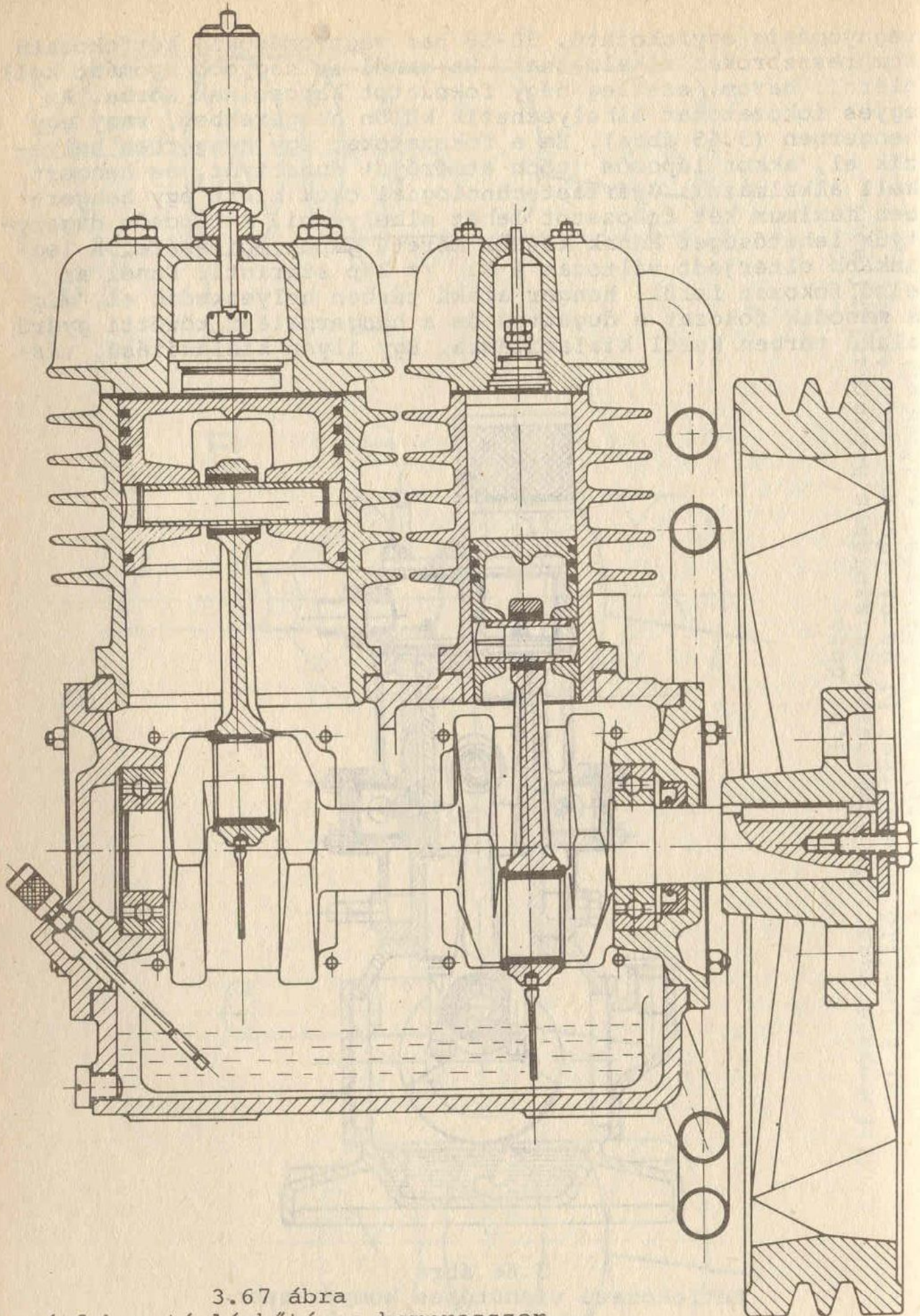


3.65 ábra
 Kétfokozatú dugattyús kompresszorok szokásos hengerkialakításai
 a) különálló hengerekkel b) és c) lépcsős dugattyúval
 (az I. és II. fokozat elhelyezése különböző)

végnyomásig egyfokozatú, 30-50 bar végnyomásokig kétfokozatú kompresszorokat alkalmaznak. Ha ennél is nagyobb nyomást kell elérni, három, esetleg négy fokozatot kapcsolnak sorba. Az egyes fokozatokat elhelyezhetik külön hengerekben, vagy egy hengerben (3.65 ábra). Ha a fokozatokat egy hengerben helyezik el, akkor lépcsős (több átmérőjű) dugattyút, és hengert kell alkalmazni. Gyártástechnológiai okok miatt egy hengerben maximum két fokozatot lehet elhelyezni. A lépcsős dugattyúk lehetőséget adnak kisebb méretű gépek építésére. A leginkább elterjedt változat a 3. /c kép szerinti. Ennél az első fokozat felül, henger alakú térben helyezkedik el, míg a második fokozat a dugattyú és a hengerpalást közötti gyűrű alakú térben kerül kialakításra. Egy ilyen kialakítású, víz-



3.66 ábra
Kétfokozatú vízhűtéses kompresszor
keresztmetszete

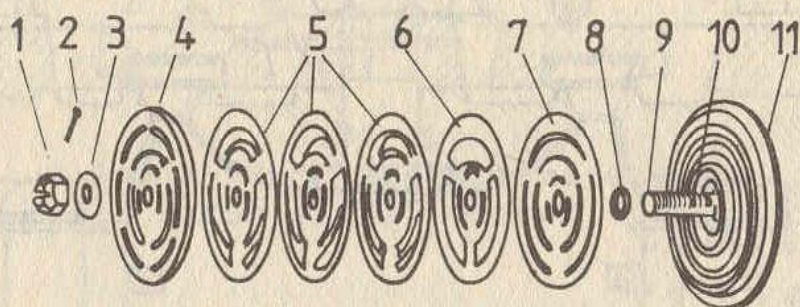


3.67 ábra
Kétfokozatú léghűtéses kompresszor
hosszmetszete

hűtéses, kétfokozatú levegőkompresszor metszeti rajzát a 3.66 ábra mutatja be. A 3.67 ábra egy kisteljesítményű, kétfokozatú léghűtéses kompresszor hosszmetszetét ábrázolja, amelynek fokozatai külön-külön hengerekben vannak.

Nagy gázmennyiség szállítása esetén több hengert (esetenként 16-ot) kapcsolnak párhuzamosan. A hengereket a dízelmotoroknál szokásos változatok szerint helyezik el (álló, fekvő, boxer, V, W vagy csillag).

A kompresszorok fontos szerkezeti elemei a szívó- és nyomószelepek. E szelepek nagy többsége automatikus működésű, de egyes kompresszortípusoknál találunk vezérelhető szívószelepet is.

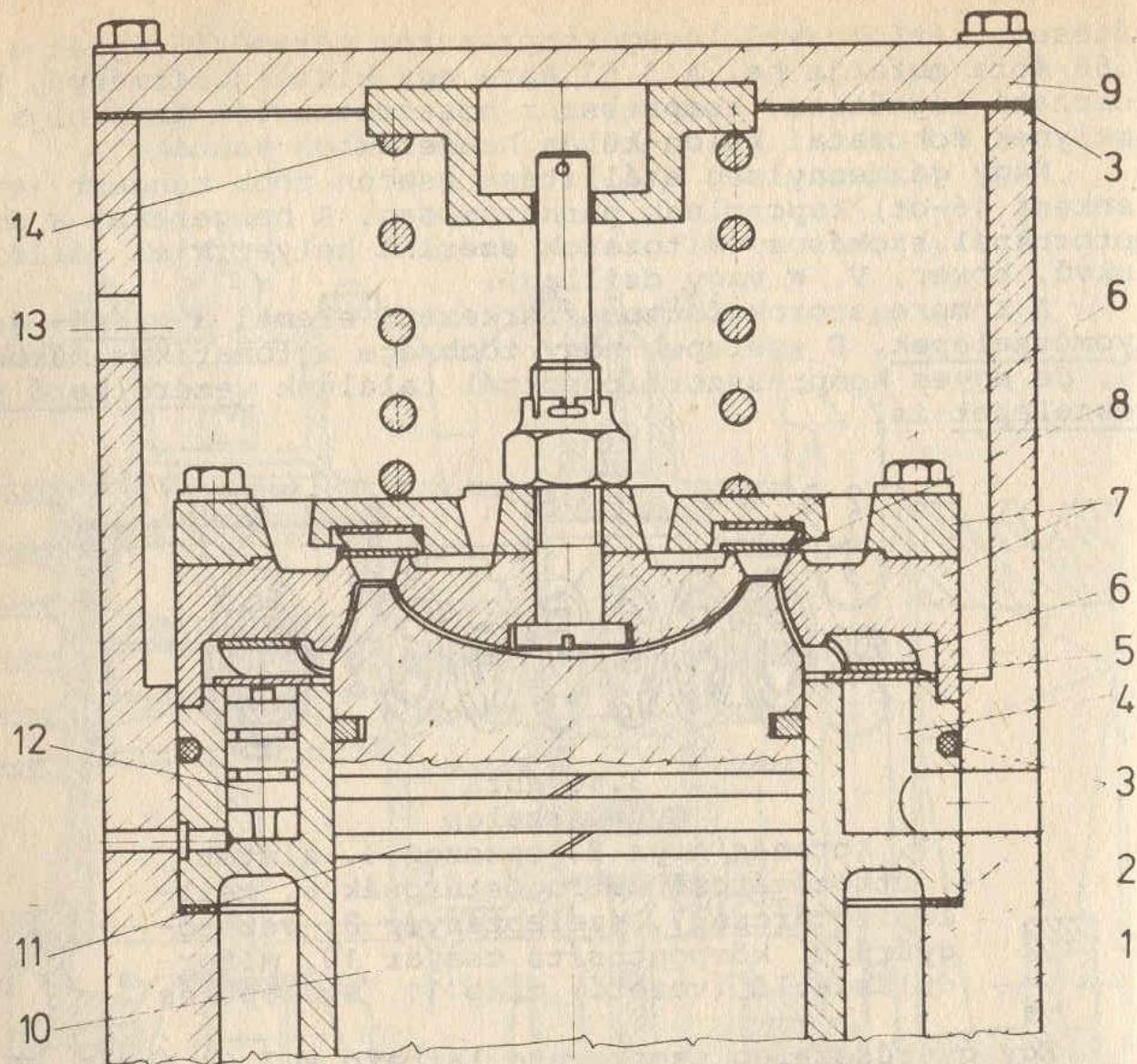


3.68 ábra
Gyűrűsszelep

1. koronás anya
2. sasszeg
3. alátét
4. ütközőtárcsa
5. rugóstárcsák
6. csillapítótárcsa
7. szeleptányér
8. vezetőgyűrű
9. központosító csavar
10. elfordulásgátló (vezető) csap
11. szelepülés

Egy gyűrűsszelep szerkezete látható a 3.68 ábrán. E szeleptípus onnan kapta nevét, hogy az áramlási keresztmetszete több koncentrikus gyűrűfelületen alakul ki így az kis szelepemelkedés mellett is nagy lehet.

A levegőkompresszorok kialakításától némileg eltérnek a hűtőrendszerekben alkalmazott kompresszorok. Az eltérés legfőbb oka, hogy a kompresszor a hűtőközeg elszívargásának megakadályozása miatt teljesen légmentes kivitelű. Másik fontos eltérés, hogy a hűtőkompresszor gőzöket sűrít, amelyek nem kívánt esetben kondenzálódhatnak, és akkor a hengerben nem sűríthető folyadék keletkezik. A sűrítési ütem végén ilyenkor elkerülhetetlen hidraulikus ütés a szokásos szerkezetű kompresszorokban töréseket, maradandó deformációkat okoz. A hűtőkompresszoroknál a hidraulikus üteget kettős hengerfej (3.69 ábra) alkalmazásával csökkentik elfogadható mértékűre. A kompresszor hengerét az álhengerfej zárja le, amelyet a hengerfejhez rugó támaszt ki. Ha a kompresszor normális üzemi viszonyok között üzemel, az álhengerfejet a hengerben előálló gáznyomás nem képes a rugó ellenében megemelni, a benne lévő szelepek normálisan működnek. Ellenkező



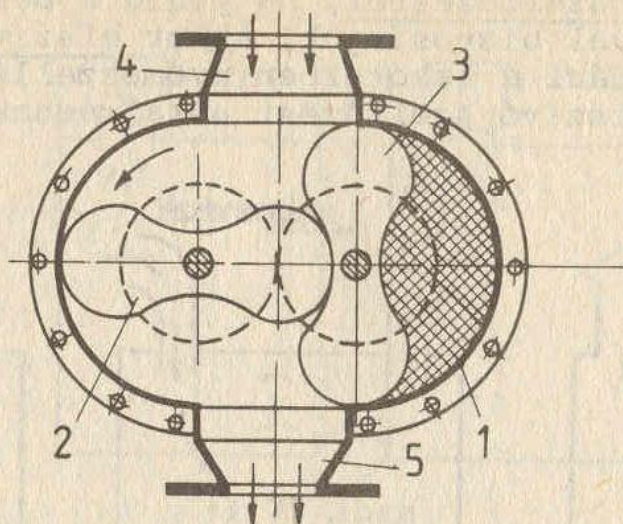
3.69 ábra

Álhengerfejes hűtőkompresszor metszete

1. hengertömb 2. hengerpersely 3. tömítések 4. szívócsatorna
 5. gyűrűs szívószelep 6. szeleprugó 7. álhengerfej 8. gyűrűs
 nyomószelep 9. hengerfej 10. dugattyú 11. dugattyúgyűrű 12. szívó-
 szelep-kitámasztó dugattyú 13. nyomócsokk 14. álhengerfej-
 rögzítő rugó

esetben a hidraulikus ütés pillanatában fellépő nagy erőhatás felemeli az egész álhengerfejet és a folyadék az álhengerfej alatt a nyomótérbe kerül.

Térfogatkiszorításos kompresszor a Roots-fúvó is (3.70 ábra). E kompresszorokat régebben kétütemű dízelmotorok öblítő fúvójaként használták fel, de ma már korszerűbb műszaki megoldások (turbótöltő) teljesen kiszorították.



