

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ nəzdində
BAKİ TEXNİKİ KOLLECI

“Energetikada soyutma sistemləri”

fənni üzrə

Mühazirələr

BAKİ 2023/2024

MÜNDƏRİCAT

Giriş.Fənnin məqsədi və əsas məsələləri _____	3
Təbii və süni soyutma.Müxtəlif sahələrdə süni soyuqluğun tətbiqi. _____	6
Soyuducu qurguların xüsusiyyətləri.Buzxanaların növləri _____	9
Buzxananın əsas ölçülərinin təyin _____	13
Soyudulan kameralarda havanın temperaturunun aşağı alınması,temperaturun və nisbi nəmliyin sabit saxlanması _____	18
Soyudulan kameraların,aparatların boruların izolyasiyası _____	20
İzolyasiya materiallarının əsas xassələri _____	21
İzolyasiya materiallarının nəmlənməsi və onun qarşısının alınma üsulları .	
Örtüyün masivliyi haqqında anlayış _____	34
İzolyasiya konstruksiyaları _____	35
Kameraya axan istilik miqdarının təyini məsələləri və metodları _____	40
Tənzimləyici ventili olan buxar kompressorlu soyuducu qurğu.Tənzimləyici Ventilə qədər mayenin əlavə soyudulması _____	46
Kompressorun “quru”gedişi.Regenerativ istilik mübadilə aparatı olan soyuducu qurğu _____	49
Soyuducu agentlər _____	53
Soyutma sistemləri.Batareya və hava soyuducuları ilə soyudulma _____	57
Soyuducu maşınların sayının və növünün seçilməsi _____	61
Kondensatorlar və istilik mübadilə aparatları _____	69
Buxarlandırıcılar _____	73
Hava soyuducuları _____	76
Soyuducu agentin buxarlandırıcı sistemə verilməsi _____	87
Avtomatik cihazların təyinatı və təsnifatı.Qızışma tənzimləyiciləri _____	90
Soyuducu qurguların təzyiqlə sınağı _____	98
Soyuducu qurguların işində nasazlıqlar _____	109
Ədəbiyyat _____	124

MÜHAZİRƏ 1.

GİRİŞ.

Soyutma Sistemləri nədir?

Soyutma sistemləri temperaturu azaltmaq və ya ətraf mühitdən istiliyi çıxarmaq üçün istifadə olunan sistemlərdir. Müxtəlif sahələrdə və sənayelərdə müxtəlif soyutma sistemləri mövcuddur.

Soyutma sistemləri ümumi nümunələri bunlardır:

Soyuducu və Dondurucular: Evlərdə və ticarət müəssisələrində istifadə olunan soyuducu və dondurucular yemək və içkiləri içindəki temperaturu aşağı salmaqla soyudulur.

Kondisioner Sistemləri: Kondisioner sistemləri daxili məkanları sərinləmək, rütubəti idarə etmək və hava sirkulyasiyasını təmin etmək üçün istifadə olunur. [Sərinləşdirmə sistemləri](#) ümumiyyətlə evlərdə, ofis binalarında, ticarət sahələrində və sənaye obyektlərində istifadə olunur.

Sənaye Soyutma Sistemləri: Sənaye müəssisələrində soyutma sistemləri məhsulların və ya maşınların iş istiliyinə nəzarət etmək üçün istifadə olunur. Bu sistemlər məhsul istehsalı, enerji istehsalı, kimya istehsalı kimi müxtəlif sənaye sahələrində istifadə olunur.

Soyuq anbarlar: Qida və digər məhsulların uzunmüddətli saxlanması üçün istifadə edilən soyuducu anbarlar aşağı temperatur və müvafiq rütubət səviyyəsini saxlamaqla məhsulların xarab olmasının qarşısını alır.

Sənaye və Ticarət Buz Maşınları: Restoranlarda, otellərdə və digər müəssisələrdə buz ehtiyacını ödəmək üçün istifadə edilən bu tip maşınlar suyun dondurularaq buza çevrilməsinə imkan verir.

Havalandırma və Hava Soyutma Sistemləri: Böyük ticarət və ya sənaye obyektlərində hava soyutma qüllələri və ya buxarlayıcı soyutma sistemləri hava sirkulyasiyasından istifadə edərək temperaturun azaldılmasına kömək edir.

Cold Chain Logistics: [Soyutma sistemləri](#) qida və dərman kimi həssas məhsulların daşınması zamanı temperatur nəzarətini təmin etmək üçün istifadə olunur. Bu, məhsulların keyfiyyətini və təhlükəsizliyini qorumaq üçün vacibdir.

Buz Meydanları və Buz Arenaları: Buz meydançalarında və buz arenalarında istifadə edilən soyutma sistemləri səthi donduraraq buz əmələ gətirir və idman tədbirlərinin keçirilməsinə şərait yaradır.

Tibbi Soyutma Cihazları: Tibbi laboratoriyalarda, dərman saxlama yerlərində və tibbi cihazlarda temperatur nəzarətini təmin etmək üçün xüsusi soyutma sistemlərindən istifadə olunur.

Bunlar yalnız bəzi [soyutma sistemlərinin](#) nümunələridir. Müxtəlif sənaye və ehtiyaqlara uyğun olaraq daha spesifik soyutma sistemləri də hazırlana bilər.



Sərinləşdirmə sistemləri harada istifadə olunur?

Sərinləşdirmə sistemləri müxtəlif sahələrdə geniş istifadə olunur. [Soyutma sistemlərinin](#) tez-tez istifadə olunduğu bəzi sahələr bunlardır:

Evlər və Evlər: Evlərdə soyuducu, dondurucu və kondisioner sistemləri kimi soyuducu qurğular qida saxlamaq və qapalı məkanlarda sərinləmək üçün istifadə olunur.

Ofis Binaları və Ticarət Sahələri: Ofis binalarında, ticarət mərkəzlərində, restoranlarda, otellərdə və digər ticarət sahələrində kondisioner sistemləri və soyutma avadanlıqlarından istifadə etməklə daxili temperatur nəzarət edilir və rahatlıq təmin edilir.

Sənaye Obyektləri: Sənaye istehsal müəssisələrində məhsulların və ya maşınların iş istiliyinə nəzarət etmək üçün müxtəlif soyutma sistemləri istifadə olunur.



Qida Sənayesi: Qida emalı zavodlarında qida məhsullarının təzəliyi və təhlükəsizliyi soyuq anbar və soyuq zəncir logistikası vasitəsilə qorunur.

Tibb və Sağlamlıq Sektoru: Tibbi ləvazimatları və dərmanları müvafiq temperaturda saxlamaq üçün tibbi laboratoriyalarda, dərman saxlama sahələrində və xəstəxana mühitlərində soyutma sistemləri istifadə olunur.

Enerji istehsalı: Elektrik istehsal və paylama obyektlərində maşın və elektrik avadanlıqlarının həddindən artıq istiləşməsinin qarşısını almaq üçün soyutma sistemləri istifadə olunur.

Hava Nəqliyyatı: Təyyarələr, qatarlar və gəmilər kimi nəqliyyat vasitələrindəki soyutma sistemləri daxili temperaturun və havanın rahat olmasını təmin edir.

Əyləncə və İdman Sahələri: Soyutma sistemləri buz arenaları, buz meydançaları, kinoteatrlar və konsert məkanları kimi yerlərdə daxili istilik və rahatlığı təmin etmək üçün istifadə olunur.

Kənd Təsərrüfatı və Kənd Təsərrüfatı Məhsullarının Emalı: Kənd təsərrüfatı məhsullarının saxlanma sahələrində məhsulların keyfiyyətini qorumaq üçün soyutma sistemlərindən istifadə edilir.

Elmi Tədqiqatlar və Laboratoriyalar: Soyutma sistemləri həssas təcrübələr və sınaqlar üçün aşağı temperaturlu iş mühiti təmin etmək üçün istifadə olunur.

Bu siyahı soyutma sistemləri istifadə olunduğu sahələrin yalnız bir neçə nümunəsidir. Müxtəlif sənaye və ehtiyaqlara uyğun olaraq daha spesifik istifadə sahələri də var.

MÜHAZİRƏ 2.

Təbii və suni soyutma. Müxtəlif sahələrdə süni soyuqluğun tətbiqi

Süni soyuqluq texnikası müasir səviyyəyə çatana qədər uzun bir inkişaf yolu keçmişdir. Hələ ibtdai icma dövründən əti qarlarla dolu olan mağaralarda saxlayırdılar. Sonralar isə ərzaq məhsullarını saxlamaq üçün buzdan istifadə etdilər. Daha sonralar müəyyən edildi ki, buza yemək duzu qarışdırıldıqda daha aşağı temperaturalar almaq mümkündür. XIX əsrdən sonra maşın texnikasının inkişafı ilə əlaqədar olaraq süni soyuqluğu xüsusi soyuducu maşınlar vasitəsi ilə almaq imkanı yarandı.

Hazırda süni soyuqluq xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində geniş istifadə olunmaqdadır. Süni soyuqluğun istifadəsi soyuducu qurğuların üzərinə düşür. Soyuducu maşınların, köməkçi avadanlığın və kameraların birgə işləməsinə soyuducu qurğular deyilir.

Təbiətdə istilik və soyuqluğun fiziki mahiyyəti eynidir. Fərq yalnız ondadır ki, isti cisimdə hissəciklərin (atom, molekul, və s.) hərəkət sürəti böyük, soyuq cisimdə isə kiçik olur. Odur ki, cismə istilik verdikdə onun hissəciklərinin hərəkət sürəti artır, ondan istilik aldıqda isə hissəciklərin hərəkət sürəti azalır.

Cismin soyuması ondan istilik alınması sayəsində baş verir. Ən sadə soyutma üsulu cisimlə ətraf mühit (hava, su, torpaq) arasında istilik mübadiləsi ilə olan soyudulma prosesidir. Lakin belə üsulla ən təkmil (ideal) mübadilə şəraitində belə cisim yalnız ətraf mühit temperaturuna qədər soyuya bilər. Bu cür soyutma təbii soyutma adlanır. Cismin ətraf mühitdən aşağı temperaturlara qədər soyudulması isə süni soyutma adlanır.

Süni soyutmanı iki üsulla almaq olar. Birinci üsul təbii soyuqluğun saxlanılmasına əsaslanır. İkincisi isə təbiətdə mövcud olan və termodinamikanın ikinci qanunu ilə ifadə edilən qanunauyğunluqlara əsaslanır. Birincii üsul duzla - buz soyutmasına aiddir. İkinci üsul isə maşınla soyutmanın əsasını təşkil edir və soyuducu maşınlar kursunda öyrənilir. Birinci soyuducu qurğu 1861-ci ildə Sidney şəhərində ət dondurmaq üçün tikilmişdir və həmin ildə Avstraliyadakı neftayırma zavodunda neftdən parafinin ayrılması üçün soyuducu qurğudan istifadə istifadə edilmişdir. 70-ci ilin axırları 80-ci ilin əvəllərində ilk dəfə olaraq Cənubi Amerikadan və Avstraliyadan Fransa və İngiltərəyə gəmi refrigeratorlarda ət daşınması həyata keçirilmişdir.

1881-ci ildə ilk maşınla soyudulan buzxana Boston şəhərində və Londonda olmuşdur. Rusiyada birinci soyuducu maşınla işləyən soyuducu qurğu 1888-ci ildə Həştərxanda balıq vətəkəsində istifadəyə verilmişdir.

Həmin ildə Volqada hava soyuducu maşını ilə işləyən refrigerator barkalarının yaranması refrigerator su nəqliyyatının əsasını qoydu. 1889-cu ildə isə pivə zavodlarında şokolad fabriklərində stasionar soyuducu qurğular tikildi. 1892-ci ildə Qafqaz, orta Asiya və Krımda kiçik buz zavodları tikilməyə başladı. 1895-ci ildə Rusiyada tutumu 250 ton olan ilk istehsal buxanası Belqorod şəhərində tikilmişdir. Ərzaq məhsulunun vaqon-buxanalarında daşınması isə 1860-cı ildən başlanmışdır.

1914-cü ilə qədər Rusiyada ümumi tutumu 45600 ton olan cəmi 29 buxana var idi. Vətəndaş müharibəsi illərində soyuducu müəssisələrin çoxu sıradan çıxmış, qalanları da bərhad hala salınmışdı. 1925-ci ildən başlayaraq sənaye mərkəzləri və liman şəhərlərində yeni liman tikilişlərinə başlanmışdır. 1941-ci ilin əvvəllərində buxanaların tutumu 370.5 min tona çatdırılmışdır ki, 1917-ci ilə nisbətən 6.5 dəfə çox idi. İkinci dünya müharibəsində soyuqluq təsərrüfatına xeyli zərər dəymişdir. Lakin böyük bərpa işləri ilə əlaqədar olaraq, artıq 1948-ci ildə buxanaların tutumu müharibə illərinə nisbətən xeyli artmışdır. Buxanaların intensiv tikilişi 1949-cu ildən həyata keçirilir. Təkcə 1949-cu 1950-ci illər ərzində 250 min ton tutuma malik olan soyuducu qurğular istifadəyə verilmişdir.

1970-ci ildə buxanalının tutumu 4 milyon ton, 1975-ci ildə 5 milyon ton və 1980-ci ildə isə 6 milyon ton olmuşdur. Rusiya, ABŞ və Yaponiya buxanaların tutumuna görə qabaqki yerləri tuturlar. Son zamanlar kompressor hazırlayan zavodlarımız yeni tipli və yüksək soyuqluq hasilatlı turbokompressorların, vintvari və rotorlu kompressorların istehsalına başlanmışdır. Hal-hazırda ticarət tipli soyuducuların inkişafına daha çox fikir verilir.

Süni soyutma ilə alınan temperatur həddi $-273,2^{\circ}\text{S}$ -yə çatır. əgər temperatur 0°S olarsa buna mülayim soyuqluq, -100°S a dərin soyutma deyilir.

Mülayim soyutma xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində, dərin soyutma isə havanın, başqa növ qazların mayeləşdirilməsində istifadə olunur.

1834 - cü ildə ingilis həkimi Perkins etil efiri ilə işləyən soyuducu maşın yaratdı. Maraqlı cəhət budur ki, Perkinsin maşını müasir kompression soyuducu maşınlarının «oxşarı» hesab etmək olar, belə ki, bu maşın xaricdən verilən istilik hesabına etil efinin aşağı temperaturlarda qaynadığı (etil efinin eyni temperaturlarda suya nisbətən, qaynama təzyiqi xeyli yüksəkdir) qabdan (buxarlandırıcıdan) buxarı sıxaraq ilanvari boruya yönəldən nasosdan (kompresordan) daha yüksək temperatur və təzyiqdə kondensasiya olan ilanvari borudan (kondensatordan) və alınan mayenin drosselləndirdiyi xüsusi ventillərdən ibarət idi. Drossellənən maye qaba (buxarlandırıcıya) daxil olaraq aşağı

temperaturda qaynayırdı.

Respublikamızda soyuducu texnika istehsal edən ilk müəsisə - Bakı soyuducular zavodu 1960 - cı ildə istifadəyə verilmişdir ki, bunun da ilkin istehsal gücü ildə 15 000 ədəd məişət soyuducusu idi. 1973 - cü ildə Sumqayıt şəğərində Yapon firmalarının lisenziyası ilə tikilmiş və illik istehsal gücü bir milyon olan "Kompessor" zavodu həm Bakı soyuducular zavodunu, həm də SSRİ məkanında bir sıra digər zavodları (Səmərqənd, Ussuriysk və s.) komprssorla təmin edirdi.

1975 - ci ildə Yaponiyanın "Toshiba" firmasının inşa etdiyi Bakı Məişət Kondisionerləri zavodu (illik istehsal gücü - 426 000 ədəd məişət kondisioneri) respublikamızı soyuducu maşınqayırma sənayesi Sahəsində, SSRİ - də aparıcı yerlərdən birinə çıxardı. Məişət kondisionerləri istehsalının qurulması, yeni müxtəlif çeşidli kondisioner və istilik nasoslarının seriyalı istehsalının işlənilib hazırlanması və ümumiyyətlə bu sənaye Sahəsinin uğurlu inkişafı 1974 - cü ildə yaradılan və sonralar Məişət Kondisioneri zavodu ilə "Bakı Kondisioneri" EİB - nə çevrilən "Məişət Kondisionerləri Xüsusi Konstruktor - texnologı bürosu" (MKXKTB) böyük rol oynadı.

1978 - ci ildən e'tibarən AzTU - nun "Daxili Yanma Mühərrikləri və sənaye maşınları" kafedrası ilə əməkdaşlığa başlayan MKXKTB, Məişət Kondisionerləri maşın və aparatlarının ən müasir üsullarla hesablama metodikası üzərində elmi axtarırlara başladı və 1992 - ci ildə belə metodika artıq işlənilib hazırlandı. Belə metodun işlənilib hazırlanmasında "DYM və soyuducu maşınlar" kafedrasının müdiri, respublikanın əməkdar elm xadimi, texnika elmlər doktoru, professor, istedadlı mühəndis, gözəl müəllim və nəcib insan olan N.Ə.Kərimovun dizel mühərriklərinin yanacaq sistemində axmasının tədqiqinə həsr olunan nəzəriyyəsi olduqca böyük rol oynadı. MKXKTB - nin elmi və mühəndis kadrlarının böyük zəhməti hesabına başlanğıcda yalnız iki növ məişət kondisioneri istehsal edən zavod, 15 il müddətində 65 - dən çox müxtəlif çeşidli kondisioner və istilik nasosu istehsal edildi.

Hal - hazırda soyuducu maşın və aparatların iş proseslərinin müasir riyazi üsullarla öyrənilməsi və tədqiqinə aid elmi işlər AzTU - nun "İstilik və soyuqluq texnikası" kafedrasında davam etdirilir.

Mülayim soyutma maşınları ilə əldə edilən süni soyuqluq demək olar ki, xalq təsərrüfatının bütün Sahələrində geniş tətbiq edilir. Məsələn ən yaxşı konservləşdirici vasitə kimi (başqa konservləşdirmə üsullarından fərqli olaraq saxlanan məhsulun ilkin keyfiyyətlərinin mühafizə olunmasına görə) yeyinti, ət - süd sənayesi və kənd

təsərifatında məhsulların dondurulması və saxlanması üçün, neft emalı və kimya sənayesində müxtəlif süni məhsulların (kauçuk, liflər, polietilen və s.) istehsalı və s. üçün istehsal müəssisələri sexlərində, ictimai, inzibati və məişət binalarında havanın kondisiyalaşması üçün, dağ - mədən sənaye və tikintidə dəyanətsiz torpaqların qazılmasında, refricator nəqliyyatında, tibbdə əczaçılıq sənayesində, metallurjiya sənayesində (poladların termiki emalı üçün), radiotexnikada istehsal məmulunun sınağında və s. yerlərdə süni soyuqluğun rolu əvəzənməzdir.

Hal hazırda ölkəmizdə əsasən kompression tipli soyuducu maşınlardan istifadə olunur. Enerci qənaətliliyi problemi ucuz - tullantı istilik enerjilərindən istifadəyə imkan verən absorpsion və buxar ecektorlu maşınların geniş tətbiqində getdikcə yayılır. Termoelektrik soyuducu maşınlar radiotexnikada və xüsusi cihazlarda (çox kiçik soyuqluq məhsuldarlığı tələb olunan yerlərdə) tətbiq edilir.

MÜHAZİRƏ 3.

Soyuducu qurğuların xüsusiyyətləri. Buzxanaların növləri.

Ərzaq məhsullarının uzun müddət və yüksək keyfiyyətli saxlamaq üçün süni soyuqluqdan istifadə olunur. Soyuducu qurğuların işi aşağıdakı xarakterik xüsusiyyətlərə malikdir:

- a. Yüksək keyfiyyətli tez xarab olan məhsulları saxlamaq üçün məhsul saxlanan mühitin temperaturu ətraf mühitin temperaturundan aşağı, nisbi nəmlik nəmlik isə verilmiş normada olmalıdır.
- b. Ətraf mühitdən kameraya axan istiliyin və rütubətin qarşısını almaq üçün soyuducu qurğularda xüsusi konstruksiyalı materiallardan (izolyasiyalardan) istifadə olunmalıdır.
- c. Kameraları məhsulla yükləmək və boşaltmaq üçün müxtəlif növyükləyici və boşaldıcı mexanizmlərdən istifadə olunmalıdır.
- d. Soyuducu qurğularda yüksək sanitariya tələbatları ödənilməlidir.

Soyuducu qurğular istifadə olunmasına görə müxtəlif olurlar.

İstehsal-tədarük tipli buzxanalar. Bu buzxanalar ərzaq məhsulu istehsal olunan yerlərdə tikilir. Burada əsas proses məhsulların soyudulub-dondurulmasından ibarətdir. İstehsal-tədarük tipli buzxanaların iş rejimi qeyri-müntəzəmdir., avadənliqların pik rejimdə işləməsi ilin müxtəlif aylarına uyğun gəlir. Məsələn; balıq ovu – yazda, meyvə yığıımı – yayda, ət istehsalı payızda və s. bu növ buzxanalarda qısa müddətdə ərzaq

məhsulu saxlamaq üçün (10÷20 gün) kameralarda nəzərdə tutulmalıdır.

Bazis tipli buxanalar. Bu növ buxanalarda istahsal – tədarük buxanalarında dondurulmuş ərzaq məhsulları uzun müddət saxlanılır. Bazis tipli buxanalardakı avadanlıqlar istehsal tipli buxanalara nisbətən müntəzəm işləyirlər. Bu növ buxanaların kameralarında temperaturun temperaturun ($t = -20 \text{ }^{\circ}\text{S}$) və nisbi nəmliyin $\varphi_h = 90\%$ sabit saxlanması əsas tələbatlardan biridir.

Liman tipli buxanalar. Bu buxanalar məhsulu bir növ nəqliyyatdan digər növ nəqliyyata (gəmi-refrigeratordan, vaqon-refrigeratordan) yükləmək üçün istifadə olunur. Liman tipli buxanalarda görüləcək işin həcmi yuxarıda göstərilən buxanalardan dəfələrlə çoxdur. Odur ki, liman tipli buxanalarda kompleks mexanikləşmədən (yükləmə, boşaltma mexanizmlərdən) geniş istifadə olunur. Bu növ buxanalar çay və dəniz limanlarında tikilir.

Paylayıcı buxanalar. İlin istənilən fəslində şəhər və rayonları müxtəlif növ ərzaq məhsulları ilə təmin edən buxanalara paylayıcı buxanalar deyilir. Bu buxanalardakı avadanlıqların işi istehsal-tədarük buxanalarındakına nisbətən müntəzəm olur. Belə buxanalarda müxtəlif növ ərzaq məhsulları (ət, süd, yumurta və s.) saxlanılır. Paylayıcı buxanalarda, adətən müxtəlif növ, məsələn, sulu buz, quru, dondurma və s. məhsullar istehsal etmək üçün xüsusi sexlər də olur. Əgər buxanada bu göstərilən növ sexlər varsa, belə buxanalara soyuqluq kombinatları deyilir.

Ticarət tipli buxanalar. Bu buxanalar ən çox ərzaq mağazalarında, restoranlarda, yeməxanalarda ərzaq məhsulunun qısa müddətdə saxlamaq üçün istifadə olunur buxanalarda ərzaq məhsulunun saxlama temperaturunun sabitliyinə bir o qədər də fikir verilmir.

Nəqliyyat tipli buxanalar. Bu buxanalar ərzaq məhsullarını aşağı temperaturda tələb olunan yerlərə daşımaq üçün istifadə olunur. Nəqliyyat tipli buxanalara avtomobil, vaqon və gəmi buxanalarını misal göstərmək olar.

Məişət tipli buxanalar. Ərzaq məhsullarını qısa müddətdə yüksək keyfiyyətli saxlamaq üçün az soyuducularından istifadə olunur.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz buxanalar növlərinə görə şərti qəbul olunmuşdur. Belə ki, buxanalar öz funksiyalarını dəyişə də bilirlər. Məs: Bakı liman buxanası, burada istənilən ərzaq məhsulu uzun müddət saxlanılır.

Buxanalar tutumuna görə kiçik, orta və böyük tutumlu olurlar. 500 tona qədər tutumu olan buxanalar kiçik 5000 qədər olanı orta, 5000 tondan çox olanı isə böyük

tutumlu buzxanalar adlanır.

Xarici ölkələrdə buzxananın tutumunu kubmetrlə, keçmiş SSRİ-də isə tonla ölçürlər. Ev soyuducularının tutumu litrlə dm^3 -la ölçülür. Bildiyimiz kimi ərzaq məhsullarının sıxlığı müxtəlifdir. Odur ki,eyni həcmdə müxtəlif miqdarda ərzaq məhsulları saxlamaq mümkündür.Bəzi halda kameraların tutumunu, onların məhsuldarlığı ilə xarakterizə edirlər. Məsələn, soyutmaq və dondurmaq üçün kameraların məhsuldarlığı t-saat ,t-sutka və t-növbə ilə ölçülür. Dondurma kameraları məhsuldarlığına görə üç növ olur. Məhsuldarlığı 20 –t sutka olana kiçik,100 t-sutka olana orta,100 t- sutkadan çox olarsa böyük olarsa böyük məhsuldarlıqlı dondurucu kameralar deyilir.

Buzxanalar bir və çox mərtəbəli olurlar. Bunların hərəsinin ayrılıqda müsbət və mənfi cəhəti vardır. Çoxmərtəbəli buzxanalar az yer tuturlar və ətraf mühitdən kameraya axan istilik axımı az olur.Bu çox mərtəbəli buzxanaların müsbət cəhətidir. Mənfi cəhəti isə məhsulluğunu yükləyib boşaltmaq üçün mexanizmlərdən geniş istifadə olunmasının çətinləşməsidir.

Bir mərtəbəli buzxanalarda isə tikinti sahəsi və ətraf mühitdən axan istilik axımı çox olur.Lakin yükləyici mexanizmlərdən geniş istifadə etmək olur.Aparılan təcrübələr göstərdi ki,bir mərtəbəli buzxanalarda görülmək işin maye dəyəri,çox mərtəbəlilərə nisbətən 30% az olur. Son zamanlar tədqiqatlar arasında müəyyən olunmuşdur ki,buzxananın tutumu 10000 tona qədər olarsa,buzxananın bir mərtəbəli , 100 00 tondan çox olarsa, çoxmərtəbəli tikmək əlverişlidir.

Son zamanlar yeraltı buzxanaların tikilməsinə də fikir verilir. Bu buzxanalar istifadə olunmayan daş karxanalarında və yaxud dağ aralarında tikildikdə külli miqdarda izolyasiya və tikinti materiallarına qənaət olunur. Çünki buzxanalarda ətraf mühitdən axan istiliyin miqdarı çox az olur.

Gəmi soyuducu qurğularının təyinatı. Soyuducu qurğulardan soyutma kameraları olan bütün gəmilərdə və refrijerator gəmilərində istifadə olunur. Refrijeratorlu gəmilərdən tez xarab olan ərzağı (ət, balıq, yağ, meyvə, tərəvəz və s.) daşımaq üçün istifadə olunur.

Hal-hazırda sərnişin gəmilərində və quru yük daşıyan gəmilərin əksəriyyətində hava kondisiyalaşdırma sistemləri qurulur. Havanın kondisiyalaşdırılması zamanı onun temperaturu və nəmliyi dəyişdirilir və bunun nəticəsində məişət otaqlarında və iş yerlərində əlverişli şərait yaranır.

Gəmi soyuducu qurğularının istismar şəraiti ilə əlaqədar onlar aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir : soyuducu qurğunun mexanizm, aparat, sistem və quruluşlarının

konstruksiyası, onların yerləşdirilməsi və bərkidilməsi gəminin yırğalanması və titrəməsi şəraitində qurğunun arasıkəsilməz işini təmin etməlidir. Registrin qaydalarına görə gəminin mümkün ola biləcək bütün istismar şəraitlərində, eləcə də kren və different bucağının aşağıdakı qiymətlərdən az olmamaqla qurğunun etibarlı işi təmin olunmalıdır : istənilən borta uzun müddətli kren olduqda - 15°, yırğalanma zamanı istənilən borta kren bucağı - 22°30', uzun müddətli different olduqda - 5°, kil yırğalanmasında different 10° olduqda. Soyuducu qurğunun etibarlılığını artırmaq və istismarını dayandırmadan təmir işlərini aparmaq məqsədi ilə əsas mexanizmlərin sayı ehtiyatı nəzərə almaqla götürülür. Qurğunun ayrı-ayrı elementləri dəniz suyu ilə soyudulur, odur ki onların materialı korroziyaya davamlı olmalıdır. Bundan başqa soyuducu qurğu kiçik qabaritə və çəkiyə, sadə quruluşa və qulluqedilməyə malik olmalıdır, ilkin dəyəri aşağı və yüksək dərəcədə səmərəli olmalıdır.

Soyuqluğun konservləşdirmə təsirinin bioloji əsasları. Bir çox ərzaq (ət, balıq, süd, yağ, meyvə və s.) tez xarab olur. Bütün tez xarab olan qida maddələrində zülal, piy, karbohidrat, mineral duzlar, su və s. vardır. Həmin üzvi maddələr havanın müəyyən temperatur və nəmliyində bəzi mikroorqanizmlərin (bakteriyaların, kifin, mayanın) inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır. Mikroorqanizmlərin sürətlə artmasından və həyat fəaliyyətində olduğundan tez xarab olan ərzağın əsas elementlərinin parçalanması nəticəsində əmələ gəlmiş maddələr ərzağın nəinki xarici görünüşünü və dadını, eləcə də onun qida keyfiyyətini dəyişir. Mikroorqanizmlər 7-70°C temperatur intervalında sürətlə inkişaf edir. Onların fəaliyyəti üçün ən əlverişli temperatur 20-35°C arasındadır. Qida maddələrinin korlanmasının qarşısını almaq üçün kimyəvi reaksiyanı tormozlamaq və kənardan mikroorqanizmlərin təsirinin qarşısını almaq lazımdır. Bu məqsədlə kimyəvi, bioloji və fiziki üsullardan istifadə olunur. Həmin üsullardan daha geniş yayılanı fiziki üsullardır.

Konservləşdirmə zamanı ərzaq ya qurudulur və ya da soyudulur. Qurudulma zamanı ərzağın tərkibi dəyişir, maye hissəcikləri olmadığı üçün mikroorqanizmlərin qidalanması pozulur və onlar məhv olur. Bununla yanaşı qurudulmuş ərzağın dadı dəyişir və qidalanma keyfiyyəti aşağı düşür.

Soyuqluq ərzaqdakı mikroorqanizmlərin aktivliyini müvəqqəti olaraq azaldır (soyuq mühitdə olduğu müddətdə). Odur ki, canlı və cansız hüceyrələrin konservləşdirilməsi üçün soyuqluqdan daha çox istifadə olunur.

Ərzağın soyuq emalının iki üsulu var : soyudulma və dondurulma.

Soyudulmada ərzağın tərkibindəki hüceyrə şirələri kristallaşmayır və maye şəklində qalır.

Dondurulmada şirələr kristallaşır. Dondurulma zamanı temperatur aşağı olduqca ərzaq xarab olmadan daha uzun müddət saxlanıla bilər. Lakin temperaturun həddən artıq azalması ətraf mühitdən kameraya axan istiliyin artmasına və kamerada nəmliyin azalmasına gətirib çıxarır. Nəmliyin azalması mikroorqanizmlərin məhv olmasına səbəb olur.

Kameradakı temperatur onun təyinatından və ərzağın saxlama müddətindən asılıdır (cədv.1).

Cədvəl 1. Ərzaq temperatur rejimi (°C)

Kamera	Saxlama müddəti			
	1 aya qədər	1-3 ay	3-6 ay	6 aydan çox
Ət	-8	-10	-12	-15
Balıq	-8	-10	-12	-12
Yağ, piy	-2	-4-(-6)	-4-(-6)	-6
Yumurta, süd	0-(-1)	0-(-1)	0-(-1)	-1
Tərəvəz	+4	+2	+2	+2
Meyvə	+4	+2	+2	+2
İçkilər	+10	+8	+8	+6
Dondurma	-18	-	-	-

MÜHAZİRƏ 4.

Buzxananın əsas ölçülərinin təyini

Tutumuna görə məhsulların aşağıdakı kimi bölüşdürürük:

Doldurulmuş məhsul saxlama kameraları - 75 %

Universal kameralar - 25 %

Doldurucu kameralar - 1 %

Buzxanalara gətirilən və aparılan məhsul sutkalı miqdarını təyin etmək üçün aşağıdakı ifadələrdən istifadə edirik:

$$G_{kəm} = \frac{G_{buz} \cdot \beta}{365} m_{kn} \frac{t}{sutka}, \quad G_{an} = \frac{G_{buz} \cdot \beta}{265} m_{buz}$$

G_{buz} = buzxananın ümumi tutumu

β - məhsulun dövretmə əmsalı adlanır. Paylayıcı buzxanalarda $B = \frac{(5 \div 6)l}{il}$ qəbul

edilir. $B = \frac{51}{il}$ qəbul edirik.

$m_{kam.}$ - buzxanada ərzaq məhsullarının gətirilməsini nəzərə alan qeyri-müntəzəmlik əmsəlidir və ədədi qiymətə $m=1,5 \div 2,5$ qəbul edilir. $m=2$ qəbul edirik.

$m_{buz.}$ - ərzaq məhsullarını buz kameralarda aparılması nəzərə alaraq qeyri-müntəzəmlik əmsəli olub, qiymətə $m_{bur.} = 1,1 \div 1,5^0$. $m_{bur.} = 1,4$ qəbul edirik.

Doldurulmuş məhsul saxlama kameralarına tutumu

$$G_{dol.} = G_{buz} \cdot 0,75$$

Universal kameraların tutumu

$$G_{yn.} = G_{buz} \cdot 0,25$$

Dondurucu kameranın mihsuldarlığı

$$G_{don.} = 0,01 \cdot G_{buz}$$

Dondurulmuş əti saxlama kamerasının yükləmə həcmi təyin edək:

$$V_{yük} = \frac{G_{don.} \cdot \gamma_m}{g_v} m^3$$

Burada g_v - vahid həcmə düşən ərzaq məhsulunun sıxlığı olub həcmi yükləmə norması adlanır.

Ərzaq məhsulunun həcmi yükləmə norması cədvəldə verilir.

Yükləmə həcmi bitdikdən sonra kameranı yükləmə sahəsini təyin edək:

$$F_{yük} = \frac{V_{yük}}{h_{yük}} m^2$$

Burada h yük kamerada yığılan məhsulunun hündürlüyündən və aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$L_{yük} = h_{tik} - (0,4 + 0,35 + 0,2)$$

0,4 - tavan batareyası ilə tavan arasındakı məsafə m-lə

0,35 - batareyası ilə məhsul arasında məsafə

0,2 - tavan batareyası oxunun hündürlüyü

h_{tik} - buzxananın tikinti hündürlüyüdür (təmiz döşəmədən tavan tirlərinə qədər məsafə)

Sahə yükləmə norması.

$$g_R = g_b \cdot h_{yük}$$

Sahə yükləmə normasını buraxmaqla bilən qiymət döşəmədən bilavasitə torpaq üzərində yerləşən buzxanalar üçün $4000 \div 5000 \text{ kq/m}^2$ götürülür.

$$\beta_F = 1,34 \text{ t/m}^2 = 1340 \text{ kq/m}^2 < [\beta_F]_{bur.}$$

Kameranın yükləmə sahəsi mövcud olduğdan sonra onun tikinti sahəsi aşağıdakı kimi olur.

$$F_{tik.} = \frac{V_{yük}}{\beta_F} m^2$$

Burada β_F - sahədən istidirdə etmə əmsalı olub baş calaq sahəsi nəzərə alınır.

Sahədən istifadə etmə əmsalı kameranın sahəsindən asılı olaraq cədvəldə verilir. Kameranın sahəsi 100 m^2 olarsa, $\beta_F = 0,65; 400 \text{ m}^2$ çox olarsa $\beta_F = 0,8 \cdot 100 \div 400 \text{ m}^2$ çox olarsa $\beta_F = 0,7$ qəbul edilir.

Tikinti düzbucaqlısının sahəsi (6 x 12), (12 x 12), (18 x 12) və (24 x 12) m^2 qəbul edlən onların sayı təyin edilir.

$$n = \frac{F_{tik}}{f} \text{ ədəd}$$

Kameranın həcmi tutumu

$$G_{hər} = F_{tik} \cdot q_F \cdot \beta_F$$

Dondurucu kameranın tikinti sahəsi

$$F_{tik} = \frac{M \cdot t}{H \cdot 24} \cdot k \text{ m}^2$$

M - dondurucunun sutkalıq məhsuldarlığı, t/sutka; t - kameranı tam dövriyyə vaxtı (kamerada yükləmə, boşalma, termiki emal və kamera avadanlığının qar köynəyində təmizləmə vaxtlarının cəmindən ibarətdir); H - asqı yolunun yükləmə normasıdır, t/m .

k - $H=1 \text{ m}$ asqı yoluna düşən yükədən 1 m^2 tikinti sahəsinə düşməsi zamanı yükə keçid əmsalıdır.

Ekspedisiya otağının tikinti sahəsi

$$F_{tik} = \frac{0,5 \cdot M}{0,35}$$

Buzxananın ümumi sahəsi

$$F_{buz} = \frac{\sum F_{tik}}{\eta_{buz}}$$

η_{buz} - soyuducu müəsiəsi f.i.ə. olub, orta tutumu buzxanalar üçün $\eta_{buz} = 0,85$ götürülür.

Maşın zalın tikinti sahəsi.

$$F_{ma.zal} (0,1 \div 0,15) F_{ik.}$$

Köməkçi avadanlıqların sayının təyini və platformanın hesabı

Qəbul edirik ki, buzxanaya gətirilən məhsulun 90% dəmir yol nəqliyyatı, 10% isə avtomobil nəqliyyatı ilə yerinə yetirilir.

buzxadann buraxılan məhsulunun 15%-i dəmir yol nəqliyyatı ilə yerinə yetirilir.

Dəmir yol nəqliyyatına düşən yükün miqdarı

$$G_{g/j} = 0,9G_{kon} + 0,15G_{buz}, t / sutka$$

Sutka ərzində buzxanaya gələn balonların sayı $n_{vaq.} = \frac{Gg/i}{g_{vaq.}}$ ədəd/sutka

$g_{vaq.} = 25$ ton qəbul edirik.

$$n_{vaq.} = \frac{Gg/i}{g_{vaq.}} \text{ ədəd/sutka}$$

Dəmir yol platformaya uzunluğu aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$L_{d/yol} = \frac{n_{vaq.} \cdot \ell_{vaq.} \cdot m_{vaq.}}{\Pi} [m]$$

$\ell_{vaq.} = 1$ vaqonu uzunluğunu olub, dördoxlu vaqonlar üçün $\ell = 20m$ qəbul olunur.

