

სულხან სულაძე, ალექო მორჩილაძე,  
რამაზ შორჭოლიანი

ოზონდამუღელ და ალტერნატიულ  
მატივარაგენტებზე მომუშავე  
სამაცივრო ტექნიკის მომსახურება

თ ბ ი ლ ი ს ი  
2000

წიგნი ეხება დედაძიწის ოზონის შრის და გლობალური დათბობის პრობლემების გადაწყვეტას.

მასში განხილულია სამაცივრო ტექნიკის მომსახურების თანამედროვე მეთოდები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაცივარაგენტების ატმოსფეროში გაჟონვის მაქსიმალურ შემცირებას.

აღწერილია სამაცივრო ტექნიკაში გამოყენებული ოზონდამშლელი ნივთიერებების შევროვების, გაწმენდის და კვლავამოყენების, აგრეთვე მაცივარდანადგარების ალტერნატიულ ნივთიერებებზე გადაყვანის საკითხები.

წიგნი დაშვებულია გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს მიერ როგორც სახელმძღვანელო მაცივარტექნიკოსთა გადამზადების კურსების მსმენელთათვის. იგი აგრეთვე სასარგებლო იქნება სამაცივრო ტექნიკის სპეციალობის სტუდენტების, ინჟინრების და მეცნიერთანამშრომლებისათვის.

	33
შესავალი .....	7
<i>თავი 1. გარემოს ოზონის შრის და გლობალური დათბობის პრობლემები .....</i>	<i>9</i>
1.1 ოზონის შრე.....	9
1.2 ოზონის შრისათვის სახიფათო ხელოვნური ქიმიკატები .....	11
1.3 როგორ დავიცვათ ოზონის შრე მონრეალის ოქში და ვენის კონვენცია .....	13
1.4 გლობალური დათბობა .....	15
<i>თავი 2. სამაცივრო ტექნიკის მოკლე მიმოხილვა.....</i>	<i>17</i>
2.1 ხელოვნური გაცივების ისტორია.....	17
2.2 თანამედროვე მაცივარაგენტები .....	19
2.3 ცვლილებების აუცილებლობა და ქფკ-ს მიმართ მომქმედი პოლიტიკა.....	26
<i>თავი 3. სამაცივრო ტექნიკის თერმოდინამიკული საფუძვლები .....</i>	<i>28</i>
3.1 თერმოდინამიკის კანონები .....	28
3.2 თბოვადობის სახეობები.....	28
3.3 თერმოდინამიკული დიაგრამა .....	29

3.4	სამაცივრო სისტემის ფუნქციონირება .....	32
თავი 4. ტექნიკური მომსახურების თანამედროვე		
	პრაქტიკა .....	34
4.1	ტენი და მყავა .....	34
4.2	სისტემაში ტენის არსებობის ნიშნები .....	35
4.3	სისტემის გასუფთავება .....	36
4.4	არაკონდენსირებადი გაზები .....	36
4.5	ვაკუუმი .....	37
4.6	ზეთი სისტემაში .....	41
4.6.1	სამაცივრო ზეთი .....	42
4.6.2	ზეთის შეცვლა .....	43
4.6.3	ზეთის დამატება ნახევრადჭერმეტულ და ჭერმეტულ კომპრესორებში .....	44
4.6.4	ჰივროსკოპია და დაბინძურება .....	44
4.7	ტექნიკური მომსახურება .....	46
4.7.1	ჟონვის აღმოჩენა .....	46
4.7.2	ჟონვის მიზეზები .....	47
4.7.3	პალოიდური ლამფა .....	48
4.7.4	საპნის ხსნარი .....	49
4.7.5	ჟონვის აღმოჩენა ელექტრონული ხელსაწყოებით .....	49
4.7.6	ულტრაიისფერი ლამფა .....	49
4.8	უსაფრთხოების ზომები .....	50



თავი 5. სამაცივრო მოწყობილობების მომსახურება .....	51
5.1 სამაცივრო დანადგარების კლასიფიკაცია .....	51
5.1.1 საყოფაცხოვრებო მაცივრები .....	51
5.1.2 საეაჭრო მაცივარდანადგარები .....	52
5.1.3 ჰაერის კონდიციონირების სისტემები .....	53
5.1.4 გადასატანი ჰაერის კონდიციონერები .....	54
5.2 სამაცივრო დანადგარის ელემენტები .....	54
5.2.1 ხელსაწყო-იარაღები. ....	54
5.2.2 კომპრესორი .....	55
5.2.3 საორთქლებელი და კონდენსატორი. ....	56
5.2.4 გამწმენდი ფილტრი .....	58
5.2.5 გამშრობი ფილტრი .....	59
5.2.6 კაპილარული მილი .....	60
5.2.7 თერმომარეგულირებელი ვენტილი .....	61
5.2.8 ზეთგამომყოფი .....	64
5.2.9 ტენის ინდიკატორი .....	65
5.2.10 სითხის შემვრავი .....	66
5.3 ციფრულსკალიანი ბალონით შევსება .....	66
5.4 საეაჭრო სამაცივრო სისტემების მომსახურება .....	68
5.5 ჰაერის კონდიციონირების სისტემების მომსახურება .....	71
5.6 მომსახურების საერთო წესები .....	76
თავი 6. ამოღება, გადაშუშვება და უტილიზაცია .....	77
6.1 მაცივარაგენტების ამოღება .....	77
6.2 რეციკლირების ტექნოლოგია .....	82

6.3 რეგენერაციის ტექნოლოგია .....	82
6.4 ამოღებული მაცივარაგენტის უსაფრთხო მომსახურება .....	83
6.5 მაცივარაგენტების ამოღება სხვადასხვა ტიპის მაცივარდან აღდგარიდან .....	85
 თავი 7. ალტერნატიული მაცივარაგენტები და ტექნოლოგიები .....	87
7.1 ახალი მაცივარაგენტები .....	87
7.2 სამაცივრო სისტემები, რომლებიც მოითხოვენ რეტროფიტს .....	90
 თავი 8. ოზონდამშლელი ნივთიერებების პრობლემის გადაწყვეტა საქართველოში .....	92
8.1 საქართველოს დამოკიდებულება ვენის კონვენციასთან და მონრეალის ოქმთან .....	92
8.2 ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამა .....	93
 ლექსიკონი .....	96
 ლიტერატურა .....	105
 დანართები .....	106

## შესავალი

ოზონის შრის დაშლა და გლობალური დათბობა არის ორი ძირითადი პრობლემა, რომელიც სერიოზულ გავლენას ახდენს სამაცივრო ტექნიკის განვითარებაზე. ამის მიზეზია მოსაზრება იმის შესახებ, რომ სამაცივრო ტექნიკაში გამოყენებული ხელოვნური ქლორირებული ქიმიკატები აზიანებენ სტრატოსფერული ოზონის შრეს, ხოლო რიგ ნივთიერებას ახასიათებს საკმაოდ მაღალი გლობალური დათბობის პოტენციალი. მიუხედავად იმისა, რომ კამათი მეცნიერებს შორის ამ მოსაზრების ირგვლივ კვლავაც გრძელდება, უკანასკნელი თხუთმეტი წლის განმავლობაში მიღებულია რამოდენიმე მნიშვნელოვანი საერთაშორისო საკანონმდებლო აქტი, რომელიც მოითხოვს გარემოსათვის საშიში ქიმიკატების ხმარებიდან ეტაპობრივ ამოღებას. საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებით ჩვენი რესპუბლიკა მიუერთდა ოზონის შრის დაცვასთან და კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებულ საერთაშორისო შეთანხმებებს და შეიმუშავა “საქართველოში ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამა”. სხვა ფართომასშტაბიან ღონისძიებებთან ერთად აღნიშნული პროგრამა მოიცავს მაცივარტექნიკოსთა სწავლების და სერთიფიცირების პროექტს, რომელსაც საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს ოზონის ცენტრი ახორციელებს გაერთიანებული ერების გარემოსდაცვითი პროგრამის წარმოებისა და გარემოსდაცვით ცენტრთან ერთად.

საქართველოში, ისევე როგორ ბევრ სხვა ქვეყანაში, სამაცივრო ტექნიკის დარგი არის ოზონდამშლელი ნივთიერებების (ოდნ) ყველაზე მსხვილი მომხმარებელი. ამ სექტორში მოხმარების მნიშვნელოვანი წილი დაკავშირებულია მაცივარაგენტის გაჟონვასთან მოწყობილობების დაზიანების და მომსახურების დროს. მაცივარტექნიკოსთა სწავლების მიზანს წარმოადგენს სამაცივრო მოწყობილობების მომსახურების დონის ამაღლება და მაცივარტექნიკოსთა ცნობიერების ამაღლება გარემოს პრობლემებთან და მოსალოდნელ შედეგებთან დაკავშირებით.

აღნიშნული პროექტის უშუალო შემსრულებელია საქართველოს მემაცივრეთა ასოციაცია, რომლის ბაზაზეც შექმნილია მაცივარტექნიკოსთა გადამზადების კურსები.

წინამდებარე სახელმძღვანელო გათვალისწინებულია უპირველესად

აღნიშნული კურსების მსმენელთათვის. თუმცა იგი აგრეთვე სასარგებლო იქნება სამაცივრო დარგის სხვა სპეციალისტებისათვის და შესაბამისი უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისათვის. პირველი თავი შეიცავს ინფორმაციას ოზონის შრის დაშლისა და ამ მოვლენის ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოველთა და მცენარეთა სამყაროზე ზემოქმედების შესახებ, კლიმატის გლობალური დათბობისა და იმ საერთაშორისო შეთანხმებების შესახებ, რომლებიც მიმართულია აღნიშნული პრობლემების გადასაწყვეტად. მეორე თავი ეხება სამაცივრო წარმოების მოკლე ისტორიას კონვენციური მაცივრებიდან, რომლებიც გამოიყენებდნენ ყინულის ნატეხებს, თანამედროვე ორთქლკომპრესიულ სამაცივრო დანადგარებამდე. აქვე არის განხილული თანამედროვე მაცივარაგენტები. მესამე თავში გადმოცემულია სითბოს გადაცემის და ორთქლკომპრესიული ციკლის ფუნდამენტალური პრინციპები. მეოთხე თავში მოცემულია სამაცივრო სისტემის მომსახურების საერთო რეკომენდაციები. მასში განხილულია ის გაუმართაობები, რომლებიც გამოწვეულია ძირითადად სისტემიდან მუშა სხეულის გაპარვით, მუშა სხეულში ტენის და არაკონდენსირებადი გაზების არსებობით. მეხუთე თავში აღწერილია სხვადასხვა ტიპის სამაცივრო დანადგარის დანიშნულება და ექსპლუატაციის, ტექნიკური მომსახურების, დაზიანების აღმოჩენის და შეკეთების თანამედროვე მეთოდები. მეექვსე თავი ეძღვნება მაცივარაგენტების ამოღების, შეგროვების, აღდგენის და ხელმეორედ გამოყენების საკითხებს. მეშვიდე თავი ეხება ალტერნატიულ მაცივარაგენტებს, აქ განხილულია სამაცივრო სისტემების ოზონუსაფრთხო მაცივარაგენტებზე გადაყვანის საკითხები. წიგნის ბოლო მერვე თავი ეთმობა საქართველოში ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამის მიმდინარეობას. აღნიშნული თემების გარდა წიგნში მოყვანილია მრავალი საცნობარო მასალა.

# თავი 1. გარემოს ოზონის შრის და გლობალური დათბობის პრობლემები

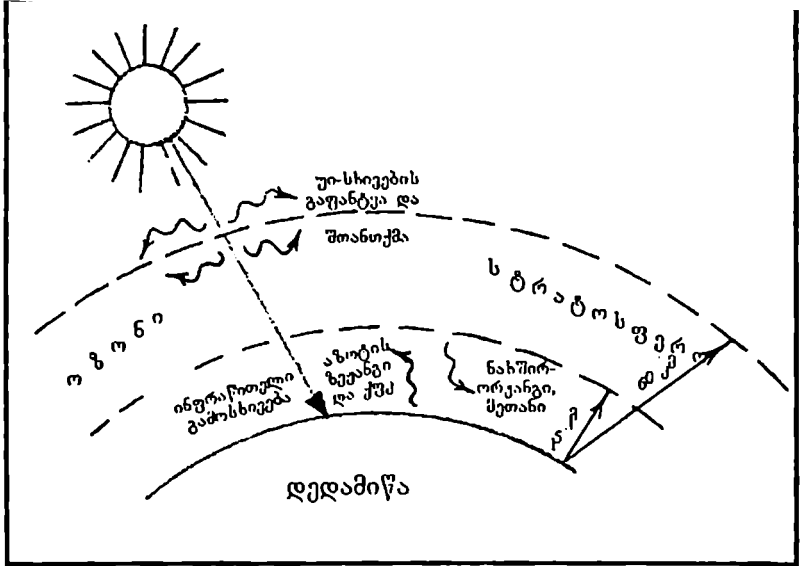
## 1.1 ოზონის შრე

ათასწლეულების განმავლობაში ატმოსფერული ფენა იცავდა სიცოცხლეს დედამიწაზე. ეს ფენა შედგება ოზონისაგან და იცავს დედამიწას მზის მკვეთრ ულტრაიისფერი (უი) გამოსხივებისაგან, ამ დამცავი ფენის დარღვევისას მზის ულტრაიისფერი სხივები ჭარბად აღწევენ დედამიწის ზედაპირს, რაც საშიშია სიცოცხლისათვის.

ოზონი ეს არის გაზი, რომლის მოლეკულა შედგება ჟანგბადის სამი ატომისაგან -  $O_3$ . ოზონის მოლეკულები მუდმივად წარმოიქმნებიან და იშლებიან ბუნებრივი ატმოსფერული პროცესების მეშვეობით. მზის ულტრაიისფერი სხივები ხლეჩენ ჟანგბადის მოლეკულებს ატომებად, რომლებიც შემდეგ უერთდებიან ჟანგბადის სხვა მოლეკულებს და წარმოქმნიან ოზონს. გეოგრაფიულ განედებზე ოზონის განაწილება არათანაბარია და დამოკიდებულია სეზონზე. სტრატოსფერული ოზონის ძირითადი მასა წარმოიქმნება სწორედ იმ არეში, რომელიც მთელი წლის განმავლობაში მზით არის განათებული. ოზონი არ განეკუთვნება სტაბილურ აირს და განსაკუთრებით მგრძობიარეა იმ ბუნებრივი კომპონენტების მიმართ, რომლებიც შეიცავენ წყალბადს, აზოტს ან ქლორს, და რომლებთანაც ურთიერთქმედება იწვევს მის დაშლას. აღსანიშნავია, რომ დედამიწის ზედაპირთან (ტროფოსფეროში) ოზონი წარმოადგენს დამაბინძურებელ ნივთიერებას, რომელიც შეიცავს ფოტოქიმიურ სმოგს (ბოლს) და ტუტიანი წვიმების ერთ-ერთი გამომწვევი მიზეზია. მაგრამ სტრატოსფეროში — 11-დან 48 კილომეტრამდე სიმაღლეზე ცისფერი, მძაფრი სუნის მქონე გაზი ისეთივე მნიშვნელოვანია სიცოცხლისათვის, როგორც თვით ჟანგბადი.

სიმაღლის მიხედვით ოზონის კონცენტრაცია მნიშვნელოვრად იცვლება, მაგრამ მისი შემცველობა არასოდეს არ აღემატება ატმოსფეროს სისქის მუასიათასედს. ზოლო თუ ოზონის ფენას შევკუმშავთ ატმოსფერულ წნევაზე მისი სისქე შეადგენს მხოლოდ 3მმ-ს.

მიუხედავად ამისა იგი მზის თითქმის ყველა მკვეთრ ულტრაიისფერ სხივებს შთანთქავს. ოზონის ფენა იღებს საშიში უი-B სხივების უფრო მეტ რაოდენობას, ვიდრე ატარებს. (უი-B არის შუალედური სხივები, უი-A ტიპის სხივებსა, რომელსაც ატარებს ოზონის შრე და



ნახ. №1 ოზონი დედამიწის ატმოსფეროში.

უი-C სხივებს შორის, რომელსაც შთანთქავს ოზონი). ოზონის შრის მცირე დაშლაც კი იწვევს უი-B რადიაციის გაზრდას. ზოგიერთი მონაცემით ოზონის შრის ყოველი 10%-ით შემცირებისას დედამიწაზე ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსიურობა იზრდება 20%-ით. მაშინ როდესაც ანტარქტიდის ზოგიერთი რეგიონის ზევით ოზონის საერთო შემცველობა სექტემბერ-ოქტომბერში 60%-ით მცირდება. უი-B ტიპის სხივების ნებისმიერი გაზრდილი რაოდენობა, რომლებიც აღწევენ დედამიწის ზედაპირზე სერიოზულ ზიანს აყენებს გარემოს და საფრთხეს უქმნის სიცოცხლეს დედამიწაზე. ოზონის შრეში ყველაზე დიდი ხვრელები აღმოჩენილი იქნა 1992-1993 წლებში, ოზონის გაიშვიათება განსაკუთრებით შეინიშნებოდა 25 კმ-ზე. არანაკლებ შესფოთებას იწვევს ოზონის გამოფიტვა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, მიუხედავად იმისა, რომ აქ არ არის ფართო „ხვრელები“. 1993 წლის იანვარში ოზონის რაოდენობა მთელ 45/65 ჩრდილოეთის განედის ფართზე შეადგენდა 12-15%-ით ნაკლებს ვიდრე ჩვეულებრივ. 1993 წლის თებერვლიდან ივნისის ჩათვლით, ევროპისა და ჩრდილოეთ ამერიკის თავზე, ოზონის კონცენტრაციის შემცირება შეადგენდა საშუალოდ

15%-ს. ამასთან ერთად ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროებთან ჩატარებულმა გაზომვებმა უჩვენა ოზონის კონცენტრაციის შემცირება 25%-ით. ეს პრობლემა ნამდვილად გლობალურია და მოითხოვს გლობალურ გადაწყვეტილებებს.

ბიოლოგიურად აქტიური ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან დამცავი ფენის გაქრობა, ყველა ცოცხალი ორგანიზმისათვის შეიძლება დამლუპველი გახდეს. ულტრაიისფერი რადიაციის გაზრდამ შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს მცენარეებზე, ზღვის ფლორასა და ფაუნაზე. სოიოზე ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ ოზონის ფენის 25%-ით გამოფიტვამ სოიოს მოსავალი შეამცირა 20%-ით. მან შეიძლება არასასურველად იმოქმედოს აგრეთვე ოკეანეების მგრძნობიარე ეკოსისტემაზე. ფიტოპლანქტონი და მრავალი ორგანიზმის ლიფსიტები რომლებიც იკვებებიან ოკეანის ზედაპირიდან რამდენიმე მეტრით ქვემოთ, შეიძლება აღმოჩნდნენ მგრძნობიარენი ულტრაიისფერი გამოსხივების გაზრდისადმი, რაც შეამცირებს პროდუქტიულობას და უარყოფითად იმოქმედებს წყალმცენარეების საერთო მოცულობაზე და თევზჭერაზე. უი-B სხივების გაზრდილმა რაოდენობამ შეიძლება გამოიწვიოს კანის კიბოს დაავადების მნიშვნელოვანი ზრდა და შესაძლოა მიგვიყვანოს უფრო იშვიათ და ისეთ საშიშ დაავადების გავრცელებამდე, როგორიც ავთვისებიანი მელანომაა. გარდა ამისა, იგი იწვევს თვალის ისეთ ავადმყოფობათა ზრდას, როგორიცაა მაგალითად კატარაქტა, თვალის ბროლის დეფორმაცია და სხვა. უი-B ტიპის გამოსხივების გაზრდა აგრეთვე უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს ადამიანის იმუნოსისტემაზე.

## 1.2. ოზონის შრისათვის საზიფათო ხელოვნური ქიმიკატები

მიღებულია, რომ სტრატოსფერული ოზონის დაშლას იწვევენ ატმოსფეროში გატყორცნილი ხელოვნური ქიმიკატები, რომლებიც შეიცავენ ჰალოგენებს, მაგალითად ქლორს. ასეთ ნივთიერებებს განეკუთვნება ქლორფტორკარბონები (ქფკ), რომლებიც მრავალი წლის მანძილზე გამოიყენებიან მაცივარაგენტებად, ქაფწარმომქმნელებად და გამხსნელებად. ეს ნივთიერებები ადიან სტრატოსფეროში უცვლელი სახით და იქ უი-გამოსხივების გამო იშლებიან, როგორც ეს ნაჩვენებია იქნება მე-3 თავში, თავისუფალი ქლორის გამოყოფით, რომელიც

ოზონის მოლექულას ართმევს ერთ ატომს და გარდაქმნის მას ჩვეულებრივი ჟანგბადის მოლექულად. ქლორი მოქმედებს როგორც კატალიზატორი, ხელს უწყობს რა რღვევას, ამავე დროს მისი მოლექულა არ იცვლება, რაც აძლევს მას საშუალებას გიმეოროს ეს პროცესი კიდევ და კიდევ.

განსაკუთრებით საშიშია ზანგრძლივი დროით მოქმედი ქიმიკატები. ქვკ-11-ის ატმოსფეროში არსებობის ვადა საშუალოდ 50 წელიწადია, ქვკ-12-ის მოქმედების ვადა განისაზღვრება საშუალოდ 102 წლით, ხოლო ქვკ-113-ის - 85 წელიწადი. ამიტომ, ამ ქიმიკატების გამოყენების შეწყვეტის შემდეგაც კი, მათ მიერ ოზონის შრის დაშლა გაგრძელდება დიდი ხნის მანძილზე.

დღესდღეობით ქვკ წარმოადგენს ოზონის შრის განღვევის სერიოზულ მიზეზს. ყოველ გაზაფხულზე ოზონის შრეში, ანტარქტიდის თავზე, იქმნება ეგრეთწოდებული ოზონის „ზვრელი“, რომლის ფართობი დაახლოებით უდრის აშშ-ს ფართობს. ოზონის „ზვრელი“ სინამდვილეში წარმოადგენს ოზონის მცირე კონცენტრაციის მქონე ზონას.

ანტარქტიდის თავზე ატმოსფერო ზამთრობით იზოლირებულია ატმოსფეროს დანარჩენი ნაწილისაგან ქარის ბუნებრივი ცირკულაციით, რომელსაც პოლარული გრივალე ეწოდება. ზამთარში, როდესაც ცივა და ბნელა, სტრატოსფეროში წარმოიქმნებიან პოლარული სტრატოსფერული ღრუბლები. ინერტული ქლორი ამ ღრუბლების ზედაპირზე გარდაიქმნება იმ ფორმაში, რომელიც შლის ოზონის შრეს ქიმიური რეაქციის გზით. ეს ხდება უკვე გაზაფხულზე, როცა მზე ბრუნდება ანტარქტიდაში. ხოლო როცა ანტარქტიდის თავზე სტრატოსფერო საკმარისად გათბება იმისათვის, რომ განდევნოს პოლარული სტრატოსფერული ღრუბლები „ზვრელი“ კვლავ ქრება. ოზონით გამდიდრებული ჰაერი ავსებს „ზვრელს“ ანტარქტიკის თავზე. ბუნებრივი ცირკულაცია ხელს უწყობს ოზონის დაბალი კონცენტრაციის მქონე ჰაერის ჩრდილოეთით გადაადგილებას, ურევს და აჯერებს რა ოზონის კონცენტრაციებს სხვა რაიონებში. ამგვარად პრობლემა შეიძლება გავრცელდეს სამხრეთ ნახევარსფეროს სხვა უბნებზეც.



### 1.3 როგორ დაეიცვათ ოზონის შრე - მონრეალის ოქმი და ვენის კონვენცია

პირველად 1974 წელს კალიფორნიის უნივერსიტეტის პროფესორებმა შერუდ როულანდმა და მარियो მოლინამ გამოთქვეს მოსაზრება, რომ ქვე ზელს უწყობს ოზონის შრის დაშლას. ამ მოსაზრების მართებულობა იმდენად მისაღები იყო, რომ აშშ-მ, კანადამ და სკანდინავიის ქვეყნებმა სწრაფად მოახდინეს რეაგირება და გამოსცეს კანონი 1978 წლიდან იმ აეროზოლების გამოყენების აკრძალვის შესახებ, რომლებიც შეიცავდნენ ქვე-ს, რაც ამცირებდა ქვე-ს მოხმარებას 50%-ით.