3.70 ábra

Roots-fúvó keresztmetszete

1. ház 2, 3. rotor 4. szívócsonek 5. nyomócsonek

3.6 Egészségügyi rendszerek

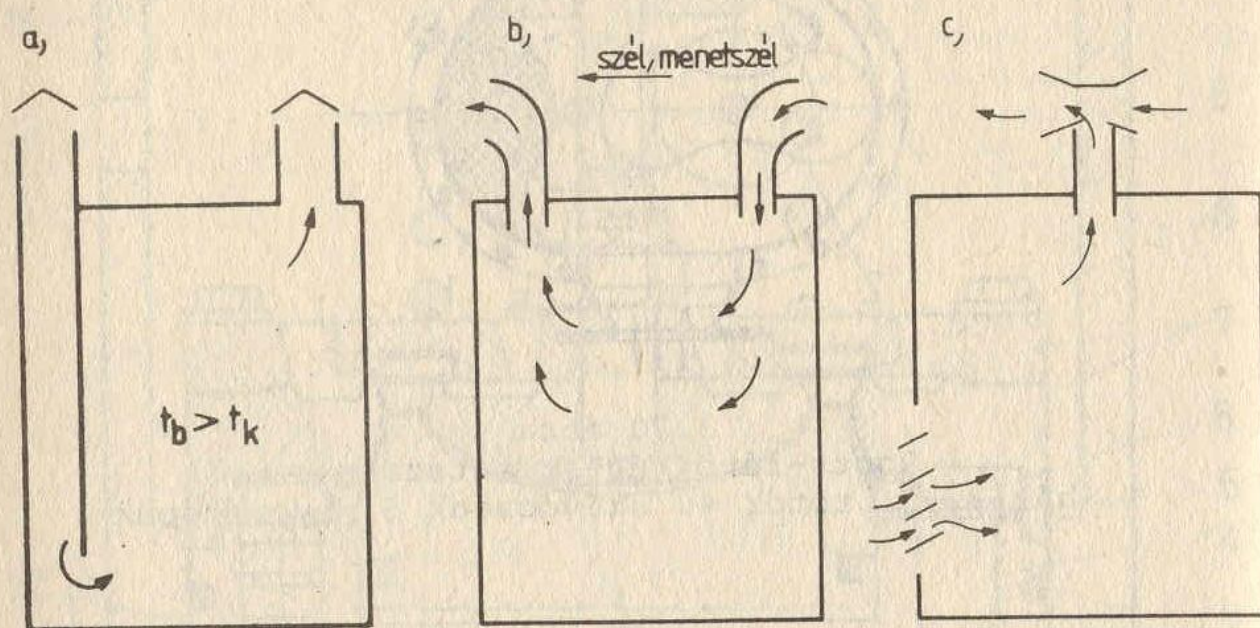
3.6.1 Szellőző rendszer

A szellőztetés célja a zárt terekben emberi tartózkodásra alkalmas, gépeket, rakományokat, felszerelést nem rongáló légkör kialakítása, illetve a térben felszabaduló felesleges hő- és légszennyezés eltávolítása. A helyiségek légkörének legfontosabb jellemzői a hőmérséklet, a pára-, az oxigén-, a széndioxid-, mérgező anyag-, (nitrogéndioxid, szénmonoxid) olajpára-, aromás szénhidrogén- és illóanyag-tartalom. Ezeket a nemzetközi egészségügyi előírások határozzák meg. A leglényegesebbek: Az oxigéntartalom 19-25 százalék, széndioxidtartalom 0,15 százalék, szénmonoxidtartalom 0,03 mg/l, páratartalom 40-60 százalék, hőmérséklet a helyiség rendeltetésétől, és az évszaktól függően 20-28 °C.

A szellőztetés lényege, hogy a helyiség levegőjét kicseréljük. A régebbi előírások gyakran azt írták elő, hogy a kérdéses helyiség levegőjét óránként hányszor kell kicserélni. (Például lakótérben 3...5, géptérben, rakterekben 10...30-szoros légcserét írtak elő.) Újabban a szükséges szellőztető levegő mennyiségét abból kiindulva kell meghatározni, hogy a kérdéses térben a légkör jellemzői az előírások meghatározta értékek alatt maradjanak.

A megfelelő légkör kialakításához szükséges friss levegőt természetes, vagy mesterséges szellőztetéssel bizto-

síthatjuk. Ha a légcserét friss levegő befújásával biztosítjuk, akkor nyomószellőzésről, ha pedig a belső tér levegőjének kiszívásával biztosítjuk, akkor elszívó szellőzésről beszélünk. (Például a lakótérben nyomószellőzést, a bűzös helyiségekben elszívó szellőzést alkalmaznak.)



3.71 ábra

Természetes szellőzés vázlata

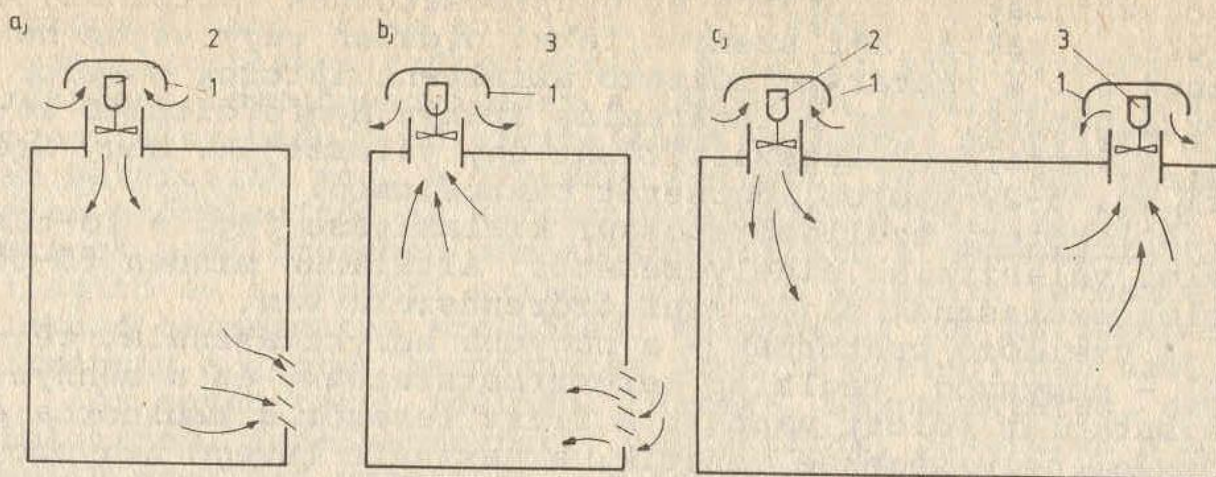
- a) hőmérséklet- és sűrűségkülönbségen alapuló légcserével
 b) nyomáskülönbség létrehozásával (szellőzőkürtők) c) nyomáskülönbség létrehozásával (kúpos szívófej)

A 3.71 ábrán természetes szellőztetés néhány módja látható. A természetes szellőztetés előnye az egyszerűség, az üzemeltetéstől független működése, hátránya a kis légszállító képessége.

Nem lehet természetes szellőztetéssel eltávolítani a fedélzet alatti terekből a levegőnél nagyobb sűrűségű gázokat. Az egészen kis térfogatú, elsősorban nem a személyzet állandó tartózkodási helyéül szolgáló tereket (pl. kéziratárakat, kisteljesítményű akkumulátor ládákat és helyiségeket) szerelik fel természetes szellőztetéssel, de kivételesen belvízi hajók kabinjait, kormányállásait is természetes szellőzéssel láthatják el.

A mesterséges szellőztetés (3.72 ábra) a helyiség levegőjének ventilátorokkal végrehajtott cseréje.

A nyomószellőztetéskor a ventilátor a friss levegőt a szellőztetett helyiségbe juttatja. Az elhasznált levegő a helyiségből a szellőzőréseken, az ajtók, ablakok tömítelenségein keresztül távozik. A nyomószellőztetés jól alkalmazható, ha szükség van a friss levegő előkészítésére, vagy a környezeti levegő helyiségbe jutását kell megakadályozni. A hajókon nyomószellőzést felépítményekben, lakóterekben, szolgálati helyiségekben alkalmaznak, sokszor a fűtési vagy légkondicionáló rendszerrel egybeépítve.



3.72 ábra

Mesterséges szellőzés vázlata

a) nyomószellőzés b) elszívószellőzés c) kombinált nyomó-elszívó szellőzés

1. szellőzőfej 2. nyomóventilátor 3. szívóventilátor

Az elszívószellőzés esetében a ventilátor a helyiség elhasznált levegőjét szívja ki a szabadba, tehát a helyiségben a környezetnél alacsonyabb nyomás alakul ki. A nyomáskülönbség hatására a külső friss levegő a helyiség falának résein beáramlik. Az elszívó szellőzést akkor alkalmazzák, amikor a helyiségben illó anyagok (szagok), gázok, gőzök szabadulnak fel, vagy jelentős a porképzés stb. A hajókon leggyakrabban a mellékhelyiségeknek, konyháknak, a géptérben a porlasztóbeállító műhelynek van elszívó szellőzése. Elszívó szellőzéssel szerelik fel a nagyteljesítményű akkumulátortelepeket is.

A nagyméretű, berendezésekkel zsúfolt helyiségekben (pl. géptér vagy raktártér) az egyszerű nyomó- vagy szívószellőzés nem megfelelő, mert a helyiség több pontján holt terek alakulhatnak ki, ahol felgyűlhetnek a káros légszennyező anyagok. Ilyenkor kombinált, szívó-nyomó szellőztetést alkalmaznak. A nyomóventilátorral a friss levegőt a helyiségnek azokba a pontjaiba juttatjuk el, ahol a személyzet a legtöbbszor tartózkodik (pl. kezelőállás, munkapad). Az elszívó ventilátorok az elhasznált, szennyezett levegőt pedig azokról a pontokról szívják el, ahol a legtöbb légszennyező anyag szabadul fel (Pl. kazántér, szeparátortér, segédgépek körzete). A tervezéskor és üzemeltetéskor is gondosan ügyelni kell a nyomó- és elszívóventilátorok azonos légszállítására, a légbefúvó- és elszívófejek elrendezésére, mert eltérő légteljesítmény és előnytelen elrendezés esetén ismét kialakulhatnak nem kielégítően szellőztetett helyek.

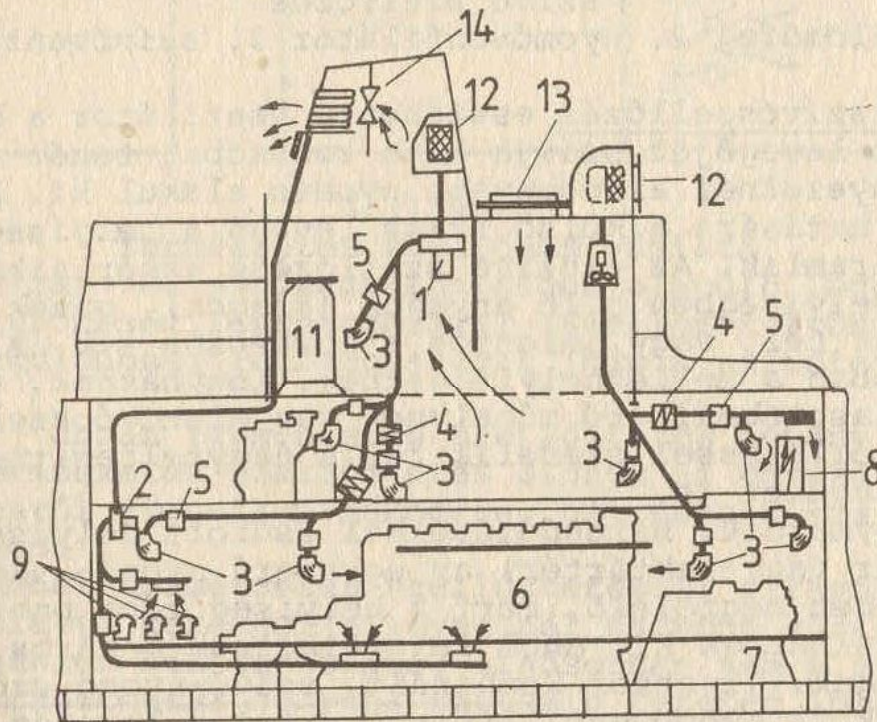
A szellőztetett terek jellege alapján megkülönböztünk raktár-, lakó-, géptéri- és egyéb terek szellőztetését.

A raktárak általában önálló szellőző rendszerrel vannak felszerelve. Minden egyes raktárhoz külön nyomó- és el-

szívó ventilátor, elosztó- és gyűjtőcsatornák tartoznak, melyeket a raktár két szemben fekvő oldalán vagy végén helyeznek el. A raktárszellőztető axiálventilátorok sokszor reverzálhatóak, hogy a légáramlás iránya megfordítható legyen. A ventilátor légszállítását úgy választják, hogy óránkénti kb. 5-20-szoros légcserét biztosítson.

A lakótéri szellőzőrendszer kialakítása függ a fő-tűzvédelmi válaszfalak elhelyezésétől. Általában minden fő-tűzvédelmi szakasznak saját szellőzőrendszere van.

A szellőző csatornák - a nagyobb helykihasználás céljából - négyszög, téglalap keresztmetszetűek, és a mennyezeti burkolat fölött vannak. A friss levegőt a kabinokba és közösségi helyiségekbe vezetik, a használt levegő nagyobb része a felépítmény nyílásain, kisebb része a mellék helyiségek elszívó rendszerén távozik. A lakótéri szellőző rendszer csatornájába a ventilátor után közvetlenül levegőszűrőt és levegő előmelegítőt is beépítenek.



3.73 ábra

Géptéri szellőző rendszer

- 1. nyomóventilátor 2. elszívó ventilátor
- 3. légbefúvó 4. előmelegítő 5. szabályozócsappantyú
- 6. főmotor 7. segédmotor 8. főkapcsolótábla
- 9. szeparátorok 10. segédkazán 11. hőhasznosító kazán
- 12. légbeszívószűrő 13. géptéri felülvilágító 14. természetes szellőzés kilépőnyílás

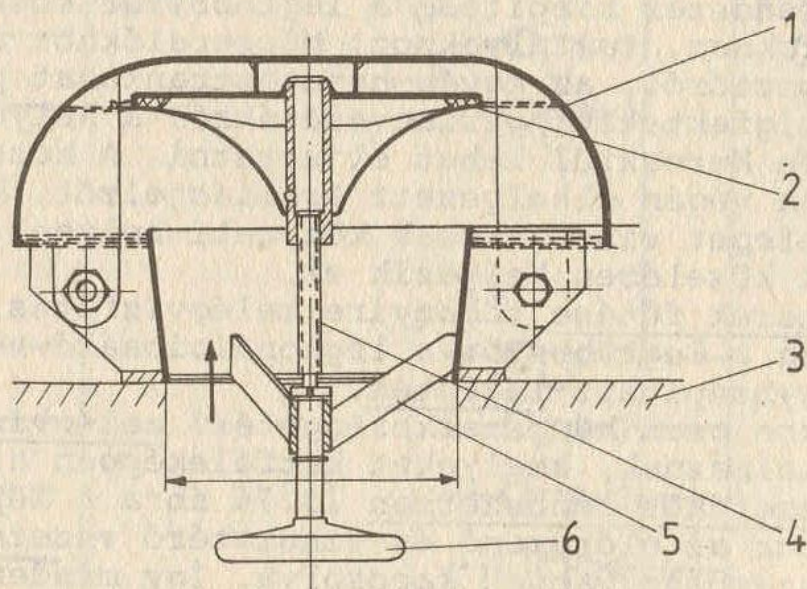
A 3.73 ábrán egy tengeri hajó géptéri szellőzésének vázlatja látható. (A belvízi hajók géptéri szellőztetése is hasonló.) A géptéri szellőztetés kialakításakor figyelembe ve-

szik a fő- és segédmotorok, a segédkazán légnyelését is. A nyomóventilátoroknak ennyivel több levegőt kell szállítaniuk a szellőztetéshez szükségesnél. A géptér szellőztetéséhez szükséges levegőmennyiséget a géptérben sugárzás és hőátadás útján felszabaduló hő elviteléhez szükséges mennyiség alapján határozzák meg. A géptérbe befúvott levegő egy részét télen előmelegítőn is keresztülvezetik. A belvízi hajók gépterének szellőzésében nem elhanyagolható a géptéri felülvilágító és a géptéri szalon nyitható ablakain keresztül kialakuló természetes szellőzés. Körülbelül 200 kW főgépteljesítményig a géptér természetes úton is kielégítően szellőzik.

Az egyéb terek (például festék-, lámparaktárak, száraz élelmiszer, fedélzetmesteri, gépraktárak, akkuterek stb.) önálló szellőző vezetékkel, a helyiség méretétől függően természetes, vagy mesterséges elszívó szellőzéssel rendelkeznek, kivéve az élelmiszerraktárt, ahol nyomószellőzést alkalmaznak.

A szellőző rendszereket csoportosíthatjuk még a ventilátorok által létrehozott nyomáskülönbség alapján. Így megkülönböztetünk kisnyomású (1500 Pa-ig) és nagynyomású (2500 Pa felett) rendszereket.