$m_{vaq.}$ - vaqonların buzxanaya gəlməsini qeyri-müntəzəmlik əmsalı adlanır.

$$m_{vaq.} = 1,1 \div 1,5 ; m_{vaq.} = 1,3 \text{ qəbul edilir.}$$

II - sutka vaqonların buzxanaya gəlmə sayını nəzərə alıb,

$$\Pi = 1 \div 4 \text{ götürülür, } \Pi = 2 \text{ qəbul edilir.}$$

Avtomobil nəqliyyatına düşən yükün miqdarı,

$$G_{ab} = 0,1G_{km} + 0,85G_{buz}, t / sutka$$

Sutka ərzində buzxanalara gələn avtoregmatör sayının təyin edək:

$$h_{avt.} = \frac{G_{avt.}}{g_{avt.} \cdot \eta_{in.cl.m.}} \text{ ədəd/sutka.}$$

$q_{avto.} = 1$ avtomobili yükötürmə qabiliyyət olub $q_{abi} = 3 \text{ ton}$ qəbul olur.

$\eta_{isp.om.olu.}$ - avtomobili yükötürmə qabiliyyəti nəzərə alan əmsal olub.

$$\eta_{is.ol.} = 0,5 \div 0,7 \quad \eta_{is.ol.} = 0,6 \text{ qəbul edirik.}$$

Avtomobil platforması uzunluğu aşağıdakı kimidir.

$$L_{avt.} = \frac{h_{avt.} \cdot b_{av.} \cdot \tau_{ab} \cdot m_{ab} \cdot \psi_{avt}}{8}$$

$b_{avto.}$ – avtorefrejatorun eni olub. $b_{avto.} = 3 \div 4 m$ qəbul olunur.

τ_{ab} - yükləmə və boşaldılma vaxtı

$$\tau_{avt.} = 0,5 \div 0,75 \text{ saat}$$

$\psi_{avt.}$ - bu əmsal bir nöqtədə işə çıxan maşınların sayını nəzərə alır:

$$\psi_{avt.} = 0,6 \div 1$$

$m_{avt.}$ - avtoferatın buzxanaya gəlməsin qeyri-müntəzəmliyi nəzərə alan əmsaldır. $m_{avt.} = 1,5$

Yükləyici mexanizmlərin sayını təyin edək:

$$H_{yük.,mex.} = \frac{G_{da.x.} \cdot \tau \cdot \varphi \cdot 1,2}{g_{yük.} \cdot \eta_{işt.ol.} \cdot 480} [\text{ədəd}]$$

$g_{j.mex.}$ - yükləyici mexanizmləri yük götürmə qabiliyyətdir.

$$g_{j.mex} = (0,5 \div 0,75) \quad g_{j.mex} = 0,75 m \text{ qəbul edirik.}$$

τ - mexanizmin yükləmə vaxtı olub $6 \div 10$ ədəd götürülür.

Ψ - əmsalı işə I növbədə görülməyə iş həcmi nəzərə alınır. $\Psi = 0,5 \div 0,8$ qəbul edilir.

$\eta_{işt.ol.} = 0,7$ - mexanizmi tam yükə götürmə qabiliyyəti nəzərə alan əmsaldır.

MÜHAZİRƏ 5.

Soyudulan kameralarda havanın temperaturunun aşağı alınması, temperaturun və nisbi nəmliyin sabit saxlanması

Soyudulan kameralarda əsas üç parametmə: kamerada havanın temperaturuna, nisbi nəmliyinə və kameradakı havanın təmizlik dərəcəsinə fikir verilir.

Kamerada temperaturu sabit saxlamaq üçün qərarlaşmış istilik rejimi yaradılmalıdır. Yəni ətraf mühitdən və başqa yolla kameraya axa biləcək istiliklərin cəmi kamerada qoyulan avdanlıqların ala biləcəyi istilik miqdarına bərabər olmalıdır.

Belə halı ancaq dondurulmuş ərzaq məhsulları uzun müddət saxlama kameralarında axmaq mümkündür. Dondurucu kameralarda qərarlaşmış istilik rejimini almaq mümkün deyil.

Tarazlıq temperaturu

Tarazlıq temperaturunu təyin etmək üçün istilik balansından istifadə olunur. İstilik balansını yazmaq üçün Şəkil 1.1.-dən istifadə edək. Sxemə əsasən yaza bilərik:

$$Q_0 = Q_{\text{ə.m}} + Q_{\text{dax}} + Q_{\text{yük}} \quad (1.1)$$

Tarazlıq temperaturu təyin etmək üçün istilik balansından istifadə olunur.

$Q_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitdən kameraya axan istiliyinmiqdarıdır;

Q_{dax} – daxili istilik olub, kamerada işləyən fəhlələrdən, lampalardan, elektrik mühərriklərindən və s. ayrılan istiliklərin cəmidir;

$Q_{\text{yük}}$ – termiki emal zamanı kameraya yüklənən ərzaq məhsuldan ayrılan istilik miqdarıdır.

Fərz edək ki, $Q_{\text{dax}} + Q_{\text{yük}} = 0$ (1.2)

Onda $Q_0 = Q_{\text{ə.m}}$ (1.3)

Bu istilik balans tənliyinə uyğun gələn temperatur tarazlıq temperaturu adlanır. Ətraf mühitdən kameraya axan istiliyi aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$Q_{\text{ə.m}} = K_{\text{ə.m}} \cdot F_{\text{ə.m}} \cdot (t_{\text{ə.m}} - t_k) \quad (1.4)$$

Burada, $K_{\text{ə.m}}$ – kameranın divar hörgüsünün istilikötürmə əmsalıdır, Vt/m^2 dər
 $F_{\text{ə.m}}$ - kameranın hörgülərinin (4 yan tərəfləri, döşəmə və tavanın) sahəsidir, m^2 ;

$t_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitin temperaturudur,

t_k – kameradakı havanın temperaturudur, S^0 .

Kamera avadanlığının batareyanın və ya hava soyuducusunun aldığı istilik miqdarını isə aşağıdakı tənliklə ifadə edə bilərik.

$$Q_{\text{ə.m}} = K_0 \cdot F_0(t_k - t_0) \quad (1.5)$$

Burada, K_0 – soyuducu cihazın istilikötürmə əmsəlidir, $Vt/m^2dər$
 F_0 - soyuducu cihazların səthinin sahəsidir, m^2 ;
 t_0 – soyuducu agentin qaynama temperaturudur, S^0 .
İstilik balans tənliyinə əsasən yaza bilərik:

$$K_{\text{ə.m}} \cdot F_{\text{ə.m}}(t_{\text{ə.m}} - t_k) = K_0 \cdot F_0(t_k - t_0) \quad (1.6)$$

Bu tənliyi t_k – ya görə həll etmək aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$t_k = \frac{K_{\text{ə.m}}F_{\text{ə.m}}t_{\text{ə.m}} + K_0F_0t_0}{K_{\text{ə.m}}F_{\text{ə.m}} + K_0F_0} \quad (1.7)$$

alırıq.

Bu ifadədən görürük ki, kameradakı havanın tarazlıq temperaturuna üç fiziki kəmiyyət təsir göstərir.

1. $\frac{K_{\text{ə.m}}F_{\text{ə.m}}}{K_0F_0}$ – burada $K_{\text{ə.m}}F_{\text{ə.m}}$ - sabit qəbul olunur.
 K_0F_0 – I isə dəyişmək mümkündür. Məsələn, K_0 – I hava soyuducularında ventilyatoru işə salıb işdən saxlamaqla; F_0 – I isə kameradakı batareyaların bir qrupunu işə salıb, işdən saxlamaqla.
2. $t_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitin temperaturu daima dəyişir.
3. t_0 – soyuducu agentin qaynama temperaturu olub, kompressorun məhsuldarlığından asılı olaraq dəyişir. K_0 və F_0 –in dəyişməsindən asılı olaraq özü tənzimlənir.

(1.8) – ifadəsini analiz etsək, aşağıdakı iki halı ala bilərik:

- a. $K_0F_0 \geq K_{\text{ə.m}}F_{\text{ə.m}}$ olarsa, onda tarazlıq temperaturu t_0 – a yaxınlaşır. Yəni kameradakı havanın temperaturu soyuducu agentin qaynama temperaturuna bərabər olar.
- b. $K_0F_0 \leq K_{\text{ə.m}}F_{\text{ə.m}}$ olarsa, tarazlıq temperaturu $t_{\text{ə.m}}$ -ə yaxınlaşır. $t_k = t_{\text{ə.m}}$ olar. Belə halda kamera soyudulmur.

Tarazlıq nisbi nəmliyi.

Soyudulan kamerada nisbi nəmliyin dəyişmə sürəti aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\frac{d\varphi_k}{d\tau} = \frac{W_k - W_0}{D} \quad (1.9)$$

Burada φ_k – kameradakı havanın tarazlıq nisbi nəmliyidir;

τ – zamandır, (san);

W_k , - gətirilmiş nəmlik miqdarıdır, kq/san;

W_0 – kamera avadanlığının səthinə çəkə biləcək nəmlik miqdarıdır, kq/san;

D – kameradakı havanın tərkibində olan maksimum nəmlik miqdarıdır, kq/san

MÜHAZİRƏ 6.

Soyudulan kameraların, aparatların, boruların izolyasiyası.

İzolyasiya materiallarının əsas xassələri

Ətraf mühitdən kameraya axan istilik miqdarını azaltmaq üçün izolyasiya materiallarından istifadə olunur. İzolyasiya materiallarının düzgün seçilməsi əsas məsələlərdən biridir. Onları divarlara vurmaq üçün külli miqdarda zəhmət tələb olunur və buna çəkilən xərc buxananın tikilməsinə sərf olunan ümumi xərcin (25-40) %-ni təşkil. Buxanan bir tutumuna 0.6 m^3 izolyasiya tələb olunur.

Bildiyimiz kimi ətraf mühitlə kameradakı havanın temperaturu həmişə fərqli olur. Qərarlaşmış istilik rejimində ətraf mühitdən kameraya axan istilik seli divarın termiki müqavimətindən asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$q = K_{\text{ə.m}} \cdot (t_{\text{ə.m}} - t_k) = \frac{1}{R_{\text{ə.m}}} (t_{\text{ə.m}} - t_k), \frac{Vt}{m^2}$$

Burada; $K_{\text{ə.m}}$ – divarın termiki müqavimətidir, $\frac{m^2 d\text{ər}}{Vt}$;

$t_{\text{ə.m}}$ – ətraf mühitin temperaturudur;

t_k – kameradakı havanın temperaturudur.

Divardan axan xüsusi istilik seli stasionar şəraitdə təkcə $\frac{t_{\text{ə.m}} - t_k}{K_{\text{ə.m}}}$ – dən asılı deyil, o istilikvermə əmsallarından da ($\alpha_{\text{ə.m}}$ və α_k) asılıdır, yəni

$$q = \alpha_k (t_{k^1} - t_k) = \frac{t_{k^1} - t_k}{R_k};$$

$$(t_{k^1} - t_k) = \frac{R_k}{R_{\text{ə.m}}} (t_{\text{ə.m}} - t_k)$$

$t_{k^1} - t_k$ - temperatur fərqi divarın tam termiki müqaviməti ilə tərs mütənəsbdir. Deməli, t_{k^1} – in t_k - temperaturuna yaxınlaşması üçün divarın termiki müqaviməti mümkün qədər çox olmalıdır. Bu o deməkdir ki, divarın qalınlığı sonsuz böyük olmalıdır. Divarın termiki müqavimətini çoxaltmaq üçün divar içəri tərəfdən izolyasiya qatı ilə örtülməlidir. Onda kərpiç hörgüsünün qalınlığını azalda bilərik.

t_{k^1} – temperaturu t_k –yə nə qədər yaxın olsa, ərzaq məhsulunun qurudulan prosesi azalır. D.T.Ryutov apardığı təcrübələrlə müəyyən etmişdir ki, kameraya axan istilik miqdarı ərzaq məhsulunun qurulmasına səbəb olur. Əgər kamerada temperatur $t_k = -18^{\circ}\text{S}$ olarsa, onda ərzaq məhsulu öz çəkisindən hər kCoul istiliyə uyğun 0,036 qr., $t_k = -10^{\circ}\text{S}$ olarsa 0,062 qr. itirir. Bununla da müəyyən edilir ki, ətraf mühitdəki havanın tərkibində olan su buxarının miqdarından çoxdur. Onda ətraf mühitdən kameraya müəyyən qədər nəmlik diffuziya olunacaq. Kameraya axan nəmlik miqdarı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$W = \frac{1}{H_{\text{ə.m}}} \cdot (\rho_{\text{ə.m}} - \rho_k), \text{ kq/m}^2 \cdot \text{san}$$

Burada, H – divar konstruksiyasının buxar buraxma müqaviməti adlanır.

$\rho_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitdəki havanın tərkibində olan su buxarının parsial təzyiqidir(Pa).

ρ_k – kameradakı havanın tərkibində olan su buxarının parsial təzyiqidir(Pa).

İzolyasiya materiallarının əsas xassələri.

İzolyasiya materialları çox gərgin vəziyyətdə işləyirlər. Bildiyimiz kimi ətraf mühitin temperaturu daima dəyişir. Temperaturun dəyişməsi buzxanada işlədilən izolyasiya materiallarının keyfiyyətini pisləşdirir. Odur ki, seçərkən aşağıdakı izolyasiya materiallarını seçərkən aşağıdakı əsas xassələrə fikir vermək lazımdır.

1. İzolyasiya materialı elə olmalıdır ki onun sıxlığı və istilikkeçirmə əmsalı mümkün qədər az olsun. İzolyasiya materiallarının sıxlığının az olması o deməkdir ki, material məsaməlidir. Bilirik ki, havanın istilikkeçirmə əmsalı $\lambda = 0,023 \text{ Vt/m}^2\text{dər-dir}$.

İzolyasiya materiallarındakı məsamələrlə hava olduğuna görə həmin materialların istilikkeçirmə əmsalı az olur. Aparılan təcrübələr göstərir ki, materialın tərkibindəki məsamələr nə qədər kiçik olsa, həmin materialın istilikkeçirmə əmsalı o qədər az olur. Deməli məsamələrin böyük olması istilikkeçirmə əmsalının çox olmasına səbəb olur. Bu onunla izah olunur ki, böyük məsamələrdə qalan havanın miqdarı çox olduğuna görə istilikkeçirmə əmsalına konveksiya vasitəsi ilə istilikvermə də təsir edir. Bərk materiallarda istilikkeçirmə əmsalı düz xətt qanunu üzrə dəyişir və aşağıdakı düstur üzrə hesablanır.

$$\lambda_t = \lambda_0(1 + bt)$$

Burada $\lambda_t - 0^\circ \text{ S}$ temperaturda olan materialın istilikkeçirmə əmsalıdır;

b – temperatur əmsalı olub $(2 \div 4) \cdot 10^{-3}$;

t - izolyasiya materialı yerləşən mühitin temperaturudur.

Elə izolyasiya materialları var ki, onların optimal sıxlığında istilikkeçirmə əmsalı minimum olur.

2. İzolyasiya materialı hiqroskopik olmamalıdır, yəni nəmliyə qarşı neytral olmalıdır. Bildiyimiz kimi izolyasiya materialı su damcılarını özünə absorbsiya edərsə, material nəmlənir və çürüyüb sıradan çıxar.

İstilikkeçirmə bəhsindən bilirik ki, tikinti materiallarından nəmliyi artdıqca onların istilikkeçirmə əmsalları da artır. Nəm halda olan izolyasiya materialı hökmən qurudulmalıdır. Materialın qurudulması xüsusi quruducularda aparılır. Nəm materialı ilk dəfə tərəzidə çəkilib quruducuya verilir. Belə halda materialın çəkisi $g_{n.m}$ qəbul olunur. Material quruducudan sonra bir də çəkilir. Bunun çəkisi isə $g_{q.m}$ – olur. İzolyasiya materialı o vaxt quru sayılır ki, onun çəkisi bir neçə dəfə çəkildikdə sabit olsun materialdan ayrılan nəmlik miqdarı aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$g_n = g_{n.m} - g_{q.m}$$

Materialdan ayrılan nəmlik miqdarının quru materialın miqdarına olan nisbətində kütlə nəmliyi deyilir və x ilə işarə olunur.

$$x = \frac{g_n}{g_{q.m}}$$

Əgər quru materialın miqdarı məlum deyilsə, onu nəmlik miqdarına görə aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

$$X = g_{n.m} - g_n$$

$g_{q.m}$ –in qiymətini yerinə yazsaq, alarıq:

$$x = \frac{g_n}{g_{n.m} - g_n} = \frac{\frac{g_n}{g_{n.m}}}{1 - \frac{g_n}{g_{n.m}}}$$

Burada $\frac{g_n}{g_{n.m}}$ – nusbətini $\xi = 0 \div 1$ intervalında dəyişdiyi halda kütlə nəmliyi $x=0 \div \infty$ intervalında dəyişir. Bu ardıcılıqla izolyasiya materialındakı nəmliyin həcmi də təyin edə bilərik.

$$V_n = \frac{g_n}{\rho_n} = \frac{g_n}{1000}, m^3$$

ρ_n - materialın tərkibində olan su buxarının yaxud nəmliyin sıxlığı olub 1000 kq/m^3 götürülür.

Quru materialın həcmi isə

$$V_{q.m} = \frac{g_{q.m}}{\rho_{q.m}}$$

Nəm materialın həcmi quru materialın həcminə olan nisbətində həcm nəmliyi deyilir və ω ilə işarə olunur.

$$\omega = \frac{V_n}{V_{q.m}} = \frac{g_n \rho_{q.m}}{g_{q.m} \cdot 1000} = x \frac{\rho_{q.m}}{1000}$$

Materialın nəmliyini nəzərə alaraq istilikkeçirmə əmsalını aşağıdakı kimi təyin edə bilərik.

$$\lambda_t = \lambda_0 + \Delta\lambda\omega$$

Burada $\Delta\lambda$ – hər faiz həcm nəmliyinə düşən istilikkeçirmə əmsalının artımıdır;

ω – həcm nəmliyidir, %-lə ölçülür.

3. İzolyasiya materialları mümkün qədər istiliyə və soyuqluğa davamlı olmalıdır.
4. İzolyasiya materialları metal hissələrə qarşı neytral olmalıdır.
5. İzolyasiya materialları kəskin iyə malik olmamalıdır və iyi absorbsiya etməməlidir.
6. İzolyasiya materialları müəyyən qədər möhkəmliyə malik olmalıdırlar. Bu ondan ötrüdür ki, materialları işlədən zaman öz formalarını dəyişməsin və ya nəqliyyatla bir şəhərdən digər şəhərə göndərilən zaman əzilib sınmasın.
7. İzolyasiya materialları gəmiricilərə qarşı mümkün qədər davamlı olmalıdır.
8. İzolyasiya materialları mümkün qədər asan mexaniki emal oluna bilsin, yəni onları asanlıqla yonmaq, kəsmək mümkün olsun.
9. İzolyasiya materialları yüksək iqtisadi göstəricilərə malik olmalıdırlar.
10. İzolyasiya materialı yanğına qarşı davamlı olmalıdır.

İzolyasiya materialları istilik effektivinə görə bir neçə qrupa bölünürlər.

1. Yüksək keyfiyyətli izolyasiya materialları. Bu materialların istilikkeçirmə əmsalı $\lambda = 0.04 \frac{\text{Vt}}{\text{m}}$ dər-yə qədər, sıxlığı $\rho = 20 \div 100 \text{ kq/m}^3$ -dur. Yüksək keyfiyyətli izolyasiya materiallarından nəqliyyat tipli buxanalarda və souducularında və termokameralarda

istifadə olunur. Bu izolyasiya materiallarına penopolistrolu ПСБ-С, penopolivixloridi ПХВ, penopoliuretanı ПУ misal göstərə bilərik.

2. Keyfiyyətli izolyasiya materialları. Bu izolyasiya materiallarının istilikkeçirmə əmsalı $\lambda = 0.04 \div 0.082$ Vt/m.dər-dir. Sıxlığı $\rho = 100 \div 350$ kq/m³-dur. Keyfiyyətli izolyasiya materiallarına misal olaraq mineral probkanı, torf plitəsini, şüşə pambığı göstərə bilərik.
3. Orta keyfiyyətli izolyasiya materialları. Onların istilikkeçirmə əmsalı $\lambda = 0.82 \div 0.17$ Vt/m.dər-dir. Sıxlığı $\rho = 350 \div 500$ kq/m³-dur. Bu izolyasiya materiallarına misal olaraq penobetonu, şlakı göstərə bilərik.
4. Pis keyfiyyətli izolyasiya materialları. Belə izolyasiya materiallarının istilikkeçirmə əmsalı $\lambda = 0.17 \div 0.35$ Vt/m.dər-dir. Sıxlığı $\rho = 500 \div 1000$ kq/m³-dur. Pis keyfiyyətli izolyasiya materialları tikinti materialları kimi istifadə olunur.

MÜHAZİRƏ 7.

Buxar və hidroizolyasiya materialları

Ətraf mühitdən kameraya axan nəmliyin qarşısını almaq üçün hidroizolyasiya materiallarından istifadə olunur. Hidroizolyasiya materialları da istilik izolə edən materiallar kimi verilmiş tələbatları ödənilməlidir.

1. Hidroizolyasiya materialları mümkün qədər kiçik buxarburaxma əmsalına malik olmalıdırlar. Bilirik ki, ətraf mühitdən kameraya axan nəmlik miqdarı divarın buxarburaxma müqaviməti ilə tərs mütənasibdir.

$$w = \frac{1}{H_{\text{ə.m}}} (\rho_{\text{ə.m}} + \rho_k)$$

Burada, $H_{\text{ə.m}}$ - buxarburaxma müqaviməti olub aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$H_{\text{ə.m}} = \sum \frac{\delta}{\mu}$$

μ – materialın buxarburaxma əmsalı olub, cədvəldə verilir və kq/m·san·Pa ilə ölçülür.

δ – hörgünün qalınlığıdır və m ilə ölçülür.

2. Hidroizolyasiya materialları yüksək və aşağı temperatura qarşı davamlı olmalıdır. Bu ona görədir ki, temperatur dəyişdiyi zaman hidroizolyasiya materiallarının mexaniki xassəsi dəyişməsin.
3. Hidroizolyasiya materialları hiqroskopik olmamalıdır.
4. Hidroizolyasiya materialları kəskin iyə malik olmamalıdır.

Soyuqluq texnikasında ən çox istifadə olunan hidroizolyasiya materialı bitumdur. Bitumu neft məhsullarından alırlar. Bitum özü beş markada buraxılır. Bunlardan I və II markalı bitumlar aşağı temperaturlarda əridiyinə görə buxanalarda istifadə olunurlar. III, IV və V markalı bitumlar yüksək temperatura davamlı olduğu üçün buxanada yaxşı hidroizolyasiya materialları kimi geniş istifadə olunur. Bu markalı bitumları divara (160÷170) °S temperaturda 1÷5 mm qalınlığında çəkirlər. Son zamanlar buxanalarda hidroizolyasiya materialı kimi isti mastikadan geniş istifadə olunur bu materialın tərkibi 50% bitum, 25%

asbest, 25% isə qumdan ibarətdir. Mastikanı divara 10 mm qalınlığında suvaq şəklində çəkirlər. Bu materialı ilk dəfə Leninqrad soyuducu institutunun əməkdaşları təklif etmişlər.

Nəqliyyat tipli buxanalarda hidroizolyasiya materialı kimi alüminium vərəqələrindən borulindən də istifadə olunur. Borulindən ən çox termə, kameralarda ermobrokameralarda hidroizolyasiya kimi istifadə olunur. Dondurucu kameralarda da borulindən hidroizolyasiya materialı kimi istifadə olunur. Buxanaların döşəmə və tavanında hidroizolyasiya materialı kimi isti bitumdan, perqamentdən, xüsusi hallarda isə toldan istifadə olunur.

Izolyasiya və tikinti materiallarının sıxlığı, istilikkeçirmə və buxarburaxma əmsalları Cədvəl 2-də verilib.

Cədvəl 2.

Materiallar	Sıxlıq, kg/m^3 , ρ	Hesabi istilikkeçirmə əmsalı, $\text{Wt/m} \cdot \text{K}$, λ	Buxarburaxma əmsalı, $\text{qr/m} \cdot \text{saat} \cdot \text{mm c.s.}$
İstilik izolə materialları			
Hava	1.3	0.023	-
Qamış - plitə şəklində	200 - 300	0.10 – 0.13	-
Karton – büzməli	200 - 250	0.07 – 0.09	-
Mineralnambıqlı keçə	150 – 200	0.075 – 0.09	550 - 450
Cod mineral plitələr	250 – 450	0.075 – 0.093	
Mineral tıxac-plitə şəklində	300 – 350	0.075 – 0.08	250 - 0
Mipora	18 – 25	0.08 – 0.09	750 – 0
Ağac yonqarı	250 - 300	0.12 – 0.17	-
Fibrolit	300 – 500	0.14 - 0.21	-
Penobeton	400 – 550	0.15 – 0.17	325 – 0
Penosüşə(qaz-şüşə)	250 – 500	0.10 – 0.16	30 - 0
Pambıq şüşə	170	0.058	650
Tıxac plitələr ekspozit(ekspunt)	120 – 130	0.06 – 0.08	55
Torf plitələr	170 – 220	0.08 – 0.093	250
Şlak beton	700 – 1000	0.23 – 0.31	140 – 180
Dənəvərələnməmiş şlak	450 – 600	0.15 – 0.18	-

Keramzit çınqılı	300 – 500	0.15 – 0.21	450
Pemza	300 – 800	0.18 – 0.35	-
Keramzitbeton plitə	400 – 500	0.17 – 0.21	350 – 250
Torf	1100 – 1350	0.45 – 0.60	-
Vermikulit	150 – 300	0.08 – 0.10	-
Penoplast PXB-1	45 - 80	0.05 – 0.056	60
Penopolistrol PS-B	20 – 55	0.04 – 0.06	10
Penopolistrol PS-BS	20 – 30	0.04 – 0.05	80
Penopoliuratan PPU-3	50 – 80	0.04 – 0.046	60
Penopolitrol PS-4	100 - 130	0.05 – 0.058	80
Buxar və hidroizolyasiya materialları.			
Asfalt və asfalt-beton	1800 – 2000	0.75 – 0.85	10
Borulin və hidroizol	700 - 900	0.3 – 0.035	1.440 – 1.830
Perqamin və qalınlığı 0.4 mm	600 – 800	0.17 – 0.23	-
Bitum	900 – 1000	0.18 – 0.2	10
Ruberoid qalınlığı 1.2 mm	800	0.18	0.18
Etilen plynkası qalınlığı 0.07 mm	-	-	0.027
Tikinti materialları			
Beton	2000 - 2250	1.0 – 1.3	140
Yontalanmış daş hörgüsü	1700 – 2250	0.93 – 1.4	140
Ağac	550 – 800	0.14 – 0.23	-
Dəmir-beton	2250 – 2400	1.3 – 1.50	190
Quru kərpic hörgüsü	1450 – 1800	0.70 – 1.50	140
Dəniz çınqılı	900 – 1500	0.50 – 0.70	-
Şüşə	2450 – 3000	0.70 – 0.80	30
Şlak beton	1000 – 1500	0.40 – 0.70	14 – 18

Sementli suvaq	1750 – 1850	0.90 – 0.10	120
Asbestseentli vərəqələr və plitələr	1950	0.35	-
Örtülmüş torpaq	1800 – 1500	1.1 – 1.2	-
Alıq torpaq	1400 - 1600	0.5 -0.6	-

MÜHAZİRƏ 8.

İzolyasiya materiallarının nəmlənməsi və onun qarşısının alınma üsulları.

Örtüyün massivliyi haqqında anlayış.

İzolyasiya materiallarının nəmlənməsi soyuducu maşının işləmə saatlarının sayını çoxaldır. Yəni ətraf mühitdən kameraya axan istilik miqdarı çoxalır və izolyasiya materialı uzun müddət işlədikdən sonra çürüyüb sıradan çıxır. Belə halda soyuducu maşını saxlayıb, izolyasiya materiallarını təmir etmək lazımdır. Ümumi halda bilirik ki, izolyasiya materialı nə qədər qurudulsa da müəyyən qədər nəmlik qalır. Bundan əlavə izolyasiya materialı divara bərkidilən zaman müəyyən qədər nəmlənir. Deməli, kameraların istilik hesabını apararkən götürüləcək istilikkeçirmə əmsalının qiymətini nəmliyi nəzərə aldıqdan sonra qəbul etmək lazımdır. Bu istilikkeçirmə əmsalının qiyməti həqiqi qiymət sayılır.

İzolyasiya materiallarının tərkibinə hopa biləcək nəmlik miqdarı ətraf mühitin temperaturundan asılıdır. Ətraf mühitin temperaturu yüksəldikcə izolyasiya materialının tərkibinə hopa biləcək nəmlik miqdarı azalır. Götürülmüş temperaturda ətraf mühitdəki havanın tərkibində olan nəmlik izolyasiya materialının tərkibinə o vaxta qədər hopacaq ki, onların parsial təzyiqləri bərabər olsun. Onda materialın tərkibində olan nəmlik tarazlıq nəmlik adlanır.

Buzxananın divarının konstruksiyası, suvaq qatından, kərpic hörgüsündən və izolyasiya materailindən ibarət olur.

Bildiyimiz kimi riyazi düsturların köməyi ilə divarın istənilən qalınlığındakı temperaturu və nəmlik miqdarını təyin edə bilərik.

Stasionar istilik rejimində ətraf mühətdən kameraya axan istilik selini aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

$$q = \frac{t_{\text{ə.m}} - t_k}{R_{\text{ə.m}}} = \frac{t_{\text{ə.m}} - t_x}{R_x}$$

$R_{\text{ə.m}}$ – divarın tamtermiki müqaviməti olub aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$R_{\alpha.m} = \frac{1}{\alpha_{\alpha m}} + 2 \frac{\delta_{suv}}{\lambda_{suv}} + \frac{\delta_{kub}}{\lambda_{kub}} + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}} + \frac{1}{\alpha_k}$$

$\alpha_{\alpha.m}$ - ətraf mühitdən divarın xarici səthinə istilikvermə əmsalı olub $20 \div 25$ $\text{Vt/m}^2 \cdot \text{dər}$ götürülür.

δ_{suv} - səthə çəkilməmiş suvağın qalınlığı olub, 20 mm qəbul edilir;

δ_{kub} – kubik daş hörgüsünün qalınlığıdır. Çox vaxt 380 mm götürülür;

δ_{iz} – izolyasiya materialının qalınlığıdır;

λ_{suv} – suvağın istilikkeçirmə əmsalıdır;

λ_{kub} - mişar daşının istilikkeçirmə əmsalıdır;

λ_{iz} - izolyasiya materialının istilikkeçirmə əmsalı;

$\alpha_{\alpha.m}$ - kameranın daxili səthindən havaya istilikvermə əmsalı olub $6 \div 9$ $\text{Vt/m}^2 \cdot \text{dər}$ götürülür.

Beləliklə, divarın termiki müqaviməti təyin olunur. Hesablanmış istilik seli stasionar buzxanalar üçün $q = 12,8 \div 14$ Vt/m^2 materialında olmalıdır. Təyin olunmuş istilik selinə görə ixtiyari kəsikdə, yaxud qalınlıqda temperaturu təyin edə bilərik.

$$t_x = t_{\alpha.m} - qR_x$$

İxtiyari kəsikdə temperaturun dəyişməsinə yuxarıdakı düsturla təyin edə bilərik, həmin ifadəni götürülmüş konkret hal üçün aşağıdakı kimi yazı bilərik (şəkil 3).

Burada $t_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitin hesabi temperaturudur. Bakı nəfəri üçün 33°S götürülür.

$$t_2 = t_{\text{ə.m}} - q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{\text{ə.m}}} + \frac{\delta_{\text{suv}}}{\lambda_{\text{suv}}} \right);$$

$$t_3 = t_{\text{ə.m}} - q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{\text{ə.m}}} + \frac{\delta_{\text{suv}}}{\lambda_{\text{suv}}} + \frac{\delta_{\text{kub}}}{\lambda_{\text{kub}}} \right);$$

$$t_4 = t_{\text{ə.m}} - q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{\text{ə.m}}} + \frac{\delta_{\text{suv}}}{\lambda_{\text{suv}}} + \frac{\delta_{\text{suv}}}{\lambda_{\text{suv}}} + \frac{\delta_{\text{iz}}}{\lambda_{\text{iz}}} \right);$$

$$t_k = t_{\text{ə.m}} - q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{\text{ə.m}}} + 2 \frac{\delta_{\text{suv}}}{\lambda_{\text{suv}}} + \frac{\delta_{\text{kub}}}{\lambda_{\text{kub}}} + \frac{\delta_{\text{iz}}}{\lambda_{\text{iz}}} \right);$$

$$t_k = t_k + q \cdot \frac{1}{\alpha_k}; \quad \frac{B\lambda}{iz}$$

Əgər hesablamada düz aparılıbsa, t'_k -lər həmişə bir birinə bərabər olmalıdır. Birinci hesabatdan alınmış t'_k -la yoxlama düsturundan alınan t'_k arasındakı fərq $0.1 \text{ } ^\circ\text{S}$ ola bilər.

Təyin olunmuş temperatura görə götürülmüş divar konstruksiyasında temperaturun dəyişmə qrafiki qurulur.

Bu ardıcılıqla götürülmüş konstruksiyalı divarın istənilən qalınlığındakı nəmlik miqdarını təyin edə bilərik. Bilirik ki, divardan keçən nəmlik miqdarı

$$W = \frac{1 \cdot (P_{\text{ə.m}} - P_k)}{H_{\text{ə}}} = \frac{(P_{\text{ə.m}} - P_x) \text{ kq/m}^2 \cdot \text{san}}{H_x}$$

Parsial təzyiqlər fərqi ilə düz, divarın buxarburaxma müqaviməti olub belə təyin olunur.

$$W = 2 \frac{\delta_{suv}}{\mu_{suv}} + \frac{\delta_{kub}}{\mu_{kub}} + \frac{\delta_{iz}}{\mu_{iz}}$$

$\mu_{suv}, \mu_{kub}, \mu_{iz}$ – materialın (suvağın, kubikin və izolyasiyanın) buxarburaxma əmsalları olub cədvəldən götürülür.

$P_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitdəki havanın tərkibindəki su buxarının parsial təzyiqi olub

$P_{\text{ə.m}} = \varphi_{\text{ə.m}} \cdot P'$ kimi hesablanır.

$\varphi_{\text{ə.m}}$ - ətraf mühitin hesabi temperaturuna əsasən nisbi nəmlik olub cədvəldə verilir;

P' - ətraf mühitdəki doymuş havanın parsial təzyiqidir, ətraf mühitin hesabi temperaturuna əsasən cədvəldən götürülür;

P_k - kameradakı havanın tərkibindəki su buxarının parsial təzyiqi olub belə hesablanır: $P_k = \varphi_k \cdot P'_k$

φ_k - kameradakı havanın nisbi nəmliyi olub kamerada saxlanılan məhsulların növünə görə qəbul olunur. Donmuş ət saxlanılan kameralarda $\varphi_k = 0,95$, meyvə saxlanılan kameralarda isə $\varphi_k = 0,85$ götürülür;

P'_k - kameradakı doymuş havanın parsial təzyiqi olub t'_k -ya əsasən cədvəldən təyin

olunur. Məsələn, ; $t_k = -16^{\circ}\text{S}$ olarsa, $P_k = 1,08 \text{ mm.c.s.}$ olar.

Nəmlik miqdarının (W) məlum qiymətində istənilən qalınlıqda su buxarının parsial təzyiqini təyin edə bilərik.

$$P_1 = P_{\text{ə.m}} - W \frac{\delta_{suv}}{\mu_{suv}};$$

$$P_2 = P_{\text{ə.m}} - W \cdot \left(\frac{\delta_{suv}}{\mu_{suv}} + \frac{\delta_{kub}}{\mu_{kub}} \right);$$

$$P_3 = P_{\text{ə.m}} - W \cdot \left(\frac{\delta_{suv}}{\mu_{suv}} + \frac{\delta_{kub}}{\mu_{kub}} + \frac{\delta_{iz}}{\mu_{iz}} \right);$$

$$P_4 = P_{\text{ə.m}} - W \cdot \left(\frac{\delta_{suv}}{\mu_{suv}} + \frac{\delta_{kub}}{\mu_{kub}} + \frac{\delta_{iz}}{\mu_{iz}} \right);$$

$$P_5 = P_k + W \cdot \frac{\delta_{suv}}{\mu_{suv}};$$

$$W_1 = \frac{P_{\text{ə.m}} - P_f}{H}$$

$$W_2 = \frac{P_g - P_k}{H_{ge}}$$

$$\Delta W = W_1 - W_2 = \frac{P_{\text{ə.m}} - P_f}{H_{df}} - \frac{P_g - P_k}{H_{ge}}$$

Götürülmüş divarda izolyasiyanın nəmləşməməsi üçün tam buxarburaxma müqaviməti aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$H' = \frac{P_{\text{ə.m}} - P_k}{W_2}$$

Divar səthinə çəkiləcək hidroizolyasiya materialının buxarburaxma müqavimətini

$H_{h.iz}$ -la işarə edib aşağıdakı kimi təyin edirlər:

$$H_{h.iz} = H' - H_{\text{ə.m}}$$

Hidroizolyasiya materialının qalınlığını onun buxarburaxma müqavimətinə görə təyin edə bilərik:

$$\delta_{h.iz} = H_{h.iz} \cdot \mu_{h.iz}$$

Burada, $\mu_{h.iz}$ - seçilmiş hidroizolyasiya materialının buxarburaxma əmsalıdır.

Örtüyün massivliyi haqqında anlayış.

İstilik hesablamalarını asanlaşdırmaq üçün digər səthindən keçən istilik selini və temperatur sahəsini qərarlaşmış rejimdə qəbul edirik, həqiqətdə isə bu belə olmur.

Bildiyimiz kimi ətraf mühitin temperaturu həmişə dəyişir. Ona görə buxananın divar örtüyündən keçən istilik seli və temperatur sahəsi qeyri stasionar olur. Buna əsasən, örtüklərin istilik selini yaxud temperaturun dəyişmə qanununu təyin edərkən təxminən olsa da qeyri stasionarlığı nəzərə almaq lazımdır. Qeyri stasionar halda örtükdən keçən istilik seli q_m olub aşağıdakı kimi hesablanır:

$$q_m = \frac{(t_{\text{ə.m}})_m - t_k}{R}$$

Burada, $(t_{\text{ə.m}})_m$ - ətraf mühitin temperaturunun zamandan asılı olaraq dəyişməsinə göstərir.

Ətraf mühitin temperaturunun dəyişməsinə sinusoid qanunu üzrə qəbul etsək, onda divardan keçən istilik seli də sinusoid qanunu üzrə dəyişir. İstilik selinin dəyişmə qanuna uyğunluğu, örtükdə temperaturun dəyişmə qanuna uyğunluğu ilə eyni olmalıdır. Şəkil 7.