1985 წლის მარტში ქ. ვენაში მიღებული იქნა „დედამიწის ოზონის შრის დაცვის ვენის საერთაშორისო კონვენცია“, რომლის თანახმადაც მისი მომხრე ქვეყნები ვალდებული არიან ითანამშრომლონ ოზონის შრის მდგომარეობასა და მეთვალყურეობაში, გაცვალონ ინფორმაციები და მონაცემები ამ საკითხთან დაკავშირებით, კონვენციაში დადგენილია კორექტირებისა და სადაო საკითხების გადაწყვეტის პროცედურა. 1987 წლის საქტემბერში ოცდაათზე მეტი ქვეყნის მიერ ხელმოწერილი იქნა მონრეალის ოქმი “ოზონის შრის დამზღველი ნივთიერებების შესახებ”. გადაღებული იქნა პირველი ნაბიჯი ოზონის შრის დაცვისათვის, გადაწყვეტილი იქნა საკითხი 1999 წლიდან ქვე ნივთიერებების წარმოების და მოხმარების შემცირების შესახებ.

ახალმა სამეცნიერო-კვლევითმა სამუშაოებმა აჩვენა, რომ ოქმის ღონისძიებანი არ იყო საკმარისი ოზონის ფენის აღსადგენად. გარდა ამისა განვითარებადმა ქვეყნებმა გამოთქვეს შეშფოთება იმის გამო, რომ არ იყო ნათელი ფორმულირებები ტექნიკურ და ფინანსურ მხარდაჭერათა შესახებ.

1990 წლის ივნისში ლონდონში მეორე თათბირზე მოხდა მონრეალის გრაფიკის კორექტირება და გამოტანილი იქნა გადაწყვეტილება ქვე-11; -12; -113; -114; და -115 წარმოებისა და მოხმარების 2000 წლისათვის შეწყვეტის შესახებ, ხოლო 2005 წლისთვის მეთილქლოროფორმის გამოყენების შეწყვეტის შესახებ.

ლონდონში შემუშავებული იქნა ოქმის სპეციალური მუხლები, რომლებიც ითვალისწინებენ განვითარებადი ქვეყნებისათვის ტექნოლოგიების გადაცემას და მრავალმხრივი ფონდის შექმნას. მხარეთა მეოთხე შეხვედრა შედგა კოპენჰაგენში 1992 წლის ნოემბერში.

მხარეები შეთანხმდნენ 1994 წლიდან ჰალონების და 1996 წლიდან ყველა სახის ქვკ, მეთილქლოროფორმის და ოთხქლორიანი ნახშირბადის გამოყენების შეწყვეტაზე. ქვკ-ს გამოყენება შეწყდება 2030 წლისათვის. ასეთი გვიანი ვადა დანიშნული იქნა იმისათვის, რომ ქვკ-ის გამოყენება განპირობებული იყო ქვკ-ის შესაცვლელად, რადგანაც მას გააჩნია დაბალი ოზონდამრღვევი პოტენციალი.

განვითარებად ქვეყნებს, სადაც ერთ სულ მოსახლეზე გამოიყენება 0,3 კგ ქვკ, მიცემული აქვთ მათი გამოყენების 10 წლიანი შეღავათი. 1994 წლის დეკემბრისათვის თითქმის ყველა ქვეყანამ მოახდინა მონრეალის ოქმის რატიფიცირება, ლონდონის შესწორებები მიიღო 101-მა ქვეყანამ, ხოლო კოპენჰაგენის შესწორებები – 39-მა ქვეყანამ. მონრეალის ოქმში დასახული მიზნების მიღწევა მთელი მსოფლიოს ქვეყნების მრავალმხრივ თანამშრომლობაზეა დამოკიდებული. მხოლოდ განვითარებული ქვეყნების ოქმში მონაწილეობა, რომლებიც მოიხმარდნენ 1986 წელს ოზონდამშლელი ნივთიერებების 85%-ს, არ არის საკმარისი. სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ამ ოქმში განვითარებადი ქვეყნების მონაწილეობას, რომლებშიც 1986 წელს ქვკ-ს გამოყენება შეადგენდა მხოლოდ 15%-ს. ქვკ-ს გამოყენება განვითარებად ქვეყნებში ბევრად უფრო ჩქარი ტემპით მიმდინარეობდა, ვიდრე განვითარებულ ქვეყნებში, რაც ოქმის რეალიზაციას გაუქმებით ემუქრება, თუკი ისინი არ იქნებოდნენ ამ ოქმში ჩაბმულნი შემდგომი 20-30 წლის განმავლობაში.

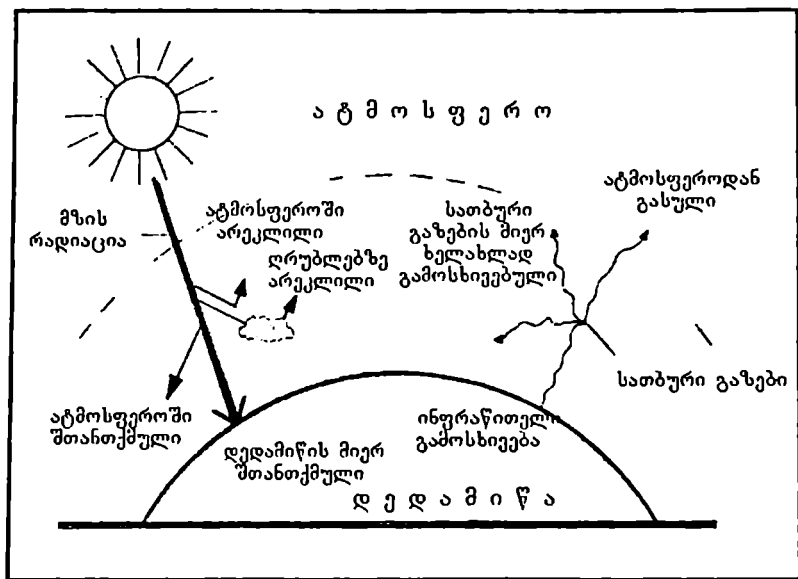
ჯერ კიდევ 1987 წელს განვითარებად ქვეყნებს მიეცათ 10 წლიანი შეღავათიანი პერიოდი ტექნიკური მხარდაჭერისათვის, მაგრამ ბევრმა მსხვილმა განვითარებადმა ქვეყანამ გამოთქვა აზრი, პირობების არაადეკვატურობის შესახებ, რადგან ღვანან ეკონომიური განვითარების საფეხურზე.

იმისათვის, რომ ამ ქვეყნებმა შესძლონ ახალი ტექნოლოგიების განხორციელება მკაცრი გრაფიკების დანერგვით, აუცილებელია ახალი ტექნოლოგიების გადაცემა და ეკონომიური დახმარება. გამოითქვა აგრეთვე ვარაუდი ამგვარი დახმარების ახალი მექანიზმების გამოუმუშავების სასარგებლოდ, ვინაიდან უანგარო დახმარებას სჭირდება ისეთი ორგანიზაციების მხარდაჭერა, როგორც მსოფლიო ბანკია.

მექანიზმი მოიცავს მრავალმხრივ ფონდს და მრავალმხრივ რეგიონალურ თანამშრომლობას. ფონდი მოქმედებს 1991 წლიდან.

## 1.4 გლობალური დათბობა

დედამიწის ტემპერატურის შენარჩუნება ხდება მზის გამოსხივების, სითბოს და დედამიწის თბილი ზედაპირიდან უკუგაფრქვეული ინფრაწითელი სხივების ბალანსის ხარჯზე. მზის გამოსხივება ხილული სინათლის ფორმით აღწევს დედამიწას. მისი სხივების ნაწილი შთაინთქმევა ატმოსფეროში, ზოლო დარჩენილი სხივები ათბობს დედამიწის ზედაპირს, რომელიც თბება და თავის მხრივ ათბობს ატმოსფეროს. თბილი ზედაპირი და ატმოსფერო აფრქვევს უხილავ ინფრაწითელ სხივებს. სათბურებში მინა ატარებს მზის სხივებს, მაგრამ ამასთან ერთად ხელს უშლის ზოგიერთი ინფრაწითელი სხივის გაფრქვევას. დედამიწის ატმოსფეროს გაზებს, რომლებიც დაახლოებით ანალოგიურად მოქმედებენ, სათბური გაზები ეწოდება. სათბური გაზები წარმოადგენენ ნივთიერებათა ნარევს, რომლებიც შეიცავენ მაგალითად, წყლის ორთქლს, ოზონს, ნახშირორჟანგს. წყლის ორთქლი არის ყველაზე მნიშვნელოვანი სათბური გაზი ატმოსფეროში. სათბური გაზებიდან, რომელსაც კქმნის ადამიანი ყველაზე



ნახ. № 2 სათბურის ეფექტი.

მნიშვნელოვანია ნახშირორჟანგი ( $\text{CO}_2$ ), მეთანი ( $\text{CH}_4$ ), აზოტის ქვეყანგი ( $\text{N}_2\text{O}$ ) და ჰიდროკარბონები, რომელთაგანაც ყველაზე მნიშვნელოვანია ქლოროფტორკარბონები. ოზონი, რომელიც ძირითადად არის ატმოსფეროს ქვედა ნაწილში და რომლის კონცენტრაციაც დამოკიდებულია ადამიანის მოღვაწეობაზე, აგრეთვე წარმოადგენს მნიშვნელოვან სათბურ გაზს.

წყლის ორთქლი უშუალოდ არის დაკავშირებული სათბური ეფექტის პრობლემასთან, სხვადასხვა გაზები აგრეთვე შთანთქავენ და აკავენ ინფრაწითელ სხივების სხვადასხვა რაოდენობას. გაზების შემცველობა ატმოსფეროში აგრეთვე დამოკიდებულია დროის პერიოდზე და სხვადასხვა მათი ზემოქმედება ატმოსფეროს ქიმიურ შემადგენლობაზე. მაგალითად ქჟკ-12-ის ერთი მოლეკულა იგივე ზემოქმედებას ახდენს გამოსხივებაზე, რასაც 16 000 ნახშირორჟანგის მოლეკულა. მეთანის მოლეკულის ეფექტი 21-ჯერ მეტია ნახშირორჟანგის ეფექტზე, მაგრამ მისი არსებობის ხანგრძლივობა გაცილებით ნაკლებია.

გლობალური დათბობის პოტენციალი არის სიდიდე, რომელიც შეესაბამება სხვადასხვა გაზის ზემოქმედებას სათბურ ეფექტზე, შეფარდებულს იგივე რაოდენობის  $\text{CO}_2$ -ის ზემოქმედებაზე.

## 2.1 ხელოვნური გაცივების ისტორია

მექანიკური და თერმული გაცივების სისტემების დანერგვამდე, საკვები პროდუქტების გასაცივებლად მოსახლეობა იყენებდა ყინულს. გაცივების პირველი მექანიკური სისტემა გამოგონილი იყო 1844 წელ ამერიკელი ექიმის ჯონ კორიეს მიერ. იგი ამ მაცივარს იყენებდა ფლორიდის საავადმყოფოში ავადმყოფთა პალატების გასაცივებლად. სისტემა ეფუძნებოდა ჰაერის ცირკულაციით გაცივების მეთოდს.

კომერციული სამაცივრო მოწყობილობების დანერგვის დამსახურებას მიაკუთვნებენ ამერიკელ ბიზნესმენს ალექსანდრე ტეინინგს. ამის შემდეგ სულ მალე ჯეიმს ჰარისონმა ავსტრალიაში დანერგა ორთქლის კომპრესიული სამაცივრო მანქანები ლუდისა და ხორცის მრეწველობაში.

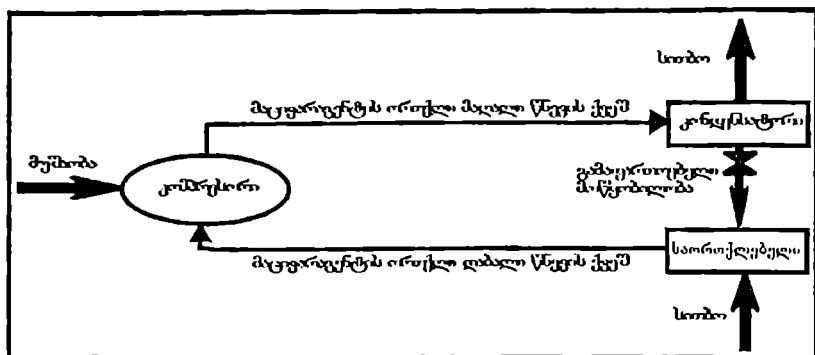
1859 წელს საფრანგეთში, ფერდინანდ კარეს მიერ დამუშავებული იქნა გაცივების სისტემა, რომელიც დაფუძნებული იყო სითბოს შთანთქმაზე. კარეს მაცივრებს ფართო გამოყენება ჰქონდა მრეწველობაში.

იმ დროში გაცივების სისტემების ღირებულება, ზომები და სირთულეები არ იძლეოდნენ მაცივრების საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის გამოყენების საშუალებას. ოჯახების უმრავლესობა იყენებდა ბუნებრივ ყინულს, რომელსაც თითქმის ყოველდღიურად ღებულობდნენ ადგილობრივი მაცივრიდან (ყინულის ქარხნიდან).

ჩვეულებრივ ყინულის მაცივარში გაცივება ხდება შემდეგნაირად: ჰაერი, რომელიც იმყოფება კონტაქტში თბილ პროდუქტებთან, შთანთქმავს მათ მიერ გამოყოფილ სითბოს. გათბობის შედეგად ჰაერი მიედინება სათავსის ზედა ნაწილში, სადაც გადასცემს ყინულს პროდუქტებიდან ართმეულ სითბოს. გაცივებული ჰაერი მძიმდება და ჩამოედინება ქვედა ნაწილში, სადაც ართმევს სითბოს გასაცივებულ პროდუქტს. ამის შემდეგ ციკლი მეორდება.

ყინულს აქვს გარკვეული უარყოფითი მზარეები, რაც ზღუდავს მისი გამოყენების არეს. მაგალითად ყინული ვერ უზრუნველყოფს ძალიან დაბალ ტემპერატურას, თუმცა მისი დნობის ტემპერატურა შეიძლება დაწეული იქნას  $-20^{\circ}\text{C}$ -მდე ნატრიუმის ქლორისა ან კალციუმის ქლორის მარილების დამატებით.

1930-იან წლებში ფართო გამოყენება ჰპოვეს მექანიკურმა მაცივრებმა. ბევრი ოჯახი აგრეთვე იყენებდა გაზის საყინულეებს, რომელიც ან ამიაკის შთანთქმის პრინციპზე იყო აგებული ან წყლის ორთქლის. მათი კვება ხდებოდა გაზით და არა ძრავით. დღეისათვის ორთქლის



ნახ. 3 ორთქლის კომპრესიული მაცივარმანქანის ზოგადი ციკლი

კომპრესიული მაცივრები ყველაზე გავრცელებულია საყოფაცხოვრებო სფეროში. ორთქლის კომპრესიული მაცივრის მუშაობის პრინციპი გამარტივებული ფორმით შეიძლება გავყოთ ოთხ პროცესად: აორთქლება, შეკუმშვა, კონდენსაცია და გაფართოება. აორთქლების დროს მაცივარაგენტი ლებულობს სითბოს გასაცემელი პროდუქტიდან ან ჰაერიდან. აორთქლებული მაცივარაგენტი შემდეგ შეიწოვება კომპრესორში. კომპრესორი კუმშავს მაცივარაგენტს და მიაწვდის მას კონდენსატორს, სადაც იგი თხევადდება. შემდეგ მაღალი წნევის სითხე გამაფართოებელის გავლით ბრუნდება საორთქლებელში და პროცესი მეორდება.

ნახევარი საუკუნის განმავლობაში მაცივრები და ჰაერის კონდიციონერები ფუფუნების საგნებიდან გადაიქცნენ აუცილებელ ნივთებად. დღეისათვის მაცივარდანადგარებს აკისრიათ უდიდესი როლი ჩვენი სამყაროს განვითარებაში. მაგალითად:

— პროდუქტის გადამუშავება, გადაზიდვა და შენახვა მოითხოვს მათ გაცივებას მოსახლეობის საკვები პროდუქტებით მომარაგებისათვის.

— შეუძლებელი იქნებოდა ზუსტი მექანიკური დამუშავება მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში.

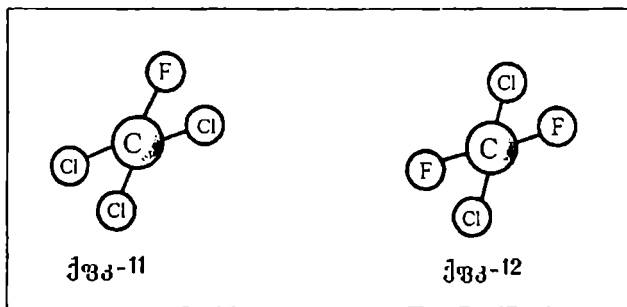
— შეუძლებელი იქნებოდა თანამედროვე პოლიმერული მასალების დიდი ნაწილის წარმოება.

— არ იარსებებდნენ თანამედროვე კომპიუტერები.

## 2.2 თანამედროვე მაცივარაგენტები

მაცივარაგენტი არის მაცივარდანადგარებში გამოყენებული ნივთიერება (თხევადი ან გაზობრივი), რომელსაც გადააქვს სითბო ერთი ადგილიდან მეორეში. ჩვეულებრივ კომპრესიულ სისტემაში მაცივარაგენტი იცვლის თავის აგრეგატულ მდგომარეობას. იგი გადადის თხევადიდან გაზობრივში, როცა შთანთქავს სითბოს და უბრუნდება თხევად მდგომარეობას, როდესაც გასცემს სითბოს. მაცივარაგენტები, რომლებიც დღესდღეობით გამოიყენება სამაცივრო ტექნიკაში, უმეტესად წარმოადგენენ ჰალოგენნახშირბადებს. ჰალოგენნახშირბადები, იგივე ჰალოგენკარბონები, არის ერთი ან მეტი ჰალოგენის ატომის შემცველი ჰიდროკარბონის მოლეკულა. მაცივარაგენტებში ჰალოგენებს წარმოადგენენ ძირითადად ქლორი (Cl) და ფტორი (F). იმ შემთხვევაში, როცა ჰალოგენკარბონები შეიცავდენ ქლორსაც და ფტორსაც წყალბადის ნაცვლად, მათ ქლორფტორკარბონები (ქფკ) ეწოდებათ.

ნივთიერება ქლორთან და ფტორთან ერთად შეიძლება წყალბადსაც შეიცავდეს, მაშინ იგი იქნება ჰიდროქლორფტორკარბონი (ჰქფკ). ან შეიცავდეს წყალბადს და ფტორს (ქლორის გარეშე), ამ შემთხვევაში იგი იქნება ჰიდროფტორკარბონი (ჰფკ).



ნახ. 4 ქლორფტორკარბონები

მაცივარაგენტები აღინიშნებიან შესაბამისი დანომვრის სისტემის მიხედვით. მაგალითად, ძირითადი ქუჩა-ბი არიან:

მ-11 ან R-11 ან CFC-11  
მ-12 ან R-12 ან CFC-12  
მ-114 ან R-114 ან CFC-114  
მ-115 ან R-115 ან CFC-115

მთავარ ქუჩა-ბს წარმოადგენენ:

მ-22 ან R-22 ან HCFC-22  
მ-123 ან R-123 ან HCFC-123  
მ-124 ან R-124 ან HCFC-124

ხოლო ქუჩა-ბი არიან:

მ-134a ან R-134a ან HFC-134a  
მ-125 ან R-125 ან HFC-125  
მ-32 ან R-32 ან HFC-32

მაცივარაგენტები, რომლებიც არ არიან ჰალოგენკარბონები შემდეგია:

ამიაკი ( $\text{NH}_3$ ): მ-717 ან R-717  
წყალი ( $\text{H}_2\text{O}$ ): მ-718 ან R-718  
პროპანი ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ): მ-290 ან R-290  
იზობუტანი ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ): მ-600a ან R-600a  
ნახშირორჟანგი ( $\text{CO}_2$ ): მ-744 ან R-744

ქვემოთ მოყვანილია ძირითადი მაცივარაგენტების სია მათი გამოყენების სფეროს მიხედვით:

- ❖ CFC-11 დაბალი წნევის მაცივრები; (აგრეთვე ქაფების წარმოებისათვის)
- ❖ CFC-12 მაღალი წნევის მაცივრები; საოჯახო, საავტომობილო და კომერციული გამაცივებელი მოწყობილობები
- ❖ HCFC-22 ჰაერის კონდიციონირების სისტემები;



ზომიერი გაცივების სისტემები

❖ HCFC-123 დაბალი წნევის მაცივრები

❖ HFC-134a მაღალი წნევის მაცივრები;

საოჯახო,საავტომობილო და კომერციული გამაცივებელი მოწყობილობები.

მაცივარაგენტების უმრავლესობა, რომლებიც გამოიყენება თანამედროვე სამაცივრო სისტემებში არის ერთკომპონენტიანი ქიმიური ნივთიერება.

ერთკომპონენტიანი მაცივარაგენტების აღნიშვნა შეიცავს ასო "R"-ს და ორ ან სამ ციფრს, რომლებიც ასახავენ მის ქიმიურ შემადგენლობას. პირველი ციფრი (მაცივარაგენტისათვის, რომელთა აღნიშვნაში სამი ციფრია) არის ერთით ნაკლები, ვიდრე ნახშირბადის ატომების რიცხვი მოლეკულაში. თუ მაცივარაგენტის მოლეკულა შეიცავს ნახშირბადის მხოლოდ ერთ ატომს, მაშინ პირველი ციფრი აღნიშვნაში არ ფიგურირებს. მეორე ციფრი არის ერთით მეტი, ვიდრე წყალბადის ატომების რიცხვი მოლეკულაში. ხოლო მესამე ციფრი უდრის ფტორის ატომების რიცხვს მაცივარაგენტის მოლეკულაში.

მაგალითად:

ერთით ნაკლები ვიდრე ნახშირბადის ატომების რიცხვი

(ე.ი. შეიცავს  $1+1 = 2$  ნახშირბადის ატომს)

ერთით მეტი ვიდრე წყალბადის ატომების რიცხვი

(ე.ი. შეიცავს  $3-1 = 2$  წყალბადის ატომს)

ფტორის ატომების რიცხვი

(ე.ი. შეიცავს ფტორის 4 ატომს)

**R-134a** — ინდექსი "a" აღნიშნავს, რომ ნივთიერება არის R-134-ის

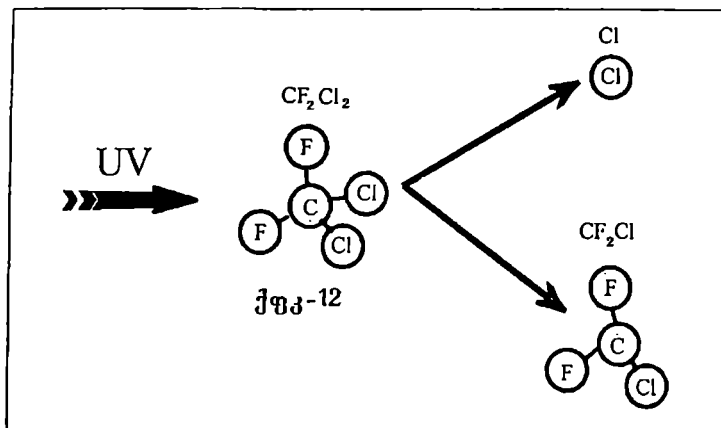
იზომერი (აქვს იგივე ატომების სხვანაირი განლაგება)

მაგრამ ზოგიერთი მაცივარაგენტი წარმოადგენს ორ ან მეტ ქიმიურ ნივთიერების ნაერთს. მაგალითად R-500 და R502. R502 შეიცავს HCFC-22 და CFC-115 შესაბამისად წონის 48.8% და 51.2%. აღნიშნული პროპორციის ნარევი ღებულობს თავის მახასიათებლებს, როგორც ერთკომპონენტიანი მაცივარაგენტი. ქიმიურ ნივთიერებათა ნაერთებს, რომლებიც მოქმედებენ როგორც ერთკომპონენტიანი მაცივარაგენტი, აზოტროპებს უწოდებენ. აზოტროპები აღინიშნებიან სამნიშნა რიცხვებით, რომლებიც იწყებიან "5"-ით, მაგალითად R502.