A kisnyomású rendszer előnye a kis energiaköltség, csendes üzem, viszont a csatornák keresztmetszete a kis sebességek ($10-15 \text{ m.s}^{-1}$) miatt nagy, tehát sok helyet foglalnak el és a rendszer össztömege nagyobb.



3.74 ábra

Szellőzőfej

- 1. védőfedél 2. zárófedél tömítéssel
- 3. fedélzet 4. csavarorsó 5. tartószervezet 6. szelepkerek

A nagynyomású rendszer legfőbb előnye a kis csatornakeresztmetszet, kis súly és kis helyigény. Viszont a nagy (30 m.s^{-1}) áramlási sebesség miatt zajos és külön hangtompítót kell benne alkalmazni. Nagyon az energiaköltségek is.

Kis hajókon, rövidebb csatornahálózathoz a kisnyomású, nagy hajókhoz, kiterjedt csatornahálózathoz, kis rendelkezésre álló tér esetén a nagynyomású rendszert alkalmazzák

A szellőző rendszer légelszívó- és befúvófejeit a tűz és az elárasztás elleni védelem előírásainak értelmében vízmentesen zárható szerkezettel készítik. Egy gomba formájú, belülről kezelhető szellőzőfejet mutat be a 3.74 ábra.

3.6.2 Fűtési rendszerek

A hajó normális üzeméhez elengedhetetlen, hogy bizonyos terekben állandó, máshol csak a hideg évszakokban a környezetnél magasabb hőmérsékletet tartsunk fent. Állandó fűtésre szorulnak a nehéz olajat tartalmazó tankok és tartályok, időszakos fűtésre van szükség a lakóterekben, szolgálati helyiségekben. Azokon a hajókon, amelyek fagypont alatti környezeti hőmérsékleten is üzemelnek, a ballaszttankokat, édesvízkészlet-tankokat is el kell látni a befagyást megakadályozó fűtéssel.

A fűtőközeg lehet gőz, meleg víz, vagy meleg levegő.

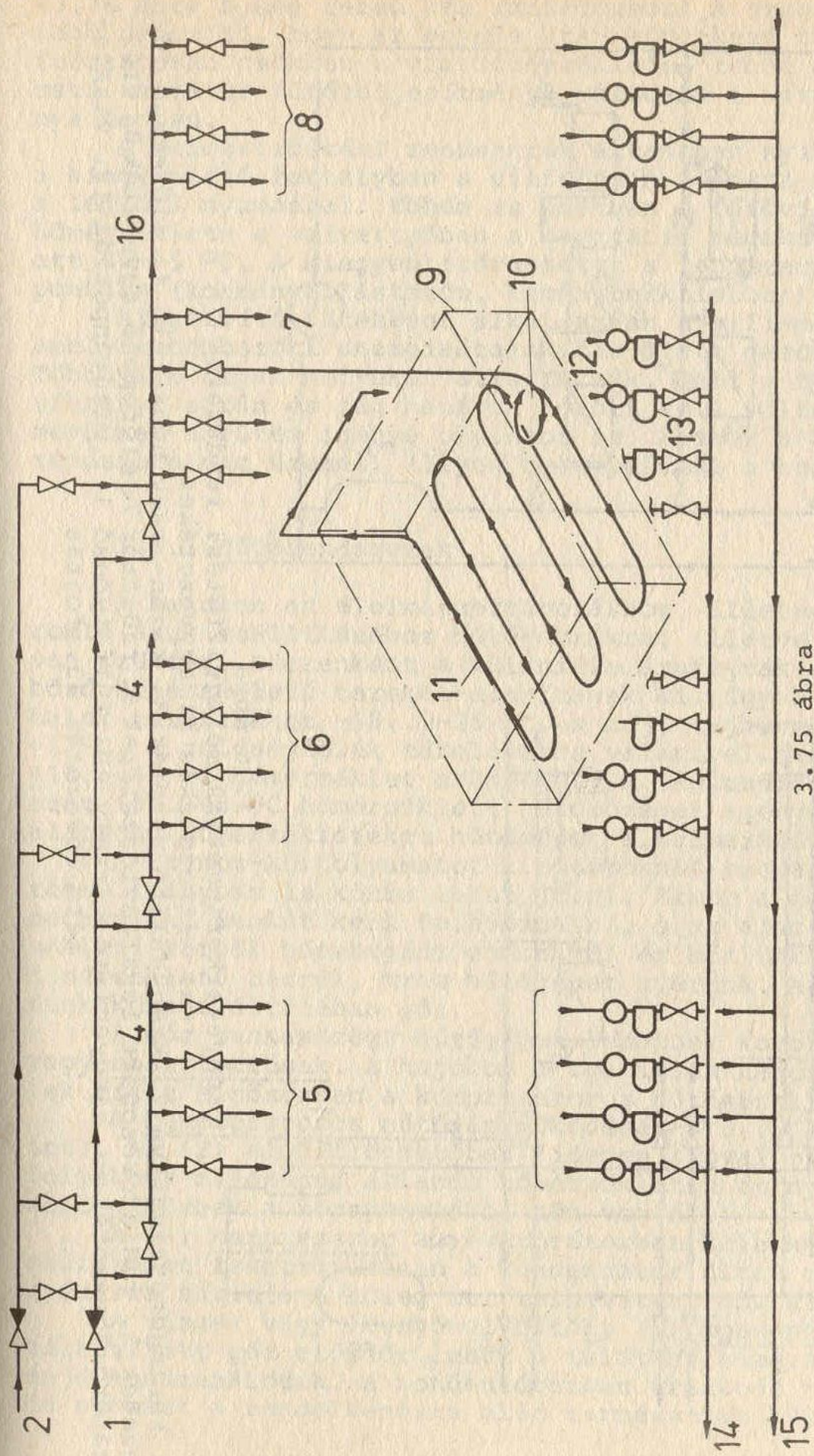
A 3.75 ábrán a hajó tankfűtő rendszerének vázlata látható. A tankfűtő rendszer fűtőközege gőz. A gőznek, mint fűtőközegnek nagy előnye, hogy nagy fajlagos energiátartalma van, magas hőmérséklete miatt kis hőátadási felületre van szükség. A rendszer kiépítése a legtöbbször kombinált: a géptéri tankokhoz, tartályokhoz, hőcserélőkhöz a gőzt egy központi elosztóról, az egyéb hajótesttankokat pedig a fedélzeten végigfektetett gerincvezetésekről a helyszínen beépített szelepen keresztül lehet eljuttatni. A hőcserélőkből kilépő csövek végén elhelyezett áramlásjelzőt, kondenzedényt és elzárószelepet viszont csak központi helyen, a géptérben a tápvíz-tank közelében helyezik el.

A lakóterek fűtése többnyire melegvízfűtés, a korszerű hajókon pedig a legtöbbször a légkondicionáló rendszerrel szervesen egybeépített légfűtés.

A hajókon csak kényszerkeringetésű melegvízfűtési rendszereket alkalmaznak, amelyeket kétféleképpen alakítanak ki.

A kétvezetékes rendszerben (3.76 ábra a kép) minden egyes radiátor az előremenő és visszatérő vezeték közé, egymással párhuzamosan vannak kapcsolva. Így minden egyes radiátor függetlenül ki- és bekapcsolható. Részleges fojtásuk (szabályozásuk) a többi radiátor üzemére csak kismértékben van hatással. Viszont a csővezeték kialakításához kétszeres hosszúságú csővezetésekre van szükség.

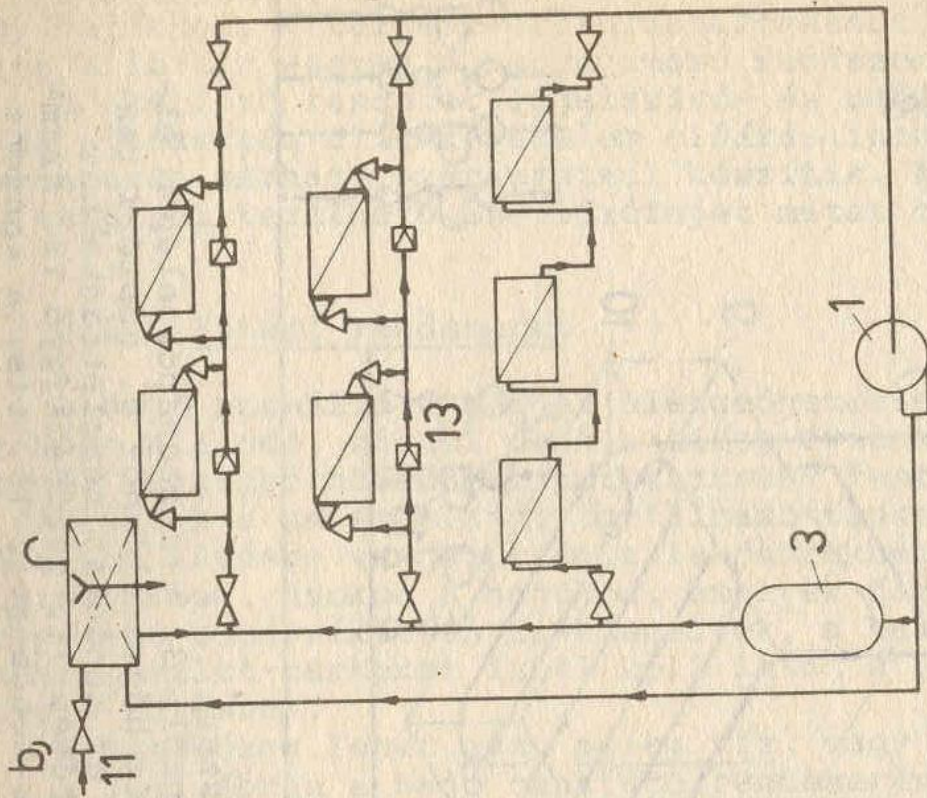
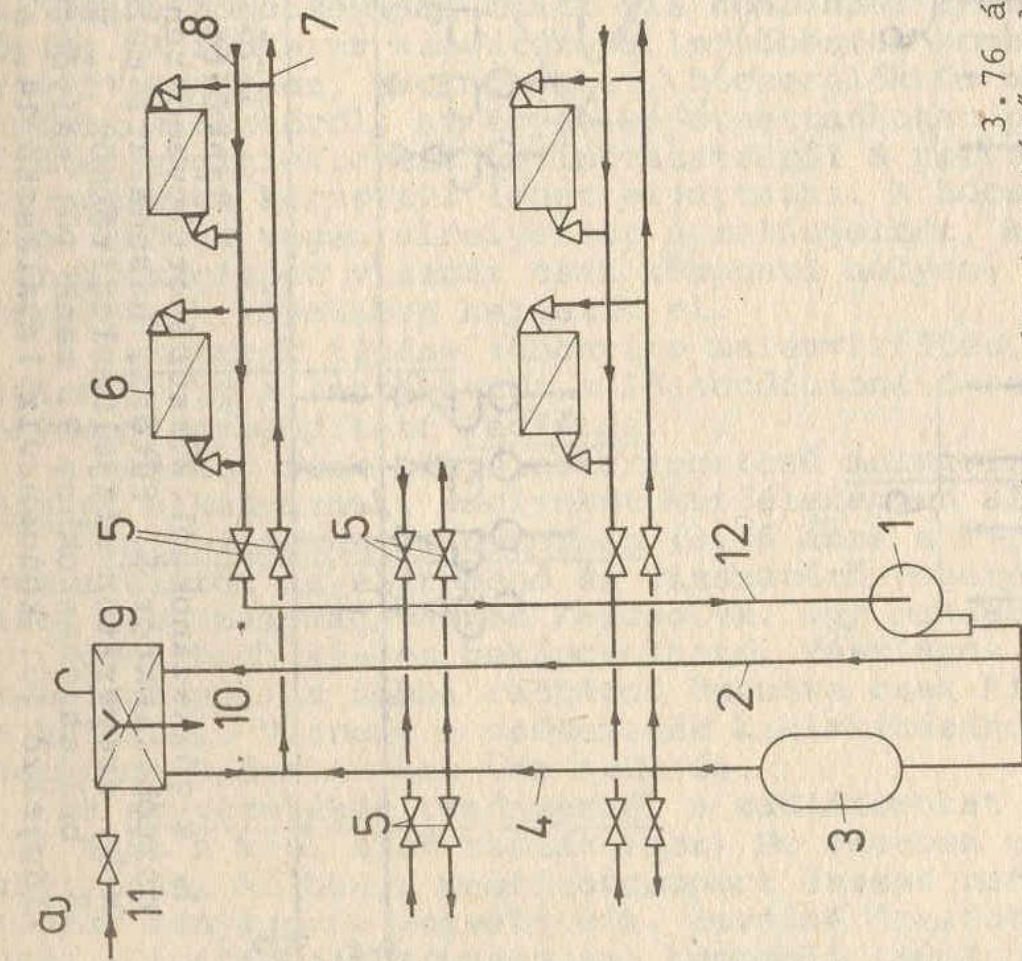
Az egyvezetékes rendszernél a radiátorokat sorba kötik. (3.76 ábra b kép. alsó radiátorsor) Ez esetben egy radiátor szabályozása közben a radiátorcsoport összes radiátorának működése lényegesen megváltozik. Kevésbé érezhető ez a jelenség a fojtással párhuzamosan kapcsolt radiátorok esetében.



3.75 ábra

Tankfűtő rendszer

1. a gőzkazánoktól 2. sűrítettlevegő-rendszertől. 3. visszacsapószelep 4. elosztókollektor 5. fűtési, használati meleg víz hőcserélőkhöz 6. géptéri tankok, szeparátor olajjelőmelegítőkhöz 7. üzem- és kenőolaj készlettankokhoz 8. ballaszttankokhoz 9. tank 10. szívócsonk-fűtés 11. fűtőcsőkhöz 12. áramlásjelző 13. kondenzvíz leválasztó 14. olajos kondenzvíz 15. tiszta kondenzvíz



3.76 ábra

Kényszerkeringetésű melegvízfűtési rendszerek

a) kétvezetékes b) egyvezetékes

1. keringetőszivattyú
2. kiegészítő vezeték
3. kazán- vagy hőcserélő
4. előremenő fővezeték
5. radiátorcsoport leválasztószelepek
6. radiátor
7. előremenő ágvezeték
8. visszatérő ágvezeték
9. kiegészítő tartály
10. túlfolyócső
11. vízutánpótlás
12. visszatérő fővezeték
13. fajtás

(3.76 ábra b kép felső két radiátorsor) A szabályozást tovább nehezíti, hogy az egymás után következő radiátorokban fokozatosan csökken a víz hőmérséklete, tehát az azonos méretű radiátor fűtőteljesítménye változik a víz haladási iránya mentén.

A melegvízfűtési rendszerek általában nyitottak, azaz a kiegyenlítő tartályban a vízfelszín fölötti nyomás azonos a légköri nyomással. Ebben az esetben a fűtővíz maximális hőmérséklete a szivattyúban a kavitáció megakadályozása miatt 80-95 °C. A kiegyenlítőtartályt a rendszer legmagasabb pontján (kormányállástetőn, kéményburkolatban) helyezik el.

Kiegészítő fűtésként alkalmazzák a villamos fűtést, amely a többszöri energiaátalakítás miatt gazdaságtalan. Többnyire olyan helyeken alkalmazzák, ahol a fűtési teljesítményt sűrűn és tág határok között kell változtatni és felmerülhet a fűtés igénye olyankor is, amikor a hajó fűtési rendszere nem üzemel. (Ilyen hely például a kormányállás.)