Burada A_q istilik selinin dəyişmə amplitudası;

A_t – temperaturun dəyişmə amplitudası;

r – məsafəsi temperaturun amplitudunun istilik amplitudundan gecikməsinə (eyni periodda) nəzərə alan vaxtdır. İstilik amplitudunun temperaturun amplituduna olan nisbətində örtüyün istilik mənimsəmə əmsalı deyilir və S ilə işarə olunur.

$$S = \frac{A_q}{A'_t}$$

İstilik mənimsəmə əmsalının fiziki mahiyyəti ondan ibarətdir ki, örtük səthində maksimum istilik selinin dəyişməsi temperaturun 1°S dəyişməsinə uyğun gəlsin. Deməli, səthdə temperaturun 1°S dəyişməsi üçün tələb olunan maksimum istilik selinin dəyişməsinə istilik mənimsəmə əmsalı deyilir. İstilik mənimsəmə əmsalı materialların fiziki xassəsini xarakterizə edən bir kəmiyyətdir və müxtəlif materiallar üçün müxtəlif olur. Götürülmüş materialın fiziki parametrləri məlum olarsa, istilik mənimsəmə əmsalını aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

$$S = \sqrt{\frac{2\pi}{T}} \cdot \lambda \cdot \rho \cdot c$$

Burada, λ – materialın istilikkeçirmə əmsalı, vt/m.dər.

ρ – materialın sıxlığı, kq/m³

c – istilik tutumudur, Coul/kq.dər.

Əgər $T = 24$ saat götürülsə, onda istilikmənimsəmə əmsalı

$$S = 0.51\sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$$

olar.

İstilikmənimsəmə əmsalının, divarın termiki müqavimətinə olan hasilinə örtüyün massivliyi deyilir və D ilə işarə olunur.

$$D = S \cdot R$$

Örtüyün massivliyi həmin örtüyün istiliyi öz, yaxud çox buraxmasını xarakterizə edən kəmyətdir.

R – örtüyün tam termiki müqaviməti;

S - örtüyün tam istilikmənimsəmə əmsalıdır.

Əgər $D = 4$ olarsa, buna yüngül $D = 4 \div 7$ olarsa orta, $D = 7$ olarsa massiv örtüklər deyilir.

$$D = S_1R_1 + S_2R_2 + \dots$$

MÜHAZİRƏ 9.

İzolyasiya konstruksiyaları.

Ətraf mühitdən kameraya axan istilik seli izolyasiya materialının konstruksiyasından asılıdır. İzolyasiya konstruksiyası nə qədər yaxşı olarsa, ətraf mühitdən kameraya axan istilik selinin qiyməti də o qədər az olar. İstilikötürmə bəhsindən bilir ki, divardan keçən istilik seli divarın qalınlığından asılıdır. Onda belə çıxır ki, elə bir qalınlıqlı divar götürmək olar ki, oradan keçən istilik seli sıfır olsun. Əgər belə hal olarsa, onda izolyasiya xərci böyük olur. Bu o demək deyil ki, istifadə olunan izolyasiya materialı ucuz olsun. Bu qənaətlilik onunla izah olunur ki, izolyasiya materialının konstruksiyası, yaxud onun divara bərkidilməsi zamanı istifadə olunan xərclər minimum olsun. Minimum xərcə uyğun gələn istilikötürmə əmsalının qiymətinə optimal istilikötürmə əmsalı deyilir. Optimal istilikötürmə əmsalının qiymətinə uyğun gələn izolyasiya materialının qalınlığına onun

optimal qalınlığı deyilir.

İstilikötürmə əmsalının optimal qiyməti şəhərin orta illik temperaturuna və kameradakı havanın temperaturuna əsasən cədvəldə verilir (Cədvəl 3). Yaxud da istilik Selinə görə təyin olunur:

$$\frac{q}{\alpha_{\text{ə.m}} - t_k}$$

$$K_{op} = t$$

İtilik selinin qiyməti stasionar buzxanalar üçün $12,8 \div 14 \text{ Vt/m}^2$, nəqliyyat tipli buzxanalar üçün $18,6 \div 20,9 \text{ Vt/m}^2$;

$t_k = -50^{\circ}\text{S}$ üçün $11,6 \div 16,3 \text{ Vt/m}^2$.

$t_k = -100^{\circ}\text{S}$ üçün 23 Vt/m^2 götürülür.

İstilikötürmə əmsalının optimal qiyməti təyin olunduqdan sonra izolyasiya materialının optimal qalınlığı hesablanır.

$$S_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{K_{op}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{ə.m}}} + 2 \frac{\delta_{suv}}{\lambda_{suv}} + \frac{\delta_{kub}}{\lambda_{kub}} + \frac{1}{\alpha_k} \right) \right]$$

Təyin olunmuş izolyasiya materialının qalınlığı standartta görə dəqiqləşdirilir. Bildiyimiz kimi izolyasiya materialları hazır plitə şəklində olur. Məsələn, PSB-S plitəsi uzunluğu 1000 mm, eni 500 mm, qalınlığı 50 mm buraxılır.

İzolyasiya materialları. Soyudulan kameranın daxili mühiti ilə ətraf mühit arasındakı istilik mübadiləsini azaltmaq üçün izolyasiya materiallarından istifadə olunur.

Gəmi izolyasiya materialları aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir :

- yüksək istilik qoruyucu keyfiyyətləri olmalıdır. Bu keyfiyyət onların istilikkeçirmə əmsalı ilə xarakterizə olunur;
- sıxlığı az olmalıdır;
- yüksək mexaniki möhkəmliyi olmalıdır;
- nəmliyə və çürüməyə qarşı davamlı olmalıdır;
- oda və yüksək temperatura davamlı olmalıdır;
- iyli olmamalı və iyi qəbul etməməlidir;
- asan emal olunmalıdır;
- ucuz olmalıdır.

İstilikkeçirmə əmsalının aşağı olması istiliyin yaxşı izolə edilməsini təmin edir. Yüksək mexaniki möhkəmliyi materialın gəmi gövdəsinin daim titrəməsi şəraitində işini təmin edir.

Quru izolyasiya materialının məsamələrində hava var ($t=0^{\circ}\text{C}$ -də $\lambda_h=0,023 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$). Material nəmləşəndə istiliyin izolyasiya edilməsi xeyli pozulur. Məsamələr su ilə dolur ($\lambda_{ey}=0,58 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$). Temperatur düşdükdə məsamədəki su donur ($\lambda_{buz}=2,21 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$). İstilikizolə xassələrini itirməklə yanaşı, nəmləşmiş izolyasiya materialı mexaniki möhkəmliyini itirir və çürüyür.

Yüksək temperatura davamlılığı olan material çoxsaylı donma və ərimə tsikllərində xassələrini itirmir.

İzolyasiya materialının seçilməsi və hesablanması zamanı izolyasiya materialının təyinatı, gəminin hansı coğrafi rayonda səfərdə olduğunu və s. nəzərə almaq lazımdır.

İstilik izolyasiya materialları qeyri-üzvi və üzvi olurlar. Qeyri-üzvi materiallardan aşağıdakıları göstərmək olar.

Mineral mantar - yüksək effektiv izolyasiya materialıdır. İstilikkeçirmə əmsalı $\lambda=0,07\div 0,08 \text{ Vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$, sıxlığı $\rho =250\div 300 \text{ kq}/\text{m}^3$. Oda davamlı, şaxtaya davamlıdır, iyi olmayan və qəbul etməyəndir. Çatışmayan cəhəti - nəm hava şəraitində korroziyaya uğrayır. Ölçüləri 100•500•50 mm olan lövhə şəklində istehsal olunur. Həmin lövhələrlə arakəsmələri,

tavanı izolə edirlər. Boru kəmərinin izolyasiya edilməsi üçün seqment şəklində hazırlanır.

Alfol (alümin folqası) - olduqca kiçik sıxlığa və istilikkeçirmə əmsalına malik olan, yüksək effektiv izolyasiya materialıdır : sıxlığı $\rho=3\div 15$ kq/m³; istilikkeçirmə əmsalı $\lambda=0,035$ Vt/(m•K). Alfol oda davamlı, iysiz və iyi qəbul etməyən materialdır. Çatışmayan cəhəti isə - nəm hava şəraitində korroziyaya uğraya bilər. Bir çox gəmilərdə istifadə olunur. Onun yüksək effektivliyi təbəqələri arasında hərəkət etməyən havanın olması ilə və yüksək şüa əksətdirmə qabiliyyəti ilə bağlıdır.

Üzvi materiallar. Aşağıda həmin materiallardan bəzilərinin xassələri qeyd olunub.

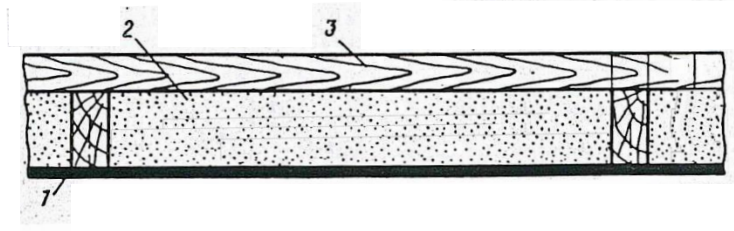
Mantar - ağacın qabığından hazırlanır, yaxşı izolyasiya materialıdır, yüksək dərəcədə məsaməlidir (1 sm³-da diametri 25-40 mk olan 1 mln qədər dəliyi olur). Dəliyin səthi qatranlı maddə ilə örtüldüyündən su və buxarı dəliyə buraxmır. Mantar izolyasiyası tıxac istehsalından qalan tullantılardan hazırlanır. Tullantı ovulur və örtük ilə arakəsmə arasına tökülür. Ovuntunun istilikkeçirmə əmsalı 0,046 Vt/(m•K) (20°C temperaturunda), sıxlığı 125 kq/m³-dur. Mantar qırıntılarına bitum və ya yapışqan qatıb, presləmə yolu ilə və 150°C-də qurutmaqla mantar lövhələr alınır. Mantar lövhələrin istilikkeçirmə əmsalı 0,058-0,093 Vt/(m•K), sıxlığı 250-350 kq/m³-dur. Mantar 400°C temperaturunda alışır, çürüyür. Xammalın azalmasından mantar izolyasiyasının istifadəsi məhduddur.

Ekspanzit - mantar ovuntusunu presləyib, havasız şəraitdə 300-400°C temperaturda qurutmaqla əldə olunur. Həmin temperaturda havanın genişlənməsindən dənələrin həcmi 30% qədər artır. Qeyd olunan temperaturda mantardan ayrılan qətran, dənələri bitişdirməklə, monolit bir kütlənin alınmasına imkan yaradır. Nəticədə nisbətən yüngül və daha yaxşı istiliyi izolyasiya edən material alınır. Onun sıxlığı 150-250 kq/m³ istilikkeçirmə əmsalı isə 0,046-0,070 Vt/(m•K)-dır. Ekspanzit lövhələri tünd rəngli olur, yanıq iyi var, çürüməyə məruz qalması zəifdir.

Penoplast - yüksək effektiv izolyasiya materialıdır. Penoplastın hazırlanmasında xammal kimi sintetik qətranlardan istifadə olunur. Qətranı əridilmiş halda yüksək təzyiqdə hava və ya digər qazla doyduurlar. Qızmış qazlar genişlənərək plastik kütləni köpükləndirərək, məsaməli strukturu əmələ gətirir. Qızmış kütləni qəliblərə töküb, soyudub, lazım olan həndəsi formanı alırlar. Penoplastın üstün cəhətlərindən kiçik istilikkeçirmə əmsalına malik olması, yüngül olması, onun möhkəmliyi, cüzi nəmləşməsi, ucuz olmasıdır.

İzolyasiya konstruksiyaları. Gəmi izolyasiya konstruksiyaları bütövlülük şərtini ödəməlidir, yəni onlar nəinki əsas yığım profilini, eləcə də bütün çıxıntıların (rama şpanqoutları, knitslər, stringerlər və s.) üstünü örtməlidir.

Polad yığımı olmayan izolyasiya konstruksiyası şək.9.1-də verilmişdir.

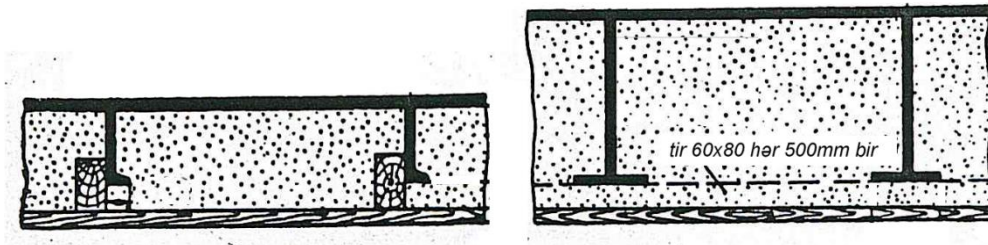


Şək.9.1 Polad yığımı olmayan izolyasiya konstruksiyası

burada: 1 - polad arakəsmə;
2 – izolyasiya;
3 - taxta örtük.

Bu konstruksiyaya arakəsmənin hamar tərəfdən izolyasiya edilməsində istifadə olunur. Tirlər arakəsməyə qaynaq olunmuş kiçik bucaq profillər və boltlar vasitəsi ilə bərkidilir. İzolyasiya 2 taxta örtüyünün 3 arxasında qalır.

Polad yığımı olan izolə konstruksiyalar şək.9.2-də təsvir olunub.



Şək.9.2 Polad yığımı olan izolyasiya konstruksiyaları

İzolyasiya olunan xarici səthlə daxili taxta örtüyü arasındakı fəza izolyasiya materialı ilə doldurulub uzununa və ya eninə yerləşdirilmiş taxta tirlər polad yığımına boltlar vasitəsi ilə bərkidilir.

İzolyasiya konstruksiyası izolyasiya materialını nəmlənmədən, mexaniki zədələnmədən və gəmiricilərdən etibarlı qorumasını təmin etməlidir.

MÜHAZİRƏ 10.

Kameraya axan istilik miqdarının təyini məsələləri və metodları.

Soyuducu qurğunun soyuqluq məhsuldarlığını təyin etmək üçün soyuducu qurğunun istilik yükü məlum olmalıdır.

Bu istilik yükünə aşağıdakılar daxildir :

- izolyasiyadan keçib, soyudulan kameraya daxil olan istilik seli;
- ərzaq məhsulundan alınan istilik seli;
- istismar istilik seli (soyuducu qurğunun konstruksiyası, otaqların ventilyasiyası, işıqlandırılması və s. əlaqədar olan istilik).

Soyuducu qurğunun istilik yükü dedikdə vahid zamanda alınmalı istilik miqdarıdır.

Soyuqluq məhsuldarlığı isə vahid zamanda soyuducu qurğunun ala biləcəyi istilik miqdarıdır.

Soyuducu qurğunun soyuqluq məhsuldarlığı maksimum istilik yükünə, daha doğrusu tropik ölkələrdə olduğu zaman anbarlara düşən ən böyük istilik axınına görə hesablanmalıdır. Soyuq ölkələrə keçən zaman isə istilik axınları azaldığına görə soyuducu qurğu kiçik yüklə işləyəcəkdir.

Ərzaq anbarlarında soyuducu qurğunun istilik yükü aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$Q_{iy} = \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + \Sigma Q_3 + \Sigma Q_4 + \Sigma Q_5, \text{ Vt} \quad (10.1)$$

- burada
- Q₁ - soyudulan kameranın izolyasiyasından keçən istilik seli;
 - Q₂ - ərzaqdan ayrılan istilik seli;
 - Q₃ - ventilyasiya zamanı ətraf mühətdən soyudulan kameraya hava ilə gətirilən istilik seli;
 - Q₄ - işləyən avadanlıqlardan və işıqlandırmadan ayrılan istilik seli ilə yanaşı kameraya vaxtaşırı daxil olan işçilərin ayırdığı istilik selidir;
 - Q₅ - soyuducu agent və soyuqluq daşıyıcısının boru kəmərinə baş verən soyuqluq itkiləridir.

İzolyasiya konstruksiyasından keçən istilik seli həm istiliyin ötürülməsi, həm də şüalanma ilə bağlıdır :

$$Q_I = Q_{li\ddot{o}} + Q_{I\dot{s}} \quad (10.2)$$

İzolyasiya konstruksiyasından ötürülən istilik seli aşağıdakı düsturla təyin edilir :

$$Q_{li\ddot{o}} = k F (t_{xar} - t_{dax}) \quad (10.3)$$

burada k - istilikötürmə əmsalı, $Vt/(m^2K)$;
 F - izolyasiya olunmuş səthin sahəsi, m^2 ;
 t_{xar} ; t_{dax} - uyğun olaraq, ətraf mühitin və soyudulan kameranın daxilindəki temperaturdur, $^{\circ}C$.

Qeyd olunan t_{xar} və t_{dax} temperaturları gəminin üzdüyü rayondan və kameralarda soyudulan ərzağın növündən asılı olaraq qəbul edilir.

Gəminin istismarı zamanı izolyasiya nəmləşir, bu da izolyasiya konstruksiyasının istilikötürmə əmsalını artırır. Hesablama zamanı istilikötürmə əmsalını 15-20% qədər artırirlar. Hesablayarkən günəş radiasiyasının təsirini nəzərə almaq lazımdır.

Günəş radiasiyasından ümumi istilik seli

$$Q_{I\dot{s}} = q_{I\dot{s}} \cdot F, \quad Vt \quad (10.4)$$

burada $q_{I\dot{s}}$ - günəş radiasiyasından olan xüsusi istilik seli, Vt/m^2 ;
 F - günəş radiasiyasını qəbul edən örtüyün (göyərtə, bort) sahəsidir, m^2 .

$$q_{I\dot{s}} = k (t_{ört} - t_{dax}), \quad Vt/m^2 \quad (10.5)$$

burada k - örtüyün istilik ötürmə əmsalı, $\frac{Vt}{m^2 \cdot K}$;
 $t_{ört}$ - gövdə örtüyünün temperaturudur, $^{\circ}C$.

Üst göyərtə örtüyünün temperaturu

$$t_{ört.g.} = \frac{q_{ört} + kt_{dax} + a_{xar}t_{xar}}{a_{xar} + k} \quad (10.6)$$

burada $q_{\text{ört}}$ - örtüyün günəş şüalanmasında aldığı xüsusi istilik seli;
 α_{xar} - örtüyə xarici havadan istilikvermə əmsalı, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 t_{xar} - xarici havanın temperaturudur, $^{\circ}\text{C}$.

Təcrübə nəticələrinə görə, örtük qara rəngli olduqda $q_{\text{ört}}=640 \text{ Vt}/\text{m}^2$, açıq rəngli olduqda $q_{\text{ört}}=280 \text{ Vt}/\text{m}^2$.

Xarici havadan gəmi örtüyünə istilikvermə əmsalı aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$\alpha_{\text{xap}} = 2,3 + 11,6 \sqrt{W}, \text{ Vt}/(\text{m}^2 \text{ K}) \quad (10.7)$$

burada W - gəminin sürətidir, m/san .

Günəş radiasiyasından gəminin bortundan (suya batmamış hissəsindən) kameraya istilik daxil olduqda, həmin səthin temperaturu

$$t_{\text{ört.b}} = \frac{t_{\text{ört}} + t_{\text{su}}}{2}, \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (10.8)$$

burada t_{su} - dəniz suyunun temperaturu, $^{\circ}\text{C}$.

Soyudulan ərzaqdan alınan istilik miqdarı

$$Q_2 = \frac{(G_{\text{ərz}} \cdot c_{\text{ərz}} + G_t \cdot c_t) \cdot (t_b - t_{\text{dax}})}{\tau} \quad (10.9)$$

burada $G_{\text{ərz}}, G_t$ - ərzağın və taranın kütləsi, kq ;
 $c_{\text{ərz}}, c_t$ - ərzağın və taranın istilik tutumu, $\text{Co}/(\text{kq} \cdot \text{K})$;
 t_b - ərzağın kameraya qoyulan zaman temperaturu, $^{\circ}\text{C}$;
 t_{dax} - kamerada tələb olunan temperatur;
 τ - soyutma müddəti, san .

Cədvəl 10.1

Ərzağın əsas fiziki xassələri

Ərzaq	İstilikkeçirmə əmsalı	Donma temperaturu	İstilik tutumu $c, \text{kCo}/(\text{kq} \cdot \text{K})$
-------	-----------------------	-------------------	---

	$\lambda, \text{vt}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$t, ^\circ\text{C}$	
Ət	0,556	-0,6-(-1,2)	2,50-3,20
Balıq	0,450	-0,6-(-2,0)	2,80
Yumurta	0,291	-0,5-(-0,6)	3,20
Yağ	0,150	-	2,68
Mal piyi	0,148	-	2,51
Süd	0,64	-0,56-(-0,55)	3,93
Qaymaq	-	-0,56-(-0,55)	3,51
Meyvə	-	-1,0-(-2,5)	3,34-3,76
Tərəvəz	-	-1,0-(-2,5)	3,34-3,76

Ventilyasiya zamanı xarici hava ilə kameraya daxil olan istilik seli

$$Q_3 = \frac{V \cdot n}{24 \cdot 3600} \rho_{dax} \cdot (i_{xar} - i_{dax}), \text{ Vt} \quad (10.10)$$

burada V - soyudulan kameranın həcmi, m^3 ;
 n - gün ərzində ventilyasiyaların sayı;
 ρ_{dax} - kameranın temperaturunda havanın sıxlığı, kq/m^3 ;
 i_{xar}, i_{dax} - xarici və kameradakı havanın entalpiyasıdır, $\frac{C_o}{kq}$ (nəm havadan ötrü i -d diaqramından nisbi nəmlik və temperatura uyğun seçilir).

Müxtəlif ərzaq məhsulları üçün gün ərzində ventilyasiyaların sayı aşağıdakı kimidir :

- soyudulmuş ət üçün $n=2-4$
- dondurulmuş ət üçün $n=1-2$
- yağ üçün $n=1-2$
- dondurulmuş balıq üçün $n=1-2$
- yumurta üçün $n=2-4$
- meyvə üçün $n=2-4$

Soyudulan kamerada işləyən elektrik mühərrikləri, işıqlandırma cihazları və işçilərin kamerada ayırdığı istilik seli

$$Q_4 = 232,6 \cdot n + N_l + (1 - \eta_{el.m.}) N_{el.m.} 10^3, \text{ Vt} \quad (10.11)$$

burada n - soyudulan kamerada işləyən işçilərin sayı;
 N_{ℓ} - soyudulan kameranı işıqlandıran elektrik lampaların gücü, Vt;
 $\eta_{el.m.}$ - elektrik mühərriklərin f.i.ə ($\eta_{elm} = 0,9$);
 $N_{el.m.}$ - soyudulan kamerada işləyən elektrik mühərriklərin gücüdür, kVt.

Soyuducu agentin və soyuqluq daşıyıcının boru kəmərlərində olan soyuqluq itkiləri izolyasiya konstruksiyasından keçən Q_1 istilik selinin bir hissəsi kimi qəbul olunur.

$$Q_5 = b \Sigma Q_1, \text{ Vt} \quad (10.12)$$

burada $b=1,04 \div 1,15$ arasında qəbul olunur.

Soyuducu qurğunun tələb olunan soyuqluq məhsuldarlığı aşağıdakı düsturla təyin edilir

$$Q_0 = \frac{Q_{i.y.} \cdot 24}{\tau} \quad (10.13)$$

burada τ - gün ərzində kompressorun işlədiyi müddətdir.

Anbar qurğuları üçün $\tau=24$ saat, ərzaq kameraları üçün $\tau=15 \div 20$ saat (bir kompressorlu sxem üçün) və $\tau=12$ saat (iki kompressorlu sxem üçün).

Hər qrup tələbatçı üçün kompressorun sayını seçdikdə aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır

- istilik yükünün xarakteri;
- kompressor məhsuldarlığının avtomatik tənzimlənmə imkanı;
- Registr qaydalarına uyğun ehtiyat soyuqluq məhsuldarlığının təmin edilməsi.

Soyuqluq məhsuldarlığı Q_{0k} kondensatlaşma t_k və agentin qaynama t_0 temperaturunda təmin olunmalıdır. Bu temperaturlar aşağıdakı kimi qəbul olunur :

- kondensatlaşma temperaturu t_k ən isti vaxtlarda dəniz suyunun temperaturu ilə temperatur basqısının cəminə bərabər;
- agentin qaynama t_0 temperaturu soyudulan kameradakı havanın temperaturundan bunların arasındakı fərq qədər kiçik qəbul olunmalıdır.

Soyuqluq məhsuldarlığının qiyməti elə qəbul olunmalıdır ki, o nəinki itkiləri nəzərə alsın, həmçinin kameralara soyuq yükün qəbul edilməsi üçün onların qıssa müddətdə hazırlanmasına imkan versin. Kameradakı havanın yüksək temperaturu tez korlanan yükün

istiləşdirməsinə, bəzi hallarda isə korlanmasına gətirib çıxarır.

Boş kameranın soyudulması müddəti ilə qurğunun saz olmasını və soyuqluq məhsuldarlığını yoxlamaq olar. Adətən bu müddət 30-40 saat təşkil edir, lakin gəminin səmərəli işləməsi üçün 24 saatdan çox olmamalıdır.

Kameradakı temperatur rejimi. Kameranın təyinatından asılı olaraq onun temperatur rejimi və orada ərzağın saxlama müddəti cədv.10.2-də verilib.

Cədvəl 10.2

Ərzaq kameralarının temperatur rejimi, °C

Kamerada saxlanan ərzaq	Saxlama müddəti			
	1 aya qədər	1-3 ay	3-6 ay	6 aydan artıq
Ət	-8	-10	-12	-15
Balıq	-8	-10	-12	-12
Yağ və piy	-2	-4-(-6)	-4-(-6)	-6
Yumurta və süd məmulatları	0-(-1)	0-(-1)	0-(-1)	-1
Tərəvəz	+4	+2	+2	+2
Meyvə	+4	+2	+2	+2
İçkilər	+10	+8	+8	+6
Dondurma	-18	-	-	-
Müxtəlif tez korlanan ərzaqlar birlikdə	-2-(-4)	-4-(-6)	-4-(-6)	-6

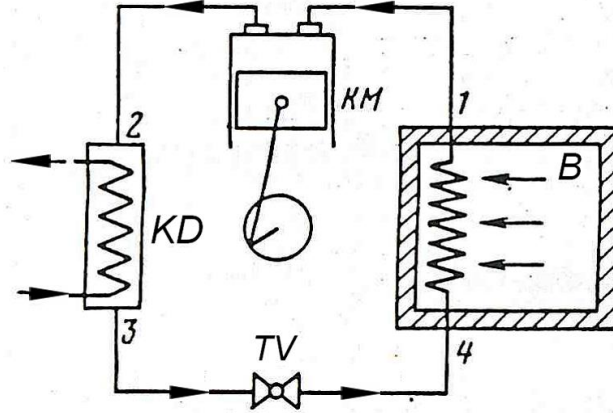
MÜHAZİRƏ 11.

Tənzimləyici ventili olan buxar kompressorlu soyuducu qurğu.

Tənzimləyici ventillə qədər mayenin əlavə soyudulması

1.Tənzimləyici ventili olan buxar kompressorlu soyuducu qurğu

Tənzimləyici ventilli soyuducu maşının texnoloji sxemi şək.3.1-də verilmişdir.



Şək.3.1 Tənzimləyici ventili olan buxar kompressorlu soyuducu qurğunun texnoloji sxemi

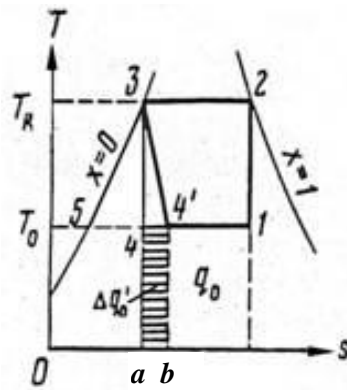
Kompressor KM soyuducu agentin buxarını buxarlandırıcıdan B sorur, onu sıxır. Kompressor agentini elə bir təzyiqlə qədər sıxmalıdır ki, həmin təzyiqlə uyğun gələn kondensatlaşma temperaturu kondensatordan KD keçən soyuducu suyun temperaturundan yüksək olsun. Sıxılmış agent kondensatora daxil olur və burada o tam kondensatlaşır. Bundan sonra kondensat tənzimləyici ventillə TV daxil olur. Ventil qarşısında agentin temperaturu kondensatordakı suyun temperaturundan yüksək olur. Soyudulan kamerada alçaq temperaturun əldə olunması üçün buxarlandırıcıda B agentin qaynama temperaturu kameradakı temperaturdan aşağı olmalıdır.

Tənzimləyici ventildə agent kondensatlaşma təzyiqindən qaynama təzyiqinə qədər drossellənir (əzilir). Bu zaman agent qismən buxarlanır və temperaturu düşür. TV-dən sonra buxarlandırıcıya maye ilə buxarın soyuq qarışığı daxil olur.

Tənzimləyici ventillə qədər soyuducu agentin təzyiq və temperaturunu sabit saxlayaraq, ventildən sonrakı təzyiq azaldıqca agentin temperaturu azalır, quruluq dərəcəsi artır,

tərkibində olan maye fazası azalır. Buxarlandırıcıda maye şəklində olan agent soyudulan mühitin istiliyi hesabına qaynayır. Buxarlandırıcıda əmələ gəlmiş soyuducu agentin buxarı kompressorla sorulur və tsikl təkrar olunur.

Şək.3.2-də tənzimləyici ventili olan soyuducu qurğunun nəzəri tsikli T-S diaqramında təsvir olunub.



Şək.3.2 Tənzimləyici ventili olan buxar kompressorlu soyuducu qurğunun nəzəri tsikli

Tsikl aşağıdakı proseslərdən ibarətdir :

- 1-2 – kompressorda agentin adiabatik sıxılması.
- 2-3 – agentin kondensatlaşması.
- 3-4' – tənzimləyici ventildə agentin drossellənməsi ($i=\text{const}$)
- 4'-1 – buxarlandırıcıda agentin qaynayaraq buxarlanması.

Diaqramda 3-4 xətti genişləndirici silindrdən (detander) istifadə etdikdə döən adiabatik genişlənmə prosesidir.

Drosselləndirici ventildən istifadə etdikdə soyuqluq məhsuldarlığı $\Delta q_0 = s_{ah}(4cb4'4)$ qədər azalır. Baxılan halda TV-dən istifadə etdikdə maye halında olan agentin faydasız buxarlanması bir qədər artır (Karno tsikli ilə müqayisədə), nəticədə soyuducu agentin soyudulan kamerada istiliyi qəbuletmə qabiliyyəti azalır.

Soyuducu qurğunun soyutma əmsalı :

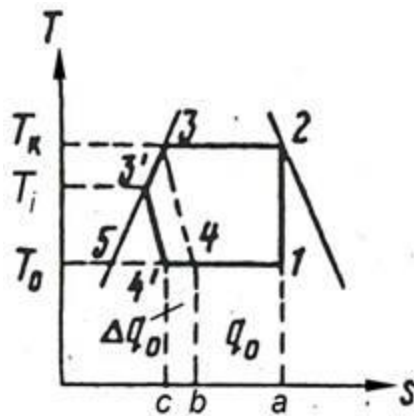
$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{i_1 - i_{4'}}{i_2 - i_1} = \frac{\text{ sah}(a14'ba)}{\text{ sah}(12351)} \quad (3.1)$$

burada q_0 - soyudulan kamerada agent tərəfindən udulan istilik miqdarı;
 l - kompressorda agentin sıxılmasına sərf olunan işdir.

2. Tənzimləyici ventillə qədər mayenin əlavə soyudulması

Tənzimləyici ventillə qədər maye halında olan soyuducu agentin əlavə soyudulması, onun TV-də drossellənməsi ilə əlaqədar olan itkiləri qismən azaldmağa imkan verir.

Əlavə soyudulma maye şəklində olan soyuducu agentin təzyiqli dəyişilmədən kondensatlaşma temperaturundan aşağı temperatura qədər soyudulması ilə əldə olunur. Soyuducu agentin T_k temperaturundan T_i -yə qədər əlavə soyudulma prosesi T-s diaqramında 3-3' xətti ilə təsvir olunub.



Şək.3.3 Agentin əlavə soyudulması ilə əmələ gələn tsikl

TV-də drosselləmə 3'-4', buxarlandarıcıdakı proses isə 4'-1 xətti üzrə baş verir. Diaqramdan görüldüyü kimi, baxılan halda TV-dəki faydasız buxarlanma azalır və soyuqluq məhsuldarlığı

$$\Delta q_0 = i_3 - i_{3'} = i_4 - i_{4'} = \text{ sah}(44'cb4) \quad (3.2)$$

qədər artır.

(1 2 3 5 1) sahəsi ilə təsvir olunan tsiklin işi dəyişməz qalır, yəni əlavə soyudulması

olmayan tsiklin işinə bərabər olur. Deməli, TV-dən qabaq soyuducu agentin əlavə soyudulmasından istifadə etdikdə soyutma əmsalı artır.

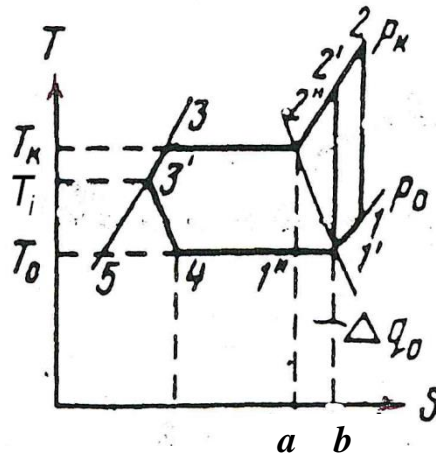
Soyuducu agentin əlavə soyudulması kondensator səthinin artırılması ilə əldə oluna bilər. Freonla işləyən soyuducu qurğularda regenerativ istilik mübadilə aparatı olan sxemdən geniş istifadə olunur. Burada TV-dən əvvəl maye şəklində olan soyuducu agent buxarlandırıcıdan sorulan agentin soyuq buxarı ilə əlavə soyudulur.

MÜHAZİRƏ 12.

Kompressorun “quru” gedişi. Regenerativ istilik mübadilə aparatı olan soyuducu qurğu. lgp-i diaqramı

1. Kompressorun “quru” gedişi

Soyuducu qurğunun kompressoruna soyuducu agent buxarı aşağıdakı halda daxil ola bilər (şək.4.1) : nəm (1" nöqtəsi); quru doymuş (1' nöqtəsi); qızıxmış (1 nöqtəsi).



Şək.4.1. Kompressor "quru" gedişlə işləyərkən agentin əlavə soyudulması ilə əmələ gələn tsikl

Kompressora nəm buxar sorulduqda o, “nəm” gedişlə işləyir və sıxılma 1"-2" xətti üzrə baş verir, quru doymuş və ya qızıxmış buxar sorulduqda isə kompressor “quru” gedişlə işləyir, sıxılma isə uyğun olaraq, 1'-2' və 1-2 xətti üzrə baş verəcək.

Müasir soyuducu qurğularda “quru” gediş tətbiq olunur.

Kompressoru “quru” gedişlə işləyən tsiklləri təhlil edək. 1'2'3'3'4'1' tsiklində kompressor quru doymuş buxarı (1' nöqtəsi) sorur və onu 1'-2' adiabata üzrə sıxır. 2' nöqtəsində olan

qızıxmış buxar p_k təzyiqində kondensatora daxil olub əvvəlcə “quru” doymuş buxar (2" nöqtəsi) halına qədər soyuyur, sonra isə kondensatlaşır.

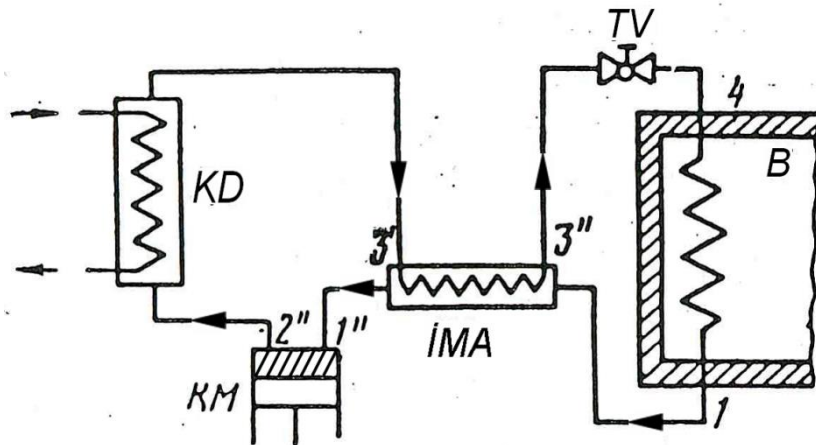
Bu tsikldə soyuqluq məhsuldarlığı $\Delta q_0 = \text{sah}(1''ab1'1'')$ qədər artır. Bununla yanaşı tsikldə sərf olunan iş də $\Delta l = \text{sah}(1'2'2''1'1'')$ qədər artır. Bu da kompressorla sorulan buxarın həcmnin artması ilə izah olunur. Soyuqluq məhsuldarlığına nəzərən tsiklin işi daha çox artır, odur ki, soyutma əmsalı azalır. Həmin nəticə buxarın qızıxması ilə işləyən tsikldə də alınır.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, yalnız nəzəri cəhətdən soyutma əmsalı azalmalıdır. Həqiqi maşınlarda isə kompressorun “quru” gedişi praktiki olaraq daha sərfəlidir, bu da kompressorun daha əlverişli iş şəraiti ilə, onun iş xarakteristikalarının yaxşılaşdırılması ilə izah olunur. Həmin xarakteristikalardan həm kompressorun məhsuldarlığı, həm də onun istifadə etdiyi güc asılıdır. Odur ki, praktiki olaraq soyutma əmsalı azalmağın əvəzinə artır.

Kompressorun “quru” gedişi ilə əmələ gələn tsiklinin əsas üstün cəhətlərindən biri hidravliki zərbələrdən olan qəzaların ehtimalını aradan götürülməsidir. Hidravliki zərbələr kompressorun silindrinə küllü miqdarda maye şəklində agentin düşməsi nəticəsində əmələ gəlir.

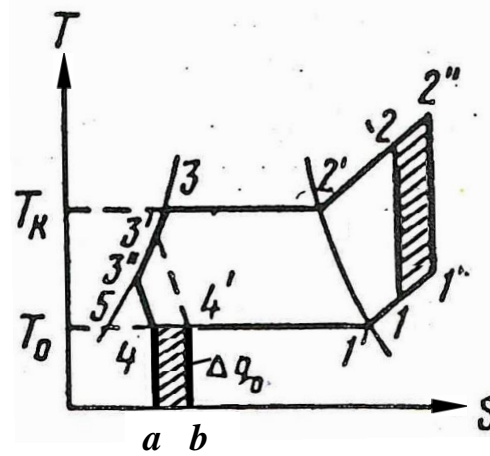
2. Regenerativ istilik mübadilə aparati olan soyuducu qurğusu

Maye şəklində olan soyuducu agent kondensatordan istilikmübadilə aparatına İM, oradan isə tənzimləyici ventillə TV daxil olur (şək.5.1). İstilikmübadilə aparatında maye şəklində olan agent, buxarlandırıcıdan B kompressor vasitəsi ilə sorulan agentin soyuq buxarı ilə soyudulur. Bu prosədə TV-yə daxil olan maye əlavə soyudulur, kompressor tərəfindən sorulan buxar isə qızıxır.



Şək.5.1. Regenerativ istilikmübadilə aparatı olan buxar kompressorlu soyuducu qurğunun texnoloji sxemi

Qurğunun tsikli T-S diaqramında təsvir olunub (şək.5.2).