ქიმიურ ნივთიერებათა ნაერთებს, რომლებსაც შენარჩუნებული აქვთ კომპონენტთა ზოგიერთი თვისება, არააზოტროპ ნივთიერებებს უწოდებენ. მაგალითად, ერთკომპონენტიანი მაცივარაგენტებისგან და აზოტროპებისგან განსხვავებით, რომელთა დუდილის ტემპერატურა მუდმივი წნევის დროს მუდმივია, არააზოტროპების დუდილის ტემპერატურა განისაზღვრება მისი კომპონენტების დუდილის ტემპერატურით. არააზოტროპებს აგრეთვე მოიხსენებენ როგორც ნარევებს.

არააზოტროპები აღინიშნებიან სამნიშნა რიცხვით, რომელიც იწყება "4"-ით. აღნიშვნა მთავრდება ასოთი, რომელიც განასხვავებს ნარევების ქიმიურ შემადგენლობას, მაგალითად R401A.

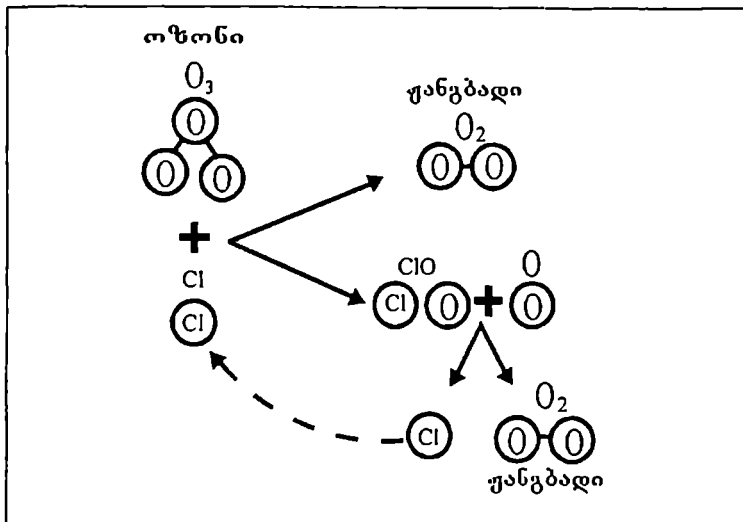
მაცივარაგენტთა უმეტესი ნაწილი არის საკმაოდ სტაბილური ქიმიური ნაერთი (ზოგიერთი ქფკ-ს ატმოსფერული სიციოცხლისუნარიანობა აღემატება 100 წელს), ისინი არ იშლებიან ტროპოსფეროში



ნახ. 5 ქფკ-ზე ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედება

და აღწევენ სტრატოსფეროს. აქ უფრო ძლიერი ულტრაიისფერი სხივების გამო ქუკ მაცივარაგენტებიდან გამოიყოფა ქლორის ატომი. ეს უკანასკნელი ზემოქმედებს ოზონის მოლეკულებთან და წარმოქმნის ჟანგბადს.

ქლორის მეშვეობით ოზონის მოლეკულების დაშლის რეაქცია ნაჩვენებია მე-5 ნახაზზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ქლორის ატომი ასრულებს მხოლოდ კატალიზატორის როლს და შეუძლია დაშალოს ათასობით ოზონის მოლეკულა.



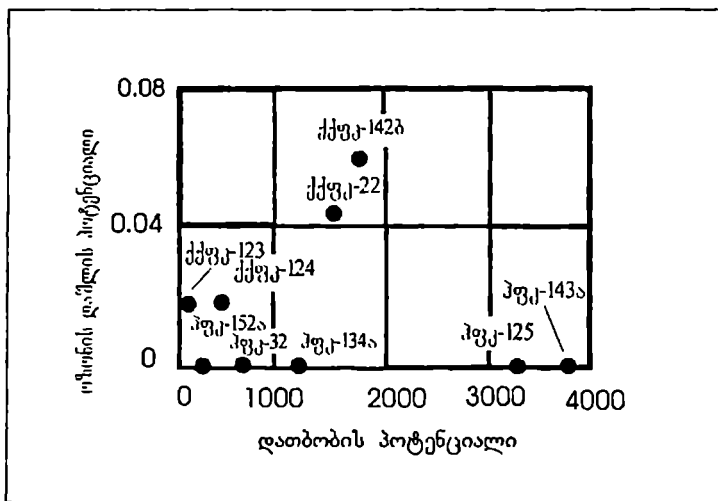
ნახ. 5 თავისუფალი ქლორის რეაქცია ოზონთან

ოზონის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ჟანგბადის ატომები მზის ულტრაიისფერი გამოსხივებით წარმოქმნიან ჟანგბადს. ამრიგად ქლორის რეაქციის შედეგად მიიღება ორი ჟანგბადის მოლეკულა და ქლორის ატომი, რომელიც მოქმედებს ოზონის სხვა მოლეკულებთან.

მაცივარაგენტების სტრუქტურის მცირე ცვლილებასაც კი შეუძლია გამოიწვიოს მათი ფიზიკური თვისებების და გარემოზე ზემოქმედების მნიშვნელოვანი ცვლილებები.

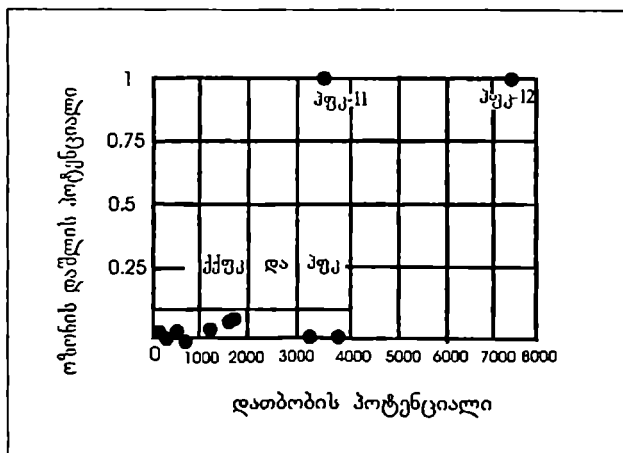
განვიხილოთ ძირითადი მაცივარაგენტების ოზონის დაშლის პოტენციალი (ოდპ) და გლობალური დათბობის პოტენციალი (გდპ).

მე-7 ნახატზე მოყვანილ გრაფიკზე ჰორიზონტალურ ღერძზე ნაჩვენებია გლპ ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე ოდპ. გრაფიკის ზედა ნაწილში



ნახ. 7 ძირითადი მაცივარაგენტების გლპ/ოდპ

განლაგებულ მაცივარაგენტებს ახასიათებს უფრო მაღალი ოდპ, მარჯვენა ნაწილში მოყვანილ მაცივარაგენტებს კი უფრო მაღალი გლპ. მაცივარაგენტების უმეტესობა განთავსებულია გრაფიკის ქვედა



ნახ. 8 ჰიდროფტორკარბონების და ჰიდროკარბონების გლპ/ოდპ



საჭიროებას წარმოადგენს ჟანგბადის მიწოდება და ავტონომიური სუნთქვის აპარატურა შესაბამის შემთხვევაში.

ტოქსიკურობასთან და აალებადობასთან ერთად საჭიროა გვახსოვდეს, რომ ყველა ჰალოგენნახშირბადი არის ჰაერზე მძიმე, და მისმა დაგროვებამ დახურულ სივრცეში შესაძლოა გამოიწვიოს მხუთავი ეფექტი.

## 2.3 ცვლილებების აუცილებლობა და ქვკ-ს მიმართ მომქმედი პოლიტიკა

ქლორფტორკარბონების შესწავლა მიმდინარეობს მრავალი წლის განმავლობაში. ეს ნივთიერებები ფართოდ იყო გამოყენებული როგორც მაცივარაგენტები, გამხსნელები, ქაფმწარმოებლები და აეროზოლების გამფრქვევები. ეს ქიმიკატები არიან კარგი მაცივარაგენტები მათი მაღალი ფარული აორთქლების სითბოს გამო სასურველ ტემპერატურაზე და წნევაზე. ისინი აგრეთვე გამოირჩევიან მაღალი სტაბილურობით და სწორედ ეს სტაბილურობა არის მიზეზი მათი გამანადგურებელი მოღვაწეობისა, რომლის შესახებ ნახსენები იყო პირველ თავში.

თავისთავად ცხადია, რომ ჰაერის კონდიციონერები და სამაცივრო მოწყობილობა აუცილებელია თანამედროვე ადამიანის არსებობისათვის, ასევე ცხადია, რომ დაუყოვნებლივ უნდა შეწყდეს ქვკ-ს და ჰფქკ-ს გაფრქვევები დედამიწის ატმოსფეროში.

ამერიკის შეერთებული შტატების გარემოს დაცვის სააგენტომ მაგალითად, შემოიღო ნორმატივები, რომლის მიხედვითაც ქვკ მაცივარაგენტები ამოღებული უნდა ყოფილიყო ხმარებიდან 1996 წლის პირველი იანვრიდან. მან ასევე შემოიღო მოთხოვნა მაცივარაგენტების ამოღებისა და უტილიზაციის აუცილებლობის შესახებ. ამ წესების დარღვევისათვის დაწესებულია მკაცრი ჯარიმები და გადასახადები. მრავალმა ევროპულმა სახელმწიფომ მიიღო ანალოგიური საკანონმდებლო აქტები. აღსანიშნავია, რომ სამაცივრო მრეწველობა იმყოფება ფართო მასშტაბიანი ცვლილებების ეტაპზე. ამ ცვლილებების ძირითადი ასპექტებია:

### *მაცივარაგენტების საკითხში:*

- ქფკ-ს გამოყენების შეწყვეტა.
- გადასახადების შემოღება ყველა სახის ქფკ-ზე.
- ახალი მაცივარაგენტების შემუშავება და დანერგვა.

### *მომსახურების საკითხში:*

- სამაცივრო სისტემების მომსახურების მოთხოვნები.
- ამოღება, გადაამუშავება, უტილიზაცია.
- მაცივარაგენტებთან მოპყრობის მკაცრი მოთხოვნები.
- სამაცივრო მოწყობილობათა ტექნიკურ სპეციალისტთა სერთიფიკაცია.
- იმ მაცივარტექნიკოსთა დაჯარიმება, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფენ მაცივარაგენტების გაჟონვის აღკვეთას.
- სისტემური რეგისტრაცია.

### *ჟონვის აღმოჩენის საკითხში:*

- ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება საკომპრესორო ზეთში ტრასირებული ნივთიერებების დამატების მიმართულებით.
- ჟონვის სტაციონალური აღმოჩენა.

### *სისტემების საკითხში:*

- ახალი სისტემების პროექტირება, რომლებშიც შემცირებულია მაცივარაგენტის შესავსები მოცულობა.
- ახალი მაცივარაგენტების გამოყენება: ამიაკი, ნახშირორჟანგი და სხვა.
- სისტემის ეფექტურობის ძირითადი მომენტების გათვალისწინება.

## თავი 3. სამაცივრო ტექნიკის თერმოდინამიკული საფუძვლები.

### 3.1 თერმოდინამიკის კანონები

სითბოს გადაცემა ორ სხეულს შორის, რომლებიც შეხებაში არიან ერთმანეთთან და აქვთ სხვადასხვა ტემპერატურები, ხორციელდება ბუნებრივად. გარდა ამისა, იგი ხელს უწყობს მყარი სხეულების თხევად ან გაზისებრ მდგომარეობაში გადასვლას, ხოლო სითბოს ართმევის შემთხვევაში სრულდება უკუპროცესები - გათხევადება და გამყარება. არსებობს აგრეთვე სუბლიმაციის პროცესი, როდესაც მყარი სხეული პირდაპირ გადადის გაზისებრ მდგომარეობაში. მეცნიერებას, რომელიც ამ პროცესებს შეისწავლის, თერმოდინამიკა ეწოდება. იგი ეყრდნობა თერმოდინამიკის სამ ძირითად კანონს. პირველი კანონის თანახმად ენერჯია არსაიდან არ ჩნდება და არსად უკვალოდ არ ქრება, სრულდება მხოლოდ ენერჯიის გადასვლა ერთი ფორმიდან მეორეში. მეორე კანონი გულისხმობს, რომ ბუნებრივად სითბო ყოველთვის გადაეცემა უფრო თბილი სხეულიდან უფრო ცივს. ანუ იმისათვის, რომ სითბო გადაეცეს ცივიდან თბილ სხეულს, როგორც ეს მაცივარდანადგარებში ხდება, საჭიროა ენერჯიის დახარჯვა. დაბოლოს მესამე კანონის მიხედვით შეუძლებელია სხეულის გაცივება აბსოლუტური ტემპერატურის ნულამდე -  $K(-273,15^{\circ}C)$ .

სხეულის ყოველ მდგომარეობას ახასიათებს შესაბამისი პარამეტრები: ტემპერატურა, წნევა, კუთრი მოცულობა და ენტროპია. პროცესს, რომლის დროსაც იცვლება სხეულის თუნდაც ერთი პარამეტრი თერმოდინამიკული პროცესს წარმოადგენს. მაგალითად, გაცივება არის თერმოდინამიკული პროცესი, რომლის შედეგადაც სხეულის ტემპერატურა მცირდება, ხოლო სიცივე შეგვიძლია განვიხილოდ როგორც სითბო უარყოფითი ნიშნით.

### 3.2. თბოგადაცემის მეთოდები

არსებობს სითბოს გადაცემის სამი ძირითადი მეთოდი:

1. თბოგამტარობა.
2. კონვექცია.
3. გამოსხივება.



სითბოს გავრცელებას სხეულში მოლეკულური ურთიერთქმედების შედეგად (სითხეებსა და გაზებში) ან ელექტრონებისა და ფონონების მეშვეობით (ლითონებში) თბოგამტარობა ეწოდება. ლითონთა უმრავლესობა არიან კარგი თბოგამტარები. მასალებს, რომლებსაც აქვთ დაბალი თბოგამტარობა იზოლატორები ეწოდებათ. ისინი სამაცივრო სისტემებში და საკნებში გამოიყენებიან მილების, კედლების, ჭერისა და იატაკის საიზოლაციოდ. თბოგამტარობის კოეფიციენტს ღიდი მნიშვნელობა აქვს პროდუქტების გაცივების დროს, რაც უფრო კარგი თბოგამტარია გასაცივებელი ობიექტი, მით უფრო თანაბრად მცირდება მისი ტემპერატურა.

კონვექციას ადგილი აქვს მხოლოდ სითხეებსა და გაზებში. ამ მოვლენის კარგად გასაგებად განვიხილოთ კონვექცია სითხეში. გათბობისას სითხე ფართოვდება, რის შედეგადაც მსუბუქდება და ადის თავისი მოცულობის ზედა ნაწილში, სადაც იგი გამოდევნის უფრო ცივ ფენას. ცივი სითხე მეტი სიმძიმის გამო ჩამოედინება ქვედა ნაწილში, სადაც იგი იღებს სითბოს და ადის ისევ ზემოთ. ასეთი ციკლების მუდმივი მიმდინარეობის ხარჯზე წარმოიქმნება კონვექციური ნაკადი.

გამოსხივება.

ამ ტიპის თბოგადაცემის მაგალითია სითბოს გამოსხივება მზისაგან. ეს პროცესი სამაცივრო ტექნიკაში არ გამოიყენება, თუმცა თბური რადიაციის ანგარიშისას ითვალისწინებენ მის გავლენას.

### 3.3 თერმოდინამიკული დიაგრამა

მე-10 ნახაზზე ნაჩვენებია თერმოდინამიკული დიაგრამა, რომლის მეშვეობითაც სრულდება თერმოდინამიკული პროცესების ანგარიში. პორიზონტლური ხაზები არის მუდმივი წნევის ხაზები, ხოლო ვერტიკალური - მუდმივი ენთალპიის ხაზები. ენთალპია არის ენერჯიის ჯამი, რომელსაც შეიცავს სხეულის გარკვეული მასა.

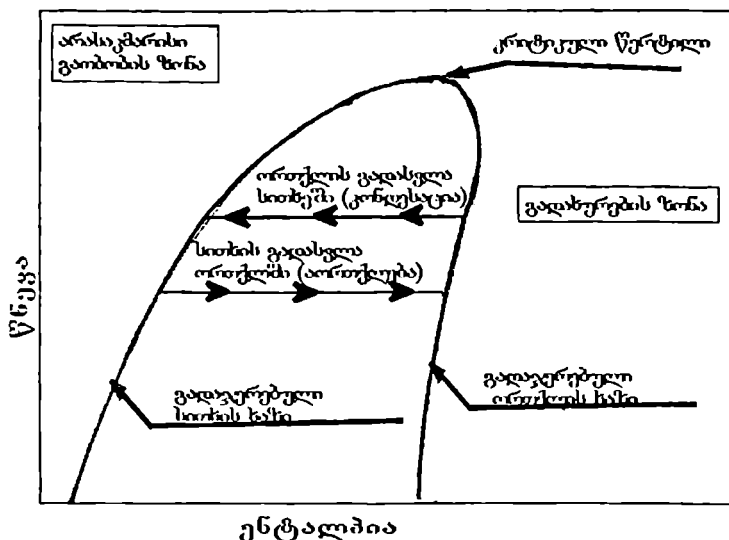
$$h = u + p \cdot v,$$

სადაც:

- u - შინაგანი ენერჯია (კჯ/კგ)
- P - აბსოლუტური წნევა (კგ/სმ<sup>2</sup>)
- v - მოცულობა (მ<sup>3</sup>)

როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე, დიაგრამა გაყოფილია სამ ძირითად ზონად, რომლებიც გამიჯნულნი არიან ნაჯერი ორთქლისა და ნაჯერი სითხის ხაზებით.

ნაჯერი სითხის ხაზის მარცხენა ზონაში მაცივარაგენტი არის თხევად მდგომარეობაში, და მისი ტემპერატურა დაბალია გაჯერების ტემპერატურაზე.



ნახ. 10 თერმოდინამიკული დიაგრამა

ნაჯერი ორთქლის ხაზის მარჯვნივ მაცივარაგენტი იმყოფება გადახურებულ მდგომარეობაში. ცენტრალურ ზონას ეწოდება ფაზური გადასვლის ზონა, სადაც ხდება მაცივარაგენტის გადასვლა თხევადი მდგომარეობიდან ორთქლის ფაზაში. ნაჯერი სითხისა და ორთქლის ხაზების გადაკვეთის წერტილებს ეწოდება „კრიტიკული წერტილი“. ამ წერტილში ტემპერატურას ეწოდება „კრიტიკული ტემპერატურა“ და წნევას „კრიტიკული წნევა“. სხვადასხვა გაზის კრიტიკული ტემპერატურა სხვადასხვაა.

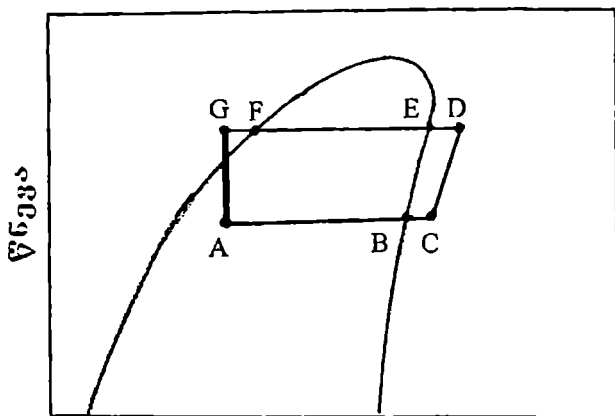
კრიტიკული ტემპერატურის დროს არსებულ წნევას ეწოდება კრიტიკული წნევა.

ნივთიერება	კრიტიკული ტემპერატურა	კრიტიკული წნევა
წყალი	374.0	225.5
ნახშირორჟანგი	31.0	75.2
ამიაკი	132.0	115.2
ჰქჟკ-22	96.2	50.9
ჰაერი	-140.7	38.4
წყალბადი	-239.9	13.2
ჰელიუმი	-267.9	2.33

„სიმშრალის“ ხაზები, რომლებიც მიემართებიან კრიტიკული წერტილებიდან ქვევით ცენტრალური არის გავლით, აღნიშნავენ ორთქლის რაოდენობას ნარევეში. მაცივარაგენტის ტემპერატურა შეიძლება განსაზღვრული იქნას მუდმივი ტემპერატურის ხაზებით - იზოთერმებით. ანალოგიურად ზვედრითი მოცულობა შეიძლება განისაზღვროს ზვედრითი მოცულობის ხაზებით - იზოქორებით. ხოლო ენტროპია შეიძლება განისაზღვროს მუდმივი ენტროპიის ხაზებით, რომლებსაც ადიაბატის ხაზები ეწოდება.

ჩვეულებრივი სამაცივრო ციკლი შედგება ოთხი პროცესისაგან: აორთქლება, შეკუმშვა, კონდესაცია, გაფართოება. ვინაიდან მაცივარაგენტი ორთქლდება მუდმივ წნევაზე იგი გამოისახება პორიზონტალური ხაზებით. აქ ხდება თხევადი მდგომარეობიდან ორთქლში გადასვლა. კომპრესორი შეიწოვს მაცივარაგენტის ორთქლს და ჭირხნის მას. თერმოდინამიკულ დიაგრამაზე ეს პროცესი გამოისახულია C-დან D წერტილამდე (ნახ № 11). წერტილ C-ში მაცივარაგენტი იმყოფება ჯერ კიდევ ორთქლის ფაზაში, აქ ხდება მისი შეწოვა კომპრესორის მიერ და იწყება დაჭირხნის პროცესი. ამ პროცესის შედეგად მაცივარაგენტის ორთქლის წნევა და ტემპერატურა სწრაფად იზრდება. შემდეგ კონდენსატორში გარემოში გაცემული სითბოს შედეგად ორთქლი გაივლის კონდესაციის პროცესს - D-G და შემდეგ იწყება მისი დროსელირება. დროსელში გაფართოებული მაცივარაგენტი დუღს საორთქლებელში (პროცესი A-B), სადაც

შთანთქავს გასაცივებულ სხეულიდან არინებულ სითბოს. ამის შემდეგ თბომცვლელ აპარატში გადახურებული ორთქლი შეიწოვება კომპრესორში და ციკლი მეორდება.



ენტალპია

*ნახ. №11 სამაცივრო ციკლი*

თერმოდინამიკულ დიაგრამაზე სამაცივრო ციკლის აგებისათვის აუცილებელია შემდეგი ოთხი სიდიდის ცოდნა:

1. აორთქლების ტემპერატურა ან წნევა.
2. დასაჭირხნი ორთქლის ტემპერატურა.
3. კონდესაციის საწყისი ტემპერატურა.
4. კონდესაციის საბოლოო ტემპერატურა.

### 3.4 სამაცივრო სისტემის ფუნქციონირება

სამაცივრო სისტემა შეიძლება გაიყოს მაღალი და დაბალი წნევის მხარეებად.

ტიპური სამაცივრო სისტემა შედგება შემდეგი კომპონენტებისგან:

1. მაღალი წნევის მხარე:
  - ა) კომპრესორი (ჰერმეტიკული ან ნახევრად-ჰერმეტიკული).
  - ბ) კონდესატორი.
  - გ) სითხის რესივერი.
  - დ) დამცავი ბლოკი ძრავის მართვისათვის.

2. დაბალი წნევის მხარე:
- ა) საორთქლებელი.
  - ბ) ძრავის მართვის ბლოკი.
  - ც) შემწოვი ხაზი.

მაცივარაგენტის წნევის რეგულატორი მდებარეობს მაღალი და დაბალი წნევების გამყოფ წერტილში. იგი შედგება ავტომატური თერმომარეგულირებელი სარქველისაგან ან კაპილარული მილისგან.