3.6.3 Hűtőrendszerek

A hajókon az élelmiszertároláshoz, illetve a gyorsan romló áruk szállításához hűtőkamrákra, illetve raktárakra van szükség. Esetenként a különféle árufajták részére különböző hőmérsékletű tereket alakítanak ki. Így a nyershús áruk, halak tárolásához -18...-25 °C, a tej, tejtermékek +2...+5 °C, a zöldségfélék tárolásához valamivel magasabb, +10...12 °C hőmérséklet szükséges. A légkondicionáló rendszer 10...18 °C hőmérsékletű hűtőközeget igényel. A kívánt alacsony hőmérsékleteket hűtőgépek alkalmazásával érjük el.

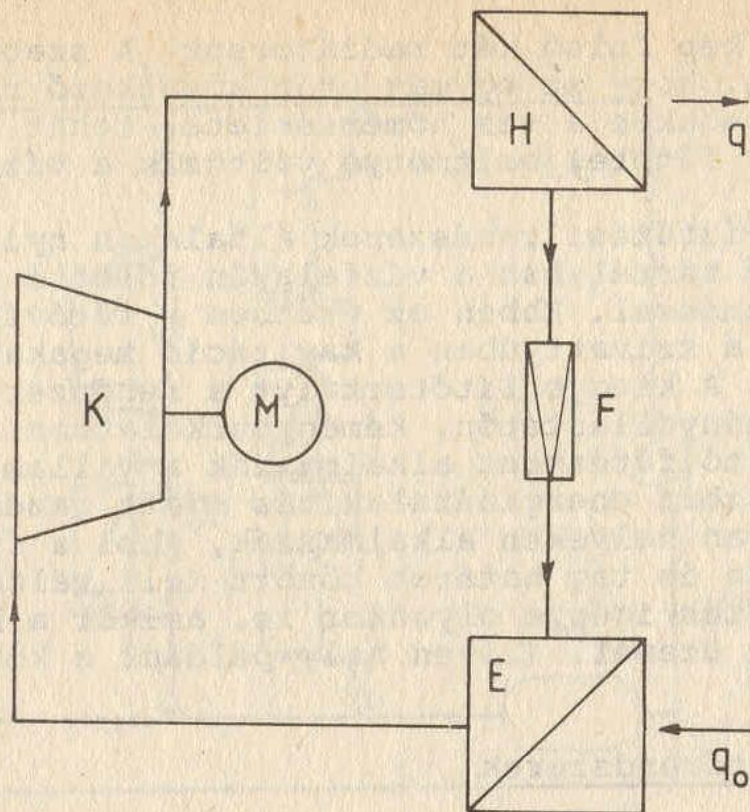
A Carnot-körfolyamatot a motoroknál szokásossal ellentétes irányban is körbe lehet járni. Ekkor a gép hajtásához mechanikai munkát kell felhasználni, s az alacsonyabb hőmérsékletű térből hőenergiát vonunk el és közlünk a magasabb hőmérsékletű térrel, azaz hűtőgépet nyerünk. A hűtőgépek munkaközége általában gőz.

A gőz munkaközegű hűtőgépek lehetnek kompresszorosak, vagy abszorpciósak. A hajókon a speciális hajózási feltételek miatt elsősorban a kompresszoros hűtőgépek terjedtek el.

A kompresszoros hűtőgép működését a 3.77 ábra szemlélteti. Az (E) elgőzölögtetőben (idegen szóval evaporátor) a folyékony hűtőközeg állandó hőmérsékleten és nyomáson elgőzölög, közben a környezetéből hőt von el.

A (K) kompresszor az evaporátorban keletkező telített szárazgőzt izentropikusan a kondenzátor által megszabott nyomásra sűríti. A közeg itt túlhevített gőz állapotban van.

A vízzel vagy levegővel hűtött (H) kondenzátorban a túlhevített gőz először lehül a telítési hőmérsékletre, majd kondenzálódik. A kondenzátorban uralkodó hőmérsékletet és nyomást a rendelkezésre álló természetes külső hűtőközeg



3.77 ábra

Kompresszoros hűtőgép vázlata

K. kompresszor, H. kondenzátor, F. fojtószelep, E. elgőzöltető, M. meghajtómotor

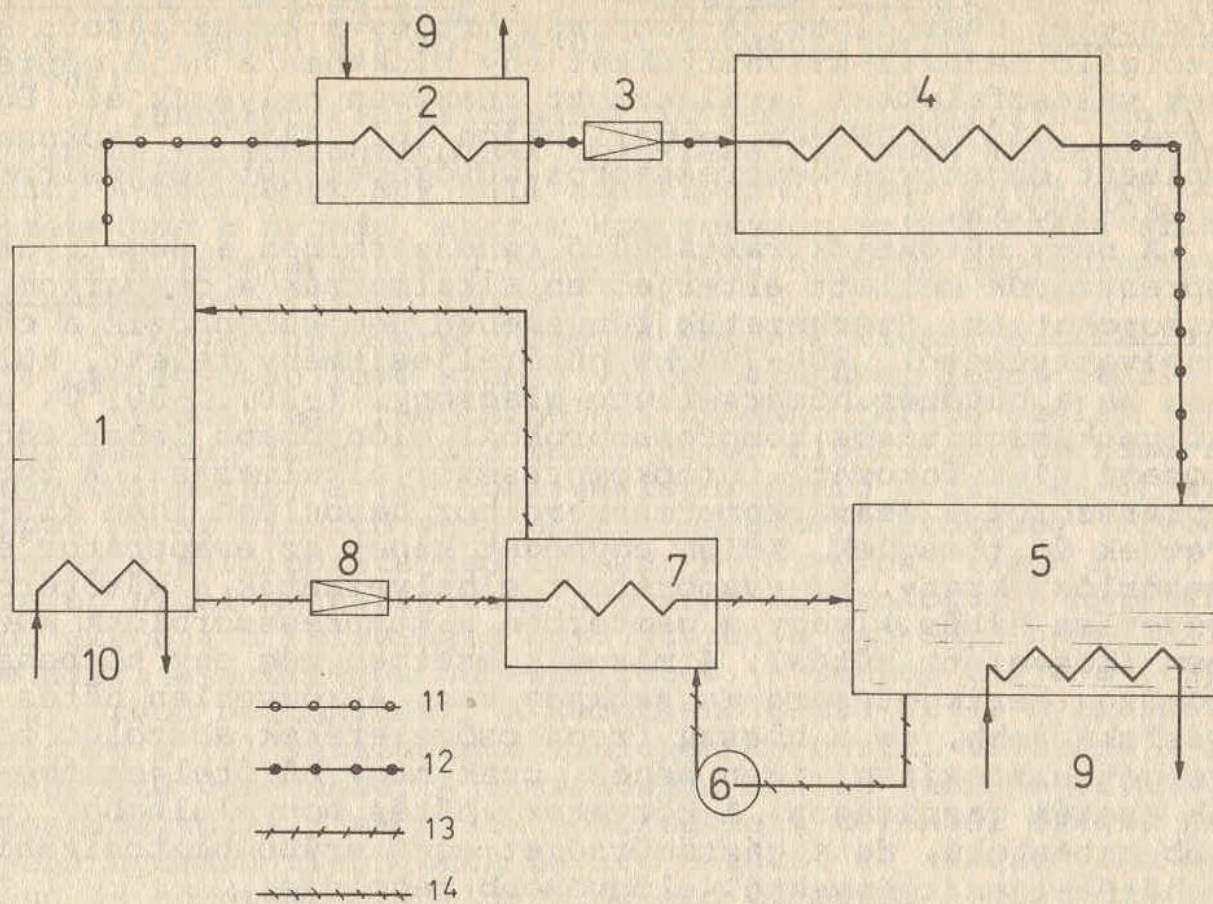
(pl. tengervíz, környezeti levegő stb.) hőmérséklete szabja meg.

A (F) fojtószelep a kondenzátorból érkező folyadék nyomását lecsökkenti miközben a folyadék egy része elgőzölög.

Az abszorpciós hűtőgép (3.78 ábra) működése azon alapul, hogy léteznek olyan anyagpárok (hűtőközeg-oldószer) melyek oldhatósága nagymértékben függ a hőmérséklettől. Az abszorpciós hűtőgépek működésükhöz nem mechanikai munkát, hanem hőenergiát használnak fel.

Az (1) kazánban levő oldat melegítésekor az oldott hűtőközeg nagy része kiválik. A telített gőz halmazállapotú hűtőközeget a (2) kondenzátor cseppfolyós halmazállapotúvá hűti. A cseppfolyós hűtőközeg a (3) fojtószelepen áthaladva alacsony nyomáson jut a (4) elpárologtatóba (hűtendő térbe) ahol elpárologva hőt von el a környezetétől. A keletkező gőzöket az abszorberbe (oldóba) vezetjük, ahol az oldószer a hűtőközeget elnyeli és ezáltal tartja fenn az elpárologtatóban az alacsony nyomást. Az elnyelés intenzitásának növelésére az abszorbert hűteni kell. Az abszorberből a keletkezett hűtőközegben gazdag oldatot a (6) szivattyú a (7) hőcserélőn át a kazánba nyomja. A kazánból a hűtőközegben szegény oldószer a (8) fojtószelepen és a hőcserélőn keresztül az abszorberbe jut.

A hőcserélő szerepe, hogy a híg oldat belső energiájának egy részét a kazánba visszajuttatva csökkentse a kazán fűtéséhez



3.78 ábra

Abszorpciós-szivattyús hűtőgép vázlatja

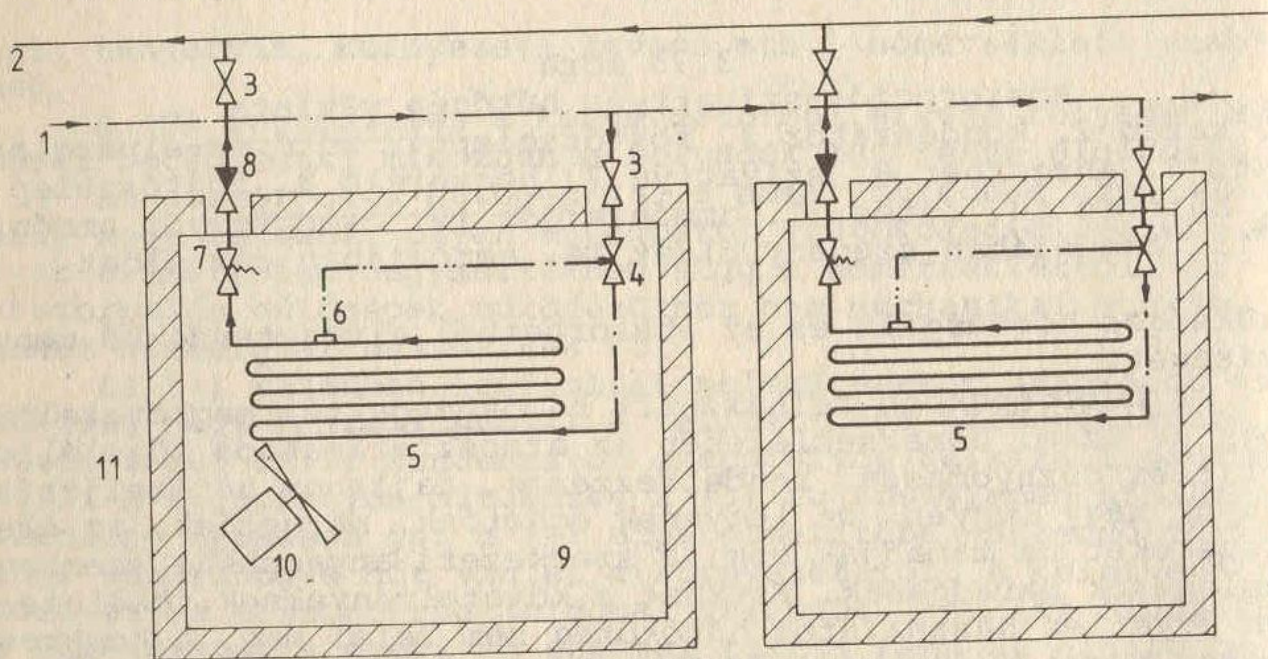
1. kazán 2. kondenzátor 3. fojtószelep 4. hűtőtér-elpárológató 5. abszorber 6. szivattyú 7. hőcserélő 8. fojtószelep
 9. hűtővíz 10. fűtés 11. ammónia gőz 12. cseppfolyós ammónia
 13. ammóniában szegény oldat 14. ammóniában dús oldat

szükséges hőenergiát és az abszorberből elvezetendő hő mennyiségét.

A hűtőgépekben felhasznált hűtőközegektől megköveteljük, hogy az üzemi hőmérsékleteken az atmoszferikushoz közelálló telítési gőznyomással rendelkezzenek, fajlagos hűtőteljesítményük nagy legyen, ne legyenek éghetőek, mérgezőek, az élelmiszereket ne támadják meg, a szerkezeti anyagokkal szemben semlegesek maradjanak. Ezeknek a követelményeknek tökéletesen egyetlen használatos hűtőközeg sem felel meg. A kompresszoros berendezésekben legtöbbször halogénezett szénhidrogéneket (freonokat pl. freon 12, freon 22, freon 112 stb.) alkalmaznak. Szárzsföldi ipari méretű berendezésekben lehetséges széndioxid, kéndioxid, ammónia felhasználása is. Az abszorpciós hűtőgépek hűtőközege legtöbbször ammónia, oldószerre pedig víz.

A hajókon leggyakrabban freonos dugattyús-kompresszoros hűtőgépeket használnak. A kompresszort és a kondenzátort a kiszolgáló hűtővíz-szivattyúkkal egy blokkban a hajó géptérének válaszfalakkal leválasztott részében helyezik el. Egy korszerű ~ 15 000 DWT-ás tengeri hajón (pl. "Ady", "Csokonai") beépített dugattyús-kompresszoros hűtőgépek hűtőtéljesítménye 280-300 kW.

A nagy hűtőhajók raktárhűtő rendszereiben a dugattyús kompresszorok mellett elterjedten alkalmazzák a csavarkompresszorokat is. Szerkezetük lényegében nem különbözik a csavarszivattyúkéétól. 300-700 kW hűtőtéljesítmény felett, különösen ha a hűtőtér hőmérséklete alacsony, (-20...-30 °C, a térfogatkihasználásos kompresszoroknál előnyösebb lehet többfokozatú (1-4 fokozat) turbókompresszor alkalmazása. A turbókompresszorok a csavarkompresszorokhoz hasonlóan igen kis méretűek és tömegűek. Külön egységet képez az evaporátor és a vezérlőszekrény. Az evaporátort elhelyezhetik a hűtőtérben (közvetlen hűtés,) vagy a géptérben a kompresszorblokk közelében (közvetett hűtés). A második esetben még egy közbenső hűtőközeg keringetésére is szükség van. A közvetlen hűtés hatásfoka jobb, de a hosszú freon csővezetékek abszolút tömörségét biztosítani igen nehéz, csak nagy hűtőtéljesítmények esetén gazdaságos. A közvetett hűtés bonyolultabb, rosszabb hatásfokú, de a gáztömörséget egyszerűbb biztosítani. Kis hűtőtéljesítményeknél előnyösebb megoldás.



3.79 ábra

Közvetlen hűtésű hűtőrendszer

1. hideg, cseppfolyós hűtőközeg a kondenzátortól 2. hideg gőzhalmazállapotú hűtőközeg a kompresszorhoz 3. elzárószelep 4. termostatikus expanziós szelep 5. elpárologtató csőháló 6. hőmérséklet érzékelő 7. hőmérséklet szabályzó szelep 8. visszacsapószelep 9. hűtőtér 10. ventilátor 11. hőszigetelés

Több különböző hőmérsékletű hűtőkamra kiszolgálására alkalmas közvetlen hűtésű hűtőrendszert szemléltet a 3.79 ábra. (Az ábrán a kompresszor a kondenzátorral nincs ábrázolva.)