Şək.5.2. Regenerativ istilikmübadilə aparatı olan buxar kompressorlu soyuducu qurğunun nəzəri tsikli

burada 3-3' – maye halında olan agentin kondensatorda əlavə soyudulması;

3'-3'' – həmin mayenin İM-də əlavə soyudulması;

3''-4 – mayenin TV-də drossellənməsi;

4-1' – buxarlandırıcıda agentin qaynaması;

1'-1'' – buxarlandırıcıda buxarın qızışması;

1''-1''' – buxarın İM-də qızışması;

1'''-2'' – kompressorda buxarın sıxılması;

2''-2' – kondensatorda qızışmanın aradan götürülməsi;

2'-3 – buxarın kondensatorda kondensatlaşmasıdır.

Diaqramdan görüldüyü kimi, regenerativ istilikmübadilə aparatı olan tsikldə TV-dən əvvəl temperaturun azaldılması (3' nöqtənin əvəzinə 3'' nöqtəsi) və sıxılmanın sonunda buxarın qızışması (2 nöqtənin əvəzinə 2'' nöqtəsi) müşahidə olunur. Əvvəldə qeyd olunduğu kimi, TV-dən əvvəl temperaturun azaldılması tənzimləyici ventildə faydasız buxarlanmanı azaldır və soyuqluq məhsuldarlığını $\Delta q_0 = sah(4'4ab4')$ qədər artırır.

Kompressorda sıxılmanın sonunda buxarın artıq qızışması tsiklin işini $\Delta l = sah$

(1"2"211") qədər artırır. Soyuducu qurğunun bütün elementlərindən eyni miqdarda soyuducu agent axır, odur ki, ideal halda mayenin verdiyi istilik buxarın qəbul etdiyi istiliyə bərabərdir, yəni

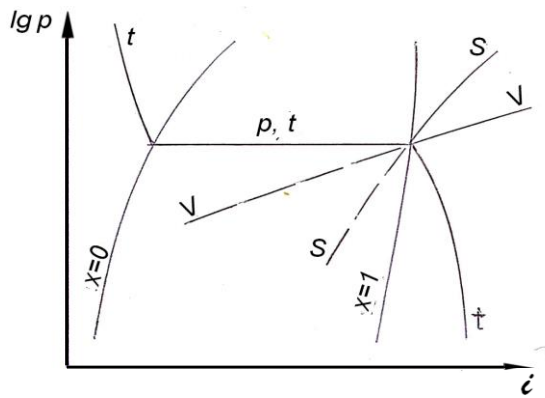
$$i_{3'} - i_{3''} = i_{4'} - i_{4} = i_{1''} - i_{1} \quad (5.1)$$

$$q_0 = i_1 - i_4 = i_{1''} - i_{4'} \quad (5.2)$$

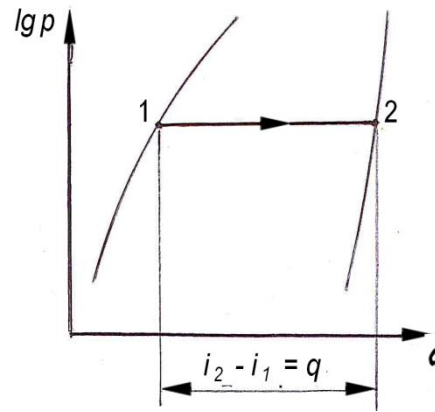
Tsiklin işi $l = sah$ (1"2"351") ilə təyin olunur. İstilik izolyasiyası pozulduqda, soyuducu agentin buxarı qızıdır, bu da soyuducu qurğunun işinə mənfi təsir edir, çünki soyuducu agentin həcmi artdıqda v_0 dəyişmədiyi halda tsiklin işi artır.

3.i-lgp diaqramı

Soyudulma texnikasında i-lgp diaqramından geniş istifadə olunur.



Şək.6.1. Termodinamik proseslər i-lgp diaqramında



Şək.6.2. İstiliyin i-lgp diaqramında təsviri

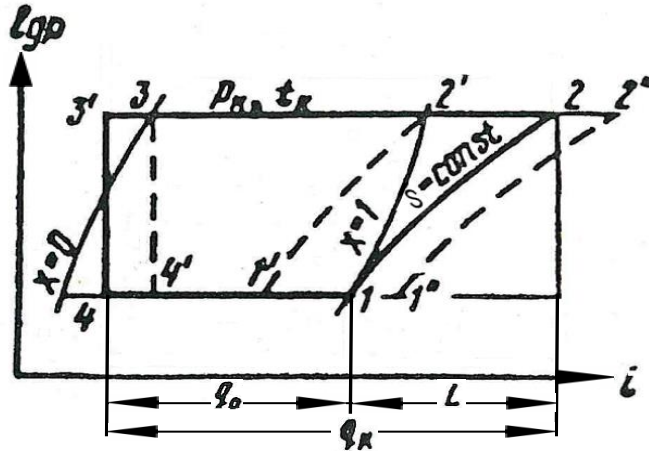
Şək.6.1-də aşağıdakılar təsvir olunub :

- aşağı sərhəd əyrisi ($x = 0$);
- yuxarı sərhəd əyrisi ($x = 1$);
- izoterma ($t = \text{const}$);
- adiabata ($s = \text{const}$);
- izoxora ($v = \text{const}$).

i-lgp diaqramından istifadə olunması bir çox məsələlərin həll edilməsini asanlaşdırır,

çünkü bu diaqramda istiliklə iş i oxunun parçası ilə təsvir olunur. Məsələn şək.6.2-də i_2-i_1 parçası 1-2 izobara-izotermiki prosesində verilən istiliyi təsvir edir.

Şək.6.3-da i -lgp diaqramında soyuducu qurğunun nəzəri tsikli təsvir olunub.



Şək.6.3. Buxar kompressorlu soyuducu qurğunun nəzəri tsikli i -lgp diaqramında

- burada :
- 1-2 – kompressorda adiabatik sıxılma;
 - 2-2' – kondensatorda qızışmanın aradan götürülməsi;
 - 2'-3 – kondensatlaşma;
 - 3-3' – əlavə soyudulma;
 - 3'-4 – TV-də drossellənmə;
 - 4-1 – agentin qaynamasıdır.

Kompressor qızışmış buxarı sorduqda sıxılma prosesi 1"-2" xətti ilə təsvir olunur. Əlavə soyudulmadan istifadə etmədikdə TV-də drossellənmə prosesi 3-4 xətti ilə təsvir olunur. Soyuducu agentin hər kiloqramının soyuqluq məhsuldarlığı q_0 , tsiklin işi ℓ parçası ilə təsvir olunur (1233'41 tsikli üçün).

MÜHAZİRƏ 13.

Soyuducu agentlər

Soyuducu agentlər, onların termodinamiki, fiziki-kimyəvi, fizioloji və istismar xassələrinə qoyulan bir sıra tələblərə cavab verməlidir.

Soyuducu agentin əsas termodinamiki xassələrindən aşağıdakıları qeyd etmək olar : xüsusi soyuqluq məhsuldarlığı, atmosfer təzyiqindəki qaynama temperaturu, xüsusi həcm, kondensatlaşma və buxarlanma təzyiqləri, istilikvermə əmsalı və s.

Xüsusi həcmi soyuqluq məhsuldarlığı - kompressorun sorduğu buxarın hər 1 m³-nə

düşən soyuqluq miqdarıdır.

$$q_v = \frac{q_0}{v_1} \cdot \frac{kCoul}{m^3} \quad (7.1)$$

burada : q_0 – xüsusi kütlə soyuqluq məhsuldarlığı, kCo /kq;
 v_1 – kompressora sorulan buxarın xüsusi həcmidir, m³/kq.

Xüsusi kütlə soyuqluq məhsuldarlığı (q_0) buxarlanma istiliyi ilə (r) düz mütənasibdir. Xüsusi həcmi soyuqluq məhsuldarlığı q_v və xüsusi kütlə soyuqluq məhsuldarlığı q_0 eyni zamanda soyuducu qurğunun iş şəraitindən də (buxarlandırıcıda qaynama temperaturundan, kondensasiya temperaturundan, TV- dən əvvəlki temperaturdan və s.) asılıdır.

Buxarlandırıcıda və kompressorun girişində təzyiq atmosfer təzyiqindən böyük olarsa, onda sistemə havanın sorulmasının qarşısı alınar. Kompressora sorulan buxarın saatlıq həcmi aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$V_h = \frac{Q_0}{q_v} \quad (7.2)$$

burada Q_0 - qurğunun saatlıq soyuqluq məhsuldarlığıdır.

Buxarın saatlıq həcmi V_h qiyməti porşenli kompressorun ölçülərini təyin edir. Xüsusi həcmi soyuqluq məhsuldarlığı q_v artdıqca, kompressorun ölçüləri kiçilir. İstilikmübadilə aparatlarının (kondensator, buxarlandırıcı və s.) ölçüləri və çəkili istilikvermə əmsalından, kondensator və buxarlandırıcıda olan işçi təzyiqdən asılıdır. İstilikvermə əmsalı artdıqca, kondensator və buxarlandırıcıdakı işçi təzyiq kiçildikcə istilikmübadilə aparatının ölçüləri və çəkisi də kiçik alınar.

Soyuducu agentlərin əsas fiziki-kimyəvi xassələrindən biri də onların yağlarla və su ilə qarşılıqlı əlaqəsidir. Agentin yağda yaxşı həll olunması kompressor hissələrinin yaxşı yağlanması üçün əlverişli şərait yaradır, lakin bununla yanaşı karterdəki yağ sistemə aparılır, bu da kompressorun yağlama sistemə mənfi təsir edir.

Nəmliyin və ya su buxarının agentdə həll olunması buz tıxaclarının əmələ gəlməsinin qarşısını alır.

Soyuducu agentlər partlayış törətməməlidir, yanmamalıdır, zəhərli olmamalıdır və ucuz olmalıdır. Hal-hazırda bütün bu tələbləri ödəyən soyuducu agent yoxdur, odur ki, hər bir

konkret halda agent soyuducu maşının təyinatından, onun konstruktiv xüsusiyyətlərindən, iş şəraitindən və digər faktorlardan asılı olaraq seçilir. Hal-hazırda gəmi soyuducu qurğularında freonlardan istifadə olunur (freon yunanca «soyuq» sözündəndir).

Balıqçılıq tipli gəmilərin soyuducu qurğularında ammonyakdan da istifadə edilir. Lakin müasir gəmilərin soyuducu qurğularında əsasən freonlardan istifadə olunur.

Hal-hazırda beynəlxalq standartlara uyğun olaraq soyuducu agentlərin aşağıdakı işarələrindən istifadə olunur :

- şərti (simvolik);
- ticarət adı ilə (markası);
- kimyəvi adı və kimyəvi düsturu ilə.

Bu zaman R simvolundan və rəqəmdən ibarət olan şərti işarəyə daha çox yol verilir. Məsələn freon-12 üçün R12, freon-22 üçün R22 işarəsi, ammonyak üçün isə R717 işarəsi qəbul edilmişdir.

Soyuducu agentin bəzi xassələri cədvəl 7.1-də verilmişdir.

Cədvəl 7.1

Soyuducu agentlərin bəzi xassələri

Soyuducu agent	Kimyəvi Düstur	Molyar çəki	Temperatur, °C	
			1 ata təzyiqində qaynama	Donma
Freon-11	CFCl_3	137,39	+23,7	-111
Freon-12	CF_2Cl_2	120,92	-29,8	-155
Freon-21	CHFCl_2	102,93	+8,9	-135
Freon-22	CHF_2Cl	86,48	-40,8	-160
Ammonyak	NH_3	17,03	-33,4	-77,7

Freon-12 (diflordixlormetan) rəngsiz və çox az qoxusu olan qazdır. Belə ki, havada yalnız 20%-dən çox olduqda zəif şirintəhər efir qoxusu hiss olunur. Freon-12 buxar halında havadan, maye halında isə sudan ağırdır.

Freon-12 zəhərli deyildir və onun buxarı ərzağın rənginə və dadına təsir etmir. Lakin R12 havada 30%-dən çox olarsa oksigen çatışmamazlığı üzündən boğulma halları baş verir.

Freon-12 alışmır və hava ilə qarışığı partlamır və öz-özünə alovlanmır, lakin temperatur 330⁰C-dən yüksək olduqda hidrogen xloridə, ftorxloridə, bir qədər də fosgen qazına parçalanır. Fosgen qazı bir az zəhərləyici olub tünd iyə malikdir. Odur ki, freonla işləyən soyuducu qurğunun yaxınlığında açıq alovla işləmək olmaz. Freon-12 və digər freonlar çox kiçik araboşluqlardan belə sıza bilir, bu da onların yaxşı həll ola bilmə qabiliyyəti ilə izah olunur. Əgər freonların rəngsiz və iysiz olmalarını da nəzərə alsaq, sızmanın nə qədər təhlükəli olduğunu təsəvvür etmək çətin deyildir. Bütün bunlar soyuducu qurğularda boru birləşmələrinə olan tələblərin nə dərəcədə yüksək olduğunu aydın göstərir.

Freon-12-də su, demək olar ki, həll olunmur. Bu səbəbdən də sistemə düşən nəmliyin (su buxarı) aşağı temperaturalarda donması boru kəmərlərində, TV-də tıxacların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Freon-12 yağda çox yaxşı həll olunur və yağın özlülüyünü azaldır. Yağın bir hissəsinin kompressordan sistemə aparılması baş verir. Bunun qarşısını almaq üçün xüsusi konstruktiv işlər görülməlidir ki, aparılan yağ kompressorun karterinə qaytarılsın.

Freonlar adi rezini dağdır. Buna görə də kipləşdirmə üçün xüsusi rezin materiallarından istifadə olunur.

Maye şəklində olan freon borunun daxili səthindəki pası, qumu və s. yuyub, özü ilə apara bilir ki, bu da xüsusi süzgeçlərdən istifadə olunmasını tələb edir.

Freon yaxşı dielektrikdir, bu da onların germetik kompressorlarda istifadə olunmasına imkan yaradır.

Freon-22-nin (diftrmonoxlormetan) xüsusi həcmi soyuqluq məhsuldarlığı freon-12-yə nəzərən daha yüksəkdir, bu da freon-22-dən istifadə olunan qurğuların daha yığcam və az metaltutumlu olmalarına səbəb olur. Freon-12-yə nəzərən freon-22-də suyun həll olunması bir neçə dəfə çox olsa da, kifayət qədər deyildir. Freon-22-nin qaynaması və kondensatlaşması zamanı istilikvermə əmsalı freon-12-yə nəzərən 25-30% çoxdur. Bu da daha yığcam istilikmübadilə aparatından istifadə edilməsinə imkan yaradır. Bütün bunlarla yanaşı Freon-22 ilə işləyən soyuducu qurğularda vurma xəttində kondensasiya təzyiqi və temperaturu daha yüksək olur. Freon-22 daha aqressiv olduğuna görə germetik kompressorların materialları daha yüksək tələblərə cavab verməlidir. İnsan üçün Freon-22 daha çox zərərli (havada

10%-dən çox olmamalıdır). Temperatur 550⁰C-dən çox olduqda R22 parçalanaraq zəhərli maddələr əmələ gətirir. Buna görə də Freon-22 olan yerdə açıq alovla işləmək təhlükəlidir. Freon-22-nin qalan xassələri isə Freon-12-də olduğu kimidir.

Aşağıdakı cədvəldə Freon-12 və Freon-22-nin bəzi termodinamiki və kimyəvi xassələri verilib.

Cədvəl 7.2

Freon-12 və Freon-22 soyuducu agentlərin bəzi termodinamiki və kimyəvi xassələri

Xassələr	Soyuducu agent	
	Freon-12	Freon-22
Temperatur, ⁰ C: qaynama (P=1at) / donma	-29,8	-40,8
	-155	-160
Sıxlıq ρ , (30 ⁰ C-də) : maye / buxar	1,293	1,176
	-0,041	0,052
Buxarlanma istiliyi r , $\frac{\kappa Co}{M^3}$	161,5	217,7
Xüsusi həcmi soyuqluq məhsuldarlığı q_v , $\frac{\kappa Co}{M^3}$	1280	2072
Suyun freonda həll olunması (kütlə %-lə)		
	-17,8 ⁰ C-də	0,0008
+30 ⁰ C-də	0,012	0,15

MÜHAZİRƏ 14.

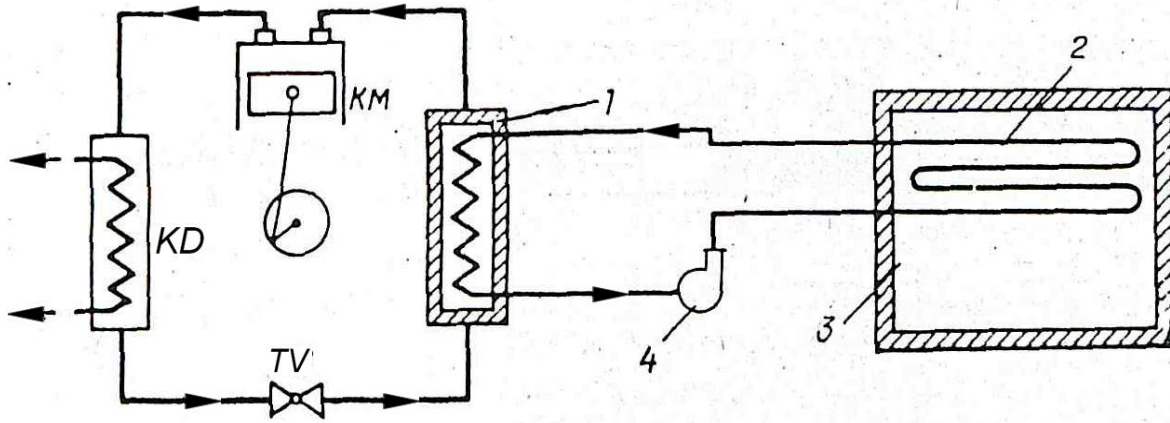
Soyutma sistemləri

Kameraların soyudulması üçün aşağıdakı növ soyutma sistemlərindən istifadə olunur : birbaşa soyutma sistemi; vasitəli soyutma sistemi.

Birbaşa soyutma sistemində soyudulan obyektin istiliyi soyudulan kamerada yerləşdirilmiş buxarlandırıcıda qaynayan soyuducu agentə birbaşa verilir. Bu sistemin sxemi və iş prinsipi əvvəlki mövzularda araşdırılıb.

Vasitəli soyutma sistemlərində soyuqluq daşıyıcıları şor su, suyun özü və ya hava

olur. Bu növ sistemlərdən birinin sxemi şək.8.1-də verilmişdir.



Şək.8.1 Şor su ilə soyutma sistemi

burada :

- 1 - buxarlandırıcı;
- 2 - batareya;
- 3 - refrijerator anbarı;
- 4 - şor su nasosudur.

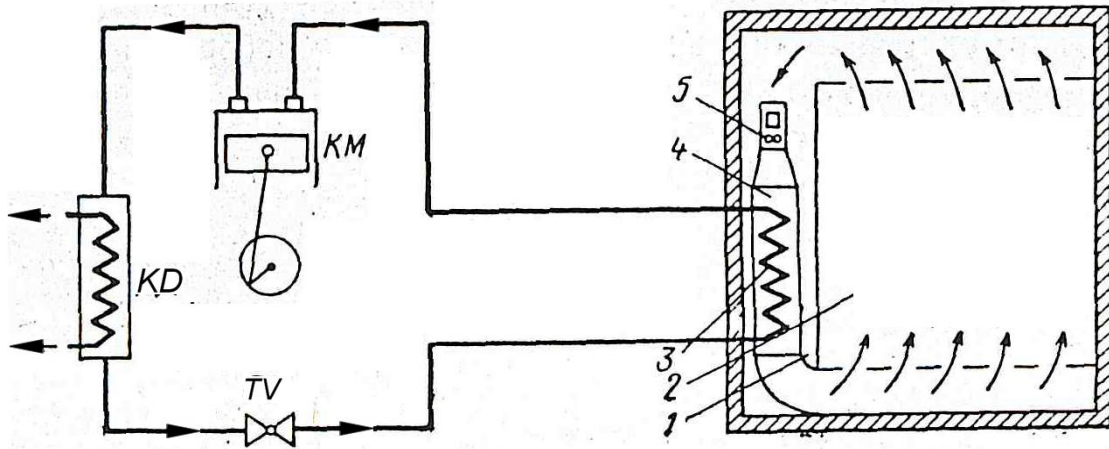
Qeyd olunan soyutma sisteminin iş prinsipi aşağıdakı kimidir. Nasos şor suyu buxarlandırıcıdan qəbul edərək (buxarlandırıcı soyutma kamerasından kənarında yerləşir), batareyalara ötürür. Burada qızmış şor su buxarlandırıcıya qaytarılır. Buxarlandırıcıda şor su soyuducu agentin hesabına soyuyur və yenidən soyutma kamerasına (refrijerator anbarına) göndərilir. Beləliklə şor su istiliyi soyutma kamerasından buxarlandırıcıya ötürən istilikdaşıyıcısı vəzifəsini yerinə yetirir. Ətraf mühitlə istilik mübadiləsini azaltmaq üçün buxarlandırıcının və boruların xarici səthləri yaxşı izolyasiya olunmalıdır.

Şor su kimi CaCl və NaCl duzların sulu məhlulları istifadə olunur. Bundan başqa "Reynxartin" adlanan məhluldan da istifadə olunur. Bu şor su, aşqarlar əlavə etməklə MgCl_2 və CaCl duzlarından hazırlanmış məhluldur. CaCl_2 -nin sulu məhlulu (-55°C)-də, NaCl -un sulu məhlulu isə ($-21,2^\circ\text{C}$)-də donur.

Son zamanlar (-60°C)-də donan etilenqlikolun sulu məhlulundan istifadə olunur.

Şor su metalları korroziyaya uğratdığından (çox aqressiv olduğundan) onlara kaustik soda əlavə olunur. Məsələn, 100 kq kalium xlorid məhluluna 0,5 kq kaustik soda əlavə edilir. Bundan başqa korroziyanı azaltmaq məqsədi ilə 1m^3 şor suya 1,6 kq natrium fosfat əlavə edirlər.

Hava ilə soyudulan sistemlərdə soyuqluq daşıyıcısı havadır. Sistemlərdən birinin sxemi şək.2-də verilmişdir.



Şək.8.2 Hava ilə soyutma sistemi

- burada :
- 1 - anbarın arakəsmələrlə ayrılmış hissəsi;
 - 2 - soyudulan anbar;
 - 3 - hava soyuducusu;
 - 4 - elektroventilyator.

Sistemin iş prinsipi aşağıdakı kimidir. Soyudulan anbarda hava istiliyi qəbul edərək, elektroventilyator tərəfindən sorulur, sonra isə hava soyuducusundan axıdılır. Burada o, öz istiliyini soyuducu agentə (və ya şor suya) verir və yenidən anbara qaytarılır.

Birbaşa soyutmanın üstünlüyü sadə olmasından, istənilən temperatur rejiminin asanlıqla tənzimlənməsindən ibarətdir. Lakin soyudulan otaqlar gəminin müxtəlif hissələrində yerləşdikdə, bu sistem bir o qədər də təhlükəsiz deyildir, çünki gəmi gövdəsinin daim titrəyişi və yırgalanması nəticəsində boru birləşmələrində boşluqlar əmələ gələ bilər, kipsizlik nəticəsində isə xeyli soyuducu agentin sızması baş verə bilər. Belə hadisələrin qarşısını almaq məqsədi ilə vasitəli (şor su) soyutmadan istifadə etmək məqsədəuyğundur. Bu sistemin üstün cəhətlərindən biri onun böyük akkumulə etmə qabiliyyətidir. Bu qabiliyyət, qurğunun kompressoru uzun müddət belə (2-3 saata qədər) işdən çıxdığı zaman soyutma prosesini şor suyun nasos vasitəsi ilə sistemdə dövr edilməsiylə davam etdirməyə imkan verir. Lakin şor su sisteminin istifadə olunması soyuqluğun əldə olunmasına çəkilən xərclərin artırılmasına gətirib çıxarır.

Hava ilə soyutma sisteminin üstünlüyü anbarda temperaturun bərabər paylanmasına və anbarın ventilyasiyasına şərait yaradılmasından ibarətdir. Bu sistemdən tez xarab olan

ərzağın daşındığı zaman geniş istifadə olunur.

Anbarın bütün həcmi üzrə temperaturun bərabər paylanması, havanın dövretmə sayının tənzimlənməsi ilə əldə olunur. Dövretmə sayı dedikdə, ventilyatorun saatlıq həcmi məhsuldarlığının anbarın həcminə olan nisbəti kimi başa düşülür.

Bundan başqa refrijerator anbarlarında xüsusi ventilyasiya sistemləri quraşdırılır. Burada məqsəd otaqlara təmiz hava verilməsindən, işlənmiş havanın isə xaric edilməsindən ibarətdir.

Hava ilə soyutma sisteminin çatışmayan cəhəti elektrik enerjinin ümumi sərfinin 25-30% qədər artmasından və ventilyatordan sonra havanın soyudulmasına ehtiyac olmasından ibarətdir. Soyutma kamerasında havanın çox quru olmasına görə dondurulmuş ərzaq xüsusi paketlərdə olmalıdır.

MÜHAZİRƏ 15.

Soyuducu maşınların sayının və növünün seçilməsi.

Buzxanaları layihə edən zaman onları kompressor şəbəsində quraşdırılacaq kompressorların sayını və növünü (1 və ya 2 pilləli olmalarını) bilmək üçün ilkin parametrlər kompressora düşən istilik yüküdür. Kompresora düşən istilik yükünü bilməklə kompressorun hesabi istilik yükü təyin olunur:

$$Q_{hes} = \rho \sum Q_{km}$$

ρ – aşağı temperaturlu boru kəmərlərini nəzərə alan istilik itkilərini nəzərə alan əmsal olub aşağıdakı kimi qəbul olunur.

Bilavasitə soyudulma üsulunda $\rho = 1.05 \div 1.07$, vasitəlidə isə $\rho = 1.1 \div 1.2$ qəbul olunur.

Əgər kamerada havanın temperaturu $t_k = (-60 \div -100) ^\circ\text{S}$ olarsa $\rho = 1.2 \div 1.25$, ev soyuducularında $\rho = 1.5$ götürülür.

$\sum Q_{km}$ - kompressora düşən istilik yükü olub buzxananın istilik hesabatının yekun cədvəlindən götürülür.

Kompressorun hesabi istilik yükü məlum olduğundan sonra onun qoyulmuş soyuqluq məhsuldarlığı hesablanır.

$$Q_{o.qoy} = \frac{Q_{0.hes}}{b} = \frac{\rho \sum Q_{km}}{b}$$

b – kompressorun sutkada işlə saat sayını nəzərə alan əmsal olub belə qəbul olunur.

$$b = z/24$$

z – kompressorun sutkada işləmə saatların sayı olub $z = 20 \div 22$ saat qəbul olunur. Gəmi refrigeratorlarında 18 saat, kiçik xladon aqreqatlarında 16-18 saat qəbul olunur.

Beləliklə kompressorun qoyulmuş soyuqluq məhsuldarlığını hesablamış oluruq. Sonra isə məlum soyuducu agentə və temperatur rejiminə əsasən (t_0 , t_k) soyuducu maşının lgP-i diaqramda soyuducu maşının işçi tsikli qurulur. Alınan konkret nöqtələrin parametrləri cədvəldə yazılır.

1. Sistemdə sirkulyasiya edən agentin miqdarı:

$$G_a = \frac{Q_{0,qoy}}{q_0}$$

2. Kompessorun həqiqi həcmi məhsuldarlığı:

$$V_{həq} = G_a \cdot v_1, (\text{m}^3/\text{san})$$

3. Kompessorun nəzəri həcm məhsuldarlığı:

$$V_{nəz} = \frac{V_{həq}}{\lambda}$$

λ – veriş əmsalı olub $\frac{P_k}{P_0}$ – dan asılı olaraq qrafikdən seçilir. Təyin olunmuş $V_{nəz}$ –yə əsasən

kompessoru kataloqdan seçirik.

Əgər kompessorun təyin olunmuş $V_{nəz}$ -yə əsasən bir ədəd qəbul edirik. Onda 1 ədəd də həm materiallı kompessor ehtiyat götürmək lazımdır. Ancaq təcrübələr göstərir ki, kompessorun bu cür seçilməsi, yəni biri işləyib biri ehtiyatda dayanması soyuducu müəssisələr üçün iqtisadi nöqteyi nəzərcə əlverişli deyil. əlverişli hal o hal sayılır ki, $\frac{V_{nəz}}{2}$ –yə əsasən 2 ədəd kompessor

götürülsün və hər ikisi işlənsin, əgər kompessorlardan biri işdən çıxarsa o birisi tələb olunan soyuqluq məhsuldarlığının 50% - ni ödəyə bilsin. Yuxarıda göstərilən ardıcılıqlar hər bir temperatur rejimi üçün ayrılıqda aparılmalıdır. Fərz edək ki, soyuducu müəssisədə 3 temperatur rejimi var ($t_0 = -10^0 \text{ S}$, $t_0 = -30^0 \text{ S}$, $t_0 = -40^0 \text{ S}$). Onda yuxarıda göstərilən ardıcılıq 3 dəfə təkrar olunur. $V_{nəz}$ hesablanmalıdır. Hər bir $V_{nəz}/2$ –yə uyğun işin 2 ədəd kompessor seçməliyik. Kompessorların bir qrupu bir pilləli olub $t_0 = -10^0 \text{ S}$ temperatur rejiminə, II qrupu iki pilləli kompessor olub $t_0 = -30^0 \text{ S}$ temperatur rejiminə, III qrupu isə yenə iki pilləli kompessor olub $t_0 = -40^0 \text{ S}$ temperatur rejimində işləməlidir. Bu misallardan görürük ki, 3 temperatur rejimi olan soyuducu müəssisəyə həm bir pilləli, həm də iki pilləli kompessorlar olmalıdır və kompessorların sayı minimum 6-ya bərabər götürülməlidir. Bu şərtlə soyuducu agent ammonyak olsun $t_0 = -29^0 \text{ S}$ olan hallarda iki pilləli kompessor olduğunu bilirik.

Soyuducu müəssisələrinin istilik yük qrafikini 3 cür verilə bilər: müntəzəm, qeyri müntəzəm və pilləli.

Müntəzəm şəkildə verilərsə belə hal üçün $\frac{V_{nəz}}{2}$ –yə görə 2 kompessor seçilir.

Əgər sənaye müəssisəsinin istilik qrafiki qeyri müntəzəm olarsa, belə hal üçün 2 ədəd hər birinin soyuqluq məhsuldarlığı $Q_{0,qoy}/2$ –yə bərabər kompessor seçmək lazımdır.

Kompresorlardan biri ilin bütün ayları işləyir. O birisi isə ilin müxtəlif aylarında müxtəlif soyuqluq məhsuldarlığında işləyir.

Əgər soyuqluq qrafiki pilləli verilərsə, belə halda soyuducu maşının seçilməsi bir qədər çətinlik törədir. Burada soyuducu maşının Q_A -ya və $Q_B + Q_C$ –yə əsasən seçmək olar. Burada Q_A+Q_B və Q_C -yə əsasən də kompressor seçmək olar. Ancaq bu hər 2 variant əlverişli deyil. Ən yaxşı əlverişli hal odur ki, 2 ədəd kompressor seçilsin. Kompresorların birinin soyuqluq məhsuldarlığı Q_A -ya uyğun, o biri Q_B –yə uyğun olsun. Q_C soyuducu akkumulyatorların hesabına alınsın. Yəni Q_C istiliyi tələb olunan kameralarda metal qablarda olan buz kütləsindən istifadə olunsun. Akkumulyatorların həcmi belə hesablanır:

$$V_{ak} = \frac{Q_b \cdot \tau_b}{c_s \cdot \rho_s \cdot \Delta t_s} \quad (m^3)$$

τ_b - tələb olunan Q_b istiliyi tələb olunan vaxt olub saniyə ilə ölçülür;

c_s - duz məhlulunun istilik tutumu;

ρ_s - sıxlığıdır, duz məhlulunun adına, növünə və temperaturuna görə cədvəldən seçilir.

Δt_s - kameradakı havanın temperaturu ilə akkumlyatordakı buzun temperaturu arasındakı fərq olub $6 \div 10$ °S qəbul olunur.

Əgər soyuducu müəssisəsinin soyuqluq məhsuldarlığı (0.35 ÷ 0.6) MVt olarsa onda soyuducu müəssisədə porşenli kompressorların seçilməsi əlverişlidir. Soyuqluq məhsuldarlığı 1.6 Vt-a qədərdirsə mərkəzdənqaçma kompressorlarının işləməsi əlverişlidir.

Soyuducu müəssisələrdə istifadə olunan soyuducu agentin seçilməsi bir o qədər əlverişli deyil. Soyuducu agentləri seçərkən onu nəzərə almaq lazımdır ki, onların həm termodinamik göstəriciləri yüksək olsun, uzuz olsun, fiziki-kimyəvi göstəriciləri tələb olunan normada olsun. Bu deyilənlərə əsasən ən yüksək termodinamiki göstəricilərə malik olan soyuducu agent ammoniyakdır. Bu ucuzdur, ancaq zəhərlidir. Ümumiyyətlə soyuducu agentlərin seçilməsi əsas texnoloji proseslərdən asılıdır.

Əgər mineral kübrələrin istifadə olunmasında ammoniyakdan istifadə olunur. Çünki azot kübrəsinin tərkib hissəsi ammonium şorasıdır. Kimya zavodlarında propan, metan, propilen və etilen qazının istehsalında soyuducu maşın tsiklində bu qazların özlərindən istifadə olunur.

MÜHAZİRƏ 16.

Köməkçi avadanlıqların seçilməsi

Buxarlandırıcıların seçilməsində məlum olan ilkin parametrlər buxarlandırıcının istilik yüküdür:

$$Q_{buz} = \sum Q_{km}$$

Bu istilik yükünə görə buxarlandırıcıların soyuma sahəsi hesablanır:

$$F = \frac{Q_{bux}}{k \cdot (t_s - t_0)}$$

Burada, k – buxarlandırıcının istilikötürmə əmsalı olub cədvəldə verilir.

t_s – duz məhlulunun orta temperaturudur.

$$t_s = \frac{t_{M1} + t_{M2}}{2}$$

t_0 – məhlulun qaynama temperaturudur.

Təyin olunmuş F_{bux} -ya görə buxarlandırıcı kataloqdan seçilir. Buxarlandırıcılar ehtiyat üçün nəzərdə tutulmur. Buxarlandırıcıların sayı əsasən qaynama temperaturuna seçilir. Məsələn, soyuducu müəssisələrdə temperatur rejimi ikidirsə ($t_0 = -10$ °S, $t_0 = -30$ °S) onda minimum 2 buxarlandırıcı götürülür.

Kamerada qoyulan batareyalarda soyutma sahəsinə görə seçilir.

$$F_{\text{bat}} = \frac{\sum Q_{\text{avad}}}{R \cdot (t_k - t_s)} \text{ -vasitəli soyutma üsulunda;}$$

$$F_{\text{bat}} = \frac{\sum Q_{\text{avad}}}{k \cdot (t_k - t_s)} \text{ - bilavasitə soyutma üsulunda.}$$

Kamerada qoyulan batareyalar, yaxud buxarlandırıcılar ehtiyatda götürülür. Kondensatorların soyutma sahəsi isə belə hesablanır.

$$F = \frac{Q_{\text{kond}}}{k \cdot \Delta t_l}$$

Burada, Q_{kond} - kondensatorun istilik yükü olub belə hesablanır:

$$Q_k = Q_k^{t_0=-10} + Q_k^{t_0=-30} + Q_k^{t_0=-40}$$

$$Q_k = G_a(i_2 - i_3)$$

k – kondensatorun istilikötürmə əmsalı olub ammonyakla işləyən örtüklü borulu kondensatorlar üçün $(700 \div 1050) \text{ Vt/m}^2 \text{ K}$ götürülür. Xladon 12 ilə işləyən kondensatorlarda $k = (450 \div 580) \text{ Vt/m}^2 \text{ K}$, hava ilə soyudulan kondensatorlarda $k = 30 \text{ Vt/m}^2 \text{ K}$;

Δt_l - orta loqarifmik temperatur fərqi olub belə təyin olunur:

$$t_l = \frac{\Delta t_b - \Delta t_k}{2.3 \cdot b \frac{\Delta t_b}{\Delta t_k}}$$

$$\frac{\Delta t_b}{\Delta t_k} \leq 2 \text{ olarsa } t = \frac{t_{s2} + t_{su1}}{2} \text{ -dən istifadə olunur.}$$

Hesablanmış F_k -ya əsasən kondensatorun qızma sahəsi kataloqdan seçilir. Kondensatorların sayı ikidən az olmamalıdır. Kondensator ehtiyatda götürülmür. Kondensatorlar üfüqi, yaxud şaquli quraşdırıla bilər. Əgər kondensatordan keçən su təmiz sudursa onda kondensatoru üfüqi yerləşdirmək əlverişlidir. Əgər kondensatordan keçən su çirkli sudursa, yaxud dəniz suyudursa onda kondensatorları şaquli yerləşdirmək lazımdır. Şaquli kondensatorların borularını təmzləmək asandır. Buzxanalarda su nasoslarını, duz məhlulunu və ammonyak nasoslarını da seçmək lazımdır. Bu nasosları həcm məhsuldarlığına görə seçirlər. Bu nasosların həcm məhsuldarlığını hesablaya bilərik.

$$V_{su} = \frac{Q_k}{\rho_{su} \cdot c_{su} \cdot (t_{su2} - t_{su1})} ; \left(\frac{\text{m}^3}{\text{san}} \right)$$

Duz məhlul nasoslarının məhsuldarlığı isə

$$V_m = \frac{Q_{bux}}{\rho_s \cdot c_s \cdot t_s}$$

Ammonyak üçün

$$V_{am} = G_a \cdot v' \cdot n, (\text{m}^3/\text{san})$$

Təyin olunmuş məhsuldarlıqlara görə nasoslar kataloqdan seçilir. Nasoslardan biri həmişə ehtiyatda götürülür. Duz məhlul nasosları və ammonyak maşınları temperatur rejiminə görə seçilir. Əgər soyuducu müəssisədə 3 qrup temperatur rejimi varsa və soyutma üsulu vasitədirsə, onda 3 qrup duz məhlul nasosu seçilməlidir. Bunlardan əlavə bir ədəd də duz məhlul nasosu ehtiyatda götürülməlidir. Əgər soyutma üsulu bilavasitə soyutmadırsa və temperatur rejimi 3 qrupdursa, yəni $t_0 = -10 \text{ }^0\text{S}$, $t_0 = -30 \text{ }^0\text{S}$ və $t_0 = -40 \text{ }^0\text{S}$ oarsa 3 qrup ammonyak nasosu seçilməlidir. Nasosun biri ehtiyatda götürülür. Buzxanalarda aralıq

qablardan da istifadə olunur. Aralıq qabları ancaq ikipilləli kompressorlarda istifadə olunur. Aralıq qabı aşağı təzyiqli pilləsi ilə kompressorun yüksək təzyiqli pilləsi arasında qoyulur və kompressorun aşağı təzyiqli pilləsi sorma borusuna görə kataloqdan seçilir. Aralıq qablar belə işarə olunur: - ПС, ПС³(промежуточный сосуд землявиковый). Aralıq qabın vəzifəsi aşağı təzyiqli pilləsindən çıxan buxarı soyutmaqdır.