#### 4.1 ტენი და მჟავა

კომპრესიული სისტემების ერთერთ სერიოზულ პრობლემად განიხილება ამ სისტემაში სხვადასხვა გზებით მოხვედრილი ტენი. საერთოდ ტენი სისტემაში შეიძლება იყოს ორი სახის ერთი როდესაც სისტემაში ჩვენ უშუალოდ ვხედავთ წყლის წვეთებს, რაც ძალიან იშვიათია, და მეორე როდესაც ტენი არ სჩანს, ანუ იგი ორთქლის სახითაა სისტემაში. ამ ტიპის ტენი ანუ ორთქლი შეინიშნება ყველგან, ნებისმიერ მყარ, თხევად თუ გაზისებრ ნივთიერებაში. ამ სახის ტენი გვევლინება სამაცივრო სისტემის გაუმართაობის ერთერთ სერიოზულ მიზეზად იმის გამო, რომ ამ სისტემებში მისი მოხვედრა საკმაოდ ადვილია, ხოლო მოცილება ძალიან დიდ პრობლემასთანაა დაკავშირებული.

რა გავლენას ახდენს ტენი სისტემაზე?

1. ტენი სისტემის შიგნით შეიძლება გაიყინოს და შეაჩეროს მუშა სხეულის ნაკადი. მარეგულირებელი ვენტილის გათბობის შემდეგ ყინული დნება და ტენი გადის ვენტილში, რითაც გზას უხსნის მუშა სხეულს, რის შედეგადაც ხდება სისტემის ნორმალური მუშაობის აღდგენა. მაგრამ როდესაც ტენი მუშა სხეულთან ერთად გაივლის საორთქლებელს, კომპრესორს და კონდესატორს იგი კვლავ ხვდება მარეგულირებელ ვენტილში და აჩერებს მუშა სხეულის ნაკადს.

2. ტენს აგრეთვე შეუძლია გამოიწვიოს კოროზია, რაც ასევე სერიოზული პრობლემაა სამაცივრო სისტემებისთვის, რადგან კოროზია თავს იჩენს ხოლმე მაშინ, როცა სისტემა უკვე დაზიანებულია. ტენს მხოლოდ თხევად მდგომარეობაში შეუძლია რამდენიმე ხნის შემდეგ გამოიწვიოს ლითონის დაჟანგვა, მაგრამ იმის გამო, რომ იგი ურთიერთქმედებაშია ფრეონებთან, კოროზია ჩქარდება. მაგალითად ტენის ფრეონ-12-თან ურთიერთქმედებისას, რადგან CFC-12 შეიცავს ქლორს, მიმდინარეობს ჰიდროლიზის ნელი რეაქცია, რაც იწვევს მარილმჟავების წარმოქმნას. ხოლო ეს მარილმჟავები თავისთავად რამდენადმე ზრდიან ლითონის დაჟანგვის საშიშროებას.

3. სითბო აძლიერებს კოროზიის პროცესს. მაღალი ტემპერატურების დროს ხდება მარილმჟავების წარმოქმნის პროცესის დაჩქარება, რის შედეგადაც ლითონის დაჟანგვა უფრო დაჩქარებულად მიმდ-

ნარეობს. ეს მჟავები შლიან მასთან შეხებაში მყოფ ნებისმიერ ნივთიერებას, თუმცა სხვადასხვა ნივთიერების კოროზიის პროცესი დამოკიდებულია კონკრეტულად ამ ნივთიერების მდგრადობაზე კოროზიასთან მიმართებაში. მაგალითად ფოლადი მგძნობიარეა კოროზიისადმი უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ვიდრე ალუმინი ან თითბერი.

4. შესაზეთი მასალები, რომლებიც გამოიყენება სამაცივრო სისტემებში, ტენთან მიმართებაში კიდევ ერთ პრობლემას ქმნიან. როგორც ჩვენთვის ცნობილია წყალი და ზეთი ერთმანათში არ იხსნება, მაგრამ ამ წესიდან გამონაკლისს წარმოადგენს პოლიეთერული ზეთები, რომლებიც მინერალური ზეთებისგან განსხვავებით ღია ატმოსფეროში ყოფნის დროს ძალიან სწრაფად იერთებენ ტენს.

5. ტენი, რომელიც გარდაიქმნება მჟავაში, ზეთებთან ურთიერთქმედების დროს წარმოქმნიან ბურთულაებს. ამ მოვლენას ზეთის "დაშლამვას" უწოდებენ და იგი საგრძნობლად აუარესებს შეზეთვის ხარისხს.

ტექნიკური თვალსაზრისით კოროზია მაშინ ხდება ყველაზე საშიში, როდესაც იგი წარმოქმნის შლამს. შლამი არსებობს სისტემაში წვრილი ფხვნილის სახით და ეს ფხვნილი იწვევს მრავალ პრობლემას. იგი ჭედავს ფილტრებს, მარეგულირებელ სარკველებს, კაპილარულ მილებს. გარდა ამისა, შლამი თითქმის ყოველთვის შეიცავს მჟავას, და ეს მჟავა იწვევს ყველა, მასთან შეხებაში მყოფი, ნივთიერების კოროზიას და საბოლოოდ აზიანებს მათ.

იმისათვის რომ თავიდან ავიცილოთ ტენის სამაცივრო სისტემაში ყოფნით გამოწვეული პრობლემები, საჭიროა დროულად მივიღოთ სათანადო ზომები მისი სისტემიდან გამოდევნის მიზნით. ყველაზე ეფექტურ მეთოდს ტენის გასაუვნებელყოფად წარმოადგენს ვაკუუმტუმბო. რეკომენდირებულია სისტემის ვაკუუმირება 1 მლ. ბარი (100 პა) წნევამდე, ხოლო ამ წნევის შენარჩუნება უნდა მოხდეს 10 წთ-ის განმავლობაში. ტენის გამოდევნა უნდა მოხდეს აგრეთვე გამოშრობი ფილტრის მეშვეობითაც.

#### 4.2 სისტემაში ტენის არსებობის ნიშნები

ტენი სამაცივრო სისტემაში გაველენას ახდენს ზეთის თვისებებზე და აქედან გამომდინარე შეიძლება გამოიწვიოს მთელი სისტემის მუშაობის პროცესის დარღვევა და ჰერმეტიკული კომპარესორის მწყობ-

რიდან გამოსვლა.

სისტემაში ტენი შესაძლებელია მოხვდეს მუშა სხეულის სისტემიდან გაპარვის, რემონტის ან მომსახურების არასრულყოფილად ჩატარების შედეგად. მარეგულირებელ ვენტილში ან კაპილარულ მილში ტენის არსებობა განისაზღვრება შემდეგი ნიშნებით:

➤ საორთქლებელი საერთოდ არ ცივდება, მაგრამ შემდგომში, მაღალი ტემპერატურის გამო, მარეგულირებელ ვენტილში ან კაპილარულ მილში ყინულის დნობის გამო დანადგარი გარკვეული დროით ისევ იწყებს ნორმალურ ფუნქციონირებას მანამდე, სანამ ყინული ისევ არ გატყდავს მარეგულირებელ ვენტილს ან კაპილარულ მილს.

➤ დაბალი წნევა, რომელსაც რამდენიმე საათის განმავლობაში მუდმივად გვიჩვენებს მანომეტრი. შემდეგ წნევა ისევ რეგულირდება და ასეთი ციკლები მეორდება სანამ დანადგარი ფუნქციონირებს.

➤ სისტემის ავტომატურად გამორთვისას მარეგულირებელი ვენტილის ან კაპილარული მილის გაცხელებით სისტემა იწყებს ჩვეულებრივ მუშაობას.

### 4.3 სისტემის გასუფთავება

სისტემის გასუფთავებისათვის შეიძლება სისტემაში ან მილში მიეწოდოს ნეიტრალური გაზი, მაგალითად აზოტი, რომლითაც გამოდევნილი იქნება ჩვენთვის არასასურველი ნაწილაკები ან გაზები.

### 4.4 არაკონდესირებადი გაზები

ნებისმიერი აირი მუშა, სხეულის გარდა, აფერხებს დანადგარების მუშაობას. ეს აირები ჰერმეტიკულ სისტემაში შეიძლება მოხვდეს შემდეგნაირად:

1. არაკონდესირებადი გაზები სისტემებში უკვე არიან თვით დანადგარის აწყობის დროს და იქ რჩებიან არასრული ვაკუუმირების გამო.

2. სისტემის სხვადასხვა ნივთიერებებიდან ხდება ამ გაზების გამოყოფა, ან ეს გაზები წარმოიქმნებიან მაღალი ტემპერატურების დროს მუშა სხეულის ნაწილობრივი დაშლით.

3. არაკონდესირებადი გაზები სისტემაში ხვდებიან ამ სისტემების ჰერმეტიკულობის დარღვევის დროს.



4. აღნიშნული გაზები წარმოიქმნიებიან მუშა სხეულის, შესაზეთი მასალების და სხვა კომპონენტების ქიმიური რეაქციის გამო.

ქიმიურად აქტიური გაზები, მაგალითად ქლორწყალბადები, შლიან სისტემის სხვა კომპონენტებს. გაცილებით სერიოზულ შემთხვევებში სამაცივრო სისტემები გამოდიან მწყობრიდან.

ინერტული გაზები, რომლებიც კონდესატორში არ თხევადდებიან, აუარესებენ გაცივების ეფექტს. ინერტული დაუკონდესირებელი გაზების რაოდენობა, რომლებიც წარმოადგენენ საშიშროებას, დამოკიდებულია სამაცივრო დანადგარების ტიპსა და ზომებზე, აგრეთვე მუშა სხეულის სახეობაზე. ეს გაზები იწვევენ სისტემაში წნევის ზრდას, რაც თავისთავად იწვევს ტემპერატურის გაზრდას. ხოლო მაღალი ტემპერატურის პირობებში არასასურველი ქიმიური პროცესები უფრო აქტიური ხდება, რაც იწვევს დანადგარის მწყობრიდან ხშირ გამოსვლას. ჰერმეტიკულ კომპრესიულ სისტემებში ყველაზე ხშირად გვხვდება შემდეგი გაზები: აზოტი, ჟანგბადი ნახშირორჟანგი, მხუთავი გაზები, მეთანი და წყალბადი. აქედან პირველი სამი სისტემაში ხვდება არასრული ვაკუუმირების ან დაბალი წნევის მხარეს ჰერმეტიკულობის დარღვევის გამო. მხუთავი გაზები გამოიყოფა კომპრესორის საიზოლაციო მასალების გადახურების გამო, ხოლო სისტემაში წყალბადი აღმოჩენილი იქნა უკვე იმ დროს, როდესაც კომპრესორი უკვე საკმაოდ მოძველებული იყო.

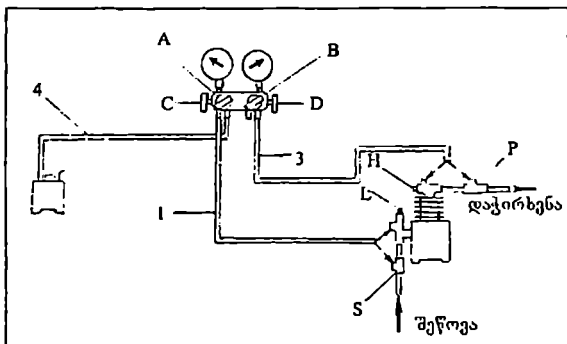
## 4.5 ვაკუუმი

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, მაცივარაგენტი მძნობიარეა სისტემაში ტენის რაოდენობის მიმართ. წყლის დუდილის ტემპერატურები დამოკიდებულია წნევებზე, ამიტომ სისტემის გამოშრობის მეთოდის სრულყოფილად გასაგებად საჭიროა გავერკვეთ წნევების სხვადასხვა სისტემების ურთიერთთანაფარდობაში. სს (SI)-სისტემაში წნევა გამოისახება კილოპასკალებში (კპა). ჩვეულებრივი ატმოსფერული წნევა ტოლია 101,3 კპა-ს, მაგრამ უფრო პრაქტიკული გამოყენების მიზნით, ხშირად მანომეტრებზე ერთი ატმოსფერო აღინიშნება 100 კპა-ით. ატმოსფერულზე დაბალ წნევას ეწოდება ვაკუუმი. ატმოსფერული წნევის სკალაზე ნული ატმოსფერო არის წნევა, რომლის შემდგომი შემცირება შეუძლებელია. აბსოლუტური ვაკუუმი უდრის ნულ პასკალს. სავაკუუმო სისტემებთან მუშაობის დროს

საჭიროა აგრეთვე გავიგოთ შეფარდება აბსოლუტურსა და ფარდობით (მანომეტრულ) წნევებს შორის. ატმოსფერულ წნევას მანომეტრებზე ხშირად აღნიშნავენ ნულით, მაგრამ არა ყოველთვის. შეიძლება შეგვხვდეს მანომეტრები, სადაც ნულით აღნიშნულია აბსოლუტური ვაკუუმი. სისტემის ვაკუუმირების დროს საჭიროა გამოყენებული იქნას ვაკუუმმეტრი, რომელიც სისტემის რეალურ ვაკუუმს გვიჩვენებს.

სისტემის ვაკუუმირების დროს საჭიროა ვაკუუმტუმბო, რომელსაც ექნება ნაკადის სიჩქარე, რომელიც საკმარისია სისტემის ამოსატუმბად, მაღალი მწარმოებლურობა, საირო საბალასტო ფენა და იქნება ორსაფეხურიანი.

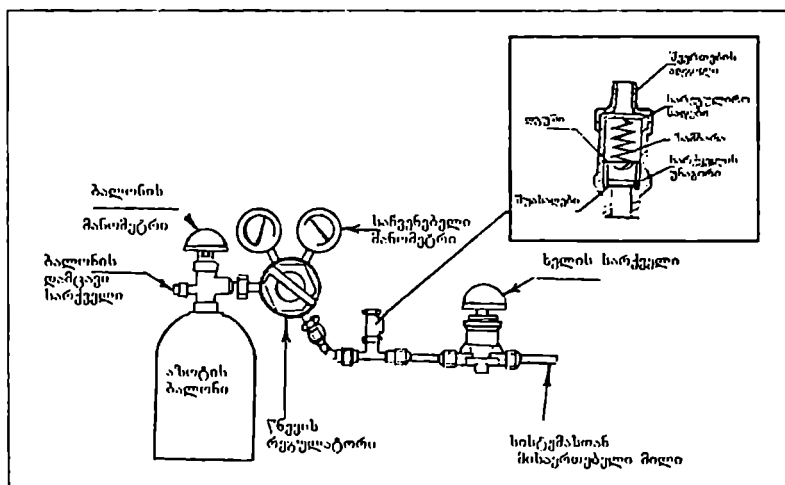
სამაცივრო სისტემაში უნდა იყოს მხოლოდ მაცივარაგენტი და ზეთი. ყველა დანარჩენი აირები ან სითხეები უნდა იყოს გამოდევნილი ამ სისტემიდან. ყველაზე სიძველე ამ თვალსაზრისით არის სისტემის ვაკუუმირება გარკვეული დროის განმავლობაში. ზოგჯერ შეიძლება საჭირო გახდეს მთელი სისტემის გათბობა  $49^{\circ}\text{C}$ -მდე, ყველა არასასურველი კომპონენტის გამოდევნისათვის ვაკუუმირების დროს. ამ



ნახ. №12 ვაკუუმტუმბოს მიერთება სისტემასთან

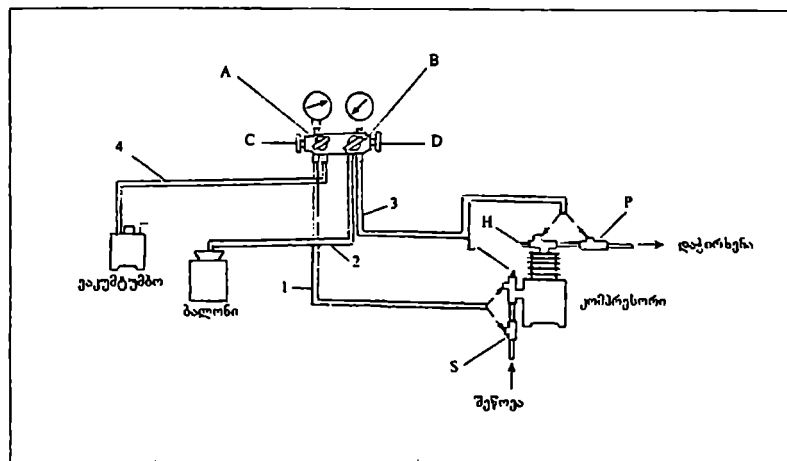
მიზნით არ შეიძლება შესადულებელი მოწყობილობების გამოყენება. სისტემის გათბობა ხდება თბილი აირის მეშვეობით მაგ. აზოტით.

სისტემის ვაკუუმირება საჭიროა შემდეგ შემთხვევებში: კომპრესორის, ფილტრის, კონდენსატორის და სხვათა შეცვლისას, სისტემაში მაცივარაგენტის დატენვისას, მაცივარაგენტის დაბინძურებისას, ზეთის დამატებისას.



ნახ. № 13 აზოტის წნევით გამოცდის წნევის რეგულირების სისტემა

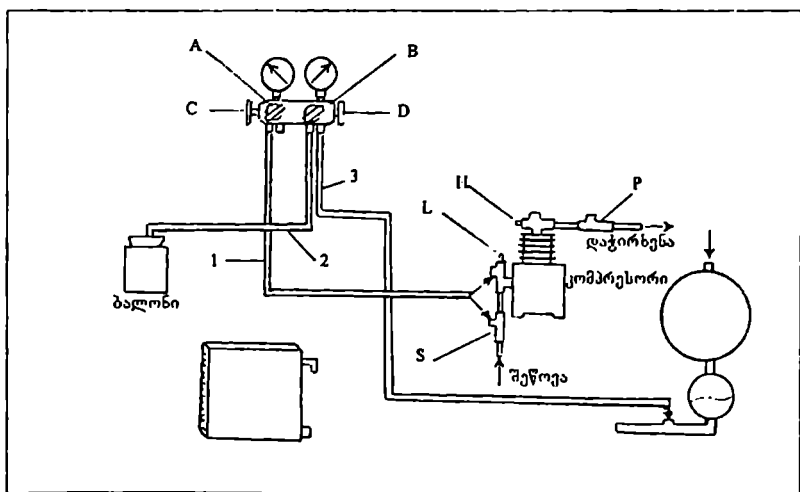
იმისათვის რომ მოვახდინოთ სისტემის ვაკუუმირება, საჭიროა; შევავსოთ სისტემა აზოტით და გავზარდოთ წნევა. მოვახდინოთ შემოწმება სისტემაში აირის გაჟონვაზე.



ნახ. №14 სარქველიანი შესასვლელი დანადგარი

ცხრილი 1. კოლექტორის ექსპლუატაციის ინსტრუქციები

მიღების გასუფთავება		ამოტუმბვა და შევსება	
A,C,D	ღია	A,B	ღია
B	დაკეტილი	C, D	დაკეტილი
1,3,4	მიაერთეთ როგორც ნახაზზეა	1,3	მიაერთეთ როგორც ნახაზზეა
2	მიაერთეთ როგორც ნახაზზეა	H,L	სწრაფად გახსენით
B	ჩართეთ გასასუფთავებლად	თუ მანომეტრზე წნევა არის დაამთავრეთ სისტემის გასუფთავება	
მაცივარაგენტი შევსება შეწოვის ხაზიდან			
A,B,D	დაკეტილი	A	ღია
C	ღია	H,L	საშუალოდ გახსენით
1,2,3	ღია	2,4	მიაერთეთ როგორც ნახაზზეა
H	სწრაფად გახსენით	ჩართეთ ტუმბო და დაასრულეთ ამოტუმბვა	
L	საშუალოდ გახსენით	A	ჩართეთ დანადგარი და გააჩერეთ ტუმბო
B	გახსენით და არეგულირეთ ნაკადი	H	სწრაფად გახსენით
სისტემის გასუფთავება		D	გამორთეთ
A,B	დაკეტილი	B	გახსენით და არეგულირეთ ნაკადი
C,D	ღია	მუშა წნევის გასაკონტროლებლად	
1,3	მიაერთეთ როგორც ნახაზზეა	C,D	დაკეტილი
4	მიაერთეთ დანადგარი და გამორეცხეთ	1,3	მიაერთეთ როგორც ნახაზზეა
H,L	სწრაფად გახსენით	H,L	სწრაფად გახსენით
A	ჩართეთ გასასუფთავებლად		



*ნახ. №15 სისტემის მაცივარაგენტით შევსება დამტენი დასადგარის შემუშობით.*

როდესაც სისტემაში აღმოიფხვრება გაჟონებები გამოვლენვით აზოტი და მიუყურთოდ ვაკუუმტუმბო კომპრესორის შემწოვ და დამჭირხნ მილებზე, რის შემდეგაც იწყება ვაკუუმირება.

სასურველი ვაკუუმის მიღწევისას გამოვრთოთ ვაკუუმტუმბო და რამოდენიმე საათის განმავლობაში ვაწარმოთ დაკვირვება ვაკუუმმეტრზე. წნევის ცვლილების ორი მიზეზი შეიძლება იყოს სისტემაში: სისტემაში ადგილი აქვს გაჟონვას ან სისტემაში ისევ არის დარჩენილი ტენის გარკვეული რაოდენობა. თუ ვაკუუმმეტრი რამოდენიმე საათის განმავლობაში ცვლილებას არ განიცდის ე. ი. სისტემა სრულად ვაკუუმირებულია და გაჟონვა არსად არ არის. ამის შემდეგ შეიძლება სისტემის მაცივარაგენტით შევსება.

#### 4.6 ზეთი სისტემაში

კომპრესორების შესაზეთად სამაცივრო სისტემაში გამოიყენება სპეციალური ზეთები. ამ ზეთების მარკა და მონაცემები ზშირად მითითებულია საქსპლუატაციო ცხრილებში. კომპრესორში ზეთის

დამატებისას იხმარება იგივე მარკის ზეთები, რაც ამ კომპრესორშია. არასასურველია სხვადასხვა ზეთების ერთმანეთში არევა. სამანქანო ზეთის გამოყენება ქვე-12-ის ან 3ქვე-22-ის დანადგარებში არ შეიძლება. არ შეიძლება აგრეთვე ნახშირი ზეთების გამოყენება, რადგან ამ ზეთებში მაღალია მჟავიანობის და ტენიანობის მაჩვენებლები. ზეთები უნდა ინახებოდეს მშრალ ჰერმეტიკულად დახურულ ტურჯულში სადაც ნაკლებია ჰაერის შემცველობის ალბათობა.

### 4.6.1 სამაცივრო ზეთები

ჰერმეტიკულ სისტემებში ზეთები მუდმივ შეხებაშია ელექტროძრავის ხვიებთან და ამის გამო მათ უნდა ახასიათებდეთ კარგი ურთიერთმოქმედება და მაღალი თბოგადაცემა.

მართალია, ზეთის დიდი ნაწილი მუდმივად კომპრესორშია, მაგრამ მისი მცირე ნაწილი მაინც მოძრაობს სისტემაში, ამის გამო ამ ზეთებმა ადვილად უნდა დაძლიონ როგორც საორთქლებლის დაბალი ტემპერატურები, ასევე კონდენსატორის მაღალი ტემპერატურები. სიბლანტის, ზედაპირის კარგი დაზეთვის და ფრეონებში გახსნის საუკეთესო მახასიათებლების გამო სამაცივრო ზეთები არა მარტო აუმჯობესებენ მოძრავი დეტალების კარგ მუშაობას და სისტემაში ცირკულირებას, არამედ აზღვენენ დადებით გავლენას ენერგო-ეფექტურობის გაზრდის თვალსაზრისით. ეს ზეთები უნდა იყვნენ შემდეგი მახასიათებლების:

1. სანთლის დაბალი შემცველობა. ზეთიდან სანთლის გამოყოფის დროს შეიძლება გამოიწვიოს სისტემის ვიწრო ადგილების გაჭედვა.
  2. მაღალი თბომდგრადობა. კომპრესორის ცხელ ადგილებში ზეთის ზოგიერთი ნივთიერებები არ უნდა გადაიქცეს წვრილ მყარ კრისტალებად.
  3. მაღალი ქიმიური მდგრადობა. როგორც წესი, არ უნდა შედიოდეს ქიმიურ რეაქციაში მაცივარაგენტებთან.
  4. გაყინვის დაბალი ტემპერატურა. ზეთის ერთერთი თვისება უნდა იყოს, რომ იგი დარჩეს ყოველთვის თხევად მდგომარეობაში სისტემაში ყველაზე დაბალი ტემპერატურის დროს.
  5. დაბალი სიბლანტე. ამ ზეთებს უნდა ახასიათებდეს აგრეთვე მაღალი დენადობა ნებისმიერი ტემპერატურის დროს.
- ზეთის თვისებების გასაუმჯობესებლად ზოგიერთი მწარმოებელი

ამატებს ქიმიკატებს, რომლებიც ეწინააღმდეგებიან შლამის და ქაფის წარმოქმნას ზეთის მუშაობის დროს. ძველი ზეთი ყოველთვის შეიცავს მჟავას და ზეთის გამოცვლის დროს აუცილებელია ფილტრის გამოცვლაც.