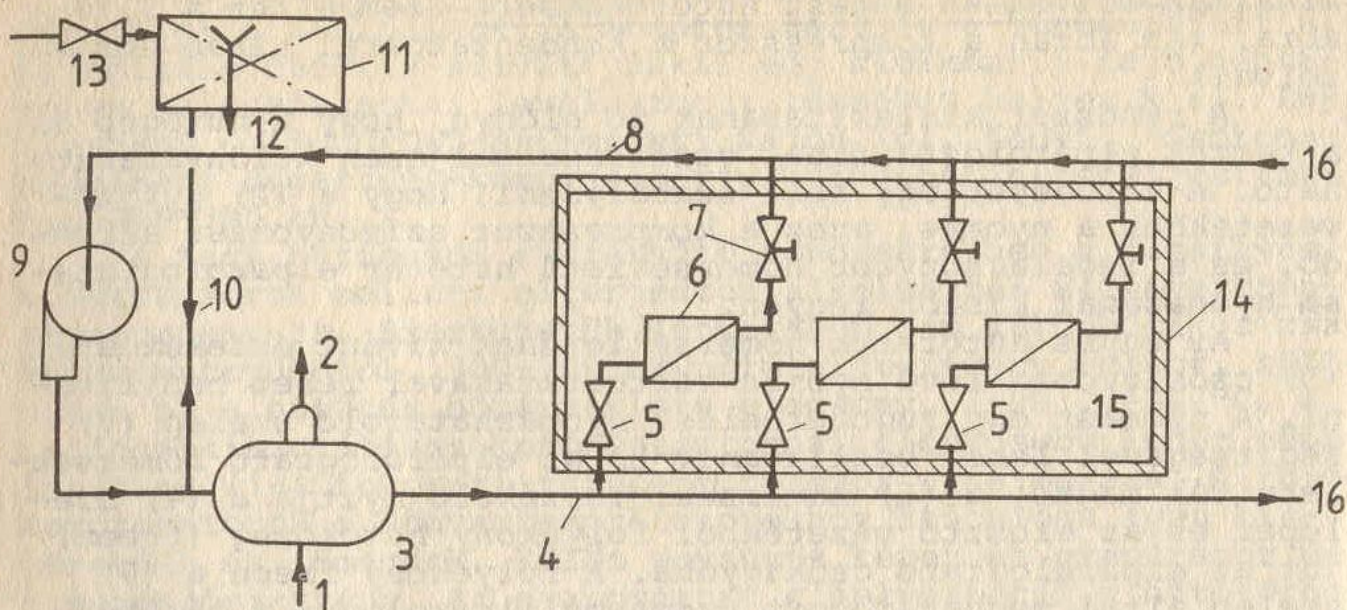
A rendszer kialakításának fő előnye, hogy a hűtőgép és a kamrák elpárologtatóinak vezérlése teljesen különválasztható. A hűtőgépet úgy kell szabályozni, hogy a (2) gyűjtővezetékben a nyomás, azaz a kompresszor szívónyomása állandó, és a legalacsonyabb hőmérsékletű hűtőtér elpárologtatási nyomásánál kisebb legyen.

Az egyes hűtőterek hőmérsékletének kívánt értékét az (5) csőkígyóban lévő nyomás változtatásával lehet beállítani. A nyomást egy rugóterhelésű nyomáshatároló szelep (7) segítségével lehet beállítani. Ha az elpárologtató hőmérséklete túl magas, a (6) hőmérsékletérzékelő nyitja a (4) szelepet és az elosztó vezetékből folyékony hűtőközeg (freon) jut az elpárologtató csőkígyóba. A folyékony freon a (7) szelep által meghatározott nyomáson elpárologva a hűtőtérből elvonja a felesleges hőt. Miután a csőkígyó hőmérséklete eléri a szükséges hőmérsékletet, a szelep zárja a folyékony freon beáramlását. A keletkező gőzök a (7) nyomáshatároló és a (8) visszacsapó szelepen keresztül távoznak a szívó-gyűjtő vezetékbe. A visszacsapó szelep szerepe az, hogy megakadályozza a magasabb hőmérsékletű terekből érkező nagyobb nyomású freongőzök zavaró hatását az alacsonyabb nyomású és hőmérsékletű elpárologtató üzemére. A hőátadás fokozására ventilátorokat is alkalmazhatnak, de a hűtőtérben létrejövő intenzív áramlás miatt nagyobb lesz a falakon át bejutó hőmennyiség is.

A közvetett hűtésű rendszerekben (3.80 ábra) a hűtőgép elpárologtatójában egy második hűtőközeget, rendszerint $MgCl_2$, $NaCl$ vagy KCl vizes oldatát hűtjük. A sólévezetékek kialakítása elvben a melegvízfűtési rendszer kialakításával azonos.

A közvetett hűtésű rendszer hűtőtereiben a hőmérsékletet a bekapcsolt hűtőtestek számának és a rajtuk átáramló sólé mennyiségének szabályozásával állíthatjuk be. A legalacsonyabb hőmérsékletet a sólé hőfoka határozza meg. Nagy hátránya a közvetett hűtésű rendszereknek, hogy a hűtőgép elpárologtatójában 5-10 °C-kal kell alacsonyabb hőmérsékletet tartani, mint a sólé hőmérséklete, ez jelentősen, egyes esetekben 10-15 százalékkal megnöveli a hűtőgép szükséges teljesítményét. Alkalmazásuk akkor elkerülhetetlen, ha a hűtőgépben felhasznált hűtőközeg (pl. ammónia,) mérgező tulajdonságú és rakománykárosodást idézhet elő.

A hűtőrendszer gazdaságossága szempontjából elsőrendű fontosságú a hűtőterek hőszigetelésének minősége, mert ez határozza meg a hőmérséklet fenntartásához szükséges hűtőteltjesítményt. A hőszigetelés anyagának rossz hővezetőnek,



3.80 ábra

Közvetett hűtőrendszer

1. hideg cseppfolyós hűtőközeg a kondenzátortól 2. hideg gőz halmazállapotú hűtőközeg a kompresszorhoz 3. elpárologtató 4. előremenő sólé fővezeték 5. elzáró és szabályozó szelep 6. hűtőtest 7. elzárószelep 8. visszatérő sóléfővezeték 9. sólészivattyú 10. kiegyenlítő vezeték 11. kiegyenlítő tartály 12. túlfolyócső 13. utántöltés (édesvíz) 14. hőszigetelés 15. hűtőtér 16. további hűtőterekhez

vizet, illatanyagokat nem abszorbeálnak kell lennie. Előnyös, ha a szigetelés a rágcsálók számára kedvezőtlen összetételű (pl. üveg vagy salakgyapot) és éghetetlen. A gyakorlatban a különféle műanyaghabok terjedtek el leginkább egyszerű gyártási technológiájuk, és nedvességálló képességük miatt. A hőszigetelő réteg vastagsága a hőmérséklet függvényében 100-250 mm között változik, belső felületét általában fém-, vagy kemény műanyagburkolattal védik a mechanikai sérülések ellen. Az üzemeltetés során a nedvességfelvétellel szemben különösen kell óvni a hőszigetelést, mert már 2 térfogatszázaléknyi víz felvétele a hővezető képességet kétszeresére emeli.

3.6.4 Légkondicionáló rendszer

A 3.6.1 fejezetben említésre kerültek a helyiségek mikroklímájának legfontosabb jellemzői. Ezek közül a szellőző, illetve fűtési rendszerek csak egy-egy jellemző módosítására alkalmasak. A klímarendszerek olyan összetett légtechnikai berendezések, melyek a hajó belső tere mikroklímájának összes fontosabb jellemzőit (oxigéntartalom, CO₂-tartalom, hőmérséklet, nedvességtartalom) a kívánságnak megfelelően szabályozzák.

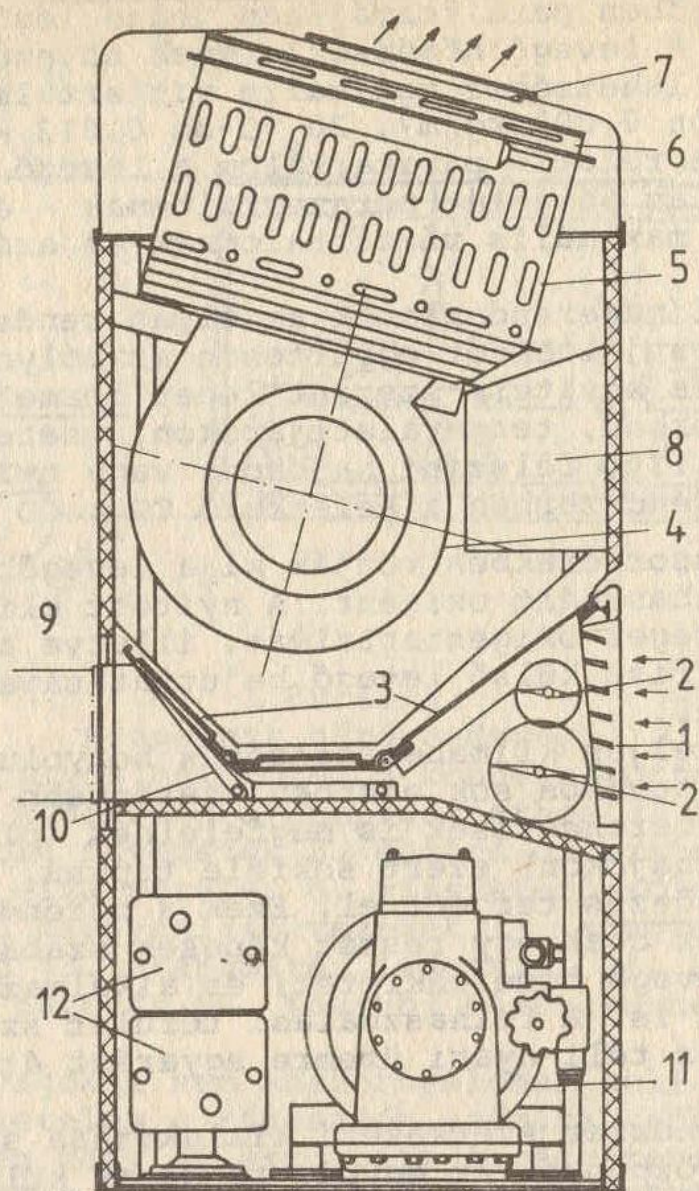
A levegő abszolút nedvességtartalmának [kg/m^3] az egy köbméter levegőben pára formájában jelen lévő víz mennyiségét nevezzük. A levegő hőmérsékletének növekedésével növekszik a levegő lehetséges maximális víztartalmának nagysága. Például 0°C -on $0,003 \text{ kg}/\text{m}^3$, 20°C -on $0,012 \text{ kg}/\text{m}^3$; 40°C -on $0,044 \text{ kg}/\text{m}^3$. A relatív páratartalom a levegő tényleges víztartalmának - az abszolút páratartalomnak - és az adott hőmérsékleten maximális víztartalomnak az aránya százalékban kifejezve.

Teljes klímaberendezésnek az olyan rendszert nevezzük, amely az összes jellemzőt együttesen szabályozza. A teljes klímaberendezés kivitele szerint lehet hermetikus (például az űrobjektumokban, tengeralattjárókon, esetenként mérgező anyagokat szállító felszíni hajókon) vagy nyitottak. A hermetikus klímarendszerben a keletkező CO_2 , CO és egyéb mérgező gázokat abszorberekben vonják ki a levegőből és külön pótolják az elhasznált oxigént. A nyitott klímaberendezések a levegő szükséges oxigéntartalmát, illetve a káros gázok felhígítását friss külső levegő bejuttatásával (szellőztetéssel) érik el.

Mivel a teljes klímaberendezések bonyolult szerkezetűek és drágák, továbbá sok esetben szerényebb követelményeket kielégítő berendezések is megfelelnek (pl. mérsékelt égvízi belvízi hajókon) ezért sokféle típusú, úgynevezett félklíma berendezés terjedt el. Ezek a berendezések a levegő jellemzőinek csak egy részét képesek szabályozni (legtöbbször csak a levegő hőmérsékletét) és alkalmasak az egyidejű szellőztetésre is. A felhasználási terület szerint készülnek téli, nyári, és téli-nyári üzemre egyaránt átkapcsolható típusok is.

A klímarendszer szerkezeti kialakítása szerint lehet egyedi, vagy központi. Az egyedi rendszer különálló kis klímaszekrényekből (3.81 ábra) áll, melyeket minden klimatizálendő helyiségben külön-külön állítanak fel. Ez a megoldás igen előnyös az eltérő helyi igények (hőmérséklet, nedvességtartalom) kielégítése szempontjából, azonban a sok elaprózott berendezés drága, nagy tömegű és sok helyet is foglal. Ezért ilyen egyedi klímarendszert csak régebbi építésű hajók korszerűsítésekor használnak, vagy ha a csatlakoztatás a központi rendszerhez nem lehetséges, például a belvízi hajók emelhető kormányállásaiban.

A központi klímarendszerekben az összes légtechnikai berendezést egy blokkban helyezik el, s a helyiségekbe csak a levegőt vezetik. A központi klímarendszerek előnyösek a beruházási (költség, helyfoglalás stb.) szempontokból, de az egyéni igények kielégítése szempontjából alatta maradnak az egyedi rendszernek.

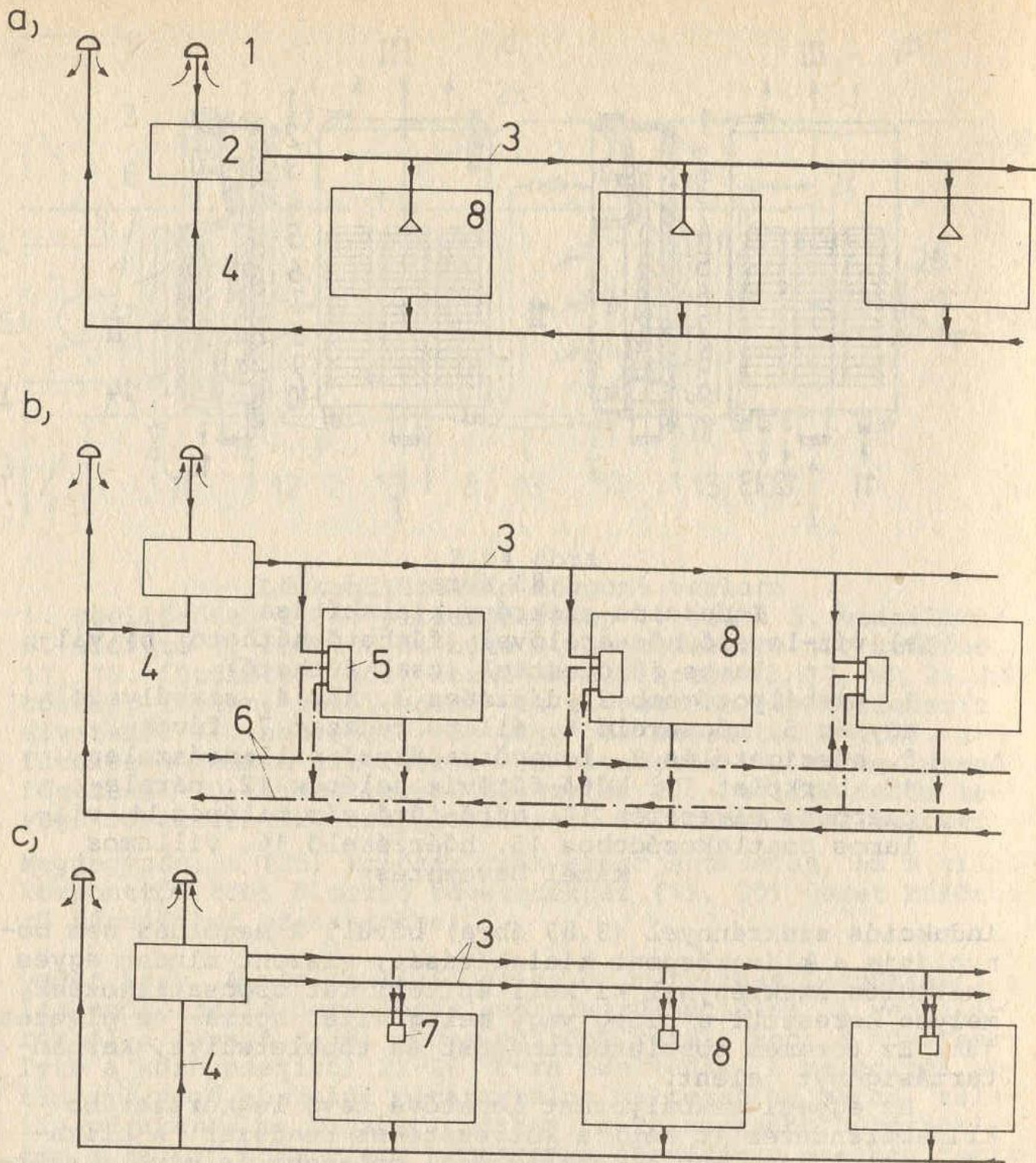


3.81 ábra

Egyedi klímaszekrény

1. recirkulációs levegőbelépés
2. szabályozó pillangószelepek
3. textilszűrő
4. ventilátor
5. hűtő (elpárologtató)
6. utánmelegítő
7. levegőkilépés
8. villamos kapcsolóberendezés helye
9. friss (külső) levegő beszívás
10. friss-levegő szabályozó csappantyú
11. kompresszor
12. kondenzátor