Buzxanalarda xətti, dövri və drenaj çənlərdən də istifadə olunur. Buzxananı layihə edən zaman bu çənləri də seçmək lazımdır. Bu çənlərin hər üçü həcmə əsasən seçilir. Xətti çənin həcmi soyuducu agentin batareyalara aşağıdan, yaxud yuxarıdan verilməsindən asılı olaraq belə hesablanır:

$$\text{Agent batareyalara aşağıdan verilsə, } V_{x.ç} = \frac{0.3 \cdot V_{bux}}{0.5} \cdot 1.2$$

$$\text{Agent batareyalara aşağıdan verilsə, } V_{x.ç} = \frac{0.6 \cdot V_{bux}}{0.5} \cdot 1.2 \text{ olar.}$$

0.3 və 0.6 – batareyaların soyuducu agentə doldurulma normasıdır.

0.5 – xətti çənin doldurma normasıdır.

1.2 – ehtiyat əmsəlidir.

V_{bux} – buxarlandırıcının soyuducu agentə görə tutduğu həcm olub bildiyimiz qayda üzrə hesablanır:

$$V_{bux} = L \cdot a' \text{ (m}^3\text{)}$$

L – buxarlandırıcıları hazırlamaq üçün istifadə olunan borunun uzunluğu:

$$L = \frac{F}{f}$$

a' – 1 m borunun soyuducu agentə görə tutduğu həcmdir. Borunun diametrindən asılı olaraq cədvəldə verilir.

Xətti çən belə işarə olunur. PB -0,4.

Burada rəqəm çənin həcmi göstərir.

Nasoslu sistemlərdə dövrən çənlərindən istifadə olunur. Dövrən çəninin həcmi belə hesablanır.

$$V_{d.ç} = (k_1 \cdot V_{bat} + k_2 \cdot V_{h.s.}) \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

k_1 – batareyaların, k_2 – hava soyuducusunun soyuducu agentə görə soyuducu normasıdır, cədvəldə verilir.

V_{bat} – batareyaların, $V_{h.s.}$ – hava soyuducusunun soyuducu agentə görə tutduğu həcmədir.

k_3, k_4, k_5, k_6 – isə əmsallar olub cədvəldən seçilir.

Dövran çənləri temperatur rejiminə görə seçilir və PD ilə işarə olunur.

Təyin olunmuş həcmə görə cədvəldən seçilir. Məsələn, PD – 0.75. 0.75 – m³-la həcmi.

Drenaj çəninin həcmi isə belə hesablanır.

$$V_{dr.ç.} = \frac{0.3 \cdot (V_{bux} + V_{h.s.})}{0.8} \cdot 1.2$$

Drenaj çənləri “PDB” ilə işarə olunur, qiymətə görə cədvəldən seçilir. Drenaj çəni dövrən çəni ilə paralel sistemə qoşulur və ventillə bir birindən ayrılır. Lazım gələnlərdə drenaj çəni dövrən çəni kimi də işlədilir. Nasossuz soyuma üsullarında mayeayırıcılardan və mühafizə çənlərindən istifadə olunur. Mühafizə çənləri xətti çən kimi seçilir. Maye ayırıcısının aşağısında birləşdirilir. Maye ayırıcısı soyuducu agentlə dolan zaman artıq maye soyuducu agent mühafizə çəninə yığılır və kompressoru qəzadan xilas edir. Maye ayırıcıları kompressorun sorma borusunun diametrinə əsasən kataloqdan seçilir. OЖ – maye ayırıcıları.

MÜHAZİRƏ 17.

Kondensatorlar və istilik mübadilə aparatları

Kondensatorlar. Soyuducu maşınlarda kondensatorlardan soyuducu agentin dəniz suyu və ya hava ilə soyudulması üçün istifadə olunur. Kondensatora soyuducu agent qızışmış buxar halında daxil olur. Burada həmin buxar istiliyini dəniz suyuna (və ya havaya) verərək soyuyur, doymuş buxar halına düşdükdən sonra kondensatlaşır. Bəzi kondensatorlarda soyuducu agentin əlavə soyudulması baş verir. Gəmilərdə əsas etibarlı ilə su ilə soyudulan kondensatorlardan istifadə olunur. Hava ilə soyudulmadan kiçik soyuducu qurğularda istifadə olunur.

Kondensatorun istilik yükü

$$Q_k = Q_0 + N_i, \text{ kVt} \quad (16.1)$$

burada Q_0 - soyuducu qurğunun soyuqluq məhsuldarlığı;

N_i - kompressorun indikator gücüdür.

Kondensatorun xüsusi istilik yükü

$$q_k = Q_k / F_k, \text{ kVt} / \text{m}^2 \quad (16.2)$$

burada F_k - kondensatorun qızma səthinin sahəsidir.

Digər tərəfdən

$$q_k = k \Delta t_{0r} \quad (16.3)$$

Sonuncu ifadədə

k - istilikötürmə əmsalı;

Δt_{0r} - orta loqarifmik temperatur basqısıdır

$$\Delta t_{0r} = (t_2'' - t_2') / \ln \frac{t_k - t_2'}{t_k - t_2''} \quad (16.4)$$

burada t_2' və t_2'' - dəniz suyunun, uyğun olaraq kondensatorun girişində və çıxışındakı temperaturu;
 t_k - kondensatlaşma temperaturudur.

Kondensatorada istilikötürmənin intensivliyi istilikötürmə "k" əmsalı ilə xarakterizə olunur.

Soyuducu agentdən dəniz suyuna istiliyin ötürülməsi aşağıdakı proseslərdən ibarətdir:

- soyuducu agentin istilikmübadilə borusunun xarici səthinə istilikverməsindən;
- boru divarının istilikkeçirməsindən;
- borunun daxili səthindən dəniz suyuna istilikverməsindən.

Kondensatorun ölçülərini kiçilmək məqsədi ilə boruların xarici səthi qabırğalanır. Qabırğalanma dərəcəsi qabırğalanmış borunun xarici səthi sahəsinin hamar borunun xarici səthi sahəsinə olan nisbətidir.

Daha yüksək istilikvermə əmsalı olan soyuducu agentdən (Freon-22) istifadə etdikdə kondensatorun qızma səthinin sahəsi 15-20% qədər kiçilir.

Yaxın vaxtlara qədər gəmi freon kondensatorlarının istilikmübadilə boruları misdən hazırlanırdı. Həmin kondensatorlarda boruların daxilində axan dəniz suyunun sürəti 1,5-2 m/san-dən çox olmamalı idi, çünki suyun sürəti yüksək olduğu halda borular eroziya və korroziyaya uğrayırdı, nəticədə kondensator sıradan çıxırdı.

Gəmi soyuducu qurğularının kondensatorları yüksək etibarlılığa malik olmalıdır. İstismar təcrübəsi göstərir ki, gəmi soyuducu qurğularının ən ağır qəzaları kondensatorun sıradan çıxması və dəniz suyunun soyuducu agent sistemində düşməsi ilə əlaqədardır. Boru lövhələrinin tunc və bürüncdən, istilikmübadilə borularının melxiordan (70% mis və 30% nikeldən ibarət olan xəlitə) hazırlanması hesabına kondensatorların etibarlılığı xeyli artır. Bu kondensatorların borularında hərəkət edən suyun sürəti 2-2,5 m/san qədər artırılıb, bununla da istilikötürmə prosesi intensivləşdirilib.

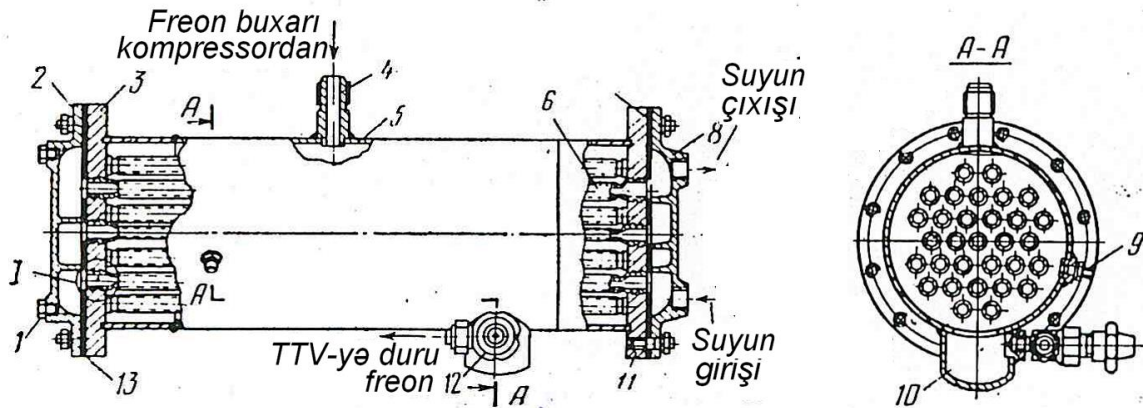
Aqressiv mühitdə (dəniz suyu) işləyən boruları, boru lövhələrini və qapaqları dağılmadan qorumaq üçün kondensatorun qapağında protektor qoyulur. Protektorla qorunmanın mahiyyəti ondan ibarətdir ki, elektrolitə (baxılan halda dəniz suyuna) batırılmış və kontaktda olan bir neçə metaldan ən kiçik elektrik potensialına malik olan metal anod olur və dağılır, digər metal isə katod olduğundan dağılmır. Protektorlar sinkdən, maqneziumun və ya alüminin ərintilərindən hazırlanır.

Gəmi soyuducu qurğularında istifadə olunan kondensatorların istilikmübadilə səthlərinin sahəsi hesablanmış qiymətdən 10% artıq qəbul olunur ki, bu da soyuducu

qurğunun məhsuldarlığını cüzi azaldmaqla kondensatorun zədələnmiş borularını tıxacla bağlayıb işdən çıxarmağa imkan verir.

Gəmilərdə ən çox boru örtüklü kondensatorlardan istifadə olunur. Üfüqi boru örtüklü freon kondensatorunun quruluşuna baxaq (şək.16.1).

Gövdə 5 diametri 220 mm və divarın qalınlığı 6 mm olan tikişsiz polad borudan hazırlanıb. Həmin boruya bürünc boru lövhələri 3 və 11 qaynaq olunub. Gövdədə otuz bir ədəd diametri 20 mm və divarın qalınlığı 3 mm olan istilikmübadilə borucuğu yerləşdirilib. Borucuqların daxili səthinin sahəsi $1,2 \text{ m}^2$ bərabərdir. Borunun xarici səthi vərdənələmə yolu ilə qabırğalanmışdır. Bunun hesabına xarici səthin sahəsi $3,96 \text{ m}^2$ qədər artmış olur. Kondensatorun qabırğalanma dərəcəsi 3,5-ə çatır. İstilikmübadilə borularının boru lövhəsində olan ucları genişləndirilib. Boru lövhəsinin hər dəliyində iki yuva yonulub, bu da boruların lövhə ilə kəp birləşməsini təmin edir.



Şək.16.1 Freon kondensatoru

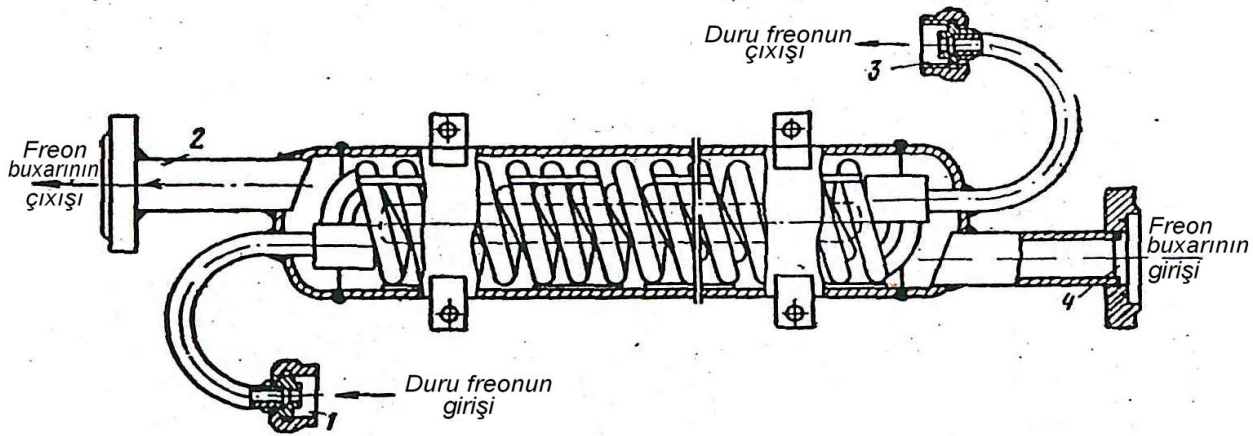
Şək.16.1-də göstərilmiş kondensator altı gedişlidir. Kondensatorda suyun hərəkəti qapaqlarda 2 və 8 nəzərdə tutulmuş arakəsmələrlə istiqamətlənir. Borularda suyun sürəti $2,5 \text{ m/san}$ -dir. Rezin ara qatları 7 və 13 boru lövhəsi ilə qapağı kipləşdirir. Qapaqda 2 bir cüt sink protektoru 1 yerləşdirilib. Qızışmış freon buxarı gövdəyə qaynaq olunmuş ştuserdən 4 keçərək kondensatora daxil olur. Kondensat çəndə 10 yığılaraq, bağlayıcı ventildən 12 keçir. Sonra isə tənzimləyici ventillə TV ötürülür. Tıxacda 9 olan dəlik tez əriyən xəlitə ilə doldurulub. Kondensatorun soyudulması pozulduqda və ya yanğın baş verdikdə freonun təzyiqi həddən artıq yüksəlir. Belə olduğu halda həmin ərinti 65°C temperaturunda əriyib, gövdəni atmosfer ilə əlaqələndirir, bununla da kondensatoru qəzadan qoruyur.

Orta və böyük soyuqluq məhsuldarlığı olan qurğular tez əriyən tıxac əvəzinə qoruyucu

klapanla təchiz olunmalıdır. Həmin klapanlar 21 at təzyiqində (freon-22 və ammonyak üçün) açılmalıdır. Freon-12 üçün bu təzyiq 12 at-dir. Qoruyucu klapanın xaric etdiyi freon insan üçün təhlükəli olmayan göyərtədən yuxarı yerdə atmosfərə atılmalıdır.

Müasir boru örtüklü kondensatorlar üçün xüsusi istilik seli $4100-5200 \text{ Vt/m}^2$ həddlərindədir.

İstilikmübadilə aparatları. Freonlu gəmi soyuducu qurğularında maye halında olan soyuducu agentin əlavə soyudulması regenerativ istilik mübadilə aparatında baş verir (şək.16.2).



Şək.16.2 İstilik mübadilə aparatı

Kondensatordan maye halında çıxan freon istilik mübadilə aparatına ştuserdən 1 daxil olur. Qırmızı misdən hazırlanmış iki sıra ilanvari borudan keçərək, maye əlavə soyudulur və ştuserin 3 vasitəsi ilə tənzimləyici ventillə ötürülür. Buxarlandırıcıdan çıxan soyuducu agentin buxarı istilik mübadilə aparatına boru 4 ilə daxil olur. İlanvari borunun xarici səthini yuyaraq o, maye halında olan və boruların daxilində hərəkət edən freonu əlavə soyudur, özü isə qızışır. Qızmış buxar boru 2 ilə kompressora sorulur.

MÜHAZİRƏ 18.

Buxarlandırıclar

Qeyd etdiyimiz kimi, soyudulan mühitin istiliyini buxarlandırıclı qaynayan soyuducu agent qəbul edir. Təyinatına görə buxarlandırıclar iki qrupa ayrılır : şor suyu (və ya suyu) soyudan və havanı soyudan buxarlandırıclar.

Buxarlandırıclının istilik yükü Q_b aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur.

$$Q_b = G_a \cdot q_0, \text{ kVt} \quad (17.1)$$

burada G_a – buxarlandırıclıda soyuducu agentin miqdarı, kq/san;
 q_0 – soyuducu agentin xüsusi kütlə soyuqluq məhsuldarlığıdır, kC/ kq.

Buxarlandırıclının xüsusi yükü

$$q_b = Q_b / F_b, \text{ kVt} / \text{m}^2 \quad (17.2)$$

burada F_b – buxarlandırıclının qızma səthinin sahəsidir, m^2 .

Buxarlandırıclının xüsusi istilik yükünü aşağıdakı düsturla da təyin etmək olar.

$$q_b = k (t_{or} - t_0), \text{ kVt} / \text{m}^2 \quad (17.3)$$

burada k – buxarlandırıclıda istilikötürmə əmsalı, $\text{kVt}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
 t_{or} – duzlu suyun (havanın) orta temperaturu, $^\circ\text{C}$;
 t_0 – soyuducu agentin qaynama temperaturudur, $^\circ\text{C}$.

Düstur (17.3)-dən görüldüyü kimi, buxarlandırıclının xüsusi istilik yükü istilikötürmə əmsalı və soyudulan mühitin (havanın, şor suyun) temperaturu ilə qaynayan soyuducu agentin temperaturu arasındakı orta fərqi ilə düz mütənəsbdir.

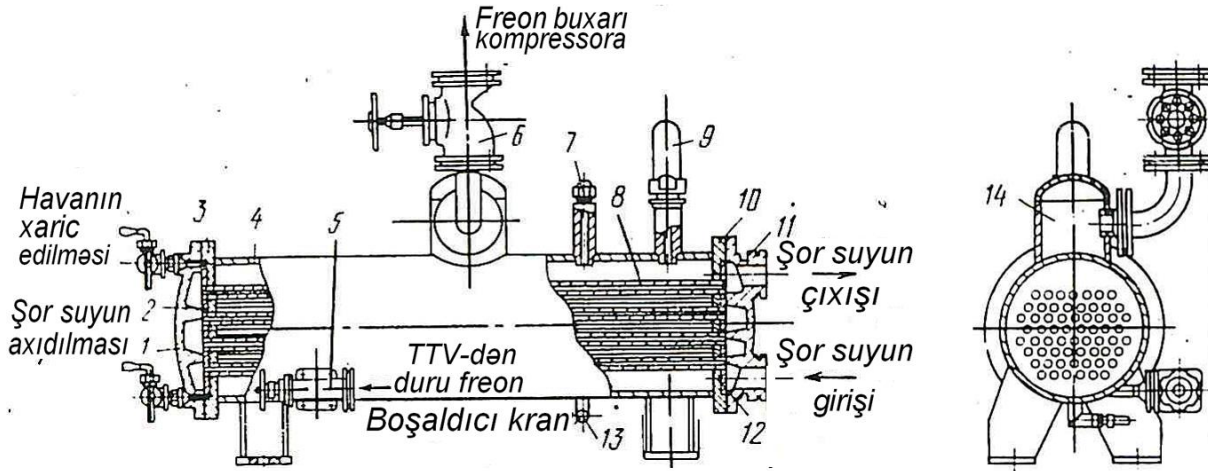
Buxarlandırıclının istilikötürmə əmsalı onun konstruksiyasından, soyuducu agentin və soyudulan mühitin xassələrindən, eləcə də mühitin hərəkət sürətindən asılıdır.

Gəmi soyuducu qurğularında şor suyun soyudulmasında üfüqi boruörtüklü buxarlandırıclılardan istifadə olunur.

Konstruksiya etibarlı ilə onlar boruörtüklü kondensatorlara çox oxşayır. Bu aparatlarda şor su boruların daxilində dövr edir, freon isə boruarası fəzada qaynayır.

Gəmilərdə istismar olunan “МИТП-12” markalı boruörtüklü, üfüqi buxarlandırıclının

quruluşu şək.17.1-də verilmişdir.



Şək.17.1 "МИТР-12" tipli buxarlandırıcı

Buxarlandırıcının markasında М - морской (morskoy - dəniz), И - испаритель (isparitel - buxarlandırıcı), ТР - трубный (trubnyy - boruörtüklü), 12 - istilikmübadilə səthinin sahəsinin 12m² olduğunu bildirir. Boru lövhələri 3 və 10 polad borudan ibarət olan gövdəyə 4 qaynaq edilib. Boru lövhəsinin dəliklərində qırmızı misdən hazırlanmış istilikmübadilə boruları 8 genəldilib. Xarici səthin sahəsini artırmaq məqsədi ilə borular qabırğalanıb. Boru lövhələri tunc qapaqlarla 1 və 11 örtülüb. Qapaqlardakı daxili arakəsmələr şor su axınını istiqamətləndirir.

Boru lövhələrinin korroziyadan qorunması məqsədi ilə lövhələrə mis təbəqəsi 2 və 12 lehimlənib.

Maye halında olan freon gövdənin aşağı hissəsindəki ventildən 5 verilir və boruarası fəzanın 50%-ni doldurur. Freon şor suyu soyudaraq qaynayır. Freon buxarı onun üçün nəzərdə tutulmuş silindrdən 14 və bağlayıcı ventildən 6 kompressor tərəfindən sorulur.

Bəzi üfüqi borugövdəli buxarlandırıcılarda buxar silindrinə 14 ilanvari istilikmübadilə aparatı quraşdırılır. Buxar silindrinə daxil olmuş doymuş buxar, istilikmübadilə aparatı borularından axan maye halındakı freonun əlavə soyudulması hesabına qızışır. Buxarlandırıcı qoruyucu klapan 9, ştuser 7 (manometrin qoşulması üçün və ya digər məqsədlə istifadə oluna bilər), yağın axıdılması üçün kranlarla təchiz olunub. Buxarlandırıcının xarici səthi izolyasiya təbəqəsi ilə örtülüb.

Boruörtüklü buxarlandırıcının hazırlanmasında mis-nikel xəlitəsi, bürünc və tunc geniş istifadə olunur. Həmin materialların istifadəsi buxarlandırıcıların etibarlılığını yüksəldir və istismar müddətini artırır. Havanın soyudulması üçün nəzərdə tutulmuş

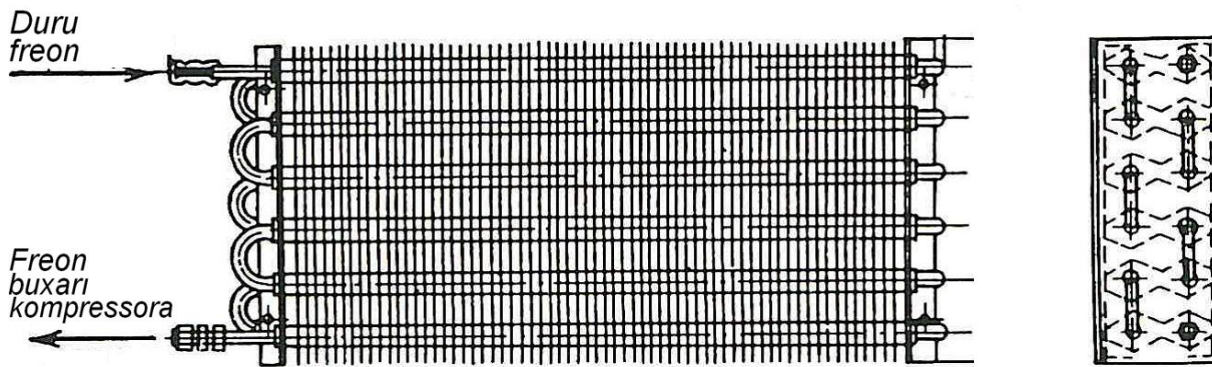
buxarlandırıcılar birbaşa soyutma sistemi olan soyuducu qurğularda istifadə olunur.

Bu növ buxarlandırıcının ən sadə növü bir sıra ilanvari borudan ibarətdir. Buxarlandırıcı özü soyudulan kameranın arakəsməsində yerləşdirilir.

Soyuducu agentin hərəkəti xarakterinə görə birbaşa buxarlanma sistemində istifadə olunan buxarlandırıcılar maye ilə basılmış və basılmamış olur. Basılmış buxarlandırıcılarda maye halında olan agent aşağı ştuserdən, basılmamışda isə yuxarı ştuserdən verilir. İstilikmübadilə borularının daxili səthindən mayeyə istilikvermə əmsalı daha yüksək olduğundan (buxarla müqaisədə), basılmış buxarlandırıcılarda istilik mübadiləsi daha da intensiv olur. Lakin bununla yanaşı basılmış buxarlandırıcılardan yağın xaric edilməsində ciddi çətinliklər yaranır.

Avtomatlaşdırılmış kiçik freon qurğularında adətən basılmamış buxarlandırıcılardan istifadə olunur. Freonun yuxarıdan verilməsi zamanı buxarandırıcının həmin hissədə yerləşən boruları, aşağıdakı sırada olan borulara nisbətən, daha çox freonla dolmuş olur. Aşağıdakı boru sırası freonun buxarı ilə dolmuşdur, odur ki, praktiki olaraq istilikötürmə prosesində iştirak etmirlər. Bundan başqa yuxarı hissədə əmələ gəlmiş buxar bütün ilanvari borudan keçməsi ilə qızma səthin bir hissəsini bu prosesdən kənarlaşdırır. Beləliklə freonu yuxarı hissədə verilən batareyalarda qızma səthinin bir hissəsi istilikmübadilə prosesində iştirak edir. İstilikötürmə prosesi nöqteyi nəzərdən buxarlandırıcının bu cür işləməsi qənaətbəxş deyil. Lakin bununla yanaşı onun müsbət cəhəti ondan ibarətdir ki, yağın kompressor karterinə etibarlı qaytarılması təmin olunur, bu da avtomatlaşdırılmış gəmi soyuducu qurğularının qəzasız istismarının vacib şərtlərindən biridir.

Gəmilərdə geniş yayılmış buxarlandırıcılardan biri şək.17.2-də təsvir olunmuşdur. Rusiyada istehsal olunan bu buxarlandırıcının markası "ИПЧ-12,5".



Şək.17.2 "ИПЧ-12,5" tipli buxarlandırıcı

Buxarlandırıcının soyudulan qabırğalanmış xarici səthinin sahəsi 12,5 m²-dir.

Tənzimləyici ventildən sonra maye halında olan freon buxarlandırıcıya yuxarı ştuserdən daxil olur, buxarı isə kompressor aşağı ştuserdən sorur.

Maye halında freonu yuxarı ştuserdən verdikdə buxarlandırıcıda maye səviyyəsi anlayışı şərtidir, bu səbəbdən də onlar quru adlanır. Buxarlandırıcı 12 ədəd qırmızı misdən hazıranmış və diametri 18 mm olan borudan ibarətdir. Borular elə bir şəkildə birləşdirilib ki, buxarlandırıcıya daxil olan freon ardıcıl bütün borulardan keçir.

Buxarlandırıcının səthini artırmaq məqsədi ilə istilikmübadilə borularının üzərinə qalınlığı 0,4 mm olan bürünc qabırğalar keçirilir. Qabırğalar quraşdırıldıqdan sonra borulardan polad kürəciklər dartılır.

Kürəciyin diametri borunun diametrindən bir qədər böyük olduğundan əməliyyatdan sonra boruların diametri artır, nəticədə qabırğa borunun üzərində kip oturur. Yığılmadan sonra batareyə sobada qalaylanır.

MÜHAZİRƏ 19.

Hava soyuducuları.

Hava soyuducuları kamera avadanlığı olub kameraya axın istilikləri alıb kamerada verilən temperatur rejimini saxlamaq üçündür. Hava soyuducuları kameraların döşəməsində, kameralardan kənarında və kameraların tavanında, yaxud kameraların dəhlizlərində gediş-gəlişə maneçilik törətməyən hündürlükdə quraşdırılır. Döşəmədə quraşdırılan hava soyuducuları normal tipli, tavanda quraşdırılan hava soyuducuları БОП, БОГ, koridorlarda quraşdırılan hava soyuducuları isə ВП ilə işarə olunur. Ət soyudulub-dondurulan kameralarda БОП tipli hava soyuducularından istifadə olunur. Hava soyuducuları soyutma sahəsinə görə müxtəlif olurlar. Məsələn, tavanda quraşdırılan hava soyuducuları soyutma sahəsinə görə 4 cür olur:

БОП-50, БОП-75, БОП-100, БОП-150

Rəqəmlər soyutma sahəsini göstərir(50 m², 150 m²). БОП-50, БОП-75 bir seksiyalı olub 2 ventilyatorla təchiz olunur. БОП-100, БОП-150 iki seksiyalıdır, ventilyatoru var. Ventilyatorun 1-i havanı aşağıdan sorub sağ tərəfə, o biri isə havanı aşağıdan sorub sol tərəfə vurur. Məsələn, БОП-230-un soyutma sahəsi 230 m²-dir.

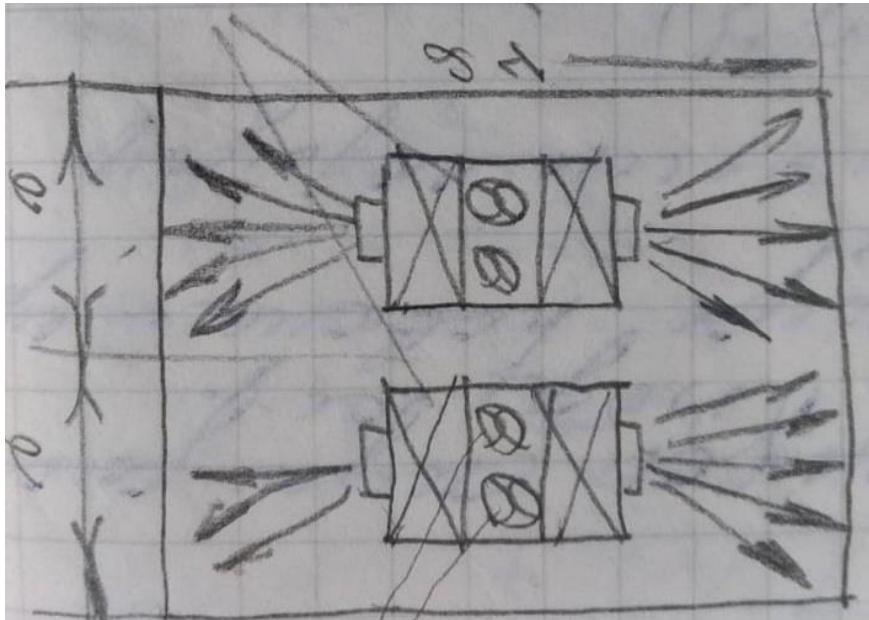
Hava soyuducuları kanalla, yaxud kanalsız olur. Kanallı hava soyuducularının

müsbət cəhəti odur ki, kameraların istənilən yerinə kanalı çəkmək uyğundur. Soyuq havanın kamerada paylanması müntəzəmdir. Mənfi cəhəti isə hava tavanının, kameranın divarında yerləşdirilməsi ərzaq məsulunun kameraya yığılma hündürlüyü məhduddur, kanalboyu əlavə müqavimətlər yaranır. Bu da kamerada artıq elektrik enerjisinin işlənməsinə səbəb olur. Pərlərdən çıxan soyuq havaya yaxın yerdə ərzaq məhsulları daha çox soyuyur, ərzaq məhsulları bəzi hallarda donur.

Kanalsız hava soyuducusunun kamerada quruluşuna baxaq.

Təcrübə nəticəsində təyin olunmuşdur ki, soyudulan sahəsi 72 m² olan bi kameradakı soyutma sahəsi 50 və ya 75 olan 1 ədəd BOII tipli hava soyuducusu ilə müntəzəm soyutmaq olar. Hava soyuducularının hesabı batareyanın hesabına nisbətən mürəkkəbdir. Çünki burada soyuq hava çıxış soplunun sayının və diametrinin dəqiq təyin olunması tələb olunur. Hava soyuducularında soyudulan havanın həcm sərfi belə hesablanır:

$$V_0 = \frac{\sum Q_{avad}}{\rho_k (t_1 - t_2)}$$



ΣQ_{avad} - kamera avadanlığına düşən istilik yükü olub, istilik hesabatının yekun cədvəlində verilir.

ρ_k – kameradakı havanın sıxlığı olub, temperatura əsasən cədvəldən seçilir. Əgər $t_k = 20^0$ olarsa $\rho_k = 1.293 \text{ kq/m}^3$ olar.



i_1 - hava soyuducusuna daxil olan isti havanın entalpiyası olub, $t_1 - \varphi_k$ - parametrlərinə əsasən id diaqramından təyin olunur.

i_2 – hava soyuducusundan çıxan soyuq havanın entalpiyası olub, $t_2 - \varphi_k$ - parametrlərinə əsasən id diaqramından təyin olunur.

Soyutma, dondurma prosesi gedən kameralarda işə temperatur fərqi daha çox

götürülür. $\Delta t = (10 \div 15) \text{ S}$ intervalında götürülə bilər.

$$t_1 = t_k + \Delta t = 0^{\circ} + 2^{\circ} = 2^{\circ} \text{ S}$$

$$\varphi_k = 86 \%$$

$$t_2 = t_k - \Delta t = 0^{\circ} - 2^{\circ} = -2^{\circ} \text{ S}$$

$\varphi_k = 100 \%$ -doymuş hava.

Əksər hallarda ventilyatorların məhsuldarlığının V_0 –a əsasən seçirlər. Hava soyuducularının istilik hesabatı batareyalara nisbətən bir qədər mürəkkəbdir. Burada hava soyuducularının üzərində götürülən saploların, yaxud kanallar üzərində açılan pəncərələrinin sayının və hündəsi ölçüləri dəqiq olunması tələb olunur.

Saplolar, yaxud pəncərələr hündəsi formalarına görə dairəvi, düzbucaqlı, yaxud konusvari ola bilər.

Dairəvi pəncərələrin sayının aşağıdakı düsturdan təyin edirik.

$$V_0 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \omega \cdot n;$$

$$n = \frac{4 \cdot V_0}{\pi \cdot d_0^2 \cdot \omega}$$

d_0 – dairəvi pəncərənin diametri olub $200 \div 300 \text{ mm}$ qəbul olunur;

ω – soyuq havanın pəncərədən çıxan andan sürəti olub, $10 \div 15 \text{ m/san}$; dondurma

prosesi gedən kameralarda isə 25 m/san götürmək olar.

Əgər pəncərələrin forması düzbucaqlıdırsa onda belə hesablanır:

$$V_0 = 2 \cdot b_0 \cdot l \cdot \omega \cdot n;$$

$$V_0$$

$$n = \frac{V_0}{2 \cdot b_0 \cdot l \cdot \omega}$$

Hava soyuducularının soyutma sahəsi aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$F = \frac{\sum Q_{avad}}{k(t_k - t_0)}$$

k - hava soyuducularının istilikötürmə əmsalı olub agentin qaynama temperaturundan asılı olaraq cədvəldən seçilir.

Məsələn, $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$ onda $k=17,5 \text{ Vt}/(\text{m}^2\text{k})$ olar. Təyin olunmuş F -ə əsasən hava soyuducuları kataloqdan seçilir. Əgər hava soyuducularının istilik konstruktiv hesabı aparılmasa onda onun həndəsi ölçüləri batareyalarda olunduğu kimi ardıcıl hesablanır. Yəni HC-gusunu hazırlamaq üçün tələb olunan ümumi borunun uzunluğunun təyin edirik.

$$L = \frac{F}{f}$$

f – 1 m qabırğalanmış borunun soyuma sahəsi olub, borunun diametrindən və qabırğalararası məsafədən asılı olaraq cədvəldən seçilir. Borunun diametri $57 \div 13,5$ olarsaqabırğalararası məsafə 30 mm olarsa, onda $f=1,12$

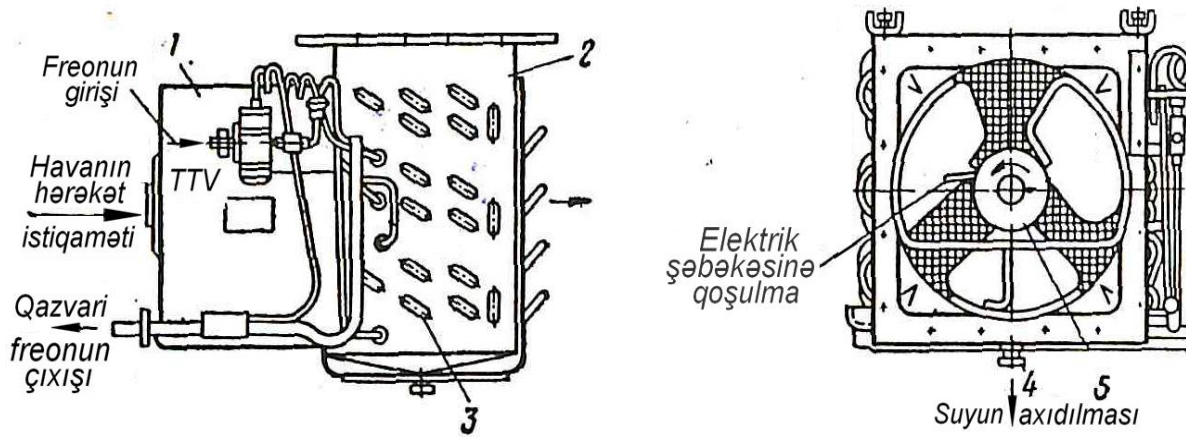
$$L = n_1 \cdot n_2 \cdot l$$

n_1 - hava soyuducusundakı boruların hündürlüyünə

n_2 - eninə sparların sayıdır.

l - hava soyuducusunun seksiyasının uzunluğu.

Soyuducu kameranın bütün həcmi üzrə bərabər temperaturu təmin etmək və buxarlandırıcının xüsusi istilik yükünü artırmaq məqsədi ilə çox vaxt elektroventilyator ilə təchiz olunmuş və havanın məcburi dövr etdirilməsi olan buxarlandırıcılardan istifadə olunur. Bu halda soyudulan kameradakı hava ilə buxarlandırıcının xarici səthi arasında məcburi konvektiv istilik mübadiləsi baş verir. Belə bir hava soyuducusu (şək.17.3), temperaturu $2-12^{\circ}\text{C}$ olan ərzaq kamerasında quraşdırılır.



Şək.17.3 "MBOΦ" tipli hava soyuducusu

Hava soyuducusunda qabırğalanmış mis borularından 3 istifadə olunub. Ventilator 5 elektrik mühərriki 1 ilə birlikdə hava soyuducusunun gövdəsində 2 yerləşdirilib. Havanın soyudulması və ya qar örtüyünün əriməsi nəticəsində çökmüş suyu ayırmaq məqsədi ilə hava soyuducusunun dibliyində borucuq 4 nəzərdə tutulub.

Hava soyutma sistemi olan gəmi soyuducu qurğularında əsas etibarlı ilə quru hava soyuducuları istifadə olunur. Bu növ soyuducularda hava istilikmübadilə borularının səthini yuması nəticəsində soyuyur. Həmin boruların daxilində isə ya soyuducu agent qaynayır, ya da şor su və ya su dövr edir.

MÜHAZİRƏ 20.

Boru kəmərləri, armatura və cihazlar

Boru kəmərləri. Xarici diametri 25 mm-ə qədər olan freon boru kəmərləri üçün nazik qırmızı mis borularından istifadə olunur. Daha böyük diametrlə boru kəmərləri tikişsiz polad borulardan hazırlanır. Şor su və su boruları üçün 10 at hidravlik təzyiqlə davam gətirən tikişli polad borulardan istifadə olunur. Borular möhkəm, sıx, quru və təmiz olmalıdır.