## 4.6.2 ზეთის შეცვლა

ჰერმეტიული კომპრესორების უმრავლესობას არ გააჩნია ზეთის რაოდენობის სასინჯი მოწყობილობა. თუ კომპრესორიდან მოხდა ზეთის მცირე რაოდენობით გაჟონვა, მაშინ შეიძლება დაახლოებით ამავე რაოდენობის დამატება, მაგრამ ზეთის დანაკარგი თუ საგრძნობლად დიდია, მაშინ კომპრესორიდან ამოღებული უნდა იქნას ზეთის დარჩენილი რაოდენობა. შემდეგ ცარიელ კომპრესორში უნდა ჩაისხას საზომი ჭურჭლით გაზომილი ზეთის ის რაოდენობა, რომელიც კომპრესორისთვისაა საჭირო. ნახევრად ჰერმეტიული და ღია ტიპის კომპრესორებს, როგორც წესი, კარტერში აქვთ ზეთის რაოდენობის მაჩვენებელი მინა. ზეთის დონე კომპრესორის მუშაობის მთელი პერიოდის განმავლობაში უნდა იყოს ამ მინის შუაში. ზეთის დაბალმა დონემ შეიძლება ვერ უზრუნველყოს შეხეთვის სისტემა, ხოლო ძალიან მაღალი დონე კი საშიშია ზეთში შლამების წარმოშობის მიზნით, რომელმაც შეიძლება სარქველების დამტვრევა გამოიწვიოს. დანადგარის გაშვების მომენტში ზეთის დონემ შეიძლება მნიშვნელოვანი ცვლილება განიცადოს იმის გამო, რომ კარტერში დაგროვილი მუშა სხეული თხევად მდგომარეობაშია. დანადგარის რეჟიმში გასვლის შემდეგ კი ზეთის დონემ ნორმალური მდგომარეობა უნდა დაიკავოს.

შენიშვნა:

ზეთი, როგორც ვიცით, იწოვს მუშა სხეულის გარკვეულ რაოდენობას. იმისათვის, რომ ზეთიდან გამოვდევნოთ ეს მუშა სხეული შეიძლება დავაყენოთ მუშა სხეულის გასათბობი მოწყობილობა. ასეთ შემთხვევაში ტარდება შემდეგი პროცედურები:

1. ირთება გასათბობი მოწყობილობა.
2. ამოიქაჩება ზეთიდან გამოდევნილი, გაზისებრ მდგომარეობაში მყოფი, მუშა სხეული.
3. ზეთი გადაიტანება სპეციალურ ჭურჭელში. ზეთის ჩასხმა კომპრესორში ხდება შემწოვი ხაზის მხრიდან.

### 4.6.3 ზეთის დამატება ნახევრადჰერმეტიულ და ჰერმეტიულ კომპრესორებში

ღია სისტემის მეთოდი.

თუ კომპრესორს აქვს ზეთის შემშვები ვენტილი, მაშინ საჭიროა კომპრესორის კარტერი გამოვყოთ სისტემიდან და მასში ზეთი იმ რაოდენობით დავამატოთ, რამდენიც საჭიროა კომპრესორისათვის. მაგრამ თუ სისტემაში არ არის მუშა სხეული ან კომპრესორი გახსნილია სარემონტო სამუშაოებისათვის, მაშინ არ არის სჭირო რაიმე განსაკუთრებული ზომების მიღება. არასოდეს არ შეიძლება ისეთი ჭურჭლის გამოყენება კომპრესორისათვის, რომელიც ინახებოდა თავლია, რადგან მასში ჰაერთან ერთად არის ტენი.

უნდა გვანსოვდეს, რომ არ შეიძლება კომპრესორში ჰაერის მოხვედრა.

### 4.6.4 ჰიგროსკოპია და დაბინძურება

შესაზეთი პოლიეთერული ზეთები უფრო ჰიგროსკოპიულია, ვიდრე მინერალური ზეთები.

საყურადღებოა ის საკითხი, რომ სამაცივრო სისტემის შიდა ნაწილი ყოველთვის უნდა იყოს განსაკუთრებით სუფთა. ნებისმიერი სახის დაბინძურება ხშირად გამოიყვანს მწყობრიდან ამ სისტემას, რაც პრობლემებს ქმნის დანადგრის ექსპლუატაციის დროს. ქარხნული წარმოების პირობებში მიღებულია ზომები ამ მიმართულებით. მაგალითად, იმ შენობების კონდირება, სადაც მიმდინარეობს ამ დანადგარების აწყობა. მაგრამ ადგილზე სამაცივრო დანადგარის აწყობის დროს, ასეთი პირობები არ არსებობს. მიღების ღია ნაწილიდან, სისტემაში ჰაერის მოხვედრის თავიდან აცილების მიზნით, სამუშაოს წარმოების ნებისმიერ სტადიაში მიღებული უნდა იყოს სათანადო ზომები.

საჭიროა გვანსოვდეს, რომ თანამედროვე სისტემები უფრო მკმნობიარეა დაბინძურებისადმი ვიდრე მოძველებული სისტემები, იმის გამო, რომ ჰერმეტიული ბლოკების ჩართვამ ამ სისტემაში გაზარდა ელ. ძრავების ხვიების დაბინძურების საშიშროება, რადგან სისტემებში გაიზარდა ჰერმეტიული კომპონენტების რიცხვი. ყველაზე ძლიერ დამაბინძურებლად გვევლინება ჰაერი, რომელიც შეიცავს ღიდი



რაოდენობით ტენს.

ამ პრობლემების თავიდან ასაცილებლად სჭირია მივიღოთ მკაცრი ზომები. მუშაობის ყოველი ეტაპის შემდეგ უნდა დაიხუროს მიღების ღია ბოლოები. რაც შეიძლება სწრაფად უნდა ჩატარდეს დანადგარის ყოველი სექციის მონტაჟი. მაგალითად ძრავის სარქველი იმდენ ხანს უნდა იყოს ღია, რაც საჭიროა მილის მასთან მიერთებისათვის შემდეგ იგი აუცილებლად უნდა დაიკეტოს. აგრეთვე ყველა მილი უნდა გაიწმინდოს თბილი აზოტის ნაკადით.

სისტემისათვის საშიშროებას წარადგენს აგრეთვე ჭუჭყისა და მტვრის ნაწილაკები. ე.ი. ნებისმიერი მყარი ნივთიერება, რომელიც მოხვდება მილის ღია ბოლოდან სისტემაში. განსაკუთრებული სიფრთხილე გვმართებს სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას. ნებისმიერი საგნის ზედაპირზე დაგროვილი მტვერი ნიშანია იმისა, რომ ასეთი მოვლენა შეიძლება მოხდეს სისტემის შიგნითაც, რაც ცხადია დამთავრდება დანადგარის მწყობრიდან გამოსვლით. ამ პრობლემის თავიდან ასაცილებლად ისევ და ისევ საჭიროა ღია მილების დროულად დახურვა.

რემონტის დროს სამაცივრო სისტემაში უცხო ნაწილაკები შეიძლება მოხვდეს გაუფრთხილებლობითაც. მაგალითად, სპილენძის მილის დამუშავების შედეგად (გაქლიბვა, გაფართოება და სხვა) წარმოქმნილი წვრილი ნაწილაკები შეიძლება მოხვდეს ამ მილის შიგნით, რამაც შემდეგ შეიძლება გაჭედოს კაპილარული მილი ან მარეგულირებელი ვენტილი. აგრეთვე მისარჩილავი ნივთიერებების დიდი რაოდენობით დასხმისას შეიძლება მოხდეს ამ ნივთიერების გაჟონვა მილებს შორის ნაპრალში. ეს ნივთიერება გამყარდება სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებად, რაც აფერხებს დანადგარის ფუნქციონირებას. არსებობს რეალური საფრთხე იმისა, რომ შემწოვ მხარეს ამ ნაწილაკებმა გამოიწვიონ სარქველების დამტვრევა, ზოლო დამჭირხნ მხარეს ფილტრის გაჭედვა.

აგრეთვე დადუღების დროს მილის შიგა მხარეს შეიძლება ქიმიური რეაქციის გამო წარმოიქმნას ნადები წვრილ ნაწილაკებიანი ფხვნილის სახით, რომელიც შემდეგ ერევა მუშა სხეულში. ამ შემთხვევის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა დადუღების პროცესში მილები შეივსოს მშრალი აზოტით, რადგან მილებიდან ჟანგბადის გამოდევნით ამ ნადების წარმოქმნა შეწყდება.

მაგრამ უსაფრთხოების ყველა წესის დაცვის მიუხედავად.

აუცილებელია კომპრესორის შემწვოვ მილზე დავაყენოთ სპეციალური ქსოვილის ფილტრი, რომელიც ხსნის ყველა დამაბინძურებელ ნაწილაკს. ეს ფილტრი არ შეიძლება სისტემაში მუდმივად იყოს, რადგან ის გარკვეულ წილად აჩერებს მუშა სხეულის ნაკადს. და ამიტომ ერთი ან ორი დღის შემდეგ დანადგარის რეჟიმში გაშვებიდან, უნდა მოიხსნას.

## 4.7 ტექნიკური მომსახურება

ატმოსფეროში ფრეონების გაჟონვის თავიდან აცილების მიზნით და დანადგარის ნორმალური ფუნქციონირებისთვის საჭიროა რეგულარულად ჩატარდეს სისტემების ტექ. დათვალიერება და რემონტი. ამ სამუშაოების ჩატარების სიხშირე დამოკიდებულია დანადგარის მუშაობის, მაცივარაგენტების დატენვის ინტენსივობაზე და აგრეთვე სისტემის ტიპზე.

ნებისმიერი გაჟონვის აღმოჩენაზე საჭიროა დროული რეაგირება და ამ გაჟონვის აღმოფხვრა. საჭიროა სისტემის იმ მონაკვეთის დროული იზოლირება და იქიდან ფრეონის ამოღება, სადაც ეს გაჟონვაა აღმოჩენილი. ტექნიკური მომსახურების დროს გასინჯული უნდა იყოს საკონტროლო და დამცავი სისტემების ფუნქციონირება.

### 4.7.1 ჟონვის აღმოჩენა

თუ ვვარაუდობთ, რომ სისტემაში არის ჟონვა, აუცილებელია გავსინჯოთ მთელი სისტემა და აღმოვაჩინოთ ჟონვის ადგილი. არასოდეს არ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ გაჟონვა სისტემაში მხოლოდ ერთი ადგილიდან ხდება. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ტრადიციული “ჰალოიდური ლამფები” არ შეიძლება იყოს გამოყენებული ისეთი მაცივარაგენტებისათვის, როგორიცაა ჰფკ-134ა. ამ ლამფების ეფექტური მუშაობისათვის საჭიროა, რომ მაცივარაგენტები შეიცავდნენ ქლორს, რომელიც აფერადებს ლამფის ცეცხლის ალს, ჰფკ-134ა-ს შემადგენლობაში კი ქლორი არ შედის. ამიტომ მათი ჟონვის აღმოსაჩენად საჭიროა უფრო დიდი ძალისხმევა.

მაცივარაგენტის რაოდენობა გამართულ დანადგარებში არასოდეს არ მცირდება სამაცივრო სისტემის მუშაობის შედეგად. ამიტომ თუ აღმოვაჩინეთ ასეთ მოვლენას, აუცილებელია ეს სისტემა დავათვალი-

ერთი ჟონვის ადგილის აღმოჩენის მიზნით. მაცივარაგენტის ჟონვის მაჩვენებელია, მაგალითად, როდესაც ვენტლატორი, კომპრესორი, და სხვა ელემენტები ფუნქციონირებენ, მაგრამ სისტემა არ აცივებს. მაცივარაგენტის დამატების მოთხოვნილება მაცივარდანადგარებში ყოველთვის გვიჩვენებს, რომ სისტემაში არის გაჟონვა. მაგრამ მხოლოდ მაცივარაგენტის დამატება გაჟონვის ადგილის აღმოჩენის გარეშე პრობლემას წყვეტს დროებით. ამ მიზნით ჩატარებული რემონტი ძვირადღირებულია და ეკოლოგიურად მიუღებელი. აუცილებლად უნდა იყოს აღმოჩენილი ჟონვის ადგილი მაცივარაგენტის სისტემიდან დაცულამდე, რათა თავი ავირიდოთ გარემომცველი ჰაერის დაბინძურებას. მაცივარაგენტის მილებზე ზეთის არსებობა, როგორც წესი, ადასტურებს ამ ადგილას მაცივარაგენტის ჟონვის არსებობას. მაგრამ ჩვენ არ უნდა ვენდოთ მართო ამ ფაქტორს. ეს ადგილები აუცილებლად შემოწმებული უნდა იყოს ჟონვის ელ. ხელსაწყოთი.

#### 4.7.2 ჟონვის მიზეზები

ჟონვა, როგორც წესი, შეიძლება მოხდეს ამა თუ იმ მიზეზის გამო მილგაყვანილობის ან სხვა დეტალების დაზიანებით. ეს დაზიანება შეიძლება გამოიწვიოს ქვემოთ ჩამოთვლილმა მიზეზებმა:

1. ვიბრაცია. ეს არის ერთერთი ძირითადი მიზეზი დატალების დაზიანებისა, იგი იწვევს სპილენძისა და სხვა მასალების რღვევას, შუასადებების მოშვებას, ჭანჭიკებისა და ქანჩების მოშვებას.

2. წნევის ცვალებადობა. სამაცივრო სისტემების ფუნქციონირება დამოკიდებულია წნევათა ცვალებადობაზე. იგი სხვადასხვაგვარად მოქმედებს სისტემის სხვადასხვა კომპონენტებზე და არათანაბარი გაფართოებისა და შეკუმშვის გამო მიყვარათ მასალების სერიოზულ დატვირთვამდე.

3. ტემპერატურის ცვალებადობა. სამაცივრო სისტემის ელემენტები ხშირად სხვადასხვა ნივთიერებებისაგან არიან დამზადებულნი. ტემპერატურის სწრაფმა ცვალებადობამ შეიძლება გამოიწვიოს ამ მასალების არათანაბარი გაფართოება და შეკუმშვა.

4. ფრიქციული ცვეთა. არსებობს ფრიქციული ცვეთის ძალიან ბევრი შემთხვევა. ეს მოვლენა ძირითადად დამოკიდებულია მილების და სხვადასხვა დეტალების კორპუსთან ცუდ დამაგრებაზე.

5. მასალების არასწორი შერჩევა. ზოგჯერ აწყობის ან რემონტის

დროს არასწორად აირჩევა მასალები. მაგალითად რეზინის მიღების რამოდენიმე ტიპს გააჩნია გაჟონვის კონკრეტული კოეფიციენტი. ამის გაუთვალისწინებლობას მივეყვართ ამ დანადგარის დაზიანებადღე.

6. მასალების დაბალხარისხიანობა. თუ მასალები, რომლებიც გამოიყენება სამაცივრო დანადგარებში, არ არის ძალიან მაღალი ხარისხის, ვიბრაციის წნევის სხვაობის, ტემპერატურის სხვაობის და ზემოთ ჩამოთვლილი მიზეზების გამო ძალიან მალე გამოდიან მწყობრიდან.

7. შემთხვევითი დაზიანებები. ასეთი დაზიანებები, როგორც წესი, ხდება იშვიათად, მაგრამ რემონტის და ექსპლუატაციის დროს ყოველთვის საჭიროა დიდი ყურადღება, რათა მომსახურე პერსონალის უყურადღებობის გამო არ იქნას დაზიანებული სისტემის რომელიმე ნაწილი.

ყოველივე ზემოთჩამოთვლილი მიზეზიდან ყველაზე გავრცელებულია ვიბრაციით, ტემპერატურის ცვლილებით და წნევის ცვლილებით გამოწვეული დაზიანება, რადგანაც ამ პირობების გარეშე შეუძლებელია სამაცივრო სისტემის მუშაობა.

ჟონვის საშიშროება მექანიკური დაზიანების გამო ყოველთვის არსებობს. ამ მხრივ ყველაზე საყურადღებო ადგილებია მექანიკური შეერთებები.

### 4.7.3 ჰალოიდური ლამფა

ჟონვის აღმოსაჩენი ხელსაწყოებიდან ყველაზე ხშირად გამოიყენება ჰალოიდური ლამფა. იგი შედგება გაზის (პროპანი) პატარა ბალონისაგან, რეზინის მილისა და სპილენძის ელემენტებისაგან შემდგარი სპეციალური სანათურისაგან. სანათურში გაზის წვის დროს რეზინის მილში იქმნება მცირე ვაკუუმი. როცა ამ მილს გავატარებთ ჟონვის ადგილას ვაკუუმის გამო მაცივარაგენტი შეიწოვება და გაივლის რეზინის მილს, რის შემდეგაც სპილენძის ელემენტის გავლით ხდება სანათურის თავში. მაცივარაგენტის სულ მცირე რაოდენობაც კი სპილენძთან ურთიერთქმედების შედეგად გვაძლევს კამკაშა ფერის აღს. შედარებით დიდი რაოდენობა იწვის იასამნისფრად. ამ ხელსაწყოს გამოყენების დროს ყოველთვის ყურადღებით უნდა ვაკვირდებოდეთ აღის ფერის ცვალებადობას. ამ ხელსაწყოს გამოყენება არ არის რეკომენდირებული ძალიან მცირე გაჟონვების დროს.

#### 4.7.4 საპნის ხსნარი

ჟონვის აღმოჩენის უბრალო და საიმედო ხერხია საპნის ბუშტები. ჟონვის ადგილი წინასწარ უნდა გაიწმინდოს და საპნის ან სარეცხის საშუალების მეშვეობით მიღებული ქაფით უნდა იყოს დაფარული მთელი ის ადგილი, სადაც დაახლოებით ვეარაუდობთ გაჟონვას. იმ ადგილას სადაც ქაფის ბუშტები იწყებენ გაბერვას ადგილი ექნება გაჟონვას. ამ მეთოდით, მისი უბრალოების მიუხედავად, შეიძლება ძალიან ადვილად იყოს აღმოჩენილი ჟონვის ადგილი.

#### 4.7.5 გაჟონვის აღმოჩენა ელექტრონული ხელსაწყოებით

ჟონვის ელექტრონული დეტექტორი გვევლინება ყველაზე მგრძობიარე ხელსაწყოდ. მისი მეშვეობით შეიძლება აღმოვაჩინოთ ყველაზე მცირე გაჟონვებიც კი, მაგ. 1-3 გრ. წელიწადში. ამისთანა ჟონვებს ვერ ვპოულობთ სხვა ხელსაწყოების მეშვეობით. ოღონდ დეტექტორით სარგებლობის დროს გარემომცველი აირი უნდა იყოს სუფთა და იგი არ უნდა შეიცავდეს მაცივარაგენტის სხვადასხვა ნივთიერების და გამხსნელების ორთქლს, რადგან მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ დეტექტორის არასწორი რეაქცია.

#### 4.7.6 ულტრაიისფერი ლამფა

ულტრაიისფერ ფლუორესცენციას შეუძლია აღმოაჩინოს ნივთიერებები, რომლებიც შერეულია ზეთში. მაცივარაგენტის გარკვეული რაოდენობა ყოველთვის იხსნება ზეთში და, როდესაც ხდება მუშა სხეულის გაჟონვა, თავისთავად გარემოში მასთან ერთად გამოდის ზეთიც. თუ ზემოთაღნიშნულ ხელსაწყოს მიერ აღმოჩენილი იქნა ჟონვის ადგილი, მისი ინდიკატორი გაანათებს. ამ წესით პრაქტიკულად შეუცდომლად ხდება ჟონვის ადგილის აღმოჩენა. ეს ხელსაწყო გამოიყენება მხოლოდ სისტემებზე, სადაც იხმარება მინერალურ და ეთერულ ფუძეზე დამზადებული ზეთები. იმ შემთხვევაში სადაც ხდება ამ ხელსაწყოს გამოყენება, რეკომინდირებულია, რომ არ იყოს მზის სხივები.

## 4.8 უსაფრთხოების ზომები

როდესაც სამაცივრო ტექნიკაში ან ჰაერის კონდიციონერებასთან დაკავშირებით იყენებენ ტერმინს “უსაფრთხოების წესები”, გულისხმობენ მის სამ მნიშვნელობას:

### 1. ტექნიკის უსაფრთხოება.

სამაცივრო დანადგარებთან და ჰაერის კონდიციონერებასთან სწორი ურთიერთობა არ წარმოადგენს დიდ საშიშროებას. სამაცივრო ტექნიკასთან მომუშავე პერსონალმა უნდა იცოდეს ხელსაწყო იარაღის სწორი ხმარება. 13-კვ-ზე მეტი წონის ნივთების აწევა და გადაადგილება აუცილებელია ამწე მანქანებით. მუშაობის და მძიმე ნივთების აწევის დროს ყოველთვის გამოყენებული უნდა იქნეს ფეხის კუნთები და არასოდეს ზურგის კუნთები. აუცილებლად უნდა დავრწმუნდეთ, რომ იატაკზე არ არის ზეთი და წყალი. მაცივარაგენტებთან მუშაობისას ყოველთვის უნდა გამოიყენებოდეს დამცავი სათვალები.

სამაცივრო მექანიზმების დიდი ნაწილი იმართება ელექტროენერჯის მეშვეობით ავტომატურად. ელ. წრედებთან მუშაობის დროს დარწმუნებული უნდა ვიყოთ, რომ იგი გამორთულია წრედიდან. მექანიკური სახელოსნოს ვენტილაცია ყოველთვის ჩართული უნდა იყოს, როცა მასში მუშაობს მომსახურე პერსონალი.

### 2. მოწყობილობების უსაფრთხოება.

სამაცივრო სავენტილიაციო მოწყობილობების უმეტესი ნაწილი ძალიან მყიფეა და ქანჩებისა და ჭანჭიკების ძლიერად მოჭერისას შეიძლება ადვილად გადატყდეს. კომპრესორის ჩართვის დროს ჩვენ დარწმუნებული უნდა ვიყოთ რომ ყველა შეერთებები მწყობრშია. სამაცივრო დანადგარის გაშვების წინ უნდა შემოწმდეს ყველა კვანძი.

### 3. შემადგენლობის უსაფრთხოება.

სამაცივრო დანადგარების და ჰაერის კონდიციონერების უსაფრთხო ფუნქციონირებისათვის საჭიროა დაცული იქნეს მოცემულ არეში მიღებული ტემპერატურები.

# თავი 5 სამაცივრო მოწყობილობების მომსახურება

## 5.1 სამაცივრო დანადგარების კლასიფიკაცია

სამაცივრო დანადგარები, მათი შესწავლის გასამარტივებლად, დაყოფილია ექვს კატეგორიად: 1) საყოფაცხოვრებო მაცივრები. 2) ვაჭრობის სისტემის მაცივრები. 3) სამრეწველო სამაცივრო დანადგარები. 4) სატრანსპორტო სამაცივრო დანადგარები. 5) საყოფაცხოვრებო კონდიციონერები. 6) სამრეწველო კონდიციონერები.

### 5.1.1 საყოფაცხოვრებო მაცივრები

საყოფაცხოვრებო მაცივრებში შედის სამაცივრო მოწყობილობების საკმაოდ ვიწრო ჯგუფი, რომელიც შეიცავს საყოფაცხოვრებო მაცივრებს და საყინულე საკნებს. მაგრამ მათი რაოდენობა იმდენად დიდია, რომ ეს სფერო წარმოადგენს მთლიანად სამაცივრო მრეწველობის ერთერთ ძირითად ნაწილს.