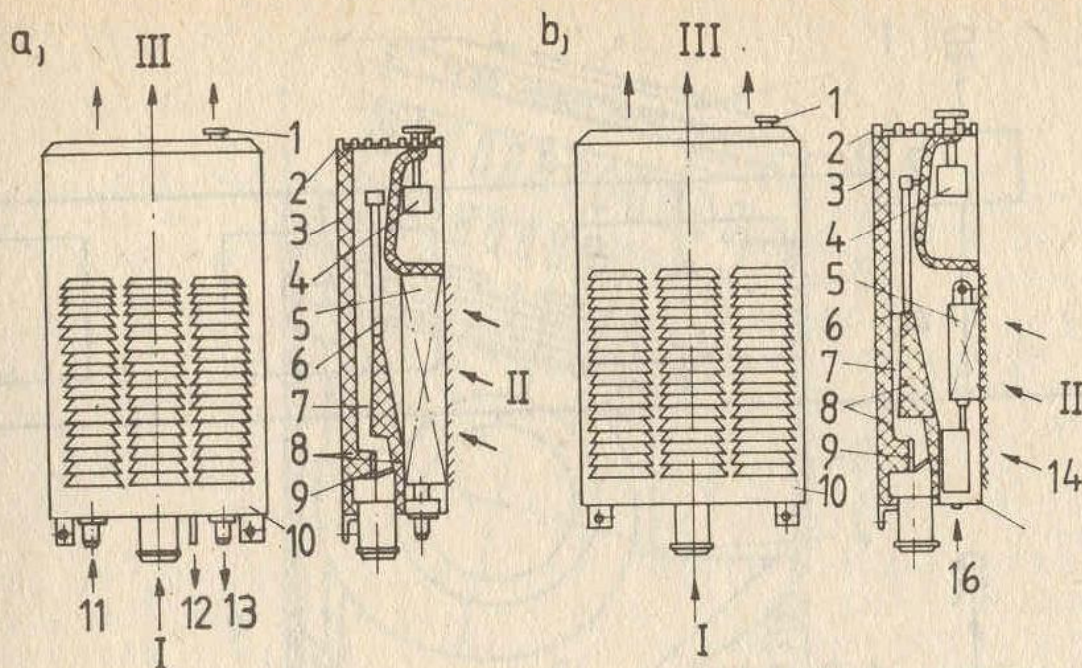
A 3.82 ábrán bemutatjuk azokat a rendszerkialakítási változatokat, melyek segítségével az egyéni igények bizonyos határok között kielégíthetőek. A b képen látható változat az alap kialakításhoz (a kép) képest az (5) utófűtő-hűtő, ún.



3.82 ábra

Központi klímarendszerek kialakítása

- a) egyvezetékes b) egyvezetékes, utófűtéssel c) kétvezetékes, keverő elosztóval
1. szellőzőfej 2. klímaközpont 3. elosztó levegőcsatorna
 4. recirkulációs vezeték 5. utófűtő-hűtőszekrény 6. meleg-hidegvíz vezeték 7. keverő elosztó 8. klimatizált helyiség



3.83 ábra

Indukciós szekrény kialakítása

a) víz-levegő hőcserélővel (fűthető-hűthető) b) villamos fűtőtesttel (csak fűthető)

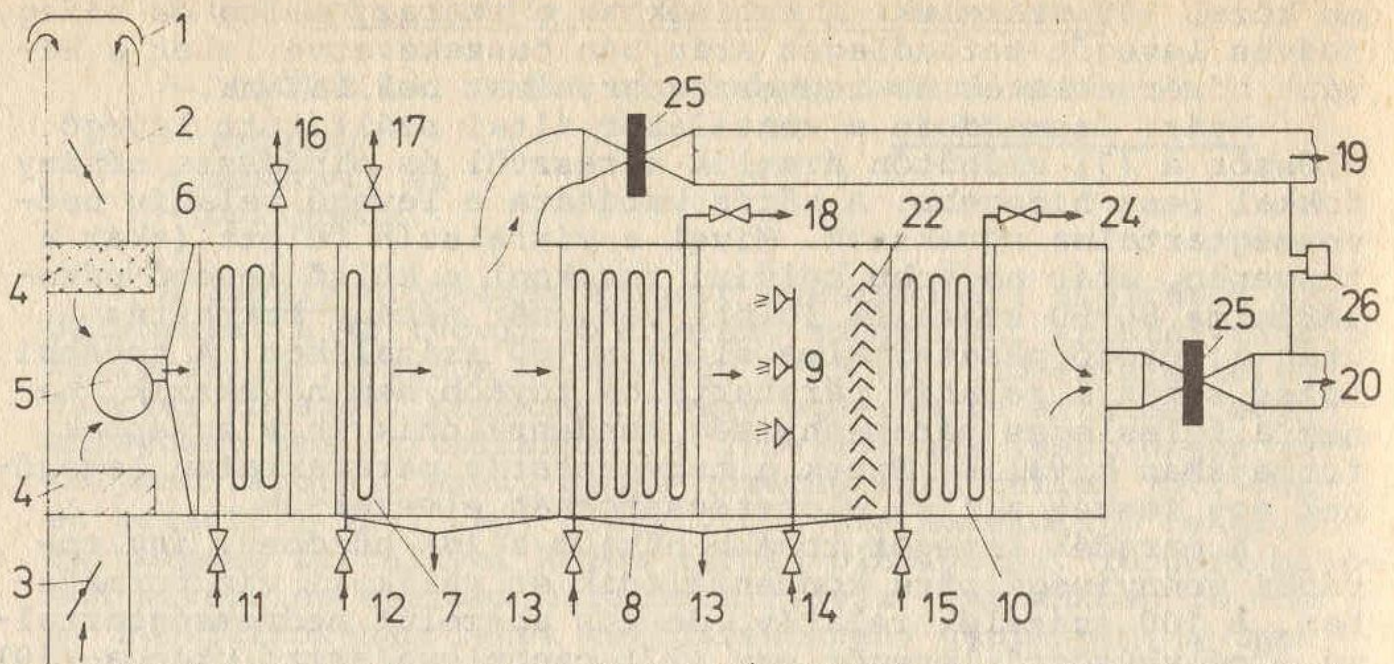
1. szabályozógomb 2. díszrács 3. ház 4. szabályozó egység 5. hőcserélő 6. állító rudazat 7. fúvóka 8. hőszigetelés 9. levegőszabályzó pillangószelep 10. burkolat 11. hűtő-fűtővíz belépés 12. páralecsapódás elvezetés 13. hűtő-fűtő víz kilépés 14. villamos csatlakozódoboz 15. hőérzékelő 16. villamos kábel bevezetés

indukciós szekrénnel (3.83 ábra) bővül. A megoldás nem bonyolítja a klímaközpont kialakítását, viszont minden egyes indukciós szekrényhez ki kell építeni két csőcsatlakozást, melyen keresztül a hideg vagy meleg vizet hozzá- és elvezetjük. Ez tetemes többletberuházást és többletsúlyt, karbantartásigényt jelent.

Az egyedi szabályozást lehetővé tevő legkorszerűbb klímaberendezés (c kép) a kétvezetékes rendszer. A klímaközponttól két, egy a szükségesnél melegebb és egy, a szükségesnél hidegebb levegőt szállító elosztóvezeték indul ki. Minden egyes helyiségbe mindkét vezetékről készül leágazás. A helyiség-hőmérsékletet a hideg és meleg levegő egymáshoz viszonyított arányával lehet beállítani. A kétvezetékes rendszer hátránya, hogy a két levegőcsatorna nagy helyet foglal el a mennyezetburkolat fölött. Ennek ellensúlyozására a kétvezetékes klímaberendezéseket nagynyomású ($\Delta p > 2500 \text{ Pa}$) ventilátorokkal látják el.

A klímaközpont szerkezetét a 3.84 ábra mutatja be.

Téli üzemmódban az (5) ventilátor az (1) szellőzőfejen keresztül friss, a (21) recirkulációs csatornán használt le-



3.84 ábra

Légkondicionáló központ vázlat

1. szellőzőfej 2, 3. pillangószelep 4. szűrő 5. ventilátor
 6. előfűtő 7. előhűtő 8. hűtő 9. légnedvesítő 10. utófűtő
 11, 16. fűtőközeg (gőz) hozzá- és elvezetés 12, 17, 18, 23. hűtőközeg (freon, sólé) hozzá- és elvezetése 13. kondenzvíz elvezetés 14. nedvesítő víz vagy gőz bevezetés 15, 24. utófűtőközeg (külső víz) hozzá- és elvezetés 19. meleg levegő fővezeték 20. hideg levegő fővezeték 21. recirkulációs levegő fővezeték 22. cseppleválasztó 25. tűzvédelmi tolózár

Megjegyzés: a (25) tolózár csak akkor szükséges, ha a klíma-központtól több elosztó fővezetékpár (19, 20) vezet különböző tűzvédelmi szakaszokba!

vegőt szív. A recirkuláció jelentős mértékben lecsökkenti a légkondicionáló berendezés energiaszükségletét. A ventilátorból a levegő a (6) előmelegítőbe kerül, ahol a hőmérséklete a környezetiről 23-26 °C-ra emelkedik. A melegítés során a levegő abszolút páratartalma változatlan marad, relatív páratartalma viszont csökken, mert magasabb hőmérsékleten a levegő több vizet képes pára formájában magában tartani. Ezt az előmelegített, kis relatív nedvességtartalmú (száraz) levegőt két részre osztják. Az egyik részét változatlanul elvezetik a (19) meleglevegő elosztó csatornán át a keverő elosztófejekhez. A másik része a (9) levegőnedvesítő egységbe kerül. Itt a levegőáramba vizet porlasztanak. A víz egy része elpárolog és pára formájában a levegőben marad. A levegő hőmérséklete részben az elpárologtatáshoz szükséges hő, részben a vízcseppecskék által hűtés formájában elvitt hő miatt lecsökken. A (20) elosztócsatornába belépő levegő hőmérséklete tehát kisebb, de relatív nedvességtartal-

ma közel 100 százalék. A kabinokban a száraz, meleg és hideg, nedves levegőt tetszőleges arányban összekeverve lehet a kívánt hőmérsékletet és nedvességtartalmat beállítani.

Nyári üzemmódban a ventilátor által szállított levegő először a (7) előhűtőn áramlik keresztül és mindössze néhány fokkal lesz hidegebb. A hűtés hatására a levegő relatív nedvességtartalma növekszik. Mivel a vízfelszín felett (akár a tengeren, akár nagyobb belvízi tavakon) a külső levegő páratartalma 80-90 százalék fölött van, már néhány fok hűtés után a levegő páratartalma eléri a 100 százalékot. A további hűtés során a relatív páratartalom tovább nem növekszik, hanem a felesleges páramennyiség kondenzálódik és vízcseppek formájában kiválik. Ennek a nagy relatív páratartalmú levegőnek egy részét a (19) elosztócsatornán elvezetjük.

A maradék levegőt tovább hűtjük a (8) hűtőben, így további mennyiségű pára kondenzálódik és válik ki víz formájában. A 100 százalék relatív, de kis abszolút nedvességtartalmú, "mélyhűtött" levegőt egy (22) csepplévasztó után a (10) utófűtő-hőcserélőn vezetjük át. Itt hőmérséklete megnő (kb. 16-18 °C-ra), és ezzel együtt relatív páratartalma lecsökken.

A (19) elosztó csatornán meleg és nagy nedvességtartalmú, a (20) csatornán pedig hideg, száraz levegő érkezik a kabinban elhelyezett keverő-elosztófejekhez.

A légkondicionáló központ fűtőtesteit gőzzel vagy meleg vízzel a hajó gőz-, illetve melegvízfűtési rendszeréről látják el. A csak nyáron használt (10) utófűtőtestben elégséges egyszerű külsővizet keringetni. A (7) (8) hűtő hőcserélők vagy közvetlen elpárologtatói a hűtőgépnek, vagy hűtött (+2...10 °C) vizet keringetünk bennük.

A légkondicionáló központ fűtőteljesítményét úgy méretezik, hogy a légkondicionált terekben további fűtés nem szükséges.

A légkondicionáló rendszer üzemeltetése során mind a téli, mind a nyári üzemmódban ügyelni kell arra, hogy a felépítményben, illetve a légkondicionált terekben minden külső nyílászáró (bejárati ajtó, ablak) zárva legyen, ellenkező esetben a rendszer hővesztesége (téli), illetve hőnyeresége (nyáron) olyan nagy, hogy a légkondicionáló berendezés képtelen tartani a szükséges hőmérsékleti és egyéb jellemzőket.

Fontos a légkondicionált terek hőmérsékletének beállítása a nyári üzemmódban. Jól bevált szabály, hogy a belső terek hőmérséklete ne legyen 5-7 °C-kal alacsonyabb a külső hőmérsékletnél, még igen magas trópusi hőmérsékletek (35-40 °C) esetén se, mert a nagyobb hőmérséklet-különbség az ember aklimatizálódási képességét túlzottan igénybe veszi (meghűlések, tüdőgyulladás). Hosszabb kabinbeli tartózkodás alatt (pl. éjszakai pihenő) a hőmérséklet fokozatosan minden további veszély nélkül lecsökkenthető. Célszerű a napsütésben, szabad fedélzeten végzett munka után először néhány percig a magasabb hőmérsékletű folyosón aklimatizálódni és csak utána belépni a hidegebb kabinba.

3.6.5 Ivó-, mosdó- és öblítővíz-rendszerek

A hajókon háromféle vízminőség használatos:

- ivóvíz,
- mosdóvíz és
- öblítővíz.

A ivóvíz minőségét szigorú egészségügyi előírások szabályozzák. A jó ivóvíz színtelen, szagtalan, kristálytisztá kellemes ízű, összes keménysége 5-15 NK. Élő és élettelen szerves anyagot, kórokozót, vagy egészségre ártalmas egyéb anyagokat nem tartalmazhat. A ivóvizet nem lehet olyan tartályban tárolni, amely magas hőmérsékletű térben (pl. gép- és kazántér) van, vagy olajat, olajszármazékokat, fekáliát tartalmazó tartállyal közös térben elhelyezni. Tengeri hajókon kivételes esetben tárolható ivóvíz testtankban is, de az ivóvíztank nem lehet kettősfenékben, géptérben, a tank külső fala nem érintkezhet sem külső vízzel, sem olajszármazékokkal.