Polad borular aparat və armaturaya flans vasitəsilə birləşir. Qırmızı mis boruları bir biri ilə flans ya ştuser vasitəsi ilə, ya da qaynaq (lehimlənmə) yolu ilə birləşir. Boruların qaynaqla birləşməsi daha etibarlıdır, lakin bununla yanaşı boruların sökülməsi çətinləşir.

Ara qatı materiallarından boru kəmərləri birləşmələrinin, kipləclərin, bağlayıcı və tənzimləyici ventillərin, səviyyə göstəricilərinin, baxış şüşələrinin və s. kipləşdirilməsi üçün

istifadə olunur.

Freon və sürtkü yağı adi rezini xarab etdikləri üçün, kipləyici material kimi (-30)÷(+130)°C temperatur intervalında freon və yağlayıcı maddələrə dözümlü olan xüsusi rezindən istifadə olunur. Paronit ara qatından kompressorun ayrı-ayrı hissələrinin birləşməsində, boru kəmərinin flans birləşməsində istifadə olunur. Paronit məsaməli material olduğundan, paronit ara qatını isti qliserinlə hopdururlar. Qliserin yağ və freonda həll olunmur.

Avtomatik və nəzarət-ölçü cihazlarının birləşmələrində, boru kəmərlərinin flans və ştuser birləşmələrində metal ara qatından (adətən qırmızı misdən) istifadə olunur.

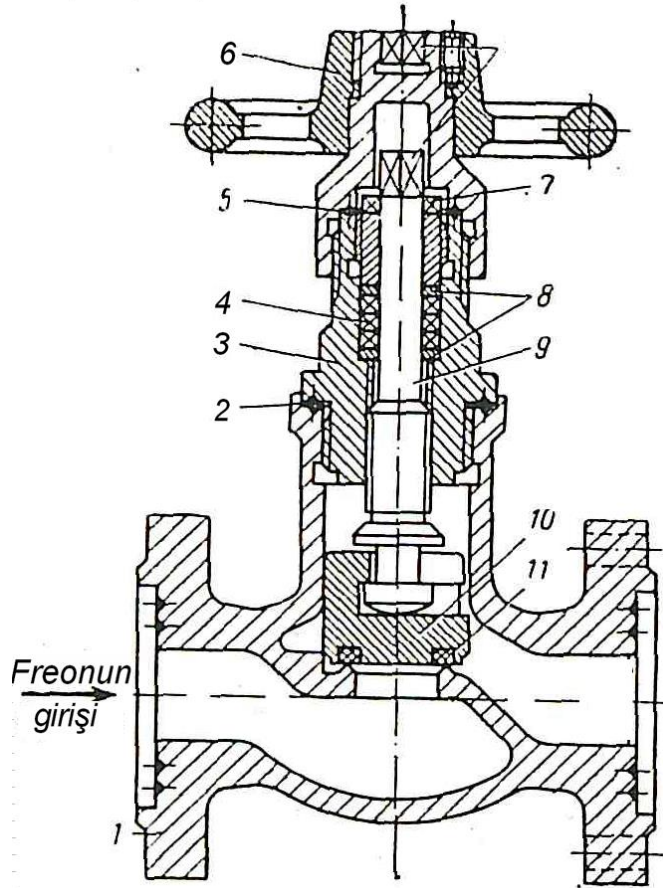
Metal ara qatın qalınlığı 2 mm-dən çox olmamalıdır. Kipləşdirmə keyfiyyətini artırmaq və iki müxtəlif metalın birləşmə yerində qalvonik cütün əmələ gəlməsinin qarşısını almaq məqsədi ilə ara qatına pasta və ya qrafit sürülür.

Keyfiyyətli kipləyici materiallardan biri ftoroplastdır. O, həm kimyəvi təsirə, həm də temperatura davamlı olmaqla, 64 at təzyiqli mühitdə (-60)÷(+150)°C temperatur intervalında işlədilə bilər.

Bağlayıcı ventillər. Soyuducu agent kəmərinə kipləyici, membranlı və silfonlu ventillər quraşdırılır. Şək.18.1-də freon üçün nəzərdə tutulmuş kipləyici bağlayıcı ventillər göstərilir. Kvadrat flanslara malik olan gövdə 1 qapaqla 3 yivlə birləşib.

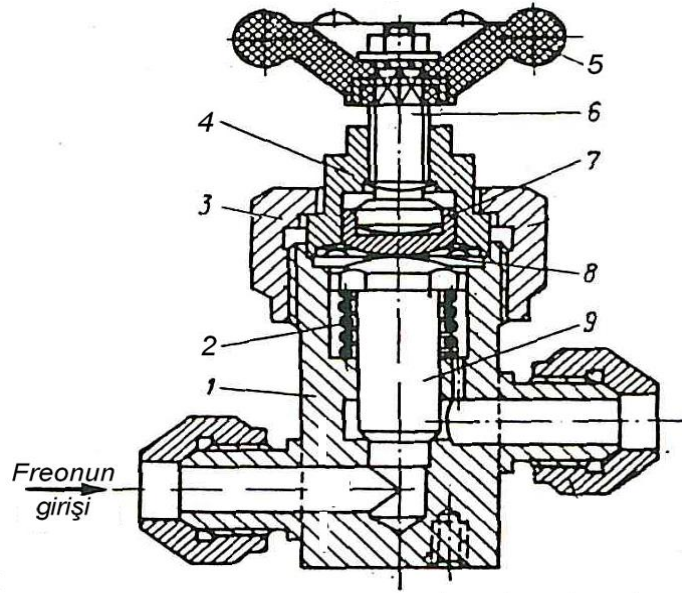
Gövdə ilə qapağın germetik birləşməsini ara qatı 2 təmin edir. Şpindel 9 saat əqrəbi istiqamətində hərəkət etdikdə, şpindel başlığı aşağı hərəkət edərək, bürünc zolotniki 10 gövdəyə sıxır, və ventillər bağlanır. Ventil bağlandıqda gövdə ilə zolotnikin kipləşməsini babbitt halqası 11 təmin edir.

Polad halqalar 8 arasında yerləşən asbest-qrafit kipləyici taxma 4, polad aralığı olan qalpak 6 ventillərin kipləyicindən freonun sızmasının qarşısını alır.



Şək.18.1 Kipkəcli freon bağlayıcı ventili

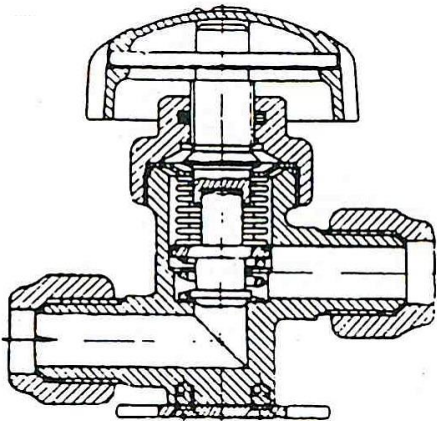
Şək.18.2-də membranlı bağlayıcı ventill təsvir olunub.



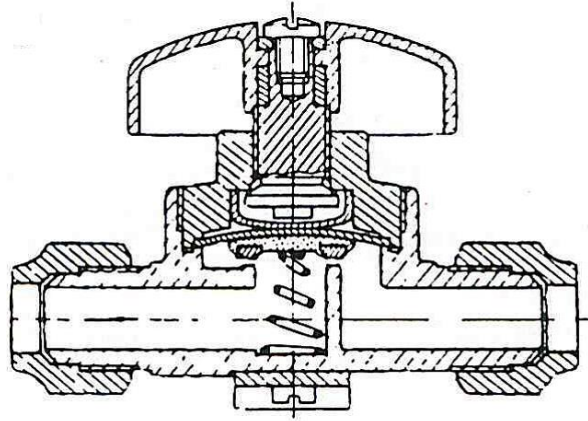
Şək.18.2 Membranlı freon bağlayıcı ventili

Bürünc gövdə 1 və qapaq 4 arasında membran 8 yerləşir. Membran ventilin daxili boşluğunu xarici mühitdən ayırır. Qapaq qayka 3 vasitəsi ilə gövdəyə sıxılır. Tutacağı 5 saat əqrəbinin hərəkəti istiqamətində fırlatdıqda dayaq 7 vasitəsi ilə şpindel 6 membrana təsir edir, o da öz növbəsində ştoku 9 hərəkət etdirir, nəticədə freonun yolu bağlanır.

Xarici firmaların istehsal etdikləri qurğularda daha sadə quruluşa malik olan "Danfoss" firmasının kipkəcsiz silfonlu (şək.18.3) və membranlı (şək.18.4) ventilləri istifadə olunur.



Şək.18.3 "Danfoss" firmasının BV tipli silfonlu bağlayıcı ventili



Şək.18.4 "Danfoss" firmasının BM tipli membranlı bağlayıcı ventili

İstismar zamanı həmin ventilləri dirənənə qədər açmaq lazımdır. Bu halda membran və ya silfon zədələndikdə belə freon sızmaları baş verməyəcək çünki ştokun çıxıntısı yuxarıdakı yuvaya sıxılaraq, freonun yolunu tutacaq.

Membran və silfonlu ventillər diametri 25 mm-ə qədər olan boru kəmərlərində, daha böyük diametrlı boru kəmərlərində isə kipkəcli ventillərdən istifadə olunur.

Nəzarət-ölçü cihazları. Soyudulan kameradakı havanın, dövr edən suyun, şor suyun, soyuducu agentin temperaturu adi termometrlə ölçülür. Soyudulan otağın (kameranın) temperaturu məsafədən də ölçülə bilər, məsələn manometrik termometrlə. Bu termometr temperatur şkalası olan yaylı manometrdən və asanca qaynayan maye ilə doldurulmuş həssas patron dan ibarətdir. Həssas patron soyudulan yerdə, manometr isə ondan kənar da quraşdırılır. Həssas patron və manometr kapilyar borucuqla birləşib.

Temperatur məsafədən müqavimət termometri ilə də ölçülə bilər. Soyudulan yerdə quraşdırılan termometrin həssas elementi elektrik müqaviməti temperaturdan asılı olan mis naqildir. Müqavimət termometri -50°C -dən $+100^{\circ}\text{C}$ -yə qədər ölçmələr üçün istifadə olunur. Son zamanlar temperaturun ölçülməsində yarımkeçirici müqavimət termometri olan termistərlərdən də istifadə olunur.

Soyuducu agent su və şor su sistemində təzyiqli ölçmək üçün yaylı manometrlərdən istifadə olunur. Bu cihazlarla ölçülən təzyiqli izafi və ya manometrik adlanır. Soyuducu agent sisteminin yüksək təzyiqli xəttində manometr, kompressorun sorma xəttində isə manovakuometr quraşdırılır. Doyma halında temperaturun təzyiqli asılı olması, soyuducu qurğularda istifadə olunan manometr və manovakuometri iki və çox şkalalı hazırlamaq imkanını yaradır. İkişkalalı cihazların daxili şkalasındakı bölgü təzyiqli (at), xarici şkalasının bölgüsü isə həmin təzyiqli uyğun doyma temperaturunu ($^{\circ}\text{C}$) göstərir. İkişkalalı manometr və manovakuometrlə komponentin kondensatlaşma və qaynama temperaturunu təyin etmək olar. Cihazın şkalası həmin komponent üçün dərəcələndirilir (soyuducu agentin adı cihazın üzərində qeyd olunur).

Xarici istehsalı olan gəmilərdə “Danfoss” firmasının manometr və manovakuometri quraşdırılır. Həmin cihazların daxili şkalasındakı bölgülər təzyiqli (at), orta və kənar şkalaların bölgüləri isə freon-22, freon-12 və xlorometilin həmin təzyiqli uyğun doyma temperaturunu göstərir.

MÜHAZİRƏ 21.

Boru kəmərinin diametrinin təyini.

Soyuducu qurguları layihə edərkən, boru kəmərlərinin layihəsini də aparmaq lazımdır. Boru kəmərlərinin layihəsində əsasən istifadə olunan borunun ümumi uzunluğunu diametrini və divarının qalınlığını təyin olunmasından ibarətdir.

Soyuducu müəsisədə istifadə olunan borunun ümumi uzunluğunu riyazi üsulla təyin etmək mümkün deyil. Bunu ancaq quraşdırma zamanı dəqiq hesablayırlar. Ancaq borunun diametrini dəqiq hesablamaq mümkündür. Bunu aşağıdakı düsturdan təyin edirik.

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d_{ax}^2}{2} \cdot \omega, \quad \left(\frac{m}{san} \right)$$

V - boru kəməmindən axan soyuducu agentin (soyuqluq daşıyıcılarının) həcm sərfi asanlıqla hesablanır.

ω - boru kəməmindən axan soyuducu agentin (soyuqluq daşıyıcılarının) sürəti olub cədvəldə verilir Məsələn, ammonyak maşınlarında, sorma borusunda agentin sürəti $\omega = (10 \div 25)$ m/san, vurma borusunda $\omega = (15 \div 30)$ m/san götürülür. İstifadə olunan borunun diametri aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$d_{gax} = \sqrt{\frac{4V_{sor}}{\pi\omega}} = 1.13 \sqrt{\frac{V_{sor}}{\omega}}$$

Bu düsturu soyuducu qurğunun ayrı-ayrı düyün nöqtələri üçün tətbiq edirlər.

Məsələn, buxarlandırıcının kompressorla birləşdirilən sorma borusunun diametrini təyin edək.

$$(d_{\text{gax sor}}) = 1.13 \sqrt{\frac{V_{\text{sor}}}{\omega}}$$

$$V_{\text{sor}} = G_u V_1 \frac{m^3}{\text{san}}$$

Əgər hesablanmış boru kəmərinin diametri 100 mm –dən çox olarsa, onda sürətin cədvəldəki maksimum qiymətini (25 ÷ 30)% artıq götürmək lazımdır. Təyin olunmuş boru kəmərinin DÜİST-ə əsasən cədvəldən dəqiq etdikdən sonra sürətin həqiqi qiyməti, təzyiq düşküsi də hesablanır. Boru kəmərinə yaranan tam təzyiq düşküsi aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$\Delta P = \Delta P_l + \Delta P_\xi$$

ΔP_l - boru kəmərlərinin uzunluğunda yaranan təzyiq düşküsi olub belə hesablanır.

$$\Delta P_l = \lambda_{\text{sür}} \cdot \frac{2}{d_{\text{ax}}} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2}$$

$\lambda_{\text{sür}}$ - boru kəmərinin uzunluğuna yaranan sürtünmə əmsalı olub cədvəldə verilir.

Məsələn, qızışmış və yaxud quru doymuş buxar üçün $\lambda_{\text{sür}} = 0,025$ götürülür. Həm buxar $\lambda_{\text{sür}}=0,035$, soyuqluq daşıyıcıları üçün $\lambda_{\text{sür}}=0,004$, xladonlar üçün $\lambda_{\text{sür}}=0,065$.

Ümumiyyətlə sürtünmə əmsalı boru kəmərinin daxili səthnin kələ kötörlüyündən materialın növündən, soyuducu agentin növündən temperatur fərqiindən, özlülüyündən, sıxılmış növündən asılı olaraq təcrübə vasitəsilə təyin olunur. Blauzus sürtünmə əmsalını hesablamaq üçün aşağıdakı düsturu təklif etmişdir:

$$\lambda_{\text{sür}} = 0.3164 \cdot Re^{-0.25}$$

l - boru kəmərinin uzunluğu;

ρ – boru kəmərinə axan maddənin sıxlığı;

ΔP_ξ – boru kəmərinin üzərində qoyulmuş ventillərdə siyirtmələrdə, döngələrdə yaranan təzyiq düşküsidür, belə hesablanır:

$$\Delta P_\xi = \sum \frac{\xi \cdot \omega^2 \cdot \rho}{2}$$

$\sum \xi$ - armaturlarda və döngələrdə yaranan müqavimət əmsalı olub, cədvəldə verilir.

Təcrübələr göstərir ki, bir armaturda yaxud döngədə yaranan təzyiq düşküsi ekvivalent uzunluğu adlanan borudakı təzyiq düşküsünə bərabər olur. Yəni

$$\Delta P_{\xi} = (\lambda_{sür} \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi) \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2}$$

Hesablamlar göstərir ki soyuducu qurğunun hər bir düyün nöqtəsi üçün buraxıla bilən təzyiq düşküsi normadan çox olduqda normal iş rejimi pozulur. Odur ki hər bir düyün nöqtəsi üçün buraxıla bilən təzyiq düşküsi cədvəldə verilir. Amonyakla işləyən kompressor maşınlarında sorma hissəsində b.boruda təzyiq düşküsi qaynama temperaturunun 1⁰ azalmasına, xladon maşınlarında isə 2⁰ azalmasına uyğun olmusdur. Bundan çox olmaz.

Təcrübələr göstərir ki, soyuducu agentin qaynama temperaturunun 1⁰ azalması, soyuducu maşının soyuqluq məhsuldarlığının 4% azalmasına səbəb olur.

MÜHAZİRƏ 22.

Soyuducu agentin buxarlandırıcı sistemə verilməsi.

Soyuducu agentin buxarlandırıcı sistemə verilməsi 3 üsulla verilir:

1. Soyuducu agentin buxarlandırıcı sistemə təzyiqlər fərqi nəticəsində verilməsi.
2. Soyuducu agentin buxarlandırıcı sistemə maye təzyiqi altında – hidrostatik təzyiq altında verilməsi.
3. Soyuducu agentin nasos vasitəsilə buxarlandırıcı sistemə verilməsi.

Bu üsulların hər birinin iş prinsipini nəzərdən keçirək.

2. Soyuducu agentin buxarlandırıcı sistemə təzyiqlər fərqi ($P_k - P_0$) nəticəsində verilməsi. Bu üsulda soyuducu agent P_k təzyiqi altında maye kollektoruna, oradan isə tənzimləyici ventillərdən keçərək, mərtəbələrdə qoyulmuş buxarlandırıcılarda paylanır. Buxarlandırıcıdan çıxan buxarı isə P_0 təzyiqi ilə kompressor sıxır və kondensatora vurur. Bu üsulun sadə sxeminə baxaq.

Sxemdən görünür ki, hər mərtəbədə qoyulmuş buxarlandırıcı sistemlər üçün bir ədəd tənzimləyici ventillər qoyulur. Tənzimləyici ventillərin çox olması qurğunun iş prinsipini mürəkkəbləşdirir. Mənfi cəhəti odur ki, hər bir mərtəbədə qoyulmuş buxarlandırıcılardan çıxan buxarın temperaturuna nəzarət etmək mümkün deyil. Müsbət cəhəti odur ki, sxem sadədir, istismarı asandır. Bu sxemin ən əlverişli iş sxemi o rejim sayılır ki, tənzimləyici ventildən çıxan maye soyuducu agentin miqdarı (G_a) buxarlandırıcıdan çıxan buxarın miqdarına bərabər olsun. Tənzimləyici ventildən keçən maye soyuducu agentin miqdarını buxarlandırıcıdan çıxan buxarın miqdarına olan nisbətə sirkulyasiya dəfəliyi deyilir və n ilə işarə olunur:

$$n = \frac{G'}{G_a}$$

Bu üsulun ən əlverişli iş rejimi $n = 1$ olduqda olur.

Istismarda bu halı təmin etmək çətindir. Odur ki, sirkulyasiya dəfəliyi 1-dən böyük, yaxud kiçik ola bilər. Bu halların soyuducu qurğunun işinə təsirini nəzərdən keçirək.

- 1) Fərz edək ki, $n > 1$, onda $G_a > G'$. Belə halda buxarlandırıcı soyuducu agentlə dolur. Bu da hidravlik zərbə əmələ gətirir. Nəticədə kompressor sımbı sıradan çıxır. Ancaq bu üsul buxarlandırıcı üçün əlverişli hal sayılır. Çünki buxarlandırıcının bütün boruları qaynama temperaturunda olan maye soyuducu agentlə dolu olur. Mayenin istilikvermə əmsalı buxara görə qat-qat böyük olur.
- 2) $n < 1$ olarsa $G_a < G'$. Bu halda isə kompressorun quru iş rejimi təmin olunur. Buxarlandırıcıların aldığı istilik miqdarı azalır. Odur ki, prinsipal sxem elə tərtib olunmalıdır ki, həm kompressorun quru iş rejimi təmin olunsun, həm də buxarlandırıcının əlverişli işi təmin olunsun.

Hər iki variantı təmin etmək üçün aşağıdakı sxemdən istifadə olunmalıdır. Burada maye ayırıcısı adlanan bir elementdən istifadə olunur. Kompessor buxarı həmişə maye ayırıcısına sovrulur. Bunun sadə sxeminə baxaq.

Soyuducu qurğunun kompressorunun ən təhlükəsiz iş rejimi qış ayları sayılır. Çünki qış aylarında havanın və suyun temperaturu aşağı olur. Fərz edək ki, kondisiyalaşdırma təzyiqi $P_k = 0.6$ Mpa, qaynama təzyiqi $P_0 = 0.1$ Mpa, $\rho = 680$ kq/m³, $t = 34^\circ\text{S}$ ammoniyak maşınlarında təzyiqlər fərqi nəticəsində yaranan və alınan hündürlük aşağıdakı aşağıdakı düstürlə hesablanır:

$$H = \frac{(P_k - P_0) \cdot 10^6}{\rho \cdot g} = \frac{(0.6 - 0.1) \cdot 10^6}{680 \cdot 9.81} = 75 \text{ m}$$

Bu üsuldən kiçik soyuducu qurğularda və xlodonla işləyən soyuducu qurğularda geniş istifadə olunur.

3. Soyuducu agentlərin buxarlandırıcı sistemə maye təzyiqi altında – hidrostatik təzyiq altında verilməsi.

Bu üsulun əlverişli üsuldən fərqi ondadır ki, burada maye ayırıcısı ən yuxarıda qoyulmuş buxarlandırıcılardan da (1.2 ÷ 1.5) m yuxarıda qoyulur. Əksər hallarda binanın üstündə qurulur. Bu üsulun sadə sxeminə baxaq.

Qurğunun iş prinsipini aşağıdakı kimidir: Xətti çəndən gələn maye soyuducu agent tənzimləyici ventildən keçərək binanın üstündə qoyulmuş maye ayırıcısına tökülür. Burada soyuducu agent qaynayır, buxarı kompressor sorur. Maye isə öz ağırlığı ilə mərtəbələrdə qoyulmuş buxarlandırıcılara paylanır. Alınan buxar, buxar-maye qarışığı maye ayırıcısına tökülür və oradan isə kompressor agentin buxarını sorur. Bu üsulun əvvəlki üsuldən fərqi ondan ibarətdir ki, burada buxarlandırıcılar qaynama temperaturunda olan maye soyuducu agentlərlə dolu olur.

Bu üsulun mənfə cəhəti ondan ibarətdir ki, maye ayırıcısı maye agentlə dolduğu halda kompressorda baş verərək qəzanın qarşısını almaq mümkün deyil. Sonra (-40÷-50)⁰S rejimlərini almaq mümkün deyil. Bu üsula çox vaxt maye ayırıcısının yuxarıda yerləşdirilməsi üsulu deyirlər.

4. Soyuducu agentin nasos vasitəsilə buxarlandırıcı sistemə verilməsi.

Bu üsul baxılan hər iki üsuldən ən əlverişlisidir. Ümumiyyətlə tutumu 600 t-dan çox olan buxanalarda nasoslu soyutma üsullarından istifadə olunur. Bu üsulun sadə sxeminə baxaq.

Xətti çəndən gələn maye soyuducu agent tənzimləyici ventildən keçib maye ayırıcısına(dövrən çəninə) tökülür. Burada agent qayayır, qaynama temperaturunda olan maye soyuducu agent (3) ammonyak nasosu götürüb mərtəbələrdə qoyulmuş batareyalara vurur. Batareyalardan çıxan bir qədər isinmiş maye soyuducu agent yenidən maye ayırıcısına – dövrən çəninə tökülür. Bu ardıcılıqla kamera soyudulur. Bu üsulun əsas üstün cəhəti ondan ibarətdir ki sirkulyasiya dəfəliyi $n = 3 \div 4$, bəzi hallarda $n = 8 \div 9$, hava soyuducunda isə 23-ə qədər götürülə bilər. Əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, sistemə doldurulan soyuducu agentin miqdarına sirkulyasiya dəfəliyi qədər qənaət olunur.

MÜHAZİRƏ 23.

Avtomatik cihazların təyinatı və təsnifatı. Qızışma tənzimləyiciləri.

Müasir gəmilərdə yüksək dərəcədə avtomatlaşdırılmış soyuducu qurğulardan istifadə olunur. Qurğunun avtomatlaşdırılması onu qəzadan qoruyur, soyudulan obyektlərin temperaturunun dəqiq saxlanmasını təmin edir, qurğunun əlverişli olmasını artırır. Avtomatlaşdırılmış soyuducu qurğulara edilən xidmət, onları vaxtaşırı baxışdan keçirməkdən, avtomatik cihazların sazlanmasından və qurğunun iş prosesində yaranmış cüzi nasazlıqların aradan götürülməsindən ibarətdir. Gəmi soyuducu qurğularında aşağıdakılar avtomatlaşdırılır :

- maye agentin buxarlandırıcıya verilməsi;
- buxarlandırıcıda qaynama temperaturu;
- soyudulan otaqların temperaturu;
- aralıq istilikdaşıyıcısının temperaturu;
- kondensatlaşma təzyiqi.

Soyuducu qurğuların avtomatlaşdırılmış işi avtomatik cihazların köməyi ilə yerinə yetirilir. Avtomatik tənzimləmə cihazları aşağıdakı qruplara ayrılır: tənzimləmə, idarəetmə, qoruma.

Tənzimləmə cihazları tənzimlənən kəmiyyəti verilmiş səviyyədə avtomatik saxlayır və ya onu verilmiş qanun üzrə dəyişir.

İdarəetmə cihazları müəyyən ardıcılıqla soyuducunun hissələrini avtomatik işə qoşub, işdən çıxarır.

Qoruyucu cihazlar soyuducu qurğunu və ya onun ayrı-ayrı elementlərini avtomatik işdən çıxarır, hər-hansı bir nəzarət olunan parametrin tapşırılmış qiymətdən müəyyən dərəcədə yayındığını bildiren səs və ya işıq siqnalından təsirlənir.

İş prinsipinə görə avtomatik cihazlar iki cür olur : pozisiyalı və müntəzəm işləyən. Pozisiyalı cihazın tənzimləyici orqanı bir neçə müəyyən pozisiya tuta bilər. İki pozisiyalı avtomatik cihazlar daha geniş yayılıb. Həmin cihazlarda tənzimləyici orqan iki kənar vəziyyətə malikdir : “Qoşulub” və ya “Çıxarılıb”, “Açıqdır” və ya “Bağlıdır” və s. Müntəzəm işləyən cihazlarda tənzim orqanı müntəzəm hərəkət edərək, istənilən ara vəziyyəti tuta bilər. Hər bir avtomatik cihaz tənzimləmə diapozonuna malikdir ki, o həmin diapozonda tətbiq oluna bilər. Bundan başqa həmin cihaz qeyri həssas zonaya da malikdir ki, bu da onun diferensialı adlanır.

Qızışma tənzimləyiciləri.Buxarlandırıcıya daxil olan maye agentin kütləsi burada əmələ

gələn buxarın kütləsinə bərabər olmalıdır. Buxarlandırıcıya artıq maye daxil olduqda onun natamam buxarlanmasına, kompressorun “nəm” gedişlə işləməsinə, hətta kompressorda hidravliki zərbələrin yaranmasına səbəb ola bilər. Buxarlandırıcıya soyuducu agentin kifayət qədər daxil olmaması isə burada (yəni soyudulan obyektə) temperatur rejiminin pozulmasına gətirib çıxarır.

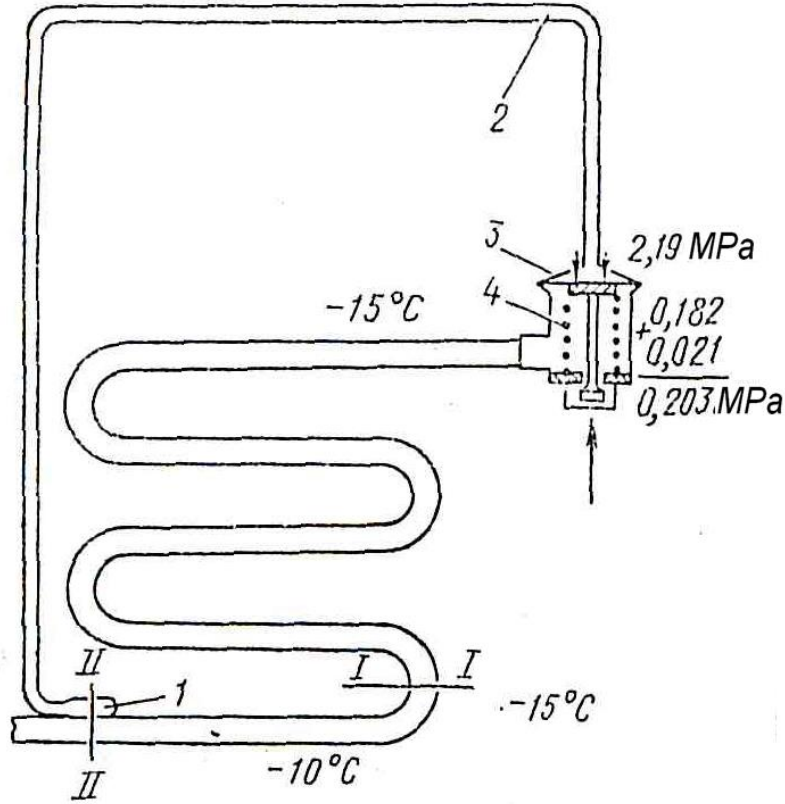
Buxarlandırıcıya verilən soyuducu agentin miqdarını tənzimləmək üçün qızışma tənzimləyicisi – termotənzimləyici ventildən (TTV) istifadə olunur. TTV buxarlandırıcının qarşısında qurulur və həmin kameradan çıxan buxarın qızışmasından asılı olaraq soyuducu agentin miqdarını avtomatik tənzimləyir. Əgər buxar qızışmış olarsa, bu zaman TTV açılır və soyuducu agent buxarlandırıcıya daxil olur. Əgər qızışma normadan aşağı olarsa TTV bağlanır. TTV daxili və xarici tarazlaşma ilə olur.

Daxili tarazlaşması olan TTV-nin iş prinsipinə baxaq. Daxili tarazlaşması olan TTV-nin sxemi şəkl.20.5-də verilmişdir. Burada termopatron 1, kapilyar boru 2 və membranın 3 üzərindəki fəza soyuducu qurğuda istifadə olunan soyuducu agentlə doldurulub.

Tutaq ki, buxarlandırıcıda temperatur $(-15)^{\circ}\text{C}$ -dir. Əgər soyuducu agent freon-12 olarsa, onda bu temperatura 0,182 MPa doyma təzyiqi uyğundur.

Kəsik I-I-ə qədər soyuducu agent qaynayır və doymuş buxara çevrilir. Bundan belə buxarlandırıcıda hərəkətini davam edərək o qızışır və 0,182 MPa təzyiqində $(-10)^{\circ}\text{C}$ temperaturuna çatır. Beləliklə qızışma 5°C olur. Buxarlandırıcı boru ilə yaxşı istilik kontaktı olan termopatronun temperaturu $(-10)^{\circ}\text{C}$ -yə yaxın olacaq. Bununla əlaqədar olaraq termohəssas sistemdə, eləcə də membranın üzərində 0,219 MPa doyma təzyiqi $(-10)^{\circ}\text{C}$ -yə uyğun) yaranır. Aşağıdan membrana 0,182 MPa təzyiqindən başqa yayın qüvvəsi hesabına yaranan 0,022 MPa təzyiqi də təsir edir, odur ki burada ümumi təzyiq 0,204 MPa olur. Yuxarıdan membrana təsir edən təzyiq 0,015 MPa qədər böyük olduğu üçün TTV açılır.

Buxarlandırıcıda duru soyuducu agentin miqdarı artarsa, agentin qaynaması buxarlandırıcının çıxışına yaxın bitər, buxarın qızışması azalar, termopatronun temperaturu (uyğun olaraq doyma təzyiqi) düşər, membranın hər iki tərəfindəki təzyiqlərin fərqi azalar və TTV buxarlandırıcıya verilən soyuducu agentin miqdarını azaldar.



Şək.20.5. Daxili tarazlaşması olan TTV-nin quraşdırma sxemi

Buxarlandırıcıda olan hidravliki müqavimətin daxili tarazlaşması olan TTV-nin işinə necə təsir etməsinə baxaq. Tutaq ki, hidravliki müqavimətin hesabına buxarlandırıcıda təzyiq 0,02 MPa qədər düşür. Belə olduğu halda I-I kəsiyində təzyiq 0,162 MPa qədər, soyuducu agentin temperaturu isə $(-18)^{\circ}\text{C}$ qədər düşmüş olur. I-I kəsiyindən II-II kəsiyinə qədər freon 5°C qədər qızışır. Onda 0,162 MPa təzyiqində temperatur $t=-13^{\circ}\text{C}$ olur. Bu temperaturda termopatrondakı təzyiq 0,196 MPa təşkil edir. Membrana alt tərəfdən qeyd olunduğu kimi 0,204 MPa təzyiqi təsir edir. 5°C qədər qızışmanın olduğuna baxmayaraq TTV bağlıdır. TTV-nin açılması üçün qızışma 8°C qədər olmalıdır, bu da buxarlandırıcının işini pozur.

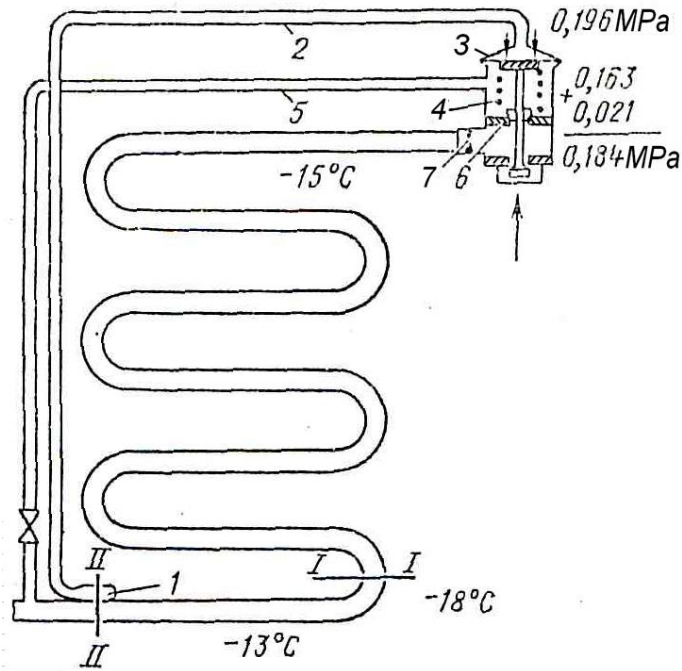
Qeyd etdiyimiz çatışmayan cəhət xarici tarazlaşması olan TTV-də aradan götürülüb.

Xarici tarazlaşması olan TTV-nin iş prinsipinə baxaq.

Bu növ TTV-nin sxemi şək.20.6-da verilmişdir.

Xarici tarazlaşması olan TTV-də membranaltı fəza klapandan sonrakı fəzadan kipegəli diafraqma 6 ilə izolə edilib. Membran altına təzyiq buxarlandırıcının çıxış hissəsindən tarazlaşdırıcı borusu 5 ilə verilir. Bu boru termopatronun yaxınlığında

qoşulmalıdır. Baxılan halda membranaltı təzyiq 0,184 MPa, onun üzərində isə 0,196 MPa olur. Buxarlandırıcıda təzyiq düşgüsünə baxmayaraq klapan açıq qalır.



Şək.20.6 Xarici tarazlaşması olan TTV-nin quraşdırma sxemi

MÜHAZİRƏ 24.

Təzyiq relələri. Temperatur reləsi

Alçaq təzyiq reləsi. Soyuducu qurğuların layihələndirilməsi zamanı soyuqluq məhsuldarlığı maksimal istilik yükünə uyğun hesablanmalıdır, yəni müəyyən ehtiyatla qəbul olunmalıdır. Odur ki, müxtəlif iş şəraitlərində gəmi soyuducu qurğusunun soyuqluq məhsuldarlığının soyudulan kameraya daxil olan istiliyə bərabər olmasını təmin etmək üçün kompressorun soyuqluq məhsuldarlığını tənzimləmək lazımdır.

Tənzimləmənin ən sadə üsulu kamerada aşağı temperatur əldə olunduqda kompressoru dayandırılmalı, soyuducu kamerada temperatur buraxıla bilən maksimal qiymətə çatdıqda isə kompressor yenidən işə qoşulmalıdır. Kompressorun bu növ işi tsiklik adlanır. Bu alçaq təzyiq reləsi olan pressostatın köməyi ilə avtomatik yerinə yetirilir. Pressostat kompressorun sorma xəttində quraşdırılır və sorma təzyiqinə (buxarlandırıcıda freonun

qaynama təzyiqinin qiymətinə yaxın təzyiqdə) reaksiya verir.

Kompressorun sorma xəttindəki təzyiq tapşırılmış aşağı qiymətinə çatdıqda, pressostat kompressoru işdən ayırır. Bu təzyiq aşağı olduqca soyudulan kameradakı temperatur da aşağı düşər.

Kompressorun soyuqluq məhsuldarlığı istilik axınından çox olduğundan kameradakı temperatur düşür, temperatur düşdükcə isə buxarlandırıcıda freonun qaynama intensivliyi azalır. Bununla yanaşı buxarlandırıcının çıxışında buxarın qızışması da azalır, odur ki, TTV avtomatik olaraq buxarlandırıcıya verilən freonun miqdarını azaldır. Bu da buxarlandırıcıda və kompressorun sorma xəttində təzyiqin azalmasına gətirib çıxarır. Buxarlandırıcıda təzyiqin azalması ilə freonun qaynama temperaturu da düşür, beləliklə aşağıdakı asılılıq müəyyən edildi : kompressor soyudulan obyektin temperaturunun azalması ilə işlədikdə, onun sorma xəttində təzyiq azalır, bu səbəbdən də buxarlandırıcıda agentin qaynama temperaturu düşür.

Qeyd etdiyimiz kimi kompressorun sorma xəttindəki təzyiq tapşırılmış aşağı qiymətə çatdıqda, pressostat kompressoru işdən ayırır. Bu qiymət aşağı olduqca kameradakı temperatur da aşağı olur. Kompressor dayandırıldıqdan sonra, TTV tədricən bağlanacaq, çünki buxarlandırıcının giriş və çıxışındakı temperaturların bərabərləşməsi TTV-dəki membranın hər iki tərəfindəki təzyiqlərin bərabərləşməsinə gətirib çıxarır, nəticədə TTV-nin yayı klapanı kip bağlayacaq.