საყოფაცხოვრებო დანადგარების აგრეგატები, როგორც წესი, ჰერმეტიულია, ზომებით პატარაა და მოითხოვს 35ვტ-დან 375ვტ-მდე ელექტროენერგიას.

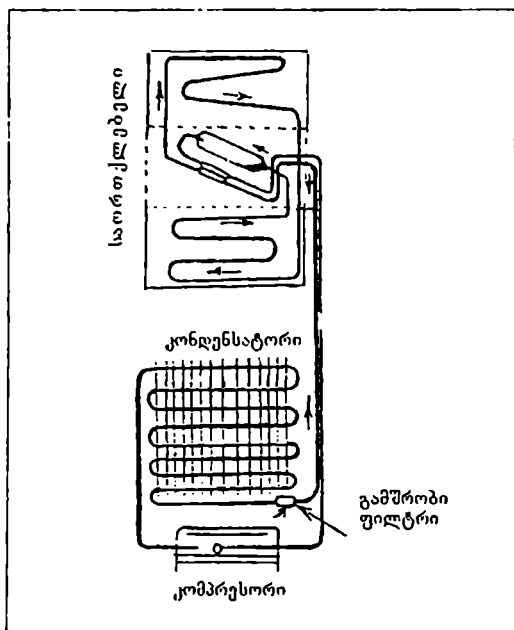
თანამედროვე საყოფაცხოვრებო მაცივრები ან პროდუქციის შესანახი საყინულე საკნები შედგებიან სამი ძირითადი ნაწილისგან:

- 1) სამაცივრო საკანი.
- 2) აგრეგატი (კომპრესორი, კონდესატორი, საორთქლებელი, და სარეგულირებელი ვენტილი ან კაპილარული მილი)
- 3) ელექტრული სქემა.

აგრეგატები განთავსებულია სამაცივრო კარადაში, რომელიც აგრეთვე შეიცავს თაროებისა და საკვები პროდუქტების შესანახ სხვადასხვა ზომის ჭურჭელს. საორთქლებელში თხევადი მაცივარაგენტი დულს და შთანთქავს პროდუქტის მიერ გამოყოფილ სითბოს. შემდეგ კომპრესორის საშუალებით კონდესატორში დაჭირხნული მაცივარაგენტი საორთქლებელში მიღებულ სითბოს გასცემს გარემოში. კაპილარულ მილში გაფართოვების შემდეგ მაცივარაგენტი შედის საორთქლებელში და ციკლი მეორდება.

თითქმის ყველა ადამიანის სახლში მილიონობით მაცივარი მუშაობს სწორედ იმ ჭკვა-მაცივარაგენტებზე, რომლებიც აბინძურებენ ატმოსფეროს

და შლიან დედამიწის ოზონის შრეს. თანამედროვე საყოფაცხოვრებო სამაცივრო დანადგარების უმრავლესობაში მუშა სხეულად გამოყენებულია ჰუკ-134ა.

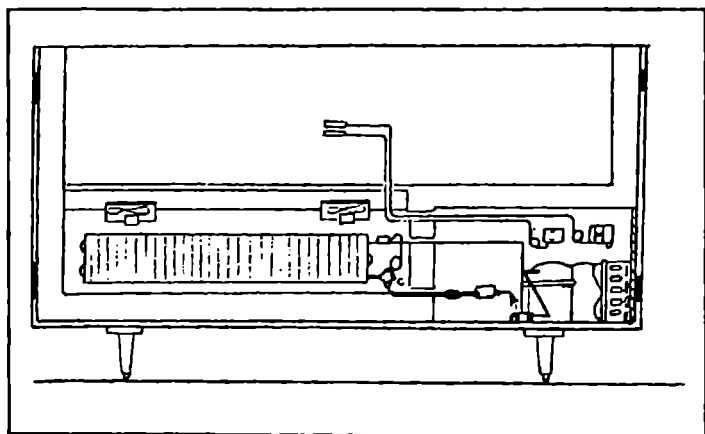


ნახ. №16 სამაცივრო აგრეგატის განთავსება საყოფაცხოვრებო მაცივარში

### 5.1.2 სავაჭრო მაცივარდანადგარები

ასეთი დანადგარები, როგორც წესი, გვხვდება მაღაზიებში, რესტორნებში, სასტუმროებში და სხვა ორგანიზაციებში, რომლებიც ახდენენ საკვები პროდუქტების შენახვას, გადამუშავებას და რეალიზაციას. მათი აგრეგატების წარმადობის დიაპაზონი მოიცავს 1კვტ-დან რამოდენიმე ასეულ კილოვატამდე ენერგიას. ამ კატეგორიაში შედის ავტონომიური მოწყობილობები, ვიტრინები დისტანციური მომარაგებით და მცირე სასაწყობო კამერები. ამ მოწყობილობების დიდი ნაწილი მზადდება ქარხნებში, რათა შემდგომში ისინი აეწყოს გამოყენების ადგილზე. სამაცივრო მოწყობილობები შეიცავენ სხვადასხვა





ნახ. №17 დახლომაცივარი

დანადგარებს, ცალკეული კომპრესორებიდან პარალელურ მულტი-კომპრესიულ სისტემებამდე დგუშიანი, როტაციული ან ხრახნული კომპრესორებით.

### 5.1.3 ჰაერის კონდიციონირების სისტემები

ეს სფერო შეიცავს გარკვეული სათავსოს ჰაერის კონდიციონირებას. იგი დაკავშირებულია არა მარტო შენობის ტემპერატურის რეგულირებასთან, არამედ ჰაერის ტენიანობის, ფილტრაციის და გასუფთავების ავტომატიზაციასთან.

არსებობს ჰაერის კონდიციონირების ორი ტიპი: კონდიციონერები, რომლებიც გამოიყენება ადამიანის კომფორტისათვის და სამრეწველო კონდიციონერები. პირველები დაყენებულია სახლებში, სკოლებში და სხვა დაწესებულებებში, საზოგადოებრივ შენობებში, ავტომობილებში, ავტობუსებში, მატარებლებში, თვითმფრინავებში, გემებზე და სხვა.

ჰაერის კონდიციონერების მეორე ტიპი არის სამრეწველო დანადგარები. ე.ი. ნებისმიერი ის კონდიციონერი, რომელიც გამოიყენება ამა თუ იმ სამრეწველო დანიშნულებისათვის. სამრეწველო მიზნებისათვის ჰაერის კონდიციონირება გამოიყენება მაგალითად ჰიდროსკოპული მასალების ტენიანობის რეგულირებისათვის, ქიმიური და ბიოქიმიური რეაქტივების სინქარების მართვისათვის, პრეცეზიულ

ნაკეთობათა ზომების დაყენებისათვის (თბური გაფართოვებით და შეკუმშვით), ჰაერის გასუფთავებისათვის და ფილტრაციისათვის, როდესაც ეს აუცილებელი პირობაა მაღალხარისხიანი პროდუქციის წარმოებისათვის და სხვ.

## 5.1.4 გადასატანი ჰაერის კონდიციონერები

საავტომობილო ჰაერის კონდიციონერები გამოიყენება პრაქტიკულად იგივე მიზნებისათვის, რისთვისაც ზემოთ აღწერილი საყოფაცხოვრებო კონდიციონერები - მათი დანიშნულებაა ჰაერის გაცივება, გათბობა და გამოსრობა. მაგრამ საავტომობილო კონდიციონერებში შესაძლოა შევხვდეთ ისეთ პრობლემებს, რომლებიც არ წარმოიშობა საყოფაცხოვრებო სისტემების გამოყენებისას. თანამედროვე სისტემებსა და მოძველებულ სისტემებს შორის განსხვავება მდგომარეობს ფიზიკურ ზომებში და გამოყენებულ მუშა სხეულში. უკანასკნელ დროში ავტომობილების კონდიციონერების რაოდენობა სწრაფად გაიზარდა. თბილი კლიმატის ქვეყნებში საავტომობილო ჰაერის კონდიციონერები ითვლება ავტომობილის სტანდარტულ აგრეგატად.

## 5.2 სამაცივრო დანადგარის ელემენტები

### 5.2.1 ხელსაწყო-იარაღები

ძირითადად სამაცივრო სისტემების მომსახურებისათვის საჭიროა შემდეგი ხელსაწყო-იარაღები:

1. ვაკუუმტუმბო.
2. რეზინის მილი ვაკუუმირებისათვის (1,5მ სიგრძის, 3/8" დიამეტრის).
3. მუშა სხეულის ამოსაღები და გადასამუშავებელი დანადგარები.
4. R-12, R-22, R-502 და R-134a მაცივარაგენტების ბალონები.
5. ნემსიანი სარქველი რეზინის მილით.
6. კაპილარული მილის გამწმენდი ხელსაწყო.

7. მიღების გასაფართოვებელი კომპლექტი.
8. ხელის მტვერსასრუტი.
9. მანომეტრული კოლექტორი.
10. შესადუღებელი აპარატურა.

## 5.2.2 კომპრესორი

არსებობს ჰერმეტიკული, ნახევრადჰერმეტიკული და არაჰერმეტიკული კომპრესორები. როგორც წესი ჰერმეტიკული კომპრესორები განლაგებულნი არიან სამაცივრო საკანის უკანა მხარეს, ძირზე. საყოფაცხოვრებო დანადგარებში გამოიყენება ჰერმეტიკული კომპრესორები, რომლებშიც კომპრესორი და ელექტროძრავი ქმნიან ერთიან ჰერმეტიკულ აგრეგატს. კომპრესორის შესაზეთად შეწოვილი მუშა სხეულის აირი შედის მთლიანად შიდა სისტემაში, სადაც იგი ერევა ზეთს და მხოლოდ ამის შემდეგ შეიწოვება კომპრესორის დგუშის მიერ შემწოვი სარქველიდან.

ჰერმეტიკული კომპრესორის გამოყენების დროს მასში არის ელ. ძრავი, რომლის გაშვებისათვის საჭიროა დამზმარე ხვიების მომენტალური ჩართვა და გამორთვა ელექტროქსელში. ძრავი რელეს წერტილოვანი კონტაქტებიდან იღებს სიგნალს და ძირითადი ხვიების გაშვების შემდეგ გამშვები ხვიები ძაბვიდან ამოირთვებიან.

პატარა და საშუალო კონდიციონერები და სავაჭრო მაცივრები აგრეთვე აღჭურვილი არიან ჰერმეტიკული კომპრესორებით, მაგრამ ზოგიერთ დიდი წარმადობის მქონე სავაჭრო სამაცივრო დანადგარს დამონტაჟებული აქვს ნახევრადჰერმეტიკული კომპრესორი, რომლის შიგნით ჩამონტაჟებული არის ელექტროძრავი, რომელიც ცივდება დაბრუნებული მაცივარაგენტით. ასეთი კომპრესორის შეზეთვა მიმდინარეობს მაღალი წნევის ზეთის მიწოდების საშუალებით, რომელსაც უზრუნველყოფს დგუშიანი ზეთის ტუმბო.

თითქმის ყოველთვის ასეთი კომპრესორი აღჭურვილია მაჩვენებელი მინით, საიდანაც შეიძლება თვალყური ვადევნოთ ზეთის დონის მდგომარეობას კარტერში. შესასვლელზე და გამოსასვლელზე კომპრესორებს აქვთ სარქველები, რომლებიც შეერთებულია გადაწოდებთან. ეს უკანასკნელნი იცავენ კომპრესორს გამოსასვლელზე ტემპერატურის დაუშვებელი გაზრდისაგან, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ზეთის

შეზეთვის უნარის დაკარგვა ან მჟავების წარმოქმნა, და შედეგად დაზიანდეს ღვუშები და სარქველები. ზოგიერთმა მწარმოებელმა ეს გადამწოდები დაამონტაჟა უშუალოდ კომპრესორის ცილინდრების ბლოკში, და თუ გამოსასვლელი გაზის ტემპერატურა ზედმეტად გაიზარდება, კომპრესორი ავტომატურად გამოირთვება.

არაჰერმეტიკული კომპრესორები აღჭურვილი არიან ჩობალით. ამიტომ მათ ჩობალიან კომპრესორებს უწოდებენ. ასეთი კომპრესორების მამოძრავებელ ძალად იყენებენ ავტონომიურ ელექტროძრავებს, რომელთა ბრუნვითი მოძრაობა გარდაიქმნება ღვუშების წინსვლით-უკუსვლით მოძრაობად. ეს გარდაქმნა ხდება მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმით, რომელიც მოთავსებულია კომპრესორის კარტერში.

### 5.2.3. საორთქლებელი და კონდენსატორი

სხვადასხვა სამაცივრო დანადგარში გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის თბომცვლელი აპარატები. საოჯახო მაცივრებში გამოყენებულია ძირითადად ოთხი ტიპის კონდენსატორი:

1. წიბოიანი მილებისგან დამზადებული კონდენსატორი ჰაერის ბუნებრივი ცირკულაციით.

2. წიბოიანი მილებისგან დამზადებული კონდენსატორი ჰაერის ხელოვნური ცირკულაციით.

3. მავთულებიანი კონდენსატორი.

4. ფირფიტამილებიანი კონდენსატორი.

სავაჭრო სამაცივრო სისტემებში და ჰაერის კონდიციონერებში უფრო ხშირად გამოიყენება ჰაერის კონდენსატორები, რადგან წყლით გაცივების გამოყენება აძვირებს დანადგარის ფუნქციონირებას. დიდი კონდენსატორები შეიძლება გაცივდეს აგრეთვე ვენტილატორებით, რომლებიც დამონტაჟებულია ელექტროძრავზე. ვენტილატორების ეფექტური მუშაობისათვის შეიძლება დაყენებული იყოს კორპუსი, რომელიც უზრუნველყოფს ჰაერის მიმართულებას. ასეთი საკონდენსატორო სისტემები აღჭურვილია წიბოებით და ლითონის ფირფიტებით. შეიძლება მასში იყოს მილების ორი ან სამი რიგი.

ზოგიერთ სავაჭრო სამაცივრო აგრეგატებში გამოიყენება წყლით გაცივების კონდენსატორები. ასეთი კონდენსატორები შეიძლება იყოს სამი ტიპის:

1. გარსაცმილებიანი.
2. სპირალური.
3. მილი მილში.

პირველ მოდელში მაცივარაგენტი ხედება პირდაპირ კორპუსში, სადაც განთავსებულია სწორი მილები, რომლებშიც მიედინება წყალი. კორპუსი აქვს მეორე ტიპის კონდენსატორსაც, მხოლოდ მასში წყალი მიედინება სპირალურად დახვეულ მილში. მესამე მოდელში გამოყენებულია ორი მილი, რომელთაგან ერთი ჩადგმულია მეორეში. მაცივარაგენტი მიედინება გარე მილში ერთი მიმართულებით, ხოლო წყალი მიედინება შიდა მილში საპირისპირო მიმართულებით.

კონდენსატორის ტექმომსახურება ითვალისწინებს წიბოების სპეცჯაგრისით გაწმენდას, ვენტილატორის ბალანსირების შემოწმებას, მილების გაწმენდას გარეთა მხრიდან. კონდენსატორის გასაწმენდათ საჭიროა გამოყენებული იყოს აპარატი, რომელიც დიდი წნევით ახდენს ჰაერის ან წყლის ჭავლის მიწოდებას. კონდენსატორის წიბოები ტრანსპორტირების დროს შეიძლება დაილუნოს. დალუნული წიბოები აუცილებლად უნდა გასწორდეს. თუ წყლის კონდენსატორის გამოსასვლელზე აღინიშნება ნორმალურზე მაღალი წნევა, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ კონდენსატორის მილები გაჭვდილია ჭუჭყით. ასეთი დაჭუჭყიანება შეიძლება გაირეცხოს სპეციალური ქიმიური ნივთიერებებით. ძალიან კარგი იქნება, თუ კონდენსატორის გაჭვდვამდე მილები გარეცხილი იქნება სპეცჯაგრისის მეშვეობით.

საოჯახო მაცივრებში საორთქლებელი განლაგებულია სამაცივრო კარადის შიდა, ზედა ნაწილში. თხევადი მაცივარაგენტის აორთქლება იწვევს საკნიდან სითბოს შთანთქმას. ჰაერის ხელოვნური ცირკულაციით საკანში მყარდება მომხმარებლისათვის საჭირო ტემპერატურა. არსებობს მშრალი და ჩაძირული ტიპის საორთქლებელი. პირველ შემთხვევაში საორთქლებელს მიწოდება იმდენი მაცივარაგენტი, რამდენიც საჭიროა კამერაში ტემპერატურის უზრუნველსაყოფად. მეორე შემთხვევაში საორთქლებელი ყოველთვის სავსეა თხევადი მაცივარაგენტით.

ბევრად უფრო განსხვავებულია სავაჭრო სამაცივრო სისტემების საორთქლებლები. ისინი შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად:

1. საორთქლებლები, რომლებიც განლაგებულია გასაცივებულ სითხეებში.
2. საორთქლებლები, რომლებიც აცივებს ჰაერს, რომელიც თავის მხრივ აცივებს მაცივარში მოთავსებულ პროდუქტს.

ჰაერგამააცივებელი საორთქლებელი ორი სახისაა:

1. ბუნებრივი ცირკულაციის საორთქლებლები.

2. ხელოვნური ცირკულაციის საორთქლებლები.

ბუნებრივი ცირკულაციის საორთქლებლებში ჰაერის მოძრაობა დამოკიდებულია გრავიტაციულ ანუ კონვექციულ ცირკულაციაზე. ხელოვნური ცირკულაციის საორთქლებელი აღჭურვილია ვენტილატორით, რომელიც ჰქმნის ჰაერის ნაკადს.

ისევე როგორც კონდენსატორების შემთხვევაში, საორთქლებლების ტექნოლოგიის განვითარება ითვალისწინებს წიბოების გასუფთავებას, მნიშვნელოვანია აგრეთვე თოვლის ქურქის დროული მოცილება.

#### 5.2.4. გამწმენდი ფილტრი

დაბინძურებული მაცივარაგენტის გასუფთავება ხდება სპეციალური გამწმენდი ფილტრით, რომელიც დგება შეწოვის ხაზზე. მისი დაყენება რეკომენდირებულია სისტემის ელ. ძრავის დაწვის შემთხვევაში მაცივარაგენტის სისუფთავის უზრუნველსაყოფად.

ძრავის დაწვის ერთერთი გავრცელებული მიზეზია კომპრესორის გამოსასვლელ ხაზზე დიდი წნევა, რომლის დროსაც ხდება ტემპერატურის უცარი აწევა. ეს მაღალი ტემპერატურები ხელს უწყობს უფრო ინტენსიურ ქიმიურ რეაქციებს, სხვადასხვა დანაღებისა და მჟავების რაოდენობის გაზრდას.

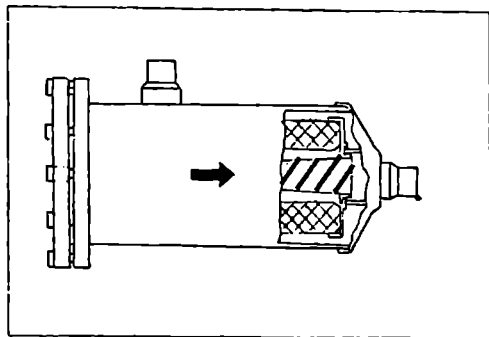
ელექტროძრავების გადაწვის მიზეზი შეიძლება იყოს მექანიკური დაზიანება ან უხარისხო ელ. კვება.

დაწვის მომენტში ელექტროძრავი ყოველთვის გადახურებულია. ამ გადახურებებს მიყვარათ მაცივარაგენტის ქიმიურ დაშლამდე და ტენის არსებობის დროს მარილმჟავების წარმოქმნამდე, რომლებიც ერევიან ზეთს. მჟავები ახდენენ ელექტროძრავის ზვიების იზოლაციის დაშლას, რომლის დროსაც ზვიებს შორის ხდება მოკლე ჩართვა. ძრავის დაწვის შემდეგ სისტემაში აუცილებლად უნდა გამოიცვალოს ზეთი და მაცივარაგენტი. სისტემის გასუფთავებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ თბილი აზოტი. ამ სამუშაოს ჩატარების დროს მომსახურე პერსონალმა აუცილებლად უნდა იხმაროს დამცავი სათვალეები და ხელთათმანები. ასეთი ზეთი კანზე მოხვედრისას იწვევს სერიოზულ

დამწვრობას. ზეთი აუცილებლად უნდა იქნას ჩასხმული მინის ჭურჭელში და, რადგანაც ამ ზეთს აქვს არასასიამოვნო სუნის, ეს ჭურჭელი აუცილებლად თავდაზურული უნდა იყოს. თუ კომპრესორის დაზიანების შემდეგ სისტემიდან გამოვიდა სუფთა და უსუნო ზეთი, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ძრავის დაწვას ადგილი არა აქვს და მისი მწყობრიდან გამოსვლის მიზეზი მექანიკურ ნაწილშია. ძრავის გამოცვლის შემდეგ სისტემაში აუცილებლად უნდა დადგეს ორი გამწმენდი ფილტრი: ერთი კომპრესორის შემწვავ ხაზზე და მეორე კაპილარული მილის წინ. ზეთის მჟავიანობის განსაზღვრა შეიძლება სპეციალური კომპლექტით.

### 5.2.5 გამწრობი ფილტრი

საყოფაცხოვრებო მაცივრებში გამწრობი ფილტრი დგას კონდენსატორიდან გამომსვლელ მილზე. ბალონის ფორმის პატარა მოწყობილობა იცავს კაპილარულ მილს ტენის, ჭუჭყის და უცხო



ნახ. №18 გამწრობი ფილტრი

ნაწილაკების მოხვედრისაგან. სავაჭრო და დიდი სიმძლავრის მაცივარდანადგარებში ტენის მშთანთქმელები და მექანიკური ფილტრები შეიძლება იყოს ცალ-ცალკე ან მოთავსებული ერთიან სისტემაში, რომელიც მოახდენს გაფილტვრასაც და გამწრობასაც.

ნებისმიერი სამაცივრო სისტემის ეფექტური მუშაობა დამოკიდებულია აგრეგატის შინაგან სისუფთავეზე. სისტემაში უნდა მოძრაობდეს მხოლოდ სუფთა მაცივარაგენტი და ზეთი, რომელიც არ შეიცავს ტენს.

იმისათვის, რომ სისტემაში მოხვედრილი ტენი და ჭუჭყი ამოვიღოთ, საჭიროა სისტემიდან ფილტრის მოხსნა და გამოცვლა. საოჯახო მაცივრებში ფილტრის გამოსაცვლელად საჭიროა ჩატარდეს შემდეგი ოპერაციები:

1. სისტემა გაიხვრიტოს მილის გამხვრეტი ხელსაწყოთი.
2. დაყენდეს მანომეტრული კოლექტორი.
3. მაცივარაგენტი გადაიქაჩოს ბალონში.
4. სისტემის თხევად ხაზზე კონდენსატორის შემდეგ გადაიჭრას მილი.
5. გასუფთავდეს და მომზადდეს ფილტრის ორივე ბოლო.
6. მილის გადაჭრილი მხარეები შეუერთდეს ფილტრის ბოლოებს.
7. დადუღების ადგილი გაისინჯოს ბალონებზე.
8. მოხდეს სისტემის ვაკუუმიერება.
9. შეივსოს სისტემა მაცივარაგენტით.
10. მოხდეს სისტემის ჰერმეტიზაცია.

## 5.2.6 კაპილარული მილი

მაცივარაგენტი თხევადდება კონდენსატორში და შემდეგ გამშრობი ფილტრის გავლით გადადის კაპილარულ მილში, რომელიც უზრუნველყოფს მაცივარაგენტის ნორმალურ მიწოდებას საორთქლებელში.