A mosdóvízre, az ivóvízre vonatkozó minőségi és egészségügyi előírások vonatkoznak, de a mosdóvíz tárolásának követelményei enyhébbek. A mosdóvizet lehet testtankokban tárolni, s ennek a tanknak a külső fala érintkezhet a külső vízzel is. A mosdóvíztank-folyadékszint méréséhez lehet a szokásos szondacsövet is használni (saját szondaléccel).

Az öblítővízre hatósági előírások nincsenek. Öblítővízként külsővizet lehet használni. Előnyös az öblítővíz szűrése, hogy a csővezetékekben, hidrofortartályban megakadályozzuk az üledékképződést, ami dugulást, a szelepek, csapok tönkremenetelét okozhatja.

Mivel az ivóvíz és a mosdóvíz azonos minőségű, a kis hajókon a mosdóvizet igénylő fogyasztókat is ivóvízzel látják el. Így egyszerűsíthető a csőrendszer, könnyebb elhelyezni a készlettartályt, csökken a súly, a beruházási költség, a karbantartási igény. Nagy hajókon a bonyolultabb berendezés hátrányait kompenzálja a mosdóvíz előállításának és beszerzési árának kisebb költsége és az, hogy a készletek nagyobb részét kitevő mosdóvizet testtankokban, a hajó kevésbé értékes tereiben lehet tárolni.

A vízkészletek szempontjából két csoportra oszthatók a hajók. Az első csoportba tartozó hajók a teljes vízkészletet a kikötőkben vételezik és az út során azokat saját erőből kiegészíteni nem képesek. A régebbi normák $0,1 \text{ m}^3$ vizet írtak elő naponta fejenként. A megnövekedett igényeknek megfelelően ma az átlagos vízfogyasztás $0,15 \dots 0,50 \text{ m}^3$ naponta fejenként. Ekkora mennyiségű vízkészlet (például egy 40 fős személyzetű hajó 60 napra $360 \dots 400 \text{ m}^3$ vizet kell tároljon) túlságosan nagy készlettankokat igényel és lecsökkenti a hajó hordképességét. Ezért ma a hosszú járatú hajó-

kat felszerelik édesvíz- és ivóvíz előállító berendezésekkel. A tengeri és belvízi kikötői munkahajókon, a belvízi szolgálati és személyhajókon, melyeken a személyzet vagy utasok napi 12 óránál rövidebb ideig tartózkodnak, a vízfogyasztási normát jelentősen csökkenthetik (0,010-0,030 m³/fő nap), így a készletek még korlátozott helyen elhelyezhetők.

A második kategóriába azok a hajók tartoznak, amelyek vízkészleteiket saját erőből állítják elő, és csak hosszabb kikötői állás esetén vételeznek vizet.

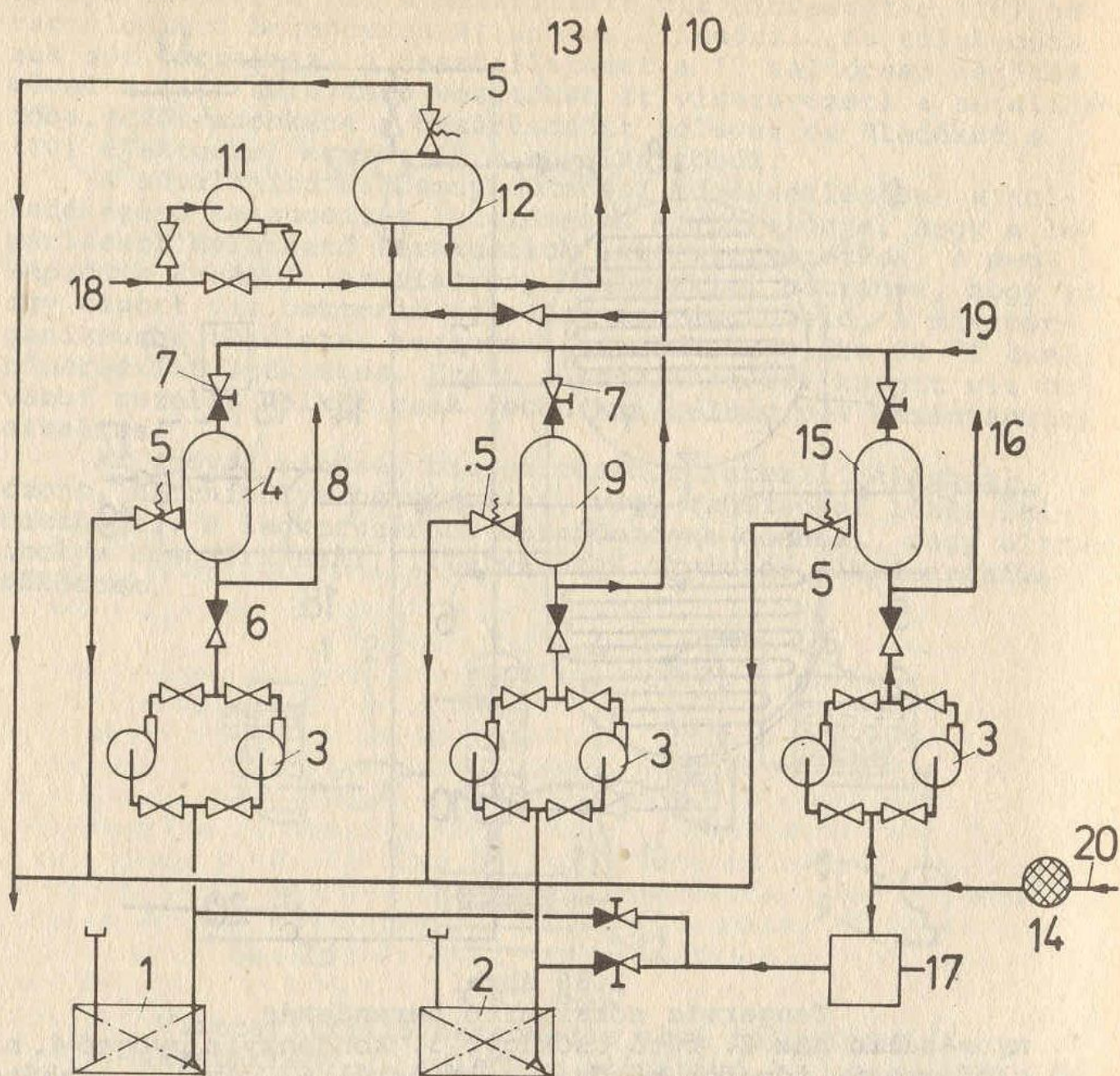
Az ivóvíz, mosdóvíz és öblítővíz-rendszerek teljesen azonos felépítésűek (3.85 ábra). A (4, 9, 15) hidrofortartály teszi lehetővé, hogy a szivattyúkat csak időszakosan kell járattani. A fogyasztói vezeték szakaszokban (8, 10, 13, 16) a nyomást a hidrofortartályban, a vízfelszín fölött levő sűrítettlevegő-párna tartja fent. Ha a vízfogyasztás során a légpárna nyomása 0,15-0,2 MPa alá kerül, a hidroforszivattyú bekapcsolódik és újra feltölti a hidrofortartályt az (1, 2) készlettartályból, illetve a külsővíz fővezeték-ről. A szivattyúk kb. 0,3-0,4 MPa nyomáson kikapcsolnak. Fontos a (6) visszacsapószelep feladata, hogy megakadályozza a hidrofor kiürülését az álló szivattyún keresztül a készlettankba.

A meleg (60 °C) mosdóvizet a (12) gőz-víz, vagy víz-víz hőcserélő állítja elő. Kis belvízi hajókon, sokszor vilamos fűtésű bojlerrel használnak. A melegvíz-rendszert visszacsapószelep választja le a hideg mosdóvíz-rendszerrel. Nagy hajókon, ahol a hosszú melegvíz-vezetékekben a hőszigetelés ellenére is lehűlhet a meleg víz, körvezetéket alakítanak ki, és abban a (11) szivattyú keringeti a vizet.

Az ivóvíz-rendszerrel látják el a hajókonyhát, tálalókat, mosogatókat, orvosi helyiséget, betegszobát, a folyosón elhelyezett ivókutakat. A mosdóvíz-rendszer az egyéni és közös mosdókat, fürdőszobákat, zuhanyozókat, mosodát, látja el hideg-meleg vízzel és innen pótolják a gépek hűtővizét, illetve a kazántápvizet is. A öblítővíz rendszerre kapcsolják a WC-k, vizeldék öblítését, a belsőtéri helyiségek felmosásához szükséges tömlőcsatlakozókat.

A tengeri hajók vízkezelő-berendezése két főegységből áll. Az első a tengervíz-sótalanító, a második a víz tisztító-sterilizáló egység. A belvízi hajók hasonló berendezése - mivel a külsővíz-édesvíz, csak víztisztító-sterilizáló egységből áll.

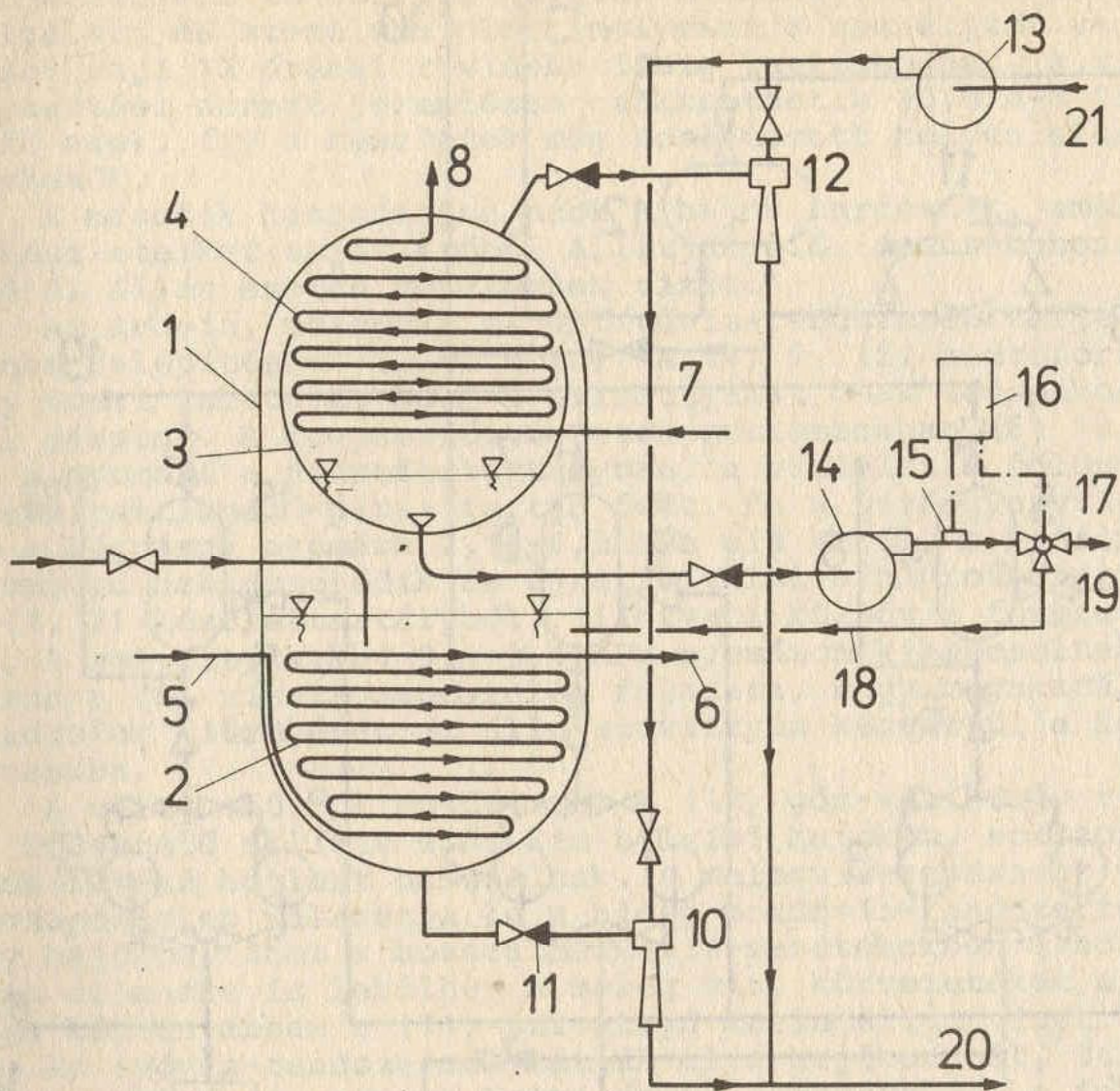
A dízel-főüzemű hajók tengervíz sótelenítő berendezése (3.86 ábra) a főmotor hűtővizének hulladék hőjét hasznosítja. A sótelenítő (vízdesztilláló) (2) fűtő csőkégyőjébe az édes vízű (belső) hűtőkör legmelegebb pontjáról - azaz közvetlenül a főgéptől vezetjük a vizet. (Lásd 3.50. ábrán) A (4) hűtő csőkégyőt pedig közvetlenül a főmotor külső hűtőkör szivattyúja után kötjük be. A sótelenítőt a tenger-



3.85 ábra

Ivó-, mosdó- és öblítővíz rendszerek

1. ivóvíz készlettank 2. mosdóvíz készlettank 3. hidroforszivattyúk 4. ivóvíz hidrofor 5. biztonsági szelep 6. visszacsapó szelep 7. zárható vcs szelep 8. ivóvíz fogyasztókhöz 9. mosdóvíz hidrofor 10. hideg mosdóvíz a fogyasztókhöz 11. melegvíz keringető szivattyú 12. vízmelegítő 13. meleg mosdóvíz a fogyasztókhöz 14. szűrő 15. öblítővíz hidrofor 16. öblítővíz a fogyasztókhöz 17. vízkezelő berendezés 18. meleg mosdóvíz a körvezetékéből 19. a sűrítettlevegő-rendszerrel 20. külső-víz fővezetékétől



3.86 ábra

Tengervíz sótalanító berendezés

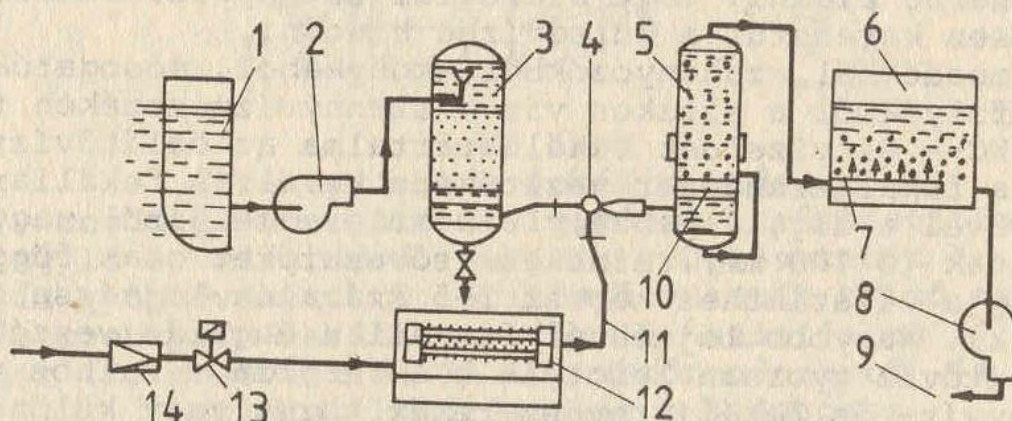
1. nyomásálló ház 2. fűtő csőkígyó 3. kondenzvíz gyűjtő 4. hűtő csőkígyó 5. főmotor hűtővíz kilépéstől 6. főmotor vízhűtőhöz 7. főmotor tengervíz szivattyútól 8. főmotor olajhűtőhöz 9. tengervíz feltöltés a főmotor hűtővíz kidobó vezetéktől 10. tömény sólé és üledékelszívó ejektor 11. visszacsapószelep 12. levegőszívó, vákuumfenntartó ejektor 13. ejektor-működtető szivattyú 14. desztilláltvíz szivattyú 15. sótartalom érzékelő 16. sótartalom mérő műszer 17. váltócsap 18. selejtező vezeték 19. édesvíztankba

vízzel a külső hűtőkör legmelegebb - a vízvisszahűtők utáni - pontjáról töltik fel. A (12) ejektor a sótalanító házában 5-10 kPa abszolút nyomást tart fenn. Ezen a kis nyomáson a víz 32-45 °C hőmérsékleten forr. A fűtés hatására a víz elpárolog, a só az oldatban marad. A hűtő csőkígyón konden-

zálódott desztillált vizet a (3) gyűjtőtálcából a (14) szivattyú távolítja el. A desztillált víz minőségét a (16) sótartalom mérő berendezés állandóan ellenőrzi. Ha túlságosan sok sót tartalmaz, a desztillátumot a 17 váltócsap segítségével a (18) selejtező vezetéken át visszavezeti a sótalanítóba. Időszakonként a besűrűsödött sólevet és üledéket a (10) ejektorral kiszívják a sótalanítóból.