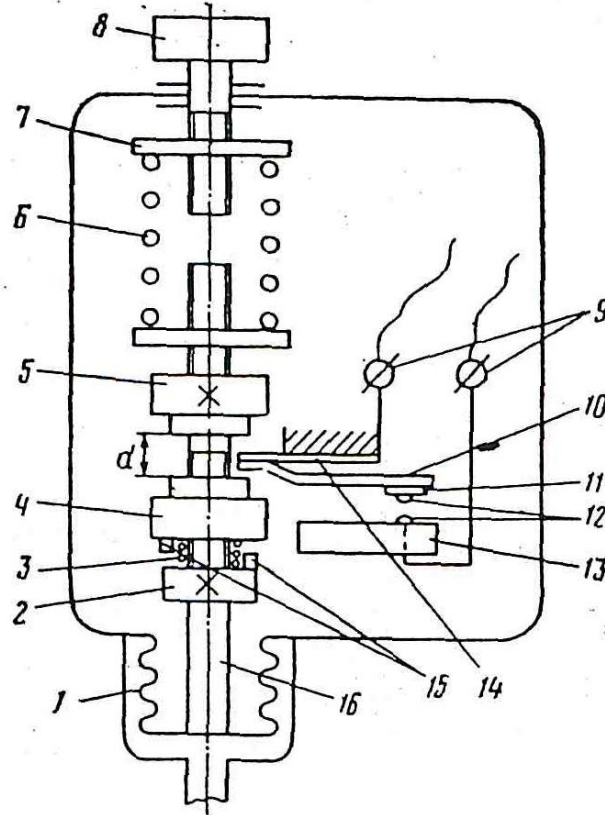
Kompressor dayandıqdan sonra kameraya axan istiliyin hesabına buradakı temperatur artacaq, bu da buxarlandırıcıda freonun temperatur və təzyiqinin artmasına gətirib çıxaracaq. Buxarlandırıcıda təzyiq tapşırılmış yuxarı həddə çatdıqda pressostat kompressoru yenidən işə qoşacaq. Təzyiqin yuxarı həddi yüksək olduqca, kompressorun işə qoşulduqu anda kameranın temperaturu da daha yüksək olacaq. Kompressor işə qoşulduqda TTV açılacaq, çünki buxarlandırıcıda təzyiq kəskin şəkildə düşəcək, termopatronun temperaturu isə yüksək olacaq, bu da TTV-nin açılması üçün cihazdakı membranın iki tərəfindəki təzyiqlər fərqi təmin edəcək.

Beləliklə, kompressor tsiklik işləyərkən kameradakı temperaturun tənzimlənməsi, buxarlandırıcıda işçi təzyiqi ilə yanaşı freonun qaynama temperaturunun orta qiymətinin dəyişməsi ilə əmələ gəlir.

Soyudulan obyektin tələb olunan temperaturunu pressostatın köməyi ilə saxlamaq üçün, həmin cihazın sazlanmasında aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır :

- freonun qaynama temperaturunun kameradakı temperaturdan 9-15°C qədər aşağı qiymətə uyğun gələn sorma təzyiqində kompressor dayandırılmalıdır;
- freonun qaynama temperaturunun kameradakı temperaturdan 2-5°C qədər aşağı qiymətə uyğun gələn sorma təzyiqində kompressor işə qoşulmalıdır.

Bir çox gəmilərdə “Danfoss” firmasının RT tipli təzyiq relesi istifadə olunur. RT1 (RT1A) pressostatın sxemi şək.21.1-də verilib.



Şək.21.1 RT1 (RT1A) pressostatın prinsipial sxemi

Silfonun 1 kamerası kompressorun sorma boru kəməri ilə əlaqəlidir. Polad oxun 16 üzərində məhdudlaşdırıcı oymaq 5 və dayaq 2 möhkəmcəsinə bərkidilib. Oxun yivi ilə mufta 4 hərəkət edə bilər. Kontakt sistemi cihazın gövdəsinə bərkidilmiş nazik yastı yaydan 14 və ona lehirlənmiş sərt kontakt lövhəcikdən 10 ibarətdir. Həmin lövhəcikdə kontakt 12 ilə yanaşı lövhə 11 var. Sorma təzyiqi azaldıqda yayın 6 təsiri nəticəsində ox 16 aşağıya doğru hərəkət edir. Oymaq 5 yayın 14 sol ucunu basaraq, kontaktları ayırır. Sorma təzyiqi artdıqda ox 16 yayın 6 qüvvəsinə üstün gələrək, yuxarıya qalxır, mufta 4 lövhəciyin 10 sol ucunu

basdıqda nalvari maqnit 13 lövbəri 11 çəkəcək. Bununla da kontaktların 12 ani qapanması baş verəcək. Kabelin birləşməsi üçün sıxac 9 nəzərdə tutulub.

Pressostatın diferensialı “d” məsafəsindən asılıdır və mufta 4 ilə sazlanır. Muftanın bir dövr həddində fırlanmasını dayaqlar 15 məhdudlaşdırır. Muftanın titrəmədən qeyri-ixtiyari dönməməsini yay 3 təmin edir.

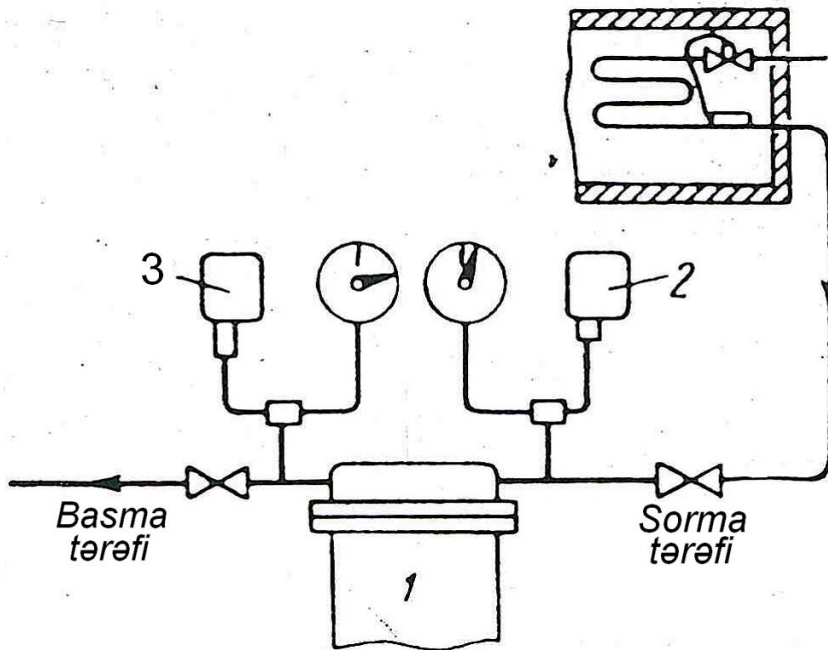
Mufta 4 fırladılaraq qaldırılsa, kontaktlar daha tez qapanacaq, yəni nisbətən kiçik təzyiqdə. Beləliklə mufta 4 ilə qapanma təzyiqinin hesabına diferensialı dəyişmək olar. Muftanın 4 yan səthində diferensiala uyğun on bərabər bölgü var.

Yüksək təzyiq relesi. Basma təzyiqi baxılan normadan xeyli artdığı zaman kompressorun işi maksimal təzyiq açarı (MTA) vasitəsi ilə dayandırılır. MTA yüksək təzyiq relesidir.

Təzyiq təhlükəli səviyyəyə qədər aşağıdakı səbəblərdən arta bilər :

- kondensatorun soyudulması pozulduğu halda;
- basma ventilin bağlı vəziyyətində kompressorun işə qoşulduğu halda, və s.

Aşağıdakı şəkildə pressostatın və MTA-nın qoşulma sxemi verilmişdir.



Şək.21.2. Pressostat və maksimal təzyiq açarının quraşdırma sxemi

burada : 1 – kompressor; 2 – pressostat; 3 – MTA

MTA kompressorun basma kəməri ilə birləşib. Təzyiq artdıqda kontaktlar ayrılır,

təzyiq azaldıqda isə onlar qapanır.

MTA və pressostat $p_{q0ş}$ və $p_{çix}$ müəyyən qiymətlərinə sazlanır. Bu təzyiqlərin fərqi, qeyd etdiyimiz kimi, həssassızlıq diapazonu və onun diferensialı adlanır.

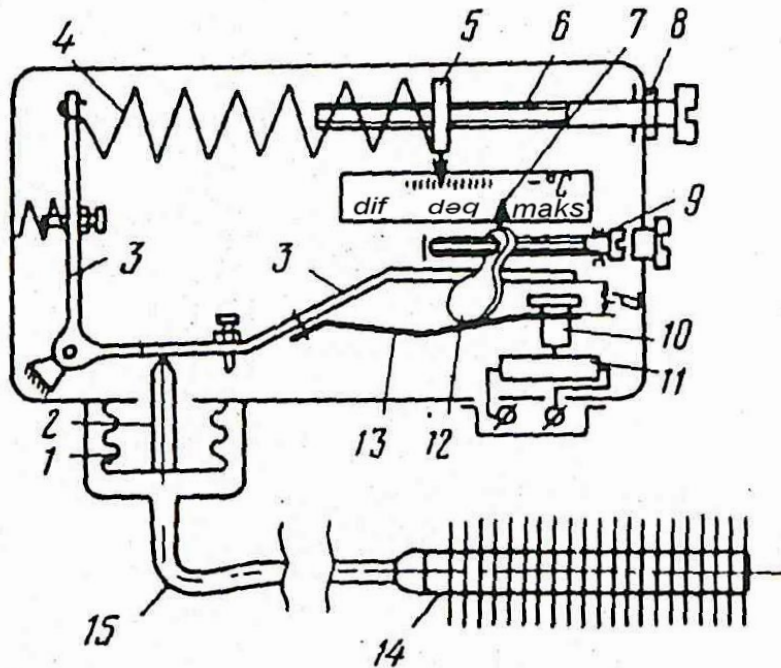
Gəmilərdə “Danfoss” firmasının RTS (RTSA) tipli yüksək təzyiq relesi geniş istifadə olunur.

Temperatur relesi. Temperatur relesi soyudulan kameradakı havanın və ya şor suyun temperaturunun tənzimlənməsi üçün istifadə olunur. Temperatur relesi (və ya termostat, termorele və s.) arası kəsilməz və pozision işləmə xarakterli olur. Gəmilərdə iki pozision reledən geniş istifadə olunur. Temperatur relesi soyuducu agent və ya şor su kəmərinə yerləşən icraedici cihaza, məsələn solenoid ventilinə, kompressorun və ya hava soyuducusu ventilyatorunun açarına təsir göstərir.

Şək.22.1-də “ТРДК-3” distansion gəmi termorelesinin prinsipial sxemi verilmişdir.

Termohəssas sistem aşağıdakı elementlərdən ibarətdir : silfonlu kamera 1, termopatron 14 və kapilyar borucuq 15.

Sistem germetikdir və freonla doldurulub.



Şək.22.1. "ТРДК-3" termorelesinin prinsipial sxemi

Maye şəklində olan mühit üçün (məs. şor su) termopatron hamar silindrik, hava mühiti üçün isə qabırğalanmış olur.

Termopatronda yaranan təzyiq silfona 1 təsir edir, ox 2 və lingin 3 köməyi ilə yayın 4 gərilməsi hesabına tarazlaşır.

Digər tərəfdən yay vint 6 vasitəsilə hərəkət etdirilən əqrəbə 5 birləşdirilib.

Lingə 3 nazik təbəqədən hazırlanmış yay 13 birləşdirilib. Həmin yayla ling arasındakı məsafə sırğa 12 və vintin 9 köməyi ilə tənzimlənir.

Tənzimlənən mühitin temperaturu artdıqda silfona təsir edən təzyiq artır, tarazlıq pozulur, ox 2 lingi 3 qaldıraraq onu saat əqrəbinin hərəkətinə əks istiqamətdə döndərir. Bu zaman yayın 13 köməyi ilə ox 10 yuxarı qalxır və mikroaçarın 11 kontaktları qapanır.

Soyudulan mühitin temperaturu aşağı düşdükdə yayın 4 təsiri nəticəsində ling 3 saat əqrəbinin hərəkəti istiqamətində hərəkət edir, lingin 3 sağ ucu oxu 10 aşağı hərəkət etdirir və kontaktlar açılır.

Cihazın diferensialı “d” məsafəsindən asılıdır və vintin 9 vasitəsilə tənzimlənir. Həmin vint saat əqrəbinin hərəkəti istiqamətində fırlandıqda tənzimləyici sırğa 12 sağ tərəfə hərəkət edir, ”d” məsafəsi və cihazın diferensialı artır.

MÜHAZİRƏ 25.

Soyuducu qurğuların təzyiqlə sınağı

Gəmi soyuducu qurğularına edilən texniki xidmətin əsas məqsədi soyuducu avadanlığının etibarlı, təhlükəsiz və sərfəli işini təmin etməkdən ibarətdir. Düzgün quraşdırılmış və sınaqdan keçmiş avadanlığa onu istehsal edən zavodun təlimatına və qüvvədə olan “Gəmi soyuducu qurğularına texniki xidmət qaydaları”-na uyğun xidmət olunarsa, qurğu da müntəzəm işləyər.

Nəqliyyat refrijerator gəmilərində yük anbarlarının soyudulması üçün istifadə olunan soyuducu qurğular Registr tərəfindən sinifləşdirilir. Havanın kondisiyalaşdırması, ərzaq kameralarının və quru yük daşıyan gəmilərdə bəzi anbarların soyudulması üçün nəzərdə tutulmuş soyuducu qurğular Registr tərəfindən sinifləşdirilmir. Sistemində 100 kq ammoniyak və ya 300 kq freon olan soyuducu qurğulara təyinatından asılı olmayaraq Registr tərəfindən texniki nəzarət olunur.

Gəmi soyuducu qurğusunun etibarlı işi əsasən onun ayrı-ayrı hissələrinin, eləcə də bütövlükdə qurğunun möhkəmliyindən və kipliliyindən asılıdır. Odur ki, gəmidə soyuducu qurğunu quraşdırdıqdan və ya təmir etdikdən sonra sistemdən soyuducu agent tam xaric olunduğu halda qurğunu freonla doldurmamış sistemin kipliliyini yoxlayırlar.

Gəmi freon soyuducu qurğularının soyuducu agent sisteminin quru azot, karbon qazı

və ya əsaslı surətdə qurudulmuş hava ilə kipliliyə yoxlanılmasına icazə verilir. Registr tərəfindən nəzarət olunmayan qurğular aşağıdakı izafi təzyiqlərdə sınaqdan keçirilir : yüksək təzyiq tərəfində 12 at, alçaq təzyiq tərəfində isə 6 at.

Soyuducu agent sisteminin sınağında əsas etibarlı ilə gəmilərə balonlarda verilmiş azot və ya karbon qazından istifadə olunur. Gəmi şəraitində havanın qurudulması müəyyən çətinliklərlə bağlı olduğundan ondan sistemin sınağında nadir hallarda istifadə olunur.

Freonun birbaşa buxarlanması ilə işləyən soyuducu qurğunun kipliliyə sınaq sxemi şəkl.26.1-də verilmişdir.

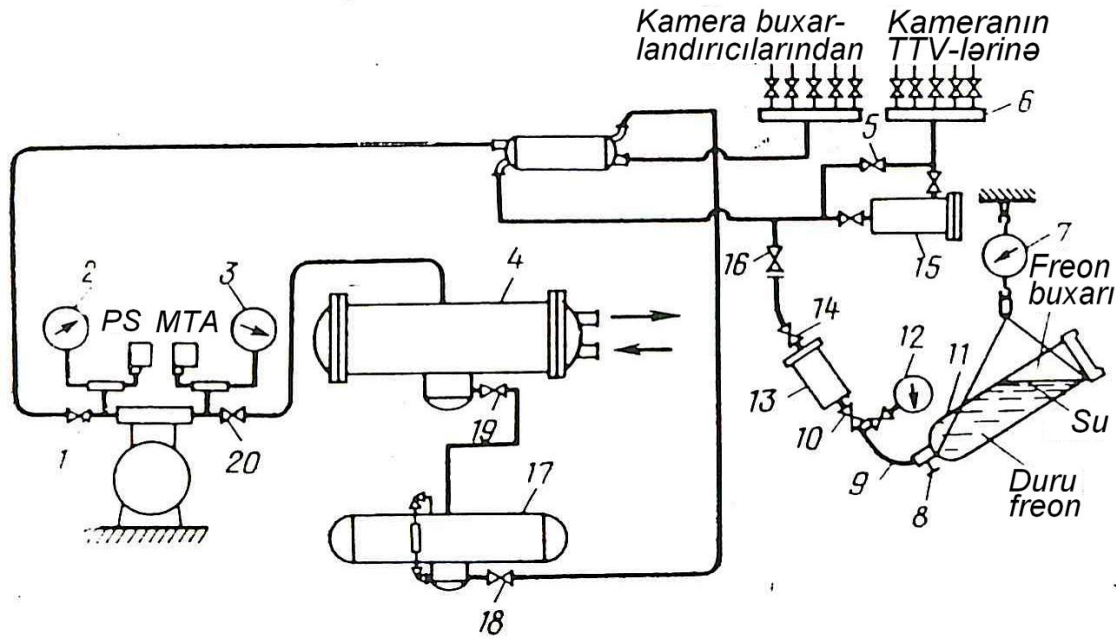
Soyuducu qurğunun freonla doldurulması üçün nəzərdə tutulmuş doldurucu ventillər 16 ilə qazla dolu balon sistemə qoşulur.

Avtomatik cihazları işə qoşmamışdan və qoruyucu klapanların bağlı vəziyyətində qurğunu təzyiqlə sınaqdan keçirirlər. Avtomatik cihazın dolayı boru kəməri olduğu halda cihazı işdən çıxarmaq üçün onun hər iki tərəfindəki bağlayıcı ventillər bağlı olmalıdır.

Qazı doldurmamışdan qabaq aşağıdakı əməliyyatlar yerinə yetirilməlidir :

- hava xaricedici və avtomatik cihazın hər iki tərəfindəki ventillərdən başqa qalan bağlayıcı ventillər açılmalıdır;
- sınaq təzyiqindən aşağı təzyiqləri ölçən manometr və manovakuometr müvafiq şkalalı manometrlə əvəz olunmalıdır.

Balonda qaz yüksək təzyiq altında olduğundan sistem reduksiya ventili vasitəsi ilə tədricən 6 at qədər doldurulur. Bundan sonra balondakı ventili və doldurucu ventili bağlayıb, sistemin bütün hissələrində təzyiqin bərabərləşməsi üçün 30 dəqiqəlik fasilə edilir. Həmin vaxt sistemdə şiddətli sızmaların olub-olmaması yoxlanılır.



Şək.26.1 Freonun birbaşa buxarlanması ilə işləyən Soyuducu qurğunun kiçikliyə sınaq sxemi

Qeyd olunan vaxt ərzində sistemdəki təzyiq azalmırsa, kompressorun sorma 1 və basma 20 ventilləri bağlanılır və soyuducu agent sisteminin basma və sorma boru kəmərləri ayrılır. Bundan ötrü maye kollektorundakı 6 ventillər və ya (nəzərdə tutulubsa) hər kameranın TTV-nin qarşısındakı bağlayıcı ventillər bağlanılır. Doldurucu ventili 16 və balondakı ventili açılıb, yalnız basma xəttində təzyiqi 12 at qədər artırılır. Balondakı və doldurucu ventili 16 bağlayıb balonu sistemdən ayırırlar və ventillər 16 manometr qoşurlar.

Bundan sonra sistemin germetik olduğunu yoxlayırlar. Bundan ötrü sökülə bilən birləşmələr, eləcə də gəmidə yerinə yetirilmiş lehimlənmiş və qaynaq olunmuş yerlər sabunlanır. Köpüklərin tezliklə quruması məqsədi ilə bir neçə damcı qliserin əlavə olunur. Sızmalar qabarıcıqların əmələ gəlməsi ilə müəyyən olunur. Sızmalar olmadıqda, otağın temperaturu, sistemdəki təzyiq və vaxt qeyd olunur. Yüksək təzyiq tərəfində 12 at və alçaq təzyiq tərəfində 6 at olmaqla sistem 18 saat saxlanılmalıdır. Bu vaxt ərzində bir saatdan bir sistemdəki təzyiq və ətraf mühitin (havanın) temperaturu qeyd olunur. İlk 6 saat ərzində sistemdəki təzyiq düşküsi 2%-dən çox olmamalıdır, sonrakı 12 saat ərzində isə ətraf mühitin temperaturu sabit olmaq şərti ilə təzyiq dəyişməməlidir.

Ətraf mühitin temperaturu 10°C-yə qədər dəyişdikdə təzyiq aşağıdakı düstur üzrə dəyişdirilir

$$p_2 = p_1 \frac{273 + t_2}{273 + t_1}, \quad \text{at}$$

burada p_1 və p_2 - sınaqdan əvvəl və sonrakı təzyiq;

t_1 və t_2 - uyğun olaraq, sınaqdan əvvəl və sonrakı temperaturdur, °C.

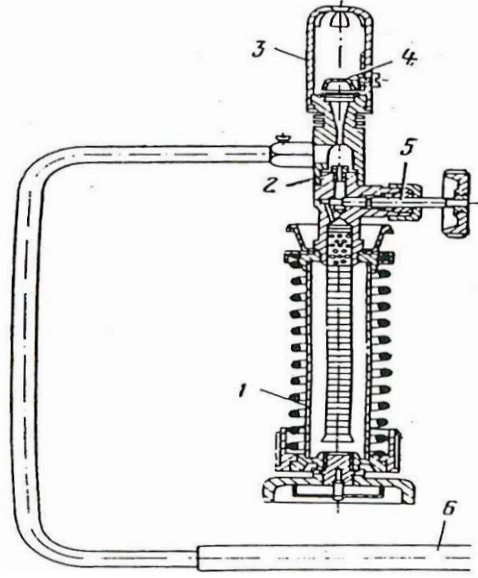
Müsbət nəticələr alındıqda, soyuducu sistemin təzyiqlə sınağı bitmiş hesab olunur və azot (və ya karbon qazı) ventillə vasitəsilə tədricən xaric olunur. Sistemdə sızmalar aşkar olunduqda kipsizlik aradan götürülüb, sınaq təkrar edilməlidir.

Daha həssas cihazlardan (freon sızmaları aşkarlayan) istifadə etməklə küzi sızmaların müəyyənləşdirilməsini sadələşdirmək olar. Bunun üçün sistemin təkrar sınağının freon buxarı və azotun (və ya karbon qazının) qarışığı ilə aparılması məqsədə uyğundur. Bu halda doldurucu ventillə açılmalı və ilk növbədə yüksək təzyiq, sonra isə alçaq təzyiq tərəfindən sistemdəki qaz atmosfərə buraxılmalıdır. Sistemdəki təzyiq atmosfer təzyiqi ilə bərabərləşdikdə doldurucu ventillə bağlanılır.

Freon balonu (başlığı yuxarı olmaqla) şaquli vəziyyətdə yerləşdirilir. Balondakı ventillə 1-2 saniyəlik açaraq, üfürülür. Üfürülmə zamanı balondan freon qaz halında çıxmalıdır. Freonun maye halında çıxması balonun həddindən artıq doldurulmuş olduğunu göstərir, bu da onun partlama təhlükəsini artırır, çünki balondakı təzyiq normal qiymətdən bir neçə dəfə yüksək ola bilər. Belə olduğu halda balondakı ventillə freonun buxarı çıxana qədər bir neçə dəfə açmaq lazımdır. Freon balonu ventillə 16 birləşdirilir. Həmin ventillə, eləcə də balondakı ventillə açılır və sistem 2 at təzyiqinə qədər freon buxarı ilə doldurulur. Bundan sonra doldurucu ventillə azot (və ya karbon qazı) balonu birləşdirilir və sistemdəki təzyiq yüksək təzyiq tərəfində 12 at qədər, alçaq təzyiq tərəfində isə 6 at qədər yüksəldilir.

Freon və qaz qarışığı ilə doldurulmuş sistemin germetik olmasını ya haloid lampası ilə, və ya da elektron haloid sızma axtaran ilə yoxlayırlar. Haloid lampasının iş prinsipi ondan ibarətdir ki, tərkibində haloid (flor və xlor) olan freon 600-700°C-yə qədər qızmış misin yanında alovun rəngini dəyişir.

Spirtili haloid lampasının quruluşu şəkl.26.2-də verilmişdir.



Şək.26.2 Haloid lampası

Gövdə 1 95-96%-li etil spirti ilə doldurulur. İstifadədən qabaq gövdənin daxilində təzyiq yaratmaq üçün lampa qızdırılır. Bundan ötrü ventilin altında yerləşən kasacığa 5-6 qr spirt töküüb, yandırılır. Spirt yanıb qurtardıqda ventil 5 açılır. Spirt buxarı yüksək sürətlə kapsuldan 2 keçərək, şlanqdan 6 havanı sorur. Hava və spirt buxarı qarışığı odluğa daxil olur. Qarışığı alışdıranda o, göyümtül-şəffaf alovla yanır. Bundan belə mis qapaqçığı 4 tünd-qırmızı rəngi alana qədər (600-700°C) lampa qızmalıdır. Freon sızmasını tapmaq üçün şlanqın boş ucu yoxlanılan yerə yaxınlaşdırılır.

Şlanqa sorulan havada freon olduqda alov yaşıl-göy rəngdə olur. Havada freonun konsentrasiyası artdıqca alov daha da tünd göy rəngdə olur. Lampa freon maşını yerləşən otaqdan kənarında alışdırılmalıdır. Lampa otağa daxil edilərkən alovun rənginin dəyişməsi havada freonun konsentrasiyasının yüksək olduğunu bildirir. Bu halda otağın havası dəyişdirildikdən sonra yoxlama başlanıla bilər. Hal-hazırda propanlı haloid lampalarından da istifadə olunur. Spirtli lampa ilə propanlı lampanın həssaslığı təxminən eynidir, lakin propanlı lampaların iş müddəti qat-qat çoxdur. Daha yüksək həssaslığa malik elektron haloid lampasıdır. Bu lampa ilə il ərzində 0,5 qr freon sızmasını təyin etmək mümkündür.

Qeyd etdiyimiz üsullar bir-birini tamamlayır. Soyuducu qurğu işlədiyi zaman sızmaların baş verdiyi yeri yağ sızmasının izi ilə də təyin etmək olar. Freon və yağ qarşılıqlı yaxşı həll olunduqlarına görə, yağ ləkələrinin aşkar olunması freon sızmasını bildirir. Bu halda yoxlanılan yer yağsızlaşdırılmalı və qurudulmalıdır. Yağ ləkələrinin təkrarlanması

freon sızmasının olmasını təsdiq edir. Soyuducu agent sisteminin təzyiqlə sınağı aktlaşdırılır, bütün rəqəmlər qeyd olunur, sınağın keçirilmə tarixi və müddəti göstərilir.

Soyuducu agent sisteminin kipliliyə sınağından sonra dəniz suyu və şor su sistemlərinin sınağı keçirilir. Soyudan su kəməri, kondensatorun su tərəfi, şor su kəmərinə aparatura və batareyalarla birlikdə (buxarlandırıcıların şor su tərəfini qoşmaqla) ikiqat işçi təzyiqlə bərabər, lakin 4 at-dən az olmayan hidravliki təzyiqlə sınayırlar. Bundan ötrü su sistemi su ilə doldurulub flans birləşmələri, kippəclər, armaturalar və qaynaq yerləri qermetikliyə yoxlanılır. Sistemə əl ilə işlədilən press qoşulur və sistemdəki təzyiqlə 4 at-yə qədər yüksəldilir. Beş dəqiqə ərzində təzyiqlə sabit qalarsa, sistem germetik hesab olunur. Bundan sonra təzyiqlə işçi təzyiqlə qədər azaldılır və armatura, kippəc, ara qatları və qaynaq yerləri təkrarən nəzərdən keçirilir. Eyni qayda ilə şor su sisteminin sınağı aparılır. Sınaqdan sonra şor su sistemi, həmin sistemdəki nasosun köməyi ilə, sistemdən təmiz su çıxana qədər şirin su ilə yuyulur.

Dəniz suyu və şor su sistemlərinin sınağı barədə akt tərtib olunur.

MÜHAZİRƏ 26.

Soyuducu agent sisteminin vakuumlaşdırılması, hermetikliyə sınağı və doldurulması

Soyuducu agent sisteminin vakuumlaşdırılması sistemdən havanın və kondensatlaşmamış qazların xaric edilməsi, eləcə də sistemin qurudulması məqsədi ilə aparılır. Soyuducu agent sistemini təzyiqlə yoxladıqda sistemin kippə olmayan yerləri mexaniki hissəciklərlə tutula bilər. İstismar zamanı həmin kipsizliklər freonla yuyulacaq və sızmalar baş verəcək. Sistemin vakuumlaşdırılması isə bütün gizli qüsurları aşkar etməyə kömək edir.

Sistemi vakuumla sınaqdan keçirməmiş, təzyiqlə yoxlama zamanı çıxarılmış avtomatik cihazlar öz yerlərinə quraşdırılmalıdır. Vakuumla sınağ vakuum-nasos vasitəsi ilə aparılır. Nasos təsadüfi dayandıqda onun işçi yağının sistemə düşməsinin qarşısını almaq məqsədi ilə doldurucu ventillə ilə vakuum-nasos arasında ehtiyat tutum yerləşdirilir. Tutumun həcmi vakuum-nasosa vurulan yağın maksimal həcmə bərabər olmalıdır.

Vakuumlaşdırmadan əvvəl sistemi xarici mühitlə birləşdirən ventildən başqa, bütün bağlayıcı və solenoid ventillərin bağlı olduğu yoxlanılır. Manovakuometr 2 əvəzinə vakuometr quraşdırılır (şək.26.1). Vakuum-nasos işə qoşulur və sistemdə təxminən 750 mm civə süt. vakuum yaradılır. Sınağın əvvəlində vakuum-nasosun işinə və temperaturuna ciddi nəzarət olunur. Temperatur buraxıla bilən qiymətdən artıq olduğu halda agent sistemindəki ventillə bağlanılır və nasos dayandırılır (temperatur həddi nasosun zavod tərəfindən verilən təlimatında qeyd olunub). Sistemdə maksimal seyrəklik yarandıqdan sonra vakuum-nasos 5-

6 saat ərzində işini davam edir.

Vakuu-nasos işləyərkən sistemin nəmliyi əsaslı surətdə aradan götürülür. Bu məqsədlə kondensator və buxarlandırıcının su və şor su tutumlarına 50-80°C temperaturu su və ya izafi təzyiqi 1,2 at-dən çox olmayan işlənmiş buxar verilir. Birbaşa buxarlanma sisteminin qurudulması üçün temperaturun 45-60°C qədər yüksəldilməsi məqsədi ilə elektrik qızdırıcıları qoşulur.

Aparatların qızdırılması vakuu altında olan sistemdəki nəmliyin intensiv buxarlanmasına kömək edir. Sistemin qızdırılması 5-6 saatdan sonra bitir, ventil 16 bağlanıaraq, vakuu-nasos dayandırılır.

Kipkəcsiz kompressoru olan qurğularda soyuducu agent sistemi yüksək quruluq tələb etdiyi üçün əlavə 8 saat müddətində seyrəkliyə sınaqdan keçməlidir. Aparatların temperaturu ətraf mühitin temperaturuna uyğunlaşdıqdan sonra vaxt və vakuometrə ölçülmüş seyrəklik qeyd olunmalıdır.

Sistemin vakuuma sınağı 12 saat ərzində aparılır. Sistemdəki vakuunun qiyməti hər 2 saatdan bir qeyd olunur. Həmin 12 saat müddətində sistemdəki təzyiq artmadığı halda sınaq nəticələri qənaətbəxş hesab olunur. Belə hal da ola bilər ki, həmin 12 saat müddətində sistemdəki təzyiq azacıq artmış olsun. Bu sistemdə qalmış nəmliyin buxarlanması nəticəsində baş verə bilər. Belə olduğu halda sistemin vakuu-nasosla sınağını 6 saat davam etdirərək yenə də 12 saat müddətində vakuu saxlanılmalıdır. Təkrar sınaq da müsbət nəticə verməsə sistemi yenidən təzyiqlə, sonra isə vakuumlaşdırmaqla sınaqdan keçirirlər.

Vakuu-nasos olmadıqda, sistemin seyrəkliyə sınağı kompressorla aparıla bilər. Bundan ötrü kompressorun basma ventili 20 tam bağlanılıb, manometr 3 və ya maksimal təzyiq açarının ştuseri açılır. Bütün ventillərin vəziyyəti vakuu-nasosla sınağın aparılmasında olduğu kimidir.

Kompressor işə qoşulur, və sistemdən sorulan qaz manometr 3 və ya MTA-nın ştuserindən atmosfərə atılır. Sistemdəki seyrəklik vakuometrlə yoxlanılır. Kompressorun işi daima izlənilir, xüsusilə də karterdə yağın səviyyəsinə nəzər yetirilir. Karterdən yağın aparılması artdığı halda sorucu ventili bağlayıb, kompressor dayandırılmalı və karterə yağ əlavə edilməlidir. Sistemdə seyrəklik ən yüksək səviyyəyə çatdıqdan sonra kompressor 1-2 saat ərzində işini davam edir. Bundan sonra kompressor dayandırılır, eyni vaxtda manometr 3 və ya MTA-nın ştuseri bağlanılır. Kompressorun ventili 20 açılır, sistem 12 saat ərzində vakuu altında saxlanılır. Soyuducu agent sisteminin sınaq nəticələri aktlaşdırılır. Aktda tarix, sınağın müddəti və bütün ədədi qiymətlər qeyd edilir. Soyuducu agent sistemini təzyiqlə

və vakuuma yoxladıqdan sonra onu freonla qermetikliyə sınaqdan keçirirlər. Sınaqdan əvvəl müvəqqəti quraşdırılmış vakuometr manovakuometrlə 2 əvəz olunur, eləcə də sistemi ətraf mühitlə əlaqələndirən ventillərdən başqa, digər bağlayıcı və solenoid ventillərin açıq olması yoxlanılır. Əvvəlcədən yoxlanılmış freonlu balon (başlığı yuxarı vəziyyətdə olmaqla) ventillə 16 birləşdirilir, sistem buxar halında olan freonla doldurulur. Doldurulma otağın temperaturundan 5-10°C aşağı olan temperatura uyğun gələn doyma təzyiqinə qədər aparılmalıdır. Bundan sonra ventillər bağlanılır və balon sistemdən ayrılır.

Sistemin freonla doldurulmasından azı bir saat keçdikdən sonra, kompressorun karterində yağın freonla absorbsiyası bitdikdə, sistemdəki freon buxarının təzyiqi və otağdakı havanın temperaturu qeyd olunur. Bütün sistemin germetik olması haloid sızma axtaranla və sabunlama ilə yoxlanılır. Freonun cüzi sızmaları aşkar olunduğu halda təzyiq altında olan birləşmələrin azacıq sıxılmasına icazə verilir.

Sistemdəki freon buxarının təzyiqi 48 saat ərzində 0,1 at qədər azaldığı halda sınağın nəticələri qənaətbəxş hesab olunur. Sistemin freonla germetikliyinin sınağı zamanı otağın temperaturu 20°C-dən az olmayaraq bir səviyyədə saxlanılır.

Sınaq zamanı sistemdəki təzyiq azaldığı halda, sızmaların baş verdiyi yer müəyyən edilib və sızmalar aradan götürüldükdən sonra, sistemin germetik olması təkrarən freonla yoxlanılır.

Sistemin sınağı haqqında akt tərtib olunur, və həmin aktda sınağın tarixi, sınaq müddəti, sınağın əvvəlindəki və sonundakı təzyiq, eləcə də otağdakı havanın temperaturu qeyd olunur.

Freonla germetikliyə aparılan sınaqdan sonra sistem dərhal freonla doldurulur. Freonlu balon şaquli vəziyyətdə (ventili yuxarıda olmaqla) yerləşdirilir. Balonun üzərindəki ventili 1-2 saniyəlik açıb, ventili üfürürlər. Üfürülmə zamanı balondan freon buxar halında çıxmalıdır.

Balon (ventili aşağı vəziyyətdə) doldurucu borucuq 9 vasitəsi ilə ventillə 16 birləşdirilir. Doldurucu borucuqda olan havanın freonla üfürülməsi üçün ventilin 16 ştuserindəki qayka bir qədər boşaldılır. Freon buxarlandırıcıya daxil olmamışdan quruducu süzgecdən 15 keçməsi üçün dolaylı boru kəmərinəki ventillər bağlanılır. Resiverdən 17 sonrakı ventillər 18 və ya (resiver olmadıqda) kondensatordan 4 sonrakı ventillər 19 bağlanılır. Kondensatoru soyudan su nasosu işə qoşulur və su kəmərinəki manometr vasitəsi ilə suyun təzyiqi yoxlanılır. Kompresor işə qoşulur. Balondakı freon buxarlandırıcıdan keçərək, kondensatora daxil olur, orada kondensatlaşır və resiverə axır. Resiver nəzərdə tutulmadığı halda, maye freon kondensatorda yığılır. Buxarlandırıcı sistemdə təzyiq 0,5 at qədər düşdükdə kompressor dayandırılmalıdır. Təzyiq 2,5 at-yə qədər yüksəldikdən sonra, kompressor yenidən işə

qoşulur. Sistemə doldurulan freonun miqdarı qurğunun pasportunda göstərilən qiymətə tam uyğun olmalıdır. Həmin qiymət olmadığı halda təqribi hesablanmış freonun miqdarından 60% doldurulur, qalan hissəsi isə bir neçə mərhələdə, qurğunun sınaq qoşulması ilə sistemdə freon çatışmamazlığı əlamətləri müşahidə olunduğu halda əlavə olunur.

Sistemə vurulan freonun həqiqi miqdarının təyin edilməsi məqsədi ilə sistemi doldurduqda hər balon istifadə edilməmiş və istifadə edildikdən sonra çəkilir. Balonu dinamometrədən 7 asmaqla (şək.26.1) balonun çəkisini və sistemin doldurulma prosesinin gedişatını izləmək daha asan olur. Sistemə nəmliyin düşməsinin tam qarşısını almaq məqsədi ilə stasionar quruducu-süzgəcin 15 olmasına baxmayaraq, balon ilə doldurucu ventillər arasında əlavə quruducu-süzgəc 13 quraşdırılır. Bununla sistemin freonla doldurulması zamanı həmin süzgəcin nəm uducusunun asanlıqla dəyişdirilməsi mümkün olur. Bundan ötrü balondakı ventillər 8 bağlanılır, süzgəc 13 və doldurucu borucuqdakı freon sorulur, ventillər 10 və 14 bağlanılır və süzgəc sxemdən ayrılır. Süzgəcin nəm tutucusu dəyişdirildikdən sonra doldurucu borucuq ilə süzgəc balondakı freonla üfürülür. Bundan ötrü doldurucu ventillərin 16 ştuserindəki qayka azacıq açılır. Sistem freonla doldurulduqdan sonra kompressor dayandırılır, balondakı və doldurucu ventillər bağlanılır, doldurucu borucuq sxemdən ayrılır. Kondensatorun (və ya resiverin) baxış pəncərəsində maye freonun səviyyəsi qeyd olunur. Otağdan freon balonları çıxarılır və otağın havası dəyişdirilir. Sistemin bütün birləşmələri və kompressor haloid lampası ilə və sabunlamaqla kipliliyə yoxlanılır. Aşkar olunmuş sızmalar dərhal aradan götürülür. Akt tərtib olunur, aktda tarix, balonların nömrəsi və brutto, netto və taranın çəkisi qeyd olunur.