კაპილარულ მილს აქვს გაცილებით დიდი სიგრძე თავის დიამეტრთან შედარებით, ამიტომ მასში გავლისას მაცივარაგენტის ნაკადი მცირდება. მილის შიდა დიამეტრი დამოკიდებულია მაცივარაგენტის ტიპზე, დანადგარის მწარმოებლურობაზე და საორთქლებელზე. მუშა სხეულის ხარჯი უნდა იყოს ისეთი, რომ გაზობრივ მდგომარეობაში გადასვლით უზრუნველყოს საკანში ნორმალური ტემპერატურა. თხევადი მაცივარაგენტის წნევა ეცემა კონდენსაციის წნევიდან დუღილის წნევამდე. კაპილარული მილის პირველ ორ მესამედ ნაწილზე

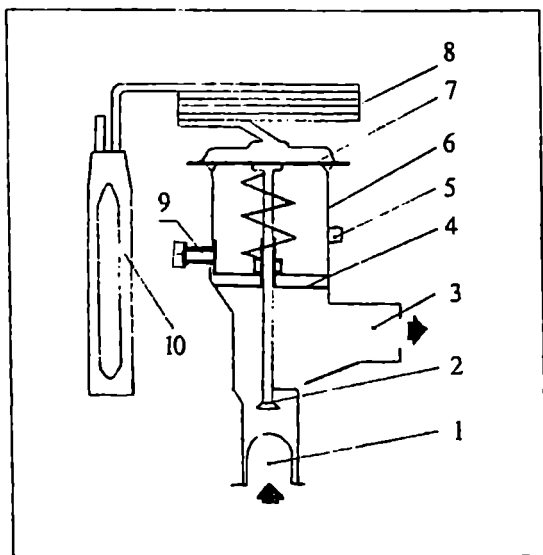


ზღება წნევის დაცემა, ხოლო შემდეგ სითხის ნაწილი იწყებს დუღილს და აორთქლებას. როცა მუშა სხეული აღწევს კაპილარული მილის ბოლოს, მისი რაოდენობის 10%-დან 20%-მდე უკვე გაზობრივ მდგომარეობაშია.

ბოლო პერიოდში კაპილარული მილის კონსტრუირება მიმართულია მისი დიამეტრის გაზრდისკენ, რაც ერთი ორად ზრდის მის სიგრძეს. ასეთი ტიპის მილები ამცირებს გაჭედვის ალბათობას.

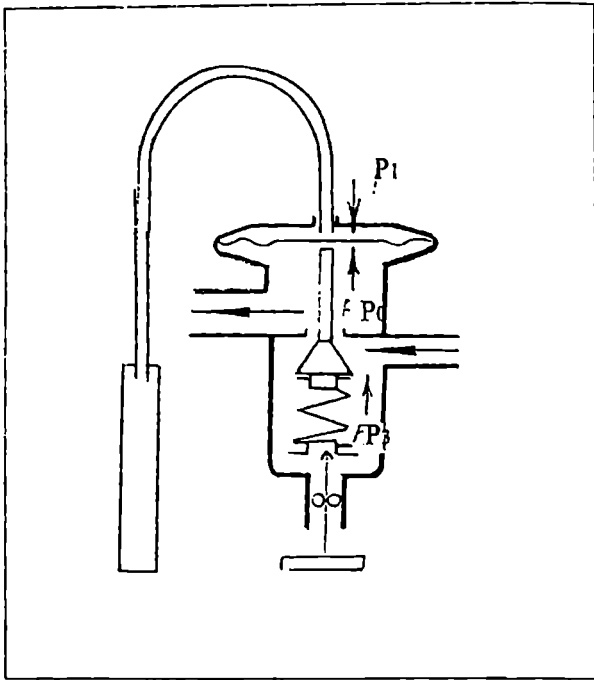
### 5.2.7 თერმომარეგულირებელი ვენტილი

თერმომარეგულირებელი ვენტილი არის სისტემაში მაცივარ-აგენტის წნევის რეგულირების საშუალება. კომპრესორის მუშაობის



ნახ. №19 თერმომარეგულირებელი სარქველი

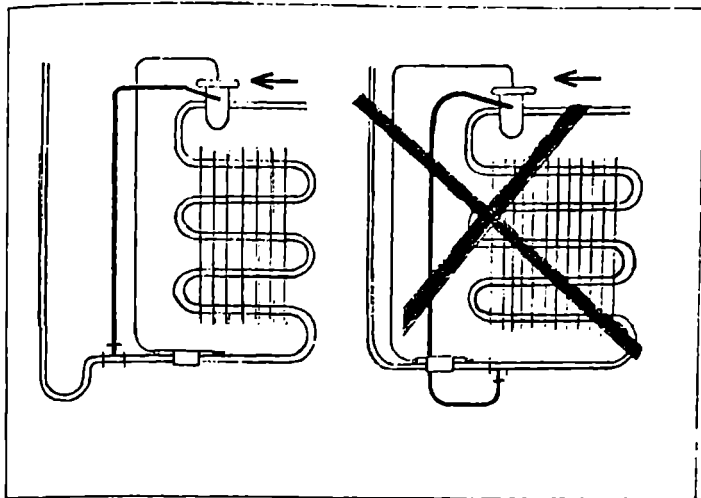
1. შესასვლელი. 2. კონუსი. 3. გამოსასვლელი. 4.ხერელი. 5. წნევის მარეგულირებელი მილი. 6. ზამბარის კორპუსი. 7. მემრანა. 8. კაპილარული მილი. 9. ზამბარის რეგულატორი. 10. სითხის ბალონი.



ნახ. №20 მუშა წნევები

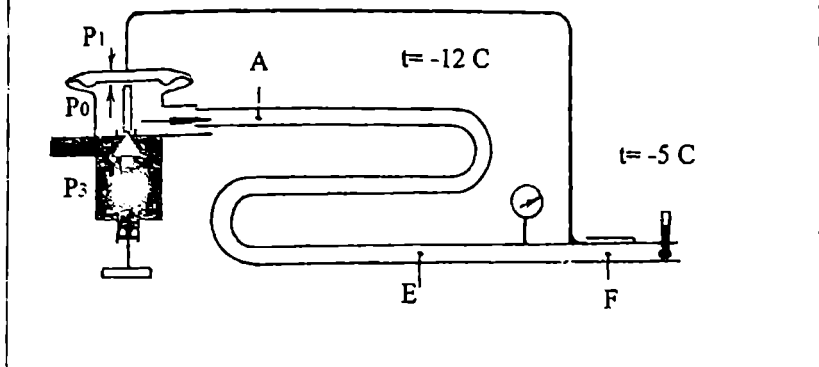
დროს იგი სითხის ხაზში არეგულირებს წნევას სასურველ დონეზე. ვენტილი მუშაობს გამფრქვევის პრინციპზე. კომპრესორის მუშაობის დროს თხევადი მაცივარაგენტი გაიფრქვევა საორთქლებელში. სისტემას, რომელშიც იხმარება ავტომატური მარეგულირებელი ვენტილი, ზოგჯერ უწოდებენ “მშრალ” სისტემას. ე.ი. საორთქლებელი შევსებულია არა თხევადი მაცივარაგენტით, არამედ სითხის წვეთებით ბურუსის სახით.

თერმომარეგულირებელი ვენტლის მუშაობა განისაზღვრება სამი წნევით, რომლებიც მოქმედებს მეძნობიარე ელემენტზე.  $P_1$  წნევა მოცულობაში იწვევს ვენტლის გაღებას, იგი იცვლება საორთქლებელში მაცივარაგენტის დუღილის ტემპერატურის მიხედვით. ვენტლის დაკეტვას იწვევს წნევა  $P_0$  საორთქლებელში და ზამბარის დაწოლის წნევა  $P_3$ . როდესაც ეს წნევები გათანაბრებულია, ვენტლის ღია მდგომარეობა რჩება უცვლელი და მაცივარაგენტის გასასვლელი კვეთი



*ნახ. №21 თერმობალონის სწორი და არასწორი დაყენება  
საორთქლებელზე*

არ იცვლება. თუ საორთქლებელში შემოდის მცირე რაოდენობის მაცივარაგენტი, თერმომარეგულირებელი ვენტილის ბალონი თბება და მასში წნევა  $P_1$  იზრდება, რის შედეგადაც ვენტილი იხსნება უფრო მეტად და მისი გამსვლელი კვეთის ფართი ფართოვდება. საორთქლებელში წნევის შემცირებას მიყვავართ იგივე შედეგებამდე. ხოლო, როცა ბალონში ტემპერატურა და მის შედეგად წნევა მცირდება, ვენტილი იკეტება. თუ სისტემიდან კომპრესორი მოხსნილია ან გამორთულია, წნევა  $P_0$  იზრდება და ვენტილი აგრეთვე იკეტება. თერმომარეგულირებელი გამაფართოვებელი ვენტილი არის პროპორციული რეგულირების საშუალება გადახურებულ მაცივარაგენტსა და საორთქლებელში ორთქლის ტემპერატურას შორის. მაცივარაგენტი, რომელიც ორთქლისა და სითხის ნარევი, შედის საორთქლებელში პოზიცია A-ს (ნახ. №21) გავლით, ხოლო პოზიცია E-სთან იგი უნდა იყოს მხოლოდ ორთქლის სახით. E და F წერტილებს შორის მაცივარაგენტი გადახურებულია. ეს ნიშნავს, რომ მისი ტემპერატურა მაღალია გაჯერებული ორთქლის ტემპერატურაზე. ასეთი მონაკვეთის არსებობა საორთქლებელში აუარესებს საორთქლებლის მწარმოებლურობას, მაგრამ ეს აუცილებელია ვენტილის სტაბილური მუშაობისათვის.

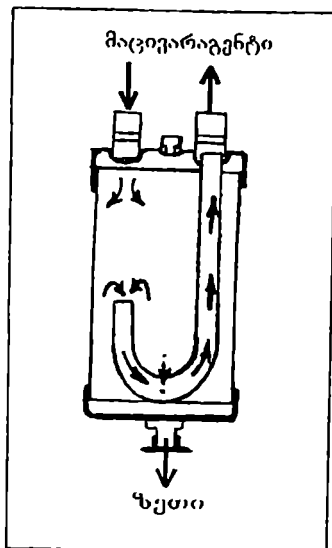


ნახ. №22 თერმოდინამიკური ვენტის განლაგების სქემა

მარეგულირებელი ზამბარის წნევა P3 განსაზღვრავს ბალონსა და საორთქლებელს შორის რა ტემპერატურათა სხვაობაზე გაიხსნება ვენტის. P3 -ის მნიშვნელობას “სტატიკურ გადახურებას” უწოდებენ.

### 5.2.8. ზეთამომყოფი

აუცილებელია, რომ კომპრესორი ყოველთვის შეზეთილი იყოს. მაცივარავენტის ორთქლთან ერთად იგი გადაქაჩავს ზეთის გარკვეულ რაოდენობასაც, ამის გამო არსებობს იმის საშიშროებაც, რომ კომპრესორიდან გადაიქაჩება დიდი რაოდენობის ზეთი. ამიტომ აუცილებელია გადაქაჩული ზეთის კომპრესორში სწრაფი დაბრუნება. გაცივების სისტემა მუშაობს გაცივებით უკეთესად, როცა ზეთი რჩება კომპრესორში. კონდენსატორში და საორთქლებელში მოხვედრილი ზეთი ამცირებს დანადგარის სიცივისმწარმოებლურობას. ძალიან დაბალ ტემპერატურაზე ზეთი უფრო ბლანტი ხდება და ძნელდება მისი საორთქლებლიდან გამოღევენა. ამის თავიდან ასაცილებლად სავაჭრო და მძლავრ სამაცივრო დანადგარებში გამოიყენებენ სპეციალურ აპარატს ზეთამომყოფს. როცა ორთქლი გამოდის კომპრესორიდან, ზეთამომყოფში ზეთი გამოიყოფა ცხელი დაჭირხნული ორთქლიდან. ზეთის გამოყოფა ხდება იმიტომ, რომ ორთქლის ნაკადის სიჩქარე



ნახ. №23 ზეთგამომყოფი

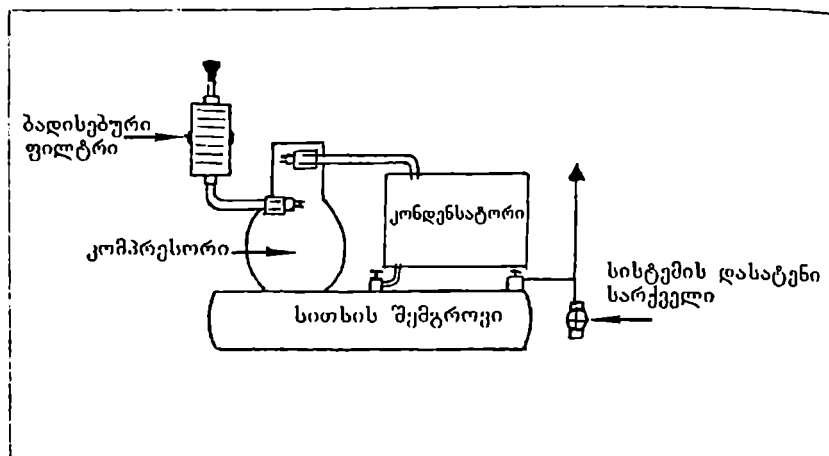
ზეთგამომყოფში მოხვედრისას მცირდება. ზეთი გროვდება ზეთგამომყოფში გარკვეულ დონემდე, ამის შემდეგ ტივტივა აღებს ნემსისებურ სარქველს და ზეთი ბრუნდება კარტერში.

### 5.2.9 ტენის ინდიკატორი

საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ მიღწეული იქნა შეთანხმება სხვადასხვა მაცივარაგენტებში ტენის კონცენტრაციის შესახებ. ამჟამად ტენის კონცენტრაციის მაქსიმუმი ჰუკ-12-ში შეადგენს 5%-ს, ჰუკ-22-ში 6%-ს, ხოლო R-502-ში - 3%-ს. ნებისმიერი მაცივარაგენტის ტენიანობის განსაზვრა ხდება ორფეროვანი ინდიკატორის მეშვეობით. მუქი მწვანე ფერი მიგვანიშნებს ტენის რაოდენობის ნორმაზე, ხოლო კაშკაშა ყვითელი - ტენის დიდ რაოდენობაზე. ჰუკ-134ა-სთვის შემუშავებულია ახალი Danfoss SGN ტიპის ტენის ინდიკატორები.

## 5.2.10 სითხის შემგროვი

სითხის შემგროვი წარმოადგენს ჭურჭელს, რომელიც აღჭურვილია ორი მუშა სარქველით, ერთი არის სარქველი შემგროვ ჭურჭელსა და კონდენსატორს შორის, ხოლო მეორე განთავსებულია სითხის ჩაზსა და შემგროვს შორის. ეს ორი სარქველი მომსახურე პერსონალს საშუალებას აძლევს შემგროვი ჭურჭელი გამოყოს სისტემიდან.



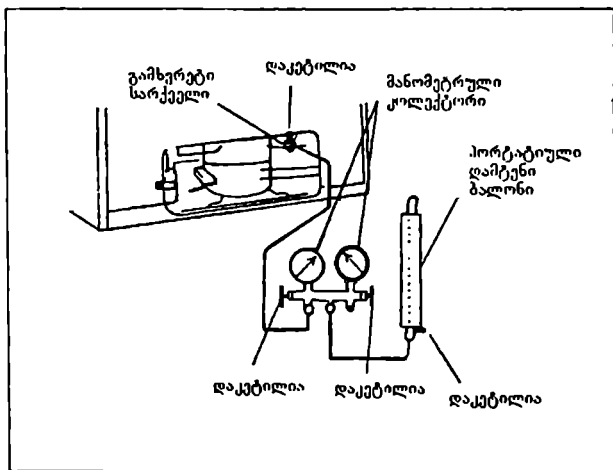
ნახ. №24 სითხის შემგროვი სამაცივრო აგრეგატთან ერთად

## 5.3 ციფრულსკალიანი ბალონით შევსება

სპეციალური შესავსები ბალონი, რომელსაც აქვს სითხის მზომი ინდიკატორი, მაცივარტექნიკოსს აძლევს იმის საშუალებას, რომ გაზომოს სისტემაში შეშვებული მაცივარაგენტის რაოდენობა. ზოგიერთ ბალონს აქვს ელექტროგამაზურებელი, რომელიც ხელს უწყობს მაცივარაგენტის აორთქლებას და ბალონში წნევის შენარჩუნებას. ამ დროს უსაფრთხოებისათვის და წნევაზე კონტროლისათვის აუცილებელია დამცავი სარქველის და თერმოსტატის გამოყენება.

სისტემას აქვს მანომეტრი და ხელის სარქველი, რომელიც მდებარეობს ბალონის ქვედა ნაწილში, და მისი საშუალებით ხდება

სისტემის დატენვა თხევადი მაცივარაგენტით. ბალონის ზედა ნაწილში აგრეთვე არის ანალოგიური სარქველი, რომელიც გამოიყენება სისტემის გაზით დატენის შემთხვევაში. ამ დროს აუცილებელია დამცავი სათვალეების გამოყენება.



ნახ. №25 ციფრულსკალიანი დამტენი ბალონის მიერთება

სისტემის დატენვა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. ბალონი და მანომეტრული კოლექტორის ცენტრალური ნაწილი ერთდება მილით და სრულდება სისტემის ვაკუუმირება, რის შემდეგაც იკეტება ყველა ვენტილი.
2. იღება კომპრესორის შემსვლელი სარქველი და კოლექტორის სარქველები.
3. იღება დამტენი ბალონის სარქველი და სრულდება სისტემის დატენვა. ამასთან საჭიროა ბალონის ინდიკატორზე დაკვირვება.
4. სათანადო რაოდენობის მაცივარაგენტის სისტემაში შესვლის შემდეგ იკეტება ბალონის სარქველი და სრულდება ანათვის ალება ბალონის ინდიკატორიდან.
5. იკეტება ყველა სარქველი.
6. სრულდება სისტემის ჰერმეტიზაცია.
7. სისტემა მოწმდება გაუნვაზე.

## 5.4 სავაჭრო სამაცივრო სისტემების მომსახურება

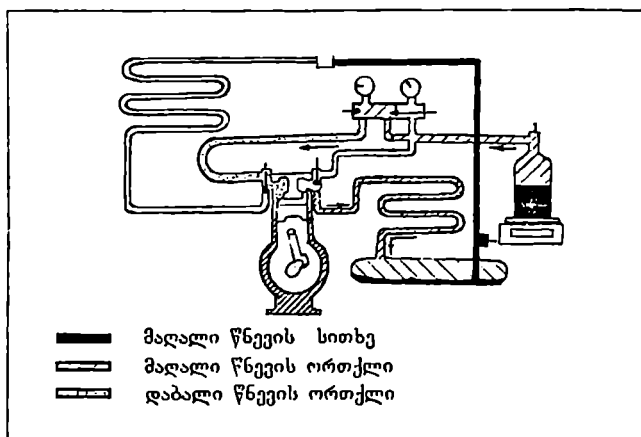
ზოგადად სავაჭრო სამაცივრო სისტემების ექსპლუატაცია და მიმდინარე რემონტი ხორციელდება ისევე, როგორც საყოფაცხოვრებო მაცივრების, მაგრამ სავაჭრო სამაცივრო სისტემების უმეტესი ნაწილი უფრო რთულია მართვის და მილების და აგრეგატების შეერთების თვალსაზრისით.

სავაჭრო სამაცივრო სისტემების შევსების დროს შესავსები მაცივარაგენტის რაოდენობა ყოველთვის წინასწარ უნდა აიწონოს. არსებობს სისტემის შევსების ორი წესი:

- 1) შევსება დაბალი წნევის მხრიდან;
- 2) შევსება მაღალი წნევის მხრიდან.

შევსება დაბალი წნევის მხრიდან.

სავაჭრო დახლმაცივრების შევსება დაბალი წნევის მხრიდან ისევე მიმდინარეობს, როგორც საყოფაცხოვრებო მაცივრების შევსების პროცესი. სავაჭრო სისტემების უმრავლესობას დაბალი წნევის მხრიდან შესავსებად აქვთ შესაბამისი მუშა სარქველები. დასატენი ბალონი



*ნახ. №26 სისტემის დატენვა დაბალი წნევის მხრიდან*

შეერთებული უნდა იყოს მანომეტრულ კოლექტორთან, ხოლო წნევის მხრიდან დასატენი ხაზი მთლიანად განსაკუთრებით სუფთა უნდა იყოს. ამ რეზინის მილებიდან ამოქაჩული უნდა იყოს ჰაერი და

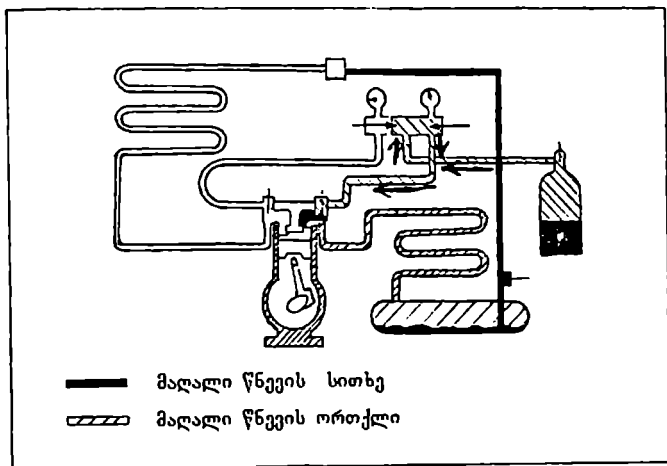


ტენი. შევსების პროცედურის დაწყების წინ აუცილებელია შეერთების გასინჯვა ჟონვაზე. ამ პრინციპით დატენვის დროს დასატენი ბალონი გამოიყენება როგორც სისტემის დროებითი საორთქლებელი.

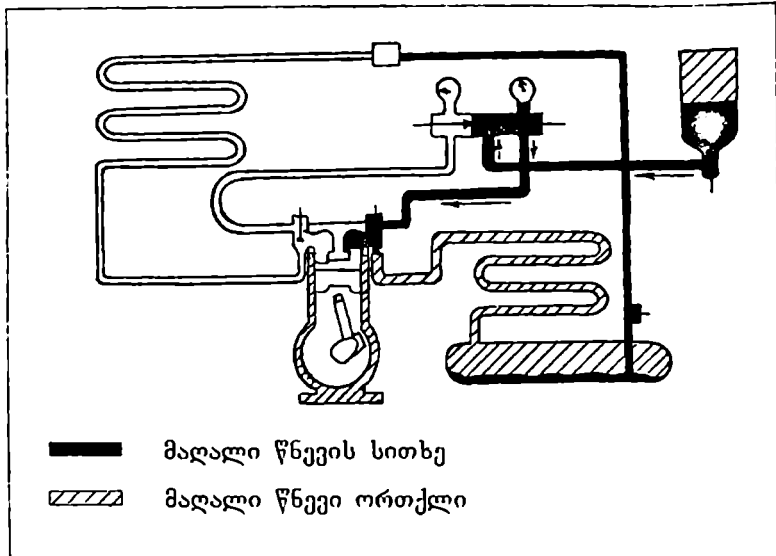
კომპრესორი მუშაობის დროს ამოქაჩავს ბალონიდან და საორთქლებლიდან მაცივარაგენტის ორთქლს. დატენვა შეიძლება დაეჭაროთ, თუ დავეკეტავთ შემწოვი ხაზის სარქველს, რის შედეგადაც შემცირდება საორთქლებლიდან მაცივარაგენტის ამოქაჩვა. დამტენ ბალონში აორთქლების გაზრდის მიზნით შეიძლება გამოვიყენოთ ცხელი წყალი. არ შეიძლება ბალონის ზომაზე მეტად გაცხელება და წნევის დაუშვებლად გაზრდა. მაღალმა წნევამ შეიძლება გადატვირთოს კომპრესორი, მცირე წნევამ კი შეიძლება მაცივარაგენტის შეწოვის მაგივრად გამოიწვიოს ზეთის შეწოვა. დატენვის მთელი პერიოდის განმავლობაში პროცესს თვალყურს უნდა ადევნებდეს მაცივარტექნიკოსი. აუცილებელია, რომ თხევადი მაცივარაგენტი არ მოხვდეს კომპრესორში, რადგან სითხე არ იკუმშება, და, თუ კომპრესორმა დაიწყო სითხის შეწოვა, ეს აუცილებლად გამოიწვევს სარქველების დამტვერვას.

შევსება მაღალი წნევის მხრიდან.

მართალია არარეკომენდირებულია, მაგრამ ზოგიერთი მაცივარტექნიკოსი შევსებას ახდენს მაღალი წნევის მხრიდან. ასეთი მეთოდით შევსებისას კომპრესორი გამორთული უნდა იყოს.