A sótalanító alacsony működési hőmérsékletének a hulladékégető hasznosítás lehetőségén kívül előnye, hogy a lepárláskor keletkező lerakódások laza szerkezetűek, s nem képződik kazánkő. Az alacsony hőmérséklet hátránya, hogy az így kapott víz bakteriológiailag nem megfelelő. A mikroorganizmusok tökéletes megsemmisítéséhez legalább 80 °C üzemi hőmérséklet szükséges. Ezért a sótalanítóból kapott víz további kezelés nélkül csak technikai célra (pl. kazántápvíz) alkalmas.

Az ivóvíz minőség biztosításához (sterilizáláshoz) ózont, ultraibolya besugárzást, vagy ezüstsókat lehet felhasználni. A legkorszerűbb berendezések ózonnal, vagy ultraibolya besugárzással, illetve ezek együttes alkalmazásával működnek.



3.87 ábra

Vízsterilizáló berendezés elvi felépítése

1. vízszekrény 2. külsővíz szivattyú 3. homokszűrő
4. keverő ejektor 5. levegőztető torony 6. ülepitőtartály
7. elosztó perforált cső 8. ivóvíz szivattyú
9. ivóvíz készlettartályba vagy hidroforhoz
10. kerámia porlasztó 11. ózon-levegőkeverék vezető
12. ozonátor készülék

Egy ózonnal működő vízsterilizáló berendezés vázlatát a 3.87 ábra mutatja. A (2) szivattyú a külsővizet (vagy desztillált vizet) először a (3) homokszűrőn nyomja keresztül, ahol a mechanikai szennyeződések visszamaradnak. A (12) jelű készüléken (ozonátoron) áthaladó sűrített levegő oxigéntartalmából nagyfeszültségű elektromos kisülések hatására ózon keletkezik. A víz és az ózondús levegő a (4) ejektorban keveredik. Az (5) levegőztető torony (10) kerá-

miabetétje igen kis méretű buborékokra osztja a bekevert levegőt, ezzel növeli az ózon és a víz-érintkezési felületét. A levegő a vízből a (6) ülepítőtartályban válik el véglegesen.

A sótanított vizet feldolgozó vízsterilizáló központ felépítése azonos, de a sterilizált desztillált vízhez mielőtt a szivattyúval az ivóvízrendszerbe továbbítanák különböző ásványi sókat adagolnak az íz- és a kívánatos keménység beállítása céljából.

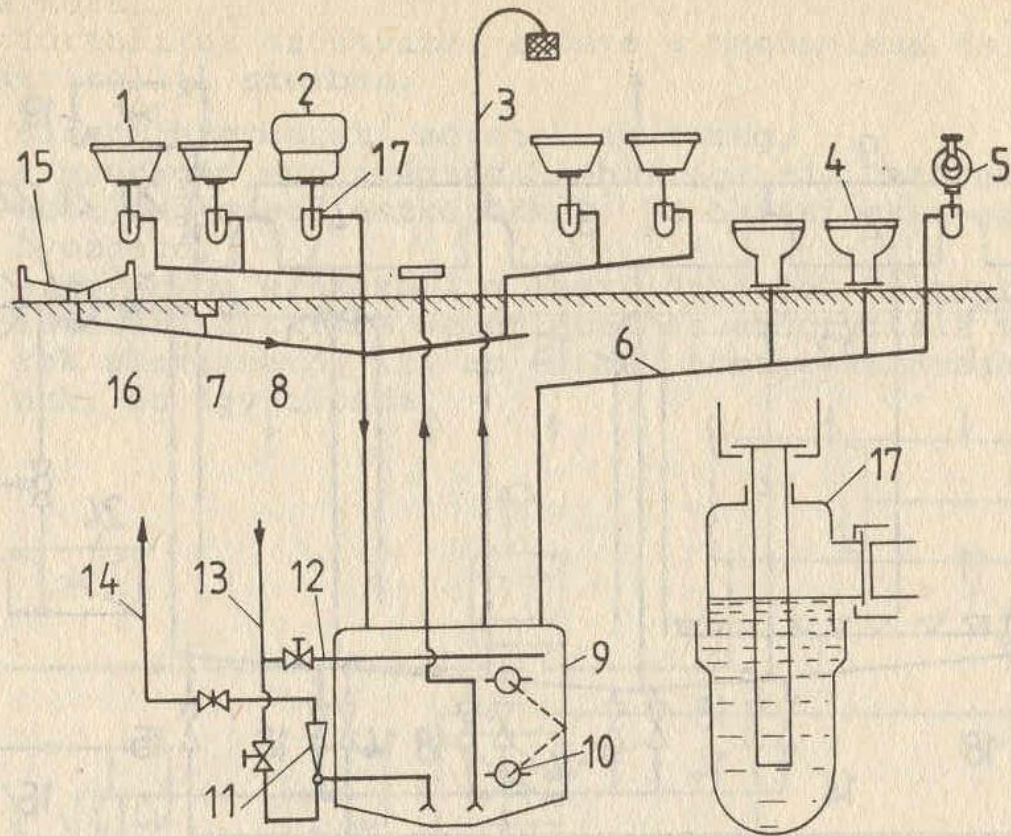
Ipari szennyvízzel szennyezett vízből sem desztillálással, sem szűréssel-sterilizálással nem lehet ivóvizet előállítani.

3.6.6 Szennyvíz- és fekáliarendszer

A jelenlegi hatósági, egészségügyi és környezetvédelmi szabályok értelmében csak ökológiailag tiszta, azaz a környezetet nem szennyező hajót lehet építeni. Ez azt is jelenti, hogy a hajón keletkező összes szennyvizet és fekáliát össze kell gyűjteni és a kikötőben szárazföldi csatornarendszerbe kiadni, vagy biológiai szennyvíztisztító-berendezésen keresztül a külsővízbe kidobni.

A mosdókból, zuhanyozókból, konyhából, mosogatókból, padlólefolyókból a piszkos víz a szennyvízvezetéken távozik. A WC-k és vizeldék fekáliatartalma az öblítővízzel együtt a fekáliarendszer vezetékébe kerül. A fekáliarendszer csövei a dugulásveszély elkerülése céljából nagyobb átmérőjűek (\varnothing 100 mm). Mindkét csővezeték csak függőleges vagy a vízszinthez képest 3-5 százalék lejtéssel alakítják ki. Nagyobb lejtésnél fennáll a dugulás veszélye (az öblítővíz gyorsan lefolyik s a fekália a falhoz ragad). A szennyvíz- és fekáliarendszereket közös vagy különálló gyűjtőtartállyal is el lehet látni. A tartály szellőző csövet lakó-, szolgálati-, és az éléstár terein nem lehet átvezetni, a szabad fedélzeten kialakított hattyúnyak végére szagszűrőt és lángmegszakító hálót kell tenni. A tartályt beépített mosóberendezéssel és sima (merekítőrendszer nélküli) belső fallal látják el az ürítés és tisztítás megkönnyítése céljából. Belvízi hajóknál lehetőséget biztosítanak arra, hogy a szennyvizet és fekáliát külső eszközzel (szipantó gépkocsival) üríthessék. (3.88 ábra)

A hajókon működő szennyvíz és fekália kezelő-tisztító berendezések biokémiai úton (ún. aerob baktériumok segítségével) lebontják a szennyvíz káros, bomló szervesanyag-tartalmát, miközben azt ártalmatlan iszappá alakítják át. A berendezés (3.89 ábra) lényege a három (2, 3, 4) kamra. A (2) aerizációs kamrában a belépő szennyvizet levegőbefúvással telítjük oxigénnel. Az oxigéndús környezetben az aerob baktériumok gyors fejlődésnek indulnak és elhasználják a

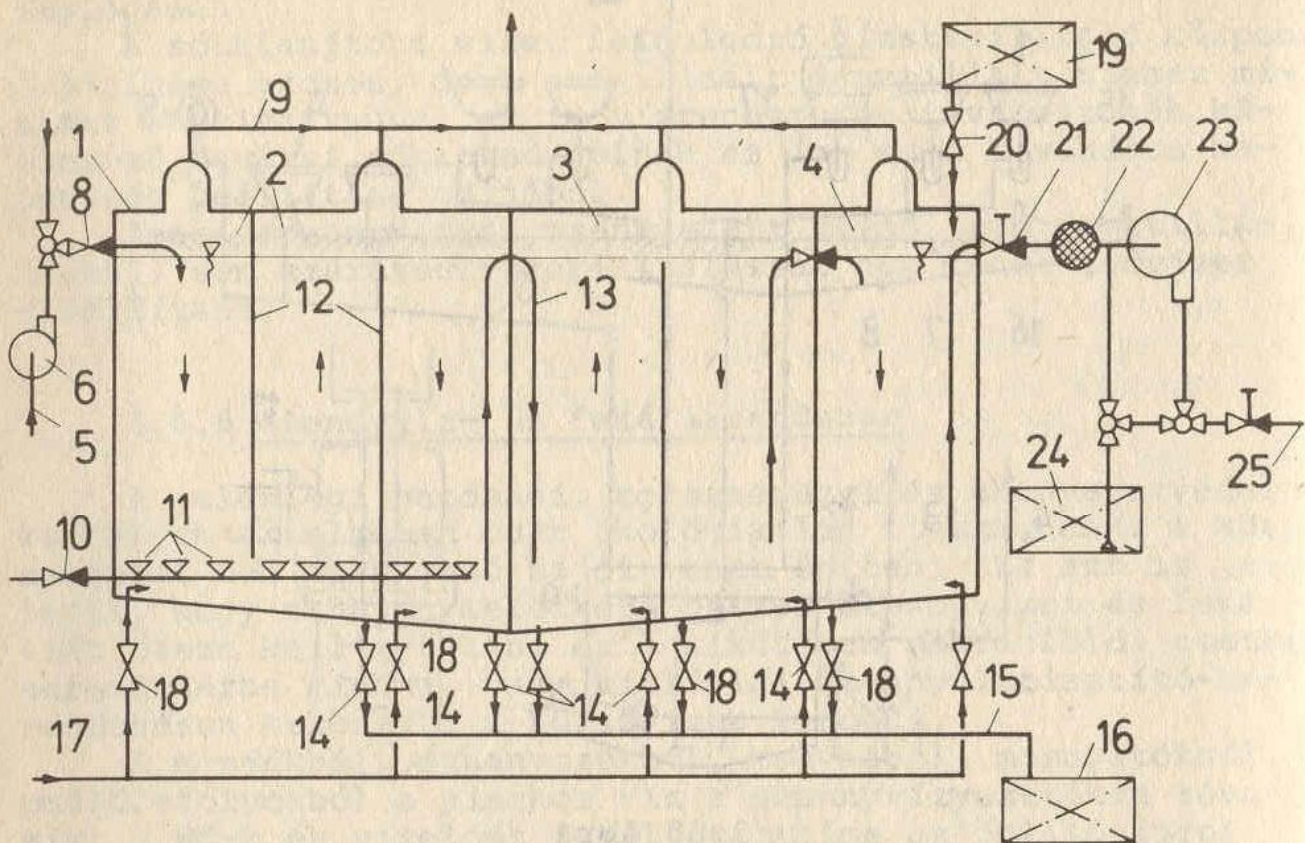


3.88 ábra

Szennyvíz- és fekáliarendszer

1. mosdó 2. mosogató 3. légzőcső, szűrőbetéttel 4. WC-kagyló 5. vizelde 6. fekália gyűjtővezeték 7. szennyvíz gyűjtővezeték 8. ürítőcső vezeték külső eszközzel 9. szennyvíz-fekáliatartály 10. szintjelző 11. ejektor 12. mosóvezeték 13. tűzoltórendszerrel 14. fedélzeti csatlakozóhoz és a kidobóhoz

szennyvízben lévő szerves és szervetlen tápanyagokat. A keletkező iszap nagy része a (3) kamrában ülepedik le. A baktériumtenyésztés fenntartása céljából a ülepitett szennyvíz egy kisebb részét visszavezetik az aerizációs kamrába (a rajzon nincs ábrázolva). Végül a szennyvízben jelen lévő, egészségre ártalmas kólibaktériumokat a (4) fertőtlenítő kamrában pusztítjuk el a (19) tartályban tárolt vegyszerrel. (Az aerob baktériumok az egészségre ártalmatlanok.) A fertőtlenítő kamrából a tisztított szennyvizet a (23) szivattyú nyomja ki a szabadba, vagy egészségügyileg szigorított rendű körzetekben (pl. kikötők, üdülőkörzetek) egy külön tisztított szennyvíz tankba, amelyet a körzet elhagyása után a szabadba ürítenek. Elvileg készíthető olyan tisztítóberendezés is, amelyik ivóvíz-tisztaságú vizet állít elő.



3.89 ábra

Szennyvíztisztító berendezés

1. tartály 2. aerizációs kamra 3. ülepitőkamra 4. fertőtlenítő kamra 5. szennyvíz- és fekáliatartályból 6. szennyvízát-emelő szivattyú 7. váltócsap 8. visszacsapószelep 9. szellőzővezeték 10. a sűrített levegő-rendszerrel, vagy saját kompresszortól 11. levegőporlasztó fejek 12. terelőfalak 13. átbukócső 14. iszapürítő szelep 15. iszapleeresztő vezeték 16. iszaptartály 17. öblítővíz a tűzoltó, vagy öblítővíz rendszerrel 18. öblítő szelep 19. vegyszertartály 20. dagoló szelep 21. zárható vcs szelep 22. szűrő 23. tisztított szennyvízszivattyú 24. tisztított szennyvíztank 25. kidobó

3.7 Hidraulikus rendszerek

3.7.1 Hidraulikus (hidrosztatikus) erőátvitel

Az energia átvitelének egyik lehetősége a hidraulikus erőátvitel. A mechanikai energiát (a hajtó motor által kifejlesztett energiát) egy szivattyú a folyadék energiátartalmának növelésére fordítja és csővezetéken a folyadékot a hidromotorhoz (munkahengerhez) juttatja. A hidromotor a folyadék energiátartalmának egy részét ismét mechanikai munkává