Xüsusi doldurucu ventili olmayan aşağı soyuqluq məhsuldarlığına malik olan soyuducu qurğuların freonla doldurulması alçaq təzyiqli açarının (pressostatın) ştuseri vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Balon başlığı yuxarı vəziyyətdə yerləşdirilir. Kompessor fasiləsiz işləyir, sorma təzyiqli (0,5-1,0 at) balonun ventili vasitəsi ilə tənziqlənir. Klapanın çox açılması kompressorda hidravliki zərbələrə gətirib çıxara bilər. Kompessor freonu balondan kondensatora ötürür.

Şor su ilə soyutma sistemi olan freonlu soyuducu qurğularda buxarlandırıcıdan yağın kompressora normal qaytarılmasını təmin etmək üçün yağ qabaqcadan həm karterə, həm də buxarlandırıcıya verilir. Buxarlandırıcıya verilən yağın miqdarı sistemə doldurulan freon kütləsinin 10-15%-ni təşkil edir. Yağ sistemə freon doldurulmamışdan əvvəl verilir. Buxarlandırıcıya yağın verilməsi üçün aşağıdakı əməliyyatlar aparılmalıdır : kondensatordan (resiverdən) sonrakı və buxarlandırıcıdan əvvəlki ventillər bağlanılır; rezin şlanqın bir ucu

buxarlandırıcının yuxarı hissəsindəki ventilli borucuğa birləşdirilir, şlanqın digər ucu içərisində yağ olan bankaya salınır; soyuducu nasos işə qoşulur; kompressor işə qoşulur və buxarlandırıcıda təxminən 560 mm civə süt. qədər seyrəklik yaradılır.

Ventili açdıqda yağ bankadan buxarlandırıcıya daxil olacaq. Bu zaman sistemə havanın düşməməsi üçün, şlanqın boş ucu yağın içində olmalıdır. Buxarlandırıcıya tələb olunan miqdarda yağ verildikdən sonra, buxarlandırıcıdakı ventil kip bağlanılır və rezin şlanq ventildən ayrılır. Freon yuxarıda baxdığımız qaydada doldurulur. Doldurma zamanı şor su nasosu işləməlidir.

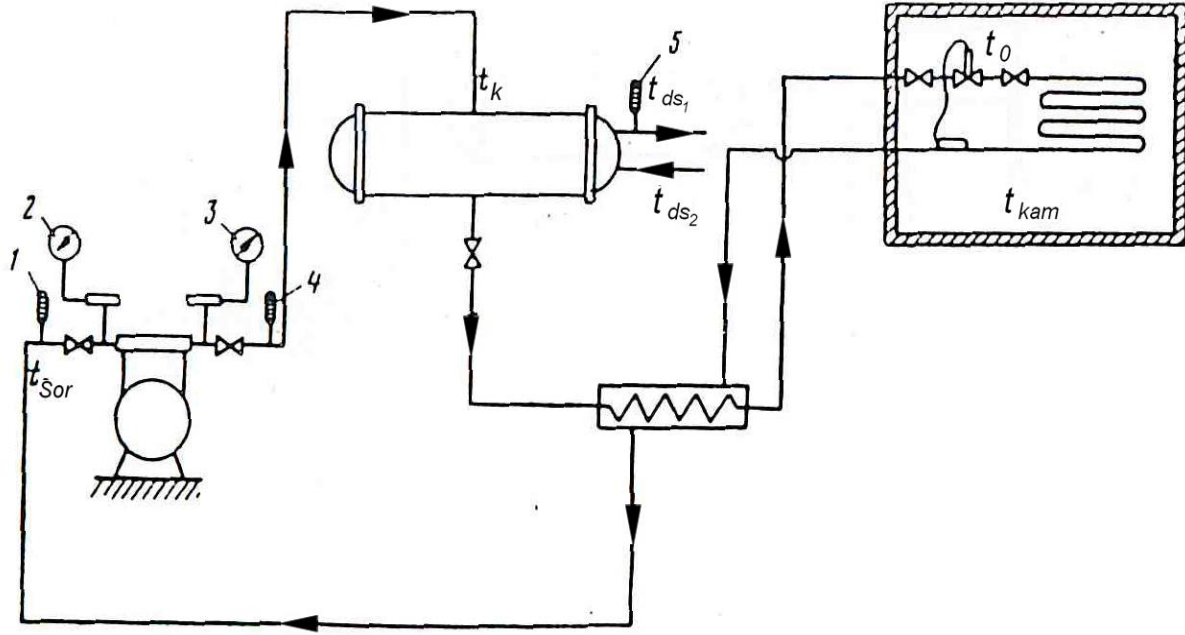
MÜHAZİRƏ 27.

Freon soyuducu qurğusunun normal işləməsinin əlamətləri

Soyuducu qurğunun iş rejimi o vaxt normal adlanır ki, həmin rejim ən səmərəli, ən təhlükəsiz və etibarlı qərarlaşmış rejim olsun, və bu rejimdə soyudulan kamerada havanın temperaturu və nəmliyi tələb olunan səviyyədə saxlanılsın. Həmin rejim istilikmübadilə aparatlarında optimal temperatur basqısı ilə, sorulan buxarın optimal qızışması ilə, kompressorun normal işi və s. ilə xarakterizə olunur.

Düzaxınlı kompressorlarda silindr qapağının temperaturu basma boru kəmərinin temperaturuna yaxın olmalıdır, düzaxınlı olmayan kompressorlarda basma tərəfində qapağın temperaturu basma boru kəmərinin temperaturuna, sorma tərəfində isə sorma boru kəmərinin temperaturuna yaxın olmalıdır.

Kondensatlaşma temperaturu (deməli təzyiqi də) dəniz suyunun temperaturundan asılıdır. Kondensatlaşma təzyiqi manometr 3 (şək.28.1) vasitəsi ilə təyin olunur, kondensatlaşma temperaturu isə həmin manometrin temperatur şkalası üzrə. Kompressorun basma tərəfində quraşdırılmış manometrin temperatur şkalası olmadıqda, freonun doymuş buxar cədvəlindən kondensatlaşma təzyiqinə uyğun kondensatlaşma temperaturu təyin edilir.



Şək.28.1 Ərzaq üçün freon soyuducu qurğusunda temperatur fərqlərinə aid

Kondensatorun çıxış və girişindəki dəniz suyunun temperatur dəyişməsi ($t_{d.s.1}-t_{d.s.2}$) 2-5°C təşkil etməlidir. Kondensatordan çıxan suyun temperaturu termometr 5 üzrə təyin edilir. Kondensatlaşma temperaturu ilə kondensatordan çıxan suyun temperaturu arasında fərq ($t_k-t_{d.s.1}$) 5-6°C arasında saxlanılır.

Kondensatlaşma temperaturunun 1°C qədər artması qurğunun soyuqluq məhsuldarlığını təxminən 2% aşağı salır. Odur ki, istismar zamanı kondensatlaşma temperaturu və təzyiği imkan daxilində aşağı saxlanılmalı, lakin kondensatlaşma təzyiği 4 at-dən aşağı olmamalıdır.

Dəniz suyunun temperaturu $t_{d.s.2}$ aşağı olduqda su tənzimliyici ventili olmayan qurğularda kondensatlaşma temperaturu və təzyiği, suyun kondensatora girişində quraşdırılmış bağlayıcı ventili bir qədər bağlamaqla artırılır.

Dəniz suyunun temperaturu +32°C-dən yuxarı olarsa kondensatora suyu vurmaq üçün daha yüksək basqısı olan nasosdan istifadə olunmalıdır.

Birbaşa buxarlanmada buxarlandırıcıda freonun qaynama temperaturu t_0 kameradakı temperaturdan t_{kam} 9-15°C aşağı olmalıdır. İstilikmübadilə aparatı olmayan qurğular üçün sormada buxarın qızışması ($t_{sor}-t_0$) 8-10°C arasında olmalıdır.

Bir buxarlandırıcısı olan sistemlərdə buxarın qızışması, kompressorun sorucu borusundakı termometrin 1 və manovakuometrin 2 temperatur şkalalarının aralarındakı fərq

kimi təyin olunur, TTV-nin sazlanması da asanlıqla yerinə yetirilir. Buxarlandırıcıların sayı çox olan sistemlərdə hər buxarlandırıcıda buxarın qızışmasını praktiki olaraq təyin etmək mümkün deyil. Bu halda TTV-nin sazlanması aşağıdakı kimi aparılır. Buxarlandırıcının səthi qırovdan təmizləndikdən sonra kompressor isə qoşulur. Buxarlandırıcının hansı hissəsində freonun qaynamasının bitdiyini və buxarın qızışmasının başladığını nəmlənmiş barmaqlarla təyin edirlər. Freonun qaynadığı hissədə barmaqlar səthə yapışmalıdır. Buxarlandırıcıları çox olan sistemlərdə kompressorun sorduğu buxarın qızışması, müxtəlif buxarlandırıcılarda qızışma dərəcəsini dəyişməklə tənzimlənir. Tənzimləyərkən, yağı asanlıqla qayıdan buxarlandırıcılarda qızışmanı artırıb, yağı çətinliklə qayıdan buxarlandırıcılarda qızışma minimuma endirilir. Termometrlə 4 təmin olunan kompressorda sıxılmanın sonunda freonun maksimal temperaturu 125°C-dən çox olmamalıdır.

Sorulan buxarın qızışması olduğu halda kompressor “quru” gedişlə işləyir. Bunun xarici əlamətləri aşağıdakılardır : klapanların yüngülcə tıqqıldatması; basma tərəfində silindr qapağı və borucuğun nisbətən yüksək temperatura malik olması; sorma tərəfində silindr qapağı və sorma borucuğun soyuq olması, hətta nazik qırov təbəqəsinin olması.

Kompressor “nəm” gedişlə işlədikdə klapanlar taqqıldatmayır, kompressorun sorucu borucuğunda xeyli qırov olur, bəzən kompressor qapağının və basma borucuğun temperaturu çox aşağı düşdükdə silindrin özü də qırovla örtülə bilər. Kompressorun basma tərəfinin soyuq olması əl ilə də hiss olunur. Hətta düz axınlı kompressorlarda karter də qırov ilə örtülür.

MÜHAZİRƏ 28.

Soyuducu qurğularının işində nasazlıqlar

Soyuducu qurğularının işindəki nasazlıqlar müxtəlif səbəblərin nəticəsidir və qurğunun həqiqi iş rejiminin normal rejimdən yayınmasına səbəb olurlar. Nəticədə ərzağın saxlanma temperatur rejimi pozulur, qurğu səmərəsiz işləyir. Normal iş rejimindən yayınma qəzanın baş verməsinə səbəb ola bilər.

Gəmi soyuducu qurğularının işindəki əsas nasazlıqlar aşağıdakılardır :

- buxarlandırıcıda freonun qaynama temperaturunun aşağı düşməsi;
- kondensatlaşma temperaturunun yüksəlməsi;
- kompressorun “nəm” gedişi.

Freonun *qaynama temperaturunun aşağı düşməsi* qurğunun buxarlandırıcısındakı temperatur basqısının normal qiymətdən yüksək olduğu halda işləməsi ilə əlaqədardır. Qaynama temperaturunun aşağı düşməsi qurğunun soyuqluq məhsuldarlığını azaldır. Buxarlandırıcı batareyanın yaxınlığında yerləşən ərzaq dona bilər. Qaynama temperaturunun

aşağı düşməsi istilikötürmə əmsalının və ya buxarlandırıcının aktiv səthinin azalması nəticəsində baş verir. Buxarlandırıcıda istilikötürmə əmsalının azalmasına səbəb buxarlandırıcı batareyanın xarici səthində qar örtüyünün əmələ gəlməsi, və ya onun daxili səthinin yağla çirklənməsi olur. Buxarlandırıcının aktiv səthinin azalmasına səbəb buxarlandırıcıya freonun kifayət qədər verilməməsidir. Bu sistemdə freonun az olması ilə və ya da freonun TTV-dən keçmə şəraitinin pozulması ilə bağlıdır (TTV-nin az açılması, onun drossel dəliyində suyun donması, TTV süzgəcinin çirklənməsi və s.).

Dəniz suyunun temperaturu aşağı olduqda freonun kondensatlaşma təzyiqi kiçilir, buxarlandırıcıya verilən soyuducu agentin TTV-dən keçməsi çətinləşir. Bu halda kondensatordan axıdılan dəniz suyunun miqdarını azaldmaqla, kondensatlaşma təzyiqi 4 atı-dən aşağı salınmamalıdır.

Kondensatlaşma temperaturunun atması ilə kompressorun soyuqluq məhsuldarlığı azalır, enerji sərfi artır, kompressorda sıxma prosesinin sonundakı temperatur yüksəlir. Kondensatlaşma temperaturunun atmasına səbəb ya kondensatorun aktiv səthinin azalması, ya da istilikötürmə əmsalının azalması ilə kondensatlaşma temperaturu ilə soyudan suyun temperaturu arasındakı fərqi artması ola bilər. Kondensatorda istilikötürmə əmsalının azalmasına səbəb istilikmübadilə borularının daxili səthlərinin çirklənməsi ola bilər. Belə olduğu halda kondensatorun girişində və çıxışında dəniz suyunun temperatur fərqi azalacaq, kondensatlaşma temperaturu (təzyiqi) artacaq.

Sistemdə freon həddindən artıq miqdarda olduqda və ya kondensator həcmnin bir hissəsi mayenin yığılması üçün istifadə edildiyi halda, onun aktiv səthi (istilikmübadilə səthi) azaldığından kondensatlaşma temperaturu (təzyiqi) artır.

Kondensatlaşma temperaturunun (təzyiqinin) artmasının səbəblərindən daha geniş yayılmış kondensatora dəniz suyunun kifayət qədər verilməməsidir. Bu sirkulyasiya nasoslarının məhsuldarlığının aşağı olması ilə, nasosların işçi səthlərinin yeyilməsi ilə bağlı məhsuldarlığın azalması ilə baş verə bilər. Bu halda nasosların basma xəttində təzyiq düşür.

Kompressorun “nəm” gedişlə işləməsi qurğunu qəzaya uğrada bilər. Kompressorun “nəm” gedişinin əsas səbəbləri aşağıdakılardır : buxarlandırıcı sistemdə freon sərfinin düzgün tənzimlənməməsi; basılmış buxarlandırıcılarda təzyiqin kəskin düşməsi və istilik yükünün kəskin artması ilə əlaqədar mayenin qaynaması.

Adətən qurğunun normal iş rejiminin pozulmasının bir yox, bir neçə səbəbi olur, odur ki yalnız qurğunun işini hərtərəfli təhlil etməklə nasazlığın səbəbini vaxtında və düzgün təyin etmək olar (cədv.29.1).

Gəmi soyuducu qurğularının işində onlara xas olan nasazlıqlar və onların aradan götürülməsi

Ola bilən səbəblər	Nasazlığın aradan götürülməsi üsulu
<i>Basma təzyiqi həddindən yüksəkdir</i>	
1. Kondensatorda hava və ya kondensatlaşmayan qazlar var	1. Havanı və qazları xaric etməli
2. Kondensator boruları tutulub	2. Boruları təmizləməli
3. Kondensatoru soyudan dəniz suyunun miqdarı azdır	3. Dəniz suyunun sərfini artırmalı
4. Kondensatorda maye halında olan freonun miqdarı çoxdur	4. Sistemdəki freonun miqdarını Azaltmalı
<i>Sorma təzyiqi yüksəkdir</i>	
1. Buxarlandırıcıya verilən freonun miqdarı çoxdur	1. TTV-ni yenidən tənzimləməli və ya nasazlığı aradan götürməli
2. Kompresorun sorma klapanı kip deyil	2. Kipsizliyi aradan götürməli
<i>Sorma təzyiqi aşağıdır</i>	
1. Sistemdə freonun çatışmamazlığı	1. Sistemə freonu əlavə etməli
2. Buxarlandırıcıya freonun az daxil olması	2. TTV-ni yenidən tənzimləməli və ya nasazlığı aradan götürməli
3. TTV-də su donur	3. TTV-yə ilıq nəm parça sərməklə qızdırmalı, quruducuda selikageli dəyişməli
4. Quruducu, və ya sistemdəki süzgəc, və ya da TTV-nin süzgəci çirklənib	4. Süzgəci və ya süzgəc torunu təmizləməli
<i>Pressostatla idarə olunan kompressor qısa tsikllə işləyir</i>	
1. Sistemdə freonun çatışmamazlığı	1. Sistemə freonu əlavə etməli
2. Kondensatlaşma təzyiqi aşağıdır	2. Kondensatlaşma təzyiqini artırmalı və ya pressostatı yenidən sazlamalı

3. Sorma və basma klapanları kip deyil	3. Kipsizliyi aradan qaldırmalı
4. TTV-nin süzgəci tutulub	4. Süzgəci təmizləməli
<i>Termostatla idarə olunan kompressor aramsız işləyir, sormada seyrəklik yaranır</i>	
1. TTV-də su donur	1. TTV-ni qızdırmalı. Quruducuda selikageli dəyişməli
2. Sistemdə freon həddindən azdır	2. Sistemə freonu əlavə etməli
3. TTV-dən freon az miqdarda keçir	3. TTV-ni çıxartmalı və nasazlığı aradan götürməli
<i>TTV-nin giriş borucuğu qırovla örtülür</i>	
1. TTV-nin süzgəci qismən tutulub	1. TTV-nin süzgəcini təmizləməli

MÜHAZİRƏ 29.

Hava soyuducusunun istilik-konstruktiv hesabı

Hava soyuducusuna düşən istilik yükü:

$$G_o = 13560 \text{ Bt} = 11670 \text{ kkal} / c$$

Texniki xarakteristika

Boruların diametri $d_{bor} = 0,025m$

Divarın qalınlığı $\delta = 0,0025m$

Qabırğaların ardımı $S_2 = 0,03m$

Qabırğaların hündürlüyü $h_2 = 0,03m$

Qabırğaların xarici diametri $D_2 = 0,085m$

Borunun qabırğalı hissəsinin uzunluğu $h_2 = 1,55m$

Batareyanın eninə boru sıralarının sayı $n_1 = 16m$

Batareyanın hündürlüyünə boru sıralarının sayı $n_2 = 6$

Batareyanın hündürlüyünə boruların addımı $S_2 = 0,103m$

Batareyanın eninə boruların addımı $S_1 = 0,125m$

Qabırğaların eni $\delta_2 = 0,001m$

$$\text{Qabırğalı elementlərin sayı } n = \frac{L_2}{S_2} = \frac{1,55}{0,03} = 52$$

Hava soyuducusunun eni $a = S_1 n_1 = 0,125 \cdot 16 = 2m$

Hava soyuducusunun başlanğıc kəsiyi $F_{\max} = a \cdot L_2 = 2 \cdot 1,55 = 3,1m^2$

Havanın minimal sürəti

$$\omega_{\min} = \frac{V}{z \cdot 3600 \cdot F_{\max}} = \frac{15 \cdot 3600}{3 \cdot 3600 \cdot 3,1} = 1,21m/c$$

Hava soyuducusunun minimal kəsiyi (şeh nəzərə alınmamaq şərti ilə)

$$F_{\min} = a \cdot L_2 - \left(n, d_h L_2 + \delta_2 \sqrt{S_2^2 + D_2^2} \cdot n, n \frac{2h_2}{D_2} \right) = 2 \cdot 1,55 - \\ - \left(16 \cdot 0,025 \cdot 1,55 + 0,001 \sqrt{0,032 + 0,085^2} \cdot 16 \cdot 52 \cdot \frac{2 \cdot 0,03}{0,085} \right) = 1,95 m^2$$

Havanın maksimal sürəti (şeh nəzərə alınmamaq şərti ilə)

$$\omega_{\max} = \frac{V}{z \cdot 3600 \cdot F_{\min}} = \frac{15 \cdot 3600}{3 \cdot 3600 \cdot 1,95} = 1,92m/c$$

Şeh nəzərə alınmamaqla minimal kəsik $\delta_{\text{sh}} = 0,005m$

$$F_{\min} = aL_2 - \left[n, (d_n + 2\delta_{\text{sh}}) L_2 + (\delta_2 + 2\delta_{\text{sh}}) \cdot \sqrt{S_2^2 + (D_2 + 2\delta_{\text{sh}})^2} \times \right. \\ \left. \times n, n \frac{2h_2}{D_2 + 2\delta_{\text{sh}}} \right] = 2 \cdot 1,55 - \left[16(\cdot 0,025 + 2 \cdot 0,005) \cdot 1,55 + (0,001 + 2 \cdot 0,005) \times \right. \\ \left. \times \sqrt{0,03^2 + (0,085 + 0,010)^2} \cdot 16 \cdot 52 \cdot \frac{2 \cdot 0,03}{0,085 + 0,001} \right] = 1,65 m^2$$

Şeh nəzərə alınmamaqla havadan qabırğalı səthə istilikvermə əmsalı

$$\begin{aligned}\alpha_k &= 0,117 \frac{\lambda}{S_2^{0,28}} P_R^{0,35} \left(\frac{d_H}{S_2} \right)^{-0,54} \left(\frac{h_2}{S_2} \right)^{-0,14} \cdot \left(\frac{\omega_{\max}}{8} \right)^{0,72} = \\ &= 0,117 \cdot \frac{1,93 \cdot 10^{-2}}{0,03^{0,28}} \cdot 0,719^{0,35} \left(\frac{0,025}{0,03} \right)^{-0,54} \cdot \left(\frac{0,03}{0,03} \right)^{-0,14} \times \\ &\times \left(\frac{1,92}{11,39 \cdot 10^{-6}} \right)^{0,72} = 34,1 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.d.}\end{aligned}$$

Həmdüşmə əmsalını $\xi = 1,08$ qəbul edək.

Gətirilmiş istilikvermə əmsalı

$$\alpha_{\text{get.}} = \alpha_k \cdot \varepsilon \cdot \xi = 34,1 \cdot 0,9 \cdot 1,08 = 33,15 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.d.}$$

ε - qabırğanın səthindən vermənin qeyri bərabərlik əmsalı

Qaynayan ammiak tərəfindən istilikvermə əmsalı

$$\begin{aligned}\alpha_o &= (103,2 + 0,19 t_o) q_b^{0,25} = (10,32 - 0,19 \cdot 40) \times \\ &\times 1850^{0,25} = 627 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.d.}\end{aligned}$$

q_b – daxili səthə gətirilmiş xüsusi istilik yükü

qabırğanın istilik yükü

$$\mu = \sqrt{\frac{2 \cdot \alpha_k}{\alpha_k \cdot \delta_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 33,15}{34,1 \cdot 0,001}} = 44,1 \text{ m}$$

$$\ell = \sqrt{(\pi D_2)^2 + (S_2)^2} = \sqrt{(\pi \cdot 0,085)^2 + (0,03)^2} = 0,154 \text{ m}$$

$$t_1 = -22^\circ \quad t_2 = -26^\circ$$

$$i_1 = -4,932 \text{ kkal} / \text{kq} \quad i_2 = -6,006 \text{ kkal} / \text{kq}$$

$$\Delta i = 1,064 \text{ kkal} / \text{kq}$$

Havanın sərfi

$$G = \frac{35832}{1,064} = 33677 \text{ kq} / \text{r} = 9,35 \text{ kq} / \text{c}$$

Havanın həcmi

$$V = \frac{G}{j} = \frac{9,35}{1,43} = 6,54 \text{ m}^3 / \text{c} = 23538 \text{ m}^3 / \text{r}$$

$$a = \frac{2(r_{gax}\alpha_o + r_x\alpha_{get.})}{\alpha_k(r_x^2 - r_g^2)} = \frac{210,01 \cdot 627 + 0,0125 \cdot 33,15}{34,1(0,0125^2 - 0,01^2)} = 6970$$

$$r_g = \frac{0,025 - 0,00252}{2} = 0,01m$$

$$r_x = \frac{0,025}{2} = 0,0125m$$

$$\delta_a = 83,49 \text{ 1/m}$$

$$Q_1 = \frac{t_{orta} - t_o}{\left(1 + \frac{r_x\alpha_g}{r_g\alpha_o}\right) \frac{1}{\ell \sqrt{2\alpha_g\delta_2\lambda_2 th(\mu h)}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{boru}(r_x^2 - r_g^2)\sqrt{a th\sqrt{a}} \ell_1} - \frac{22 + (-26)}{2} - (-40)} = 4 \text{ kkal / saat}$$

$$= \frac{\left(1 + \frac{0,0125 \cdot 33,15}{0,01 \cdot 627}\right) \frac{1}{0,154 \sqrt{2 \cdot 33,15 \cdot 0,001 \cdot 39 th \cdot 44,1 \cdot 0,03}} + \frac{1}{2\pi \cdot 39(0,0125^2 - 0,01^2) \cdot 83,49 th \cdot 83,49 \cdot 0,014}}$$

Qabırğasız boru elementinin istilik yükü

$$Q_2 = \varphi\pi r_x\alpha_g \left[\frac{(t_{or} - t_o)\ell_1}{1 + \frac{r_x\alpha_g}{r_g \cdot \alpha_o}} - \frac{Q_1}{2\pi\lambda_{boru}(r_x^2 - r_g^2)a} \right] =$$

$$= \pi \cdot 4 \cdot 0,0125 \cdot 33,15 \left[\frac{16 \cdot 0,0145}{1 + \frac{0,0125 \cdot 33,15}{0,01 \cdot 627}} - \frac{4}{2\pi \cdot 3910,0125^2 \cdot 0,01^2 \cdot 6970} \right] =$$

$$= 0,3 \text{ kkal / saat}$$

1 qabırğalı elementə düşən istilik yükü $\theta_{q.e.} = Q_1 + Q_2 = 4,3 \text{ kkal / saat}$

Havanın orta temperaturu ilə boru dəstəsinin səthinin temperaturu arasındakı temperatur fərqi

$$t_{or} - t_{\omega} = \frac{Q_{q.e.}}{F_{q.e.} \cdot \alpha_g} = \frac{4,3}{18,4 \cdot 10^{-3} \cdot 33,15} = 7^{\circ} C$$

$$F_{q.e.} = F_2 + F_{boru} = 2\sqrt{S_q^2 + (\pi D_q)^2} h_2 + \pi d_x \cdot S_2 = 2\sqrt{0,03^2 + (\pi \cdot 0,055)^2} \times \\ \times 0,03 + \pi \cdot 0,025 \cdot 0,03 = 18,4 \cdot 10^{-3} m^2$$

Qəbul olunmuş ξ qiymətini yoxlayaq.

$$\xi = \frac{1 + \varphi_{or} d_{or}'' - d_{\omega}''}{t_{or} - t_{\omega}} \cdot \frac{675 - i \cdot \omega}{C_r'} = 1 + \frac{Q 965 \cdot 4,4 \cdot 10^{-4} - 2,45 \cdot 10^{-4}}{7} \times \\ \times \frac{675 + 0,5 \cdot 29,7}{0,242} = 1,078$$

$q_{dax.}$ xüsusi istilik yükünün qəbul olunmuş qiymətini yoxlayaq:

$$q_{dax.} = \frac{Q_{q.e.}}{\pi d_g \cdot S_q} = \frac{4,3}{\pi \cdot 0,02 \cdot 0,03} = 1880 kkal / m^3 \cdot saat$$

Qaynayan NH_3 tərəfindən L_o istilik vermə əmsalının yeni qiymətini yoxlayaq.

$$L_o (103,2 - 0,19 \cdot 40) \cdot 1880^{0,25} = 630 kkal / m^2 \cdot saat.d.$$

İstilik ötürmə əmsalı

$$K = \frac{Q_{q.e.}}{F_{q.e.} (t_{or} - t_o)} = \frac{4,3}{18,4 \cdot 10^{-3} \cdot 16} = 14,61 kkal / m^2 \cdot saat.der.$$

Hava soyuducusunun qabırğalı elementlərinin sayı

$$n_{üm} = \frac{Q_o}{Q_{q.e}} = \frac{11670}{4,3} = 3744$$

Ümumi istilikötürmə səthi

$$F = n_{üm} \cdot F_{q.e} = 3744 \cdot 18,4 \cdot 10^{-3} = 70 m^2$$

Qabırğalı boruların cəmi uzunluğu

$$L = n_{üm} \cdot S_2 = 3744 \cdot 0,03 = 130 m$$

Qabırğalı boruları ümumi sayı

$$n_1 n_2 = \frac{L}{L_2} = \frac{130}{1,55} = 88$$

Hündürünə sıraların sayı

$$n_2 = \frac{88}{16} \approx 6$$

MÜHAZİRƏ 30.

Batareyanın istilik-konstruktiv hesabı

1. Qabırğalanmış bir sıralı horizontal tavan batareyasının istilik ötürmə əmsalının təyini.

Verilir:

Borunun diametri – 36 x 2,5

Lentin qalınlığı - 0,8+1 mm

Lentin eni - 40 mm

$$\ell_{ck} = 2 \cdot 2,75 = 5,5 m, \quad \ell_{cc} = 4,5 m \quad \ell_{\delta} = 5,5 + 4,5 = 10 m$$

Qabırğanın addımı - 30 mm

Bir paqonmetr uzunluqda qabırğalar sayı – 26

Kamerada temperatur $t_2 = -20^{\circ}C$

Qaynama temperaturu $t_0 = -30^{\circ}C$

Kamerada nisbi nəmlik $\varphi = 95\%$

Nüsel kriteriyasından istifadə etməklə konvektiv istilik vermə əmsalını tapaq $t_{2|cT} = -27^{\circ}C$ qiymətini verək

$$t_m = \frac{t_2 + t_{cm}}{2} = \frac{-20 - 27}{2} = -23,5^{\circ}C$$

$$\partial = 11,35 \cdot 10^{-6} m^2 / san = 1,95 \cdot 10^{-2} kkal / (m \cdot saat / d.)$$

$$P_2 = 0,716$$

Qrashof kriteriyası.

$$G_2 = \rho \cdot \frac{gd_i}{\partial} \Delta t = \frac{1}{250,5} \cdot \frac{9,81 \cdot 0,038^3}{(11,35 \cdot 10^{-6})^2} \cdot 7 = 1,504 \cdot 10^7$$

$$G_2 \cdot p_2 = 1,504 \cdot 10^7 \cdot 0,716 = 1,08 \cdot 10^7$$

$$c = 0,54 \quad n = \frac{1}{4}$$

$$Nu = 0,54(1,08 \cdot 10^7)^{\frac{1}{4}} = 17,7$$

$$\alpha_{kTp} = \frac{17,7 \cdot 0,0195}{0,038} = 9,1 \text{ kka } \ell / m^2 \cdot \text{saat.d.}$$

Borunun nəmlik ayırma əmsalı

$$\xi_{Tp} = 1 + \frac{x - x''}{t_2 - t_{cT}} \cdot \frac{r - i_n}{c_p} = 1 + \frac{0,752 - 0,324}{-20 \cdot (-27)} \cdot 10^{-3} \frac{675 \cdot 0,5(-27)}{0,242} = 1,1$$

Qabırğanın intensiv istilik vermə əmsalı

$$\alpha_{kTp} = \frac{Nu - \lambda}{h_p} \quad Nu = C(p_r - G_r)'$$

$t_{cT \text{ pe} \delta} = 25^\circ \text{C}$ qiymətini verək.

$$t_{np} = \frac{t_2 + t_{cr} \cdot P}{2} = \frac{-20 + (-25)}{2} = 22,5^\circ C$$

Bu qiymət üçün

$$\lambda = 1,95 \cdot 10^{-2} \text{ kkal} / \text{m.saat.d.}, \quad \partial = 11,64 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{san.}, \quad P_2 = 0,717$$

Qrashof kriteriyası.

$$G_2 = \rho \cdot \frac{g \cdot h^3 p}{\partial^2} \cdot \Delta t = \frac{1}{250,5} \cdot \frac{9,81 \cdot 0,04^3}{(11,64 \cdot 10^{-6})^2} \cdot 5 \cdot \frac{1}{255,5} = 1,07 \cdot 10^6$$

$$P_2 G_2 = 1,07 \cdot 10^6 \cdot 0,717 = 0,769$$

$$C = 0,54 \quad n = \frac{1}{4}$$

$$N_u = 0,54(1,07 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 5,6 \quad \alpha_{kp} = \frac{5,6 \cdot 0,0195}{0,04} = 2,7$$

Qabırğaların nəmlik ayırma əmsalı

$$S_p = 1 + \frac{x - x''}{t_2 - t_p} \cdot \frac{r - i_\omega}{C_p} = 1 + \frac{0,752 - 0,3966}{5} \cdot \frac{6,75 - 0,5(-25) \cdot 10^{-3}}{242} = 1,3$$

Qabırğalama əmsalını tapaq.

$$F_p = 2\sqrt{\pi D^2 p + 2(\ell_1 + \delta_p)^2 \cdot h_p} = \sqrt{(3,14 \cdot 0,12)^2 + 0,357^2} \cdot 0,04 = 0,282 \text{ m}^2$$

$$F'_{Tp} = \pi d_{Tp} \cdot 2\ell_1 = 3,14 \cdot 0,038 \cdot 0,0347 = 0,004 \text{ m}^2$$

$$F_{Tp} = \pi d_{Tp} (2\ell_1 - \delta_{Tp}) = 3,14 \cdot 0,038 \cdot 0,0357 = 0,0043 \text{ m}^2$$

Qabırğalanmış elementin sahəsi.

$$F_{p,\varepsilon} = F_{Tp} + F' = 0,004 + 0,0282 = 0,0322 \text{ m}^2$$

Qabırğalama əmsalı

$$\rho = \frac{F_{p,\varepsilon}}{F_{Tp}} = \frac{0,0322}{0,0043} = 7,5$$

Qabırğalanmış elementin divarının orta temperaturu

$$t_{p,\varepsilon}^{cp} = \frac{F_p \cdot t_p + F_{Tp}' \cdot t_{Tp}}{F} = \frac{0,0282(-25) + 0,004 \cdot (-22)}{0,0322} = -25,3^\circ \text{C}$$

Radiasiya istilik vermə əmsalı

$$\alpha = \varepsilon_H \cdot C_0 \cdot \psi \cdot \frac{\left(\frac{T_2}{100}\right)^4 - (T_p^{cp}, \varepsilon)^4}{t_2 - t_p^{cp} \varepsilon}$$

$\varepsilon_n = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 0,82 \cdot 0,91 = 0,75$ poladın və şartstürkanın qaralıq əmsalı

$$\frac{D_p}{d_2} = \frac{112}{38} = 3, \quad \frac{2\ell_1 + \delta_p}{d_2} = \frac{35,7}{38} = 0,94$$

Şüalanma əmsalı $\Psi = 0,45$

$$\frac{S_2}{D_p} = \frac{200}{112} = 1,78$$

Düzəliş əmsalı $\Psi' = 0,8$

$$\Psi = \Psi' \cdot \psi' = 0,45 \cdot 0,8 = 0,36$$

Qiymətləri yerinə yazaq

$$\alpha_H = 0,7 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.dər.}$$

Boru elementinin istilik vermə əmsalı

$$\alpha'_{kTp} = \alpha_{kTp} \xi_{Tp} = 5,34 \cdot 1,15 = 6,14 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.dər.}$$

$$\alpha'_{kTp} = \alpha_{kTp} \cdot \xi_k = 41,6 \cdot 1,143 = 5,26 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.dər.}$$

Gətiilmiş istilik vermə əmsalı

$$\alpha'_{knp} = \frac{F_{Tp} \cdot \alpha'_{Tp} + F_p \cdot \alpha_{kp}}{F_p \cdot \varepsilon} = \frac{0,043 \cdot 6,14 + 0,0182 \cdot 5,26}{0,0322} = 5,07 \text{ kkal} / \text{m}^3 \text{ saat.dər.}$$

Qaynayan agent tərəfindən istilik vermə əmsalı

$$\alpha_o = (103,2 + 0,1 \cdot t_o) q^{0,55} = (103,2 - 0,1 \cdot 30) \cdot 500^{0,25} = 450 \text{ kkal} / \text{m}^2 \text{ saat.dər.}$$

$$\alpha_{np} = 5,07 + 0,7 = 5,77$$

Qabırğanın istilik yükü

$$Q_i = \frac{t_1 - t_2}{\left(1 + \frac{r_H \alpha_{np}}{r B_H \cdot \alpha_o}\right) \left(\frac{l}{2\alpha_{np} \cdot \lambda_p \cdot \delta_p t_n (\mu - h_p)}\right) + \frac{l}{2\pi \lambda_{tp} (r_n^2 \cdot r_{\Delta r}^2) + \sqrt{a} + th(v_o \cdot \ell_o)}}$$

$$\mu = \sqrt{\frac{2\alpha_{np}}{\lambda_p \cdot \delta_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,77}{40 \cdot 0,001}} = 17,2$$

$$\ell = \sqrt{(AD_p)^2 + (2\ell_l + \delta_p)^2} = \sqrt{(3,14 + 0,112)^2 + 0,0357^2} = 0,4 \text{ m}$$

$$a = \frac{2r_{\Delta H} (\alpha_o + r_H \cdot \alpha_{np})}{(r_n^2 - r_{b_H}^2)} = \frac{2(0,01375 \cdot 460 + 0,016 \cdot 5,7)}{40(0,016^2 - 0,01375^2)} = 3509 \quad \sqrt{a} = 59,2$$

$$1 + \frac{r_H \cdot \alpha_{np}}{r_{b_H} \cdot d_o} = 1 + \frac{0,016 \cdot 5,77}{0,01375 \cdot 450} = 1,02$$

$$Q_i = \frac{-20 - 30}{1,02 \left[\frac{l}{0,4 \cdot \sqrt{2 \cdot 5,77 \cdot 40 \cdot 0,001} \cdot 17,2 \cdot 0,04 + 2 \cdot 3,14 \cdot 40} + \frac{l}{67 \cdot 10^{-6} \cdot 69,2 \cdot t_n (59,2 \cdot 0,017)} \right]} = 1,54$$

Qabırğanmış elementin istilik yükü

$$Q_2 = 4\pi \cdot r_H \cdot \alpha_{np} \left[\frac{t_2 - t_o}{1 + \frac{r_n \cdot \alpha_{np}}{r_{bH} \cdot \alpha_o}} \ell_1 - \frac{Q_1}{\pi \lambda_{np} (r_H^2 - r_{bH}^2) \cdot a} \right] = 0,2$$

Qabırğalanmış elementin istilik yükü

$$Q_{p\text{ə}} = Q_1 + Q_2 = 1,54 + 0,2 = 1,74 \text{ kkal / saat}$$

İstilik ötürmə əmsalı

$$k = \frac{Q_{p\text{ə}}}{F_{p\text{ə}} (t_2 - t_o)} = \frac{1,74}{0,03169 \cdot 10} = 4,1 \text{ kkal / m}^2 \text{ saat.dər.}$$

Ədəbiyyat

1. Abbasov A.A., Əhmədov Ə.Q. Soyuducu qurğulardan mühazirə konspekti, Bakı 1983.

2. N.S. Əliyev, M.A. Talıbov “Soyuducu qurğular fənnindən laboratoriya praktikumu” Bakı 2007