ნახ. №27 სისტემის დატენვა მაღალი წნევის მხრიდან



*ნახ. №28 სისტემის პირდაპირი დატენვა მაღალი წნევის მხრიდან*

ზოგიერთ სისტემას შემგროვზე აქვს თხევადი დატენვის სარქველი. აქედან დატენვა ძალიან საშიშია, რადგან ჰიდრაულიკურმა დარტყმამ შეიძლება გამოიწვიოს მილების გახეთქვა. მაგრამ დატენვის ეს წესი შეიძლება გამოყენებული იყოს სისტემის პირველადი დატენვისათვის, ოღონდ დიდი სიფრთხილით.

თუ ბალონს გადავაბრუნებთ და შევქმნით მასში უფრო დიდ წნევას, ვიდრე სისტემაშია, მაშინ თხევადი მაცივარაგენტი დაიწყებს სისტემაში გადასვლას. ასეთი პრაქტიკა საზიფათოდ ითვლება იმის გამო, რომ კომპრესორის გამშვები სარქველი ატარებს სითხეს, რომელიც შეიძლება მოხვდეს კომპრესორის ცილინდრში და დაზიანოს იგი გაშვების დროს. თუ აგრეგატს აქვს წყლით გაცივების სისტემა, მაშინ შემგროვში, რომელიც გრილდება წყლით, წნევა უფრო დაბალი იქნება ვიდრე ბალონში, და წნევათა სხვაობის გამო თხევადი მაცივარაგენტი გადადის სისტემაში. ეს მეთოდი ხორციელდება შემდეგნაირად:

1. დამტენი ბალონი ერთდება მანომეტრულ კოლექტორთან. არ შეიძლება ერთჯერადი ბალონების გამოყენება, რადგანაც ისინი შეიძლება აფეთქდეს.

2. ირთვება მცირე ხნით კომპრესორი და მისი საშუალებით ბალონში იწვევა წნევა, რომელმაც უნდა გადააჭარბოს კონდენსაციის წნევას 242 - 311კპა-ით.

3. ითიშება კომპრესორი.

4. გადაბრუნდება დამტენი ბალონი.

5. ბალონში არსებული მაღალი წნევა აიძულებს სითხეს გადავიდეს სისტემაში. ამ პროცესის დროს ისმის სითხის გადასხმის ხმა. ხმის შეწყვეტა ნიშნავს, რომ ბალონი დაცლილია. ამის შემდეგ ბალონი ჩაიხსნება სისტემიდან, და რამოდენიმე ხნის მერე სისტემა შეიძლება აქუსვადეს ჩვეულებრივად.

## 5.5 ჰაერის კონდიციონირების სისტემების მომსახურება

ფანჯრის კონდიციონერები. ამ ტიპის კონდიციონერების მონტაჟი შედარებით იოლია. კონდენსატორი მდებარეობს კონდიციონერის იმ ნაწილში, რომელიც მოთავსებულია შენობის გარეთ. გარემომცველი ჰაერი კონდენსატორს მიეწოდება ვენტილატორის საშუალებით. მეორე ვენტილატორი საორთქლებელთან ერთად მოთავსებულია შენობის შიგნით. იგი იწოვს ჰაერს ფილტრის გავლით და აწვდის მას საორთქლებელს. ჰაერის ორივე ვენტილატორი მოქმედებაში შეიძლება მოიყვანოს ერთმა ელექტროძრავმა.

არსებობს ასეთი კონდიციონერის რამოდენიმე ტიპი, პირველი მათგანი აცივებს და ფილტრის მეშვეობით ასუფთავებს ჰაერს. მეორე ტიპს სითბოს გამოსაყოფად დამატებით აქვს ელექტროგამაცხელებელი. მესამე ტიპი აღჭურვილია უკუციკლით, ე.წ. “თბური ტუმბო”, რომელიც უზრუნველყოფს არა მარტო გაცივებას, არამედ გათბობასაც.

ზოგიერთ აგრეგატში ჰაერის ნაკადის გაცივების სიჩქარე რეგულირდება სპეციალური ფირფიტების დახრის კუთხის ცვლით. სისტემის მუშაობას მართავს თერმოსტატი. საორთქლებლის შესასვლელზე მაგრდება თერმოსტატის ბალონი. ტემპერატურის ნორმალურ სხვაობად ითვლება დაახლოებით 3°C. თუ საორთქლებლიდან დაშორებული თერმოსტატის ელემენტებს გაუუკეთებთ იზოლაციას, მაშინ თერმოსტატი ტემპერატურის ცვლილებაზე რეაგირებას მოახდენს უკეთესად. ამ დროს კონდიციონერი უკეთესად აცივებს ჰაერს, და თერმოსტატი

დროზე გამოერთავს აგრეგატს. ამის გარდა იგი გამოერთავს აგრეგატს, თუ საორთქლებელს მოედება ყინული და არ ჩართავს მას, ვიდრე ყინული არ დადნება.

კომპაქტური დანადგარი წყლის გაცივებით.

კომპაქტური ჰაერის კონდიციონერი შეიძლება მოთავსებული იყოს ერთ კორპუსში. ასეთი აგრეგატის სიმძლავრე მერყეობს ნაკვტ-დან 30 კვტ-მდე. ისინი ხშირად გამოიყენება მცირე სავაჭრო ორგანიზაციებში, რესტორნებში, ბანკებში და სხ.

კომპაქტურ დანადგარებს შეიძლება ჰქონდეთ კონდენსატორის წყლით ან ჰაერით გაცივების სისტემა. ჰაერით გაცივების სისტემები გამოიყენება იქ, სადაც პრობლემატურია წყლით მომარაგება. კონდენსატორის გასაცივებლად შენობის გარეთ სპეციალურად გაყვანილი უნდა იყოს ჰაერის არხები.

გასაცივებელი ჰაერი შედის დანადგარის ქვემოთ მოთავსებულ მესერში, ხოლო გაცივების შემდეგ ვენტილატორის მეშვეობით გამოიდევენება დანადგარის ზედა ნაწილიდან. კომპრესორი და კონდენსატორი ჩამონტაჟებულია დანადგარის ქვედა ნაწილში, ვენტილატორი დანადგარის შუა ნაწილშია, ხოლო საორთქლებელი ზედა ნაწილში. ამ დანადგარებს აგრეთვე აქვთ ჰაერის ნაკადის მიმართველი.

ასეთი ტიპის დანადგარების მომსახურების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს წყლის ნაკადს, რომელიც კონდენსატორში გადის. საქალაქო წყალმომარაგების სისტემასთან ამ დანადგარის შეერთების ხაზზე წყლის ნაკადის რეგულირებისათვის უნდა დამონტაჟდეს სარქველი, რათა შევინარჩუნოთ მუდმივი კონდენსაციის წნევა. ეს წნევა არ უნდა იყოს 12 კპა-ზე დაბალი.

აგრეგატის დამონტაჟების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს სატრანსპორტო დამჭერებს. ეს დამჭერები განკუთვნილია კომპრესორის ამორტიზატორების მყარი ფიქსაციისათვის, რათა ტრანსპორტირების დროს კომპრესორებს არ ჰქონდეთ მოძრაობის საშუალება. დამონტაჟების დროს ეს მომჭერები აუცილებლად უნდა მოიხსნას. არ შეიძლება კომპრესორის ჩართვა ამ მომჭერების მოხსნამდე.

ყოველკვირეულად უნდა ჩატარდეს შემდეგი შემოწმებები:

1. ღვედების მდგომარეობა.
2. ვენტილატორის სიჩქარე.
3. ტუმბოს სიჩქარე.
4. ყველა სარეზერვო ბლოკის მდგომარეობა.
5. წყალ-გაყვანილობის მდგომარეობა.
6. მართვის სისტემების მუშაობა.
7. ზეთის დონე.
8. მაცივარაგენტის მილგაყვანილობის შეერთების ადგი-

ლები. 9. წყლის გაცივების სისტემა. 10. წყლის ფილტრები. 11. წყალმომარაგების რეგულირება.

ყოველთვიურად უნდა შემოწმდეს: 1. სამაცივრო სისტემის მდგომარეობა. 2. ფილტრების მდგომარეობა. 3. დამტენიანებელი. 4. დამცავი სარქველები. 5. წყლის ნაკადის ტუმბო. 6. სავენტილაციო ბადეები და დიფუზორები. 7. იზოლაციის მდგომარეობა, ვიბრაცია და ცვეთა.

ექვს თვეში ერთხელ საჭიროა: 1. გასუფთავდეს ვენტილატორზე და კომპრესორზე დაგროვილი ჭუჭყი. 2. მოცილდეს ჭუჭყი სავენტილაციო ბადეებს და დიფუზორებს.

წელიწადში ერთხელ საჭიროა: 1. გაისინჯოს კომპრესორის მუშაობის ეფექტურობა. 2. ტუმბოების მუშაობის ეფექტურობა. 3. მოცილდეს ჭუჭყი წყლის კონტურიდან. 4. გაისინჯოს მოქმედებაში ყველა ხელის სარქველი.

ორ წელიწადში ერთხელ მოწმდება კონდენსატორის ზედაპირები. განცალკევებული (სპლიტ) ტიპის ჰაერგამაცივებლები.

ასეთი სისტემები წარმოადგენს ჰაერგამაცივებელ დანადგარებს რომელთა კონდენსატორი შეერთებულია მილგაყვანილობის საშუალებით საორთქლებელთან. გარე აგრეგატი შედგება ჰერმეტიკული კომპრესორის, რესივერის, სარქველის, კონდენსატორის, ელექტროძრავისაგან და ვენტილატორისაგან. შიდა ნაწილშია მხოლოდ საორთქლებელი, ვენტილატორი და ჰაერის ნაკადის მარეგულირებელი. ასეთი აგრეგატის მომსახურების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მწარმოებლის ინსტრუქციას. ტექნიკურ აბრაზე მითითებულია მაცივარაგენტის ტიპი და რაოდენობა. აგრეგატის დატენვის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს მილგაყვანილობის სიგრძე.

მაცივარაგენტის დატენვის და ამოღების დროს საჭიროა:

1. ბოლომდე დაიკეტოს შიდა აგრეგატის ჩამკეტი სარქველები.

2. შეერთდეს შიდა და გარე აგრეგატები მაცივარაგენტის მილგაყვანილობის საშუალებით.

3. დასატენი შლანგებით შეერთდეს მანომეტრული კოლექტორის გავლით ვაკუუმტუმბო. აგრეთვე მიუერთდეს მაცივარაგენტის და აზოტის ბალონები.

4. აზოტის საშუალებით გაიზარდოს წნევა და შემოწმდეს სისტემა ჟონვაზე.

5. ჩართოს ვაკუუმტუმბო და მოხდეს სისტემის ვაკუუმირება.
6. გაიხსნას სარქველი ორთქლის ხაზზე.
7. ცოტათი გაიხსნას სარქველი სითხის ხაზზე.
8. ჩართოს სისტემა და მოხდეს მისი შევსება.
9. როცა მაცივარაგენტის საჭირო რაოდენობა გადაიქაჩება სისტემაში, მოხდეს სისტემის იზოლირება დასატენი მოწყობილობებიდან.
10. დატენვის დამთავრების შემდეგ ბოლომდე გაილოს სისტემაში სარქველები.
11. მოხდეს სისტემის შემოწმება ჟონვაზე.

### საავტომობილო კონდიციონერები.

ავტომობილების კონდიციონირება შეიცავს გათბობას, გაცივებას და გამოშრობას. სალონის გასათბობად უმეტეს შემთხვევაში გამოიყენება ცხელი წყალი ძრავის გამაცივებელი სისტემიდან. სალონის გასაგრილებლად ირთვება სამაცივრო სისტემა, რომლის კომპრესორიც ღვედების საშუალებით მოძრაობაში მოჰყავს ავტომობილის ძრავს. კონდიციონერის მუშაობის დროს ავტომობილის სალონში მცირდება ტენიანობა. ამის გარდა ტენი, რომელიც იქმნება საორთქლებლის ზედაპირზე იწოვს მტვერსა და სხვა ჰაერში არსებულ ნაწილაკებს. მტვერის ეს ნაწილაკები სადრენაჟო მილის საშუალებით კონდენსატთან ერთად გადის ავტომობილიდან. ე.ი. ჰაერის კონდიციონერი არა მარტო აგრილებს, არამედ სალონის ჰაერსაც ასუფთავებს.

საავტომობილო კონდიციონერი შედგება იგივე ელემენტებისაგან, რაც საყოფაცხოვრებო კონდიციონერი, მაგრამ განსხვავებულია ექსპლუატაციის პირობები. რადგან კომპრესორი მოძრაობაში მოჰყავს ავტომობილის ძრავს, კომპრესორის ბრუნვის სიჩქარე იცვლება ძრავის სიჩქარის მიხედვით. საკონდიციონერო სისტემას აქვს საკმარისი სიმძლავრე, რათა მოახდინოს ავტომობილის სალონის კონდიციონირება ყველაზე ცხელ ამინდშიც კი.

ცვალებად ამინდს შეუძლია გამოიწვიოს პრობლემები, რომლებიც მდგომარეობს როგორც ტემპერატურის რეგულირებაში, ასევე სისტემის მუშაობაში. ზოგადად ავტომობილებში კონდიციონერის გამოყენება ზრდის საწვავის ხარჯს 10%-ით.

კომპრესორის გამორთვა და ჩართვა სრულდება სპეციალური გადაბმის მექანიზმის საშუალებით, რომელიც იმართება ელექტრონული სქემით. თუ კონდიციონირების სისტემა არ ფუნქციონირებს, პირველ რიგში საჭიროა შემოწმდეს ღვედების დაჭიმულობა და გადაბმის

მექანიზმი. ეს მექანიზმი შეიძლება დაზიანდეს საკისრის მწყობრიდან გამოსვლის გამო, და თავის მხრივ გააფუჭოს კომპრესორის ჩობალი. ჩობალის დაზიანება იწვევს მაცივარაგენტის ატმოსფეროში გაჟონვას, რასაც მთელი სისტემა გამოყავს მწყობრიდან.

საავტომობილო კონდიციონერებში ყველაზე ხშირად ადგილი აქვს შემდეგი ტიპის გაუმართაობებს:

1. გაცივების ეფექტის დაკარგვა.
2. ხმაური.
3. ვიბრაცია.
4. არამუდმივი გაცივება.

სისტემის მომსახურების დაწყების წინ საჭიროა კარგად გამოვიკლიოთ იგი, რათა გვეჩვენოს წარმოდგენა სისტემის მდგომარეობის შესახებ. მისი მომსახურება ხდება იგივე სახით, როგორც საყოფაცხოვრებო კონდიციონერებში. ზოგიერთ კომპრესორს აქვს მოწყობილობა სადიაგნოსტიკო ხელსაწყოებისათვის. დაჭირხენის და შეწოვის ხაზში წნევის ნორმიდან გადახრა მიგვითითებს მომსახურების ჩატარების აუცილებლობაზე.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ზეთის დროულ დამატებას სისტემაში. კომპრესორში უნდა იყოს საჭირო რაოდენობის და სიბლანტის ზეთი. ის უნდა იყოს სუფთა და არ შეიცავდეს ტენს. ზეთის რაოდენობის გადაჭარბებას მივყავართ სიცივისმწარმოებლურობის შემცირებამდე. ხოლო ზეთის დაკლება იწვევს საკისრების, დგუშების და სარქველების ცვეთას, ამიტომ აუცილებელია სისტემის ყოველი მომსახურების დროს შემოწმდეს ზეთის დონე. ზეთის შესამოწმებლად სისტემაზე უნდა დადგეს კოლექტორი და ამოიქაჩოს სისტემიდან მაცივარაგენტი. შემწოვი ხაზის სარქველი საჭიროა დაიკეტოს ბოლომდე და კომპრესორმა უნდა იმუშაოს მანამ, სანამ მანოვაკუუმმეტრი არ გვიჩვენებს ნოლს. შემდეგ იკეტება დამჭირხნი სარქველი, იხსნება ზეთის დონის სასინჯი ღერძი და ისინჯება მასზე ზეთის დონე. თუ შეინიშნება ზეთის ნაკლებობა აუცილებელია ზეთის დამატება. სხვადასხვა კომპრესორებში სხვადასხვა ზეთის სასინჯი მოწყობილობაა.

## 5.6 მომსახურების საერთო წესები

საჭიროა გვახსოვდეს სამაცივრო სისტემების მომსახურების შემდეგი წესები:

➤ საორთქლებელში უნდა იყოს საკმარისი თხევადი მაცივარაგენტი.

➤ საორთქლებლის წნევა უნდა იყოს ისეთი, რომ მაცივარაგენტმა დაიწყოს დუდილი სასურველ ტემპერატურაზე.

➤ კონდენსატორში ორთქლი უნდა შედიოდეს საჭირო წნევით და ტემპერატურით.

➤ კონდენსატორში უნდა იყოს ორთქლისათვის საკმარისი ადგილი.

➤ მიღები უნდა იყოს საკმარისად დიდი და რაც შეიძლება ნაკლები წინაღობით. სითხის ხაზში უნდა იყოს მხოლოდ თხევადი მაცივარაგენტი.

➤ დიაგნოსტიკის პროცესი იწყება წნევების გაზომვით მაღალი და დაბალი წნევების ხაზებზე. აგრეთვე საორთქლებელში დუდილის ტემპერატურის გაზომვით. თუ კომპრესორს აქვს სათვალთვალო მინა, უნდა გაისინჯოს ზეთის დონე.

ზელის შეხებით შეწოვის ხაზი ცივი უნდა იყოს, ხოლო დაჭირხვნის თბილი.



## თავი 6. ამოღება, გადაფუჭავიბა და უტილიზაცია.

ყოველთვის არსებობს სისტემაში მაცივარაგენტის ტიპის ამოცნობის აუცილებლობა, რათა ვიცოდეთ, რომელი მაცივარაგენტი შევავსოთ სამაცივრო სისტემა.

მაცივარაგენტები შეიძლება ამოვიცნოთ ერთერთი შემდეგი მეთოდით:

I. მაცივარაგენტის ტიპი ნაჩვენებია აგრეგატის ტექნიკური მონაცემების ცხრილში.

II. თერმომარეგულირებელი ვენტილით, რომელიც სხვადასხვა მაცივარაგენტებისთვის სხვადასხვაა.

III. მულმივი წნევით მოცემულ ტემპერატურაზე.

### 6.1 მაცივარაგენტების ამოღება

მცირე ბალონების ავსება მაცივარაგენტებით დაკავშირებულია რისკთან, აუცილებლად უნდა ვიხელმძღვანელოთ მაცივარაგენტების მწარმოებლების მიერ მოცემული წესებით. ყურადღება მიაქციეთ შემდეგს:

1. არ გადაავსოთ ბალონი.

2. არ შეუროთ მაცივარაგენტები ერთმანეთში.

3. გამოიყენეთ მხოლოდ სუფთა ბალონები, რომლებიც არ შეიცავენ დამაბინძურებელ ელემენტებს.

4. გამოყენებამდე მოახდინეთ ყოველი ბალონის ვიზუალური დათვალიერება, დარწმუნდით, რომ მას არა აქვს გასული წნევაზე გამოცდის ვადა.

5. მაცივარაგენტების ამოსაღებად განკუთვნილი ბალონების მარკირება სხვადასხვა ქვეყანაში ხდება სხვადასხვაგვარად (ყვითელი ფერის მარკირება - ამერიკაში; მწვანე ფერის - საფრანგეთში).

6. ბალონები აღჭურვილნი უნდა იყონ სითხის და გაზის სარქველებით და ასევე წნევის განმტვირთი მოწყობილობებით.

მაცივარაგენტის ამოღება სამაცივრო სისტემიდან შეიძლება რამოდენიმე გზით:

1. მაცივარაგენტის გადაქაჩვა ორთქლის სახით.

2. თხევადი მაცივარაგენტის ამოღება.

3. თხევადი მაცივარაგენტის გადაღინება “შეშვება-გამოშვების” მეთოდით.

მაცივარაგენტის ამოსაღებად ყველაზე მოსახერხებელია შემგროვი დანადგარების გამოყენება. ასეთი მოწყობილობების ტექნიკური სრულყოფა და მათზე მოთხოვნები განუწყვეტლივ იზრდება.

შეგროვების პროცესისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მაცივარაგენტების ღრეკად მიღებს. ყველაზე მინიმალურ დასაშვებ დიამეტრად მიღებულია 9მმ-იანი მილები, სასურველია 12,5 მმ-ის დიამეტრის მილები. დღეისათვის არ არსებობს რაიმე საპატიო მიზეზი ფტორნახშირბადიანი მაცივარაგენტების ატმოსფეროში გაშვებისა.

მაცივარაგენტის ამოსაღები მოწყობილობა უერთდება სისტემას არსებული მუშა სარქველების მეშვეობით, რომლებიც ჩართულნი არიან ხაზში, ან ხაზის გასახვრეტი მოწყობილობით. ამ მოწყობილობებს შეუძლია მაცივარაგენტის გადაქაჩვა, როგორც თხევადი, ასევე ორთქლის სახითაც. ბევრი სისტემა შეიცავს სტაციონალურ ბალონს მაცივარაგენტების შესანახად. დიდი სიფრთხილეა საჭირო, რათა კომპრესორმა არ შეიწოვოს თხევადი მაცივარაგენტი. იმ შემთხვევაში, თუ მაცივარაგენტის ამოსაღები დანადგარი არ არის აღჭურვილი სითხის გადასაქაჩი ტუმბოთი, ან არ არის გათვლილი სითხეზე მუშაობისათვის, მაშინ სისტემიდან უნდა იყოს მოცილებული სითხე, რისთვისაც გამოიყენება ორი ბალონი და ამოსაქაჩი მოწყობილობა. ამ ბალონებს უნდა ჰქონდეთ ორი სარქველი, ერთი თხევადი მაცივარაგენტისათვის, ხოლო მეორე კი გაზისათვის. ცილინდრის სითხის არხი საჭიროა შეერთდეს სამაცივრო სისტემის სითხის ხაზზე, ხოლო ორთქლის არხი დანადგარის შემავალ სარქველზე. დანადგარი ცილინდრიდან იწოვს ორთქლს, რაც იწვევს ცილინდრში წნევის შემცირებას. ცილინდრში სისტემასთან შედარებით დაბალი წნევის არსებობა უზრუნველყოფს სითხის გადაღინებას სისტემიდან ცილინდრში. პროცესის ხანგრძლივობის გამო საჭიროა დიდი ყურადღება.

მეორე ბალონი გამოიყენება პირველი ცილინდრიდან ამოქაჩული მაცივარაგენტის შესაგროვებლად. იმ შემთხვევაში თუ სისტემა აღჭურვილია მაცივარაგენტების შესანახი სტაციონალური ბალონებით, მაშინ ეს პროცედურა აღარ დაგვჭირდება. თხევადი მაცივარაგენტების სისტემიდან ამოღების შემდეგ, დარჩენილი მაცივარაგენტი ამოღებული უნდა იქნეს ორთქლის სახით.

არსებობს თხევადი მაცივარაგენტის ამოღების სხვა გავრცელებული მეთოდებიც, რომელიც ცნობილია ეგრეთწოდებული 'შეშვება-გამოშვების' მეთოდის სახით. ამ შემთხვევაში საჭიროა შეერთდეს



ცილინდრის გაზის სარქველი ამოსაღები დანადგარის ორთქლის ხაზის სარქველთან, ხოლო ცილინდრის სითხის სარქველი სამაცივრო აგრეგატის სითხის მხარესთან. მუშაობის პროცესში ცილინდრში წნევის შემცირებასთან ერთად, დანადგარი იწყებს მაცივარაგენტის გაწოვას სამაცივრო აგრეგატიდან. ცილინდრიდან გაწოვილი ორთქლი ამოსაღები დანადგარის მიერ უკან ბრუნდება აგრეგატის ორთქლის ხაზში.

მაცივარაგენტის ამოღება შეიძლება მოხდეს ორთქლის სახითაც, რომელიც ნაჩვენებია 30-ე ნახაზზე. დიდი მოცულობის სამაცივრო სისტემებში ეს პროცედურა მოითხოვს უფრო დიდ დროს ვიდრე თხევადი მაცივარაგენტის ამოღება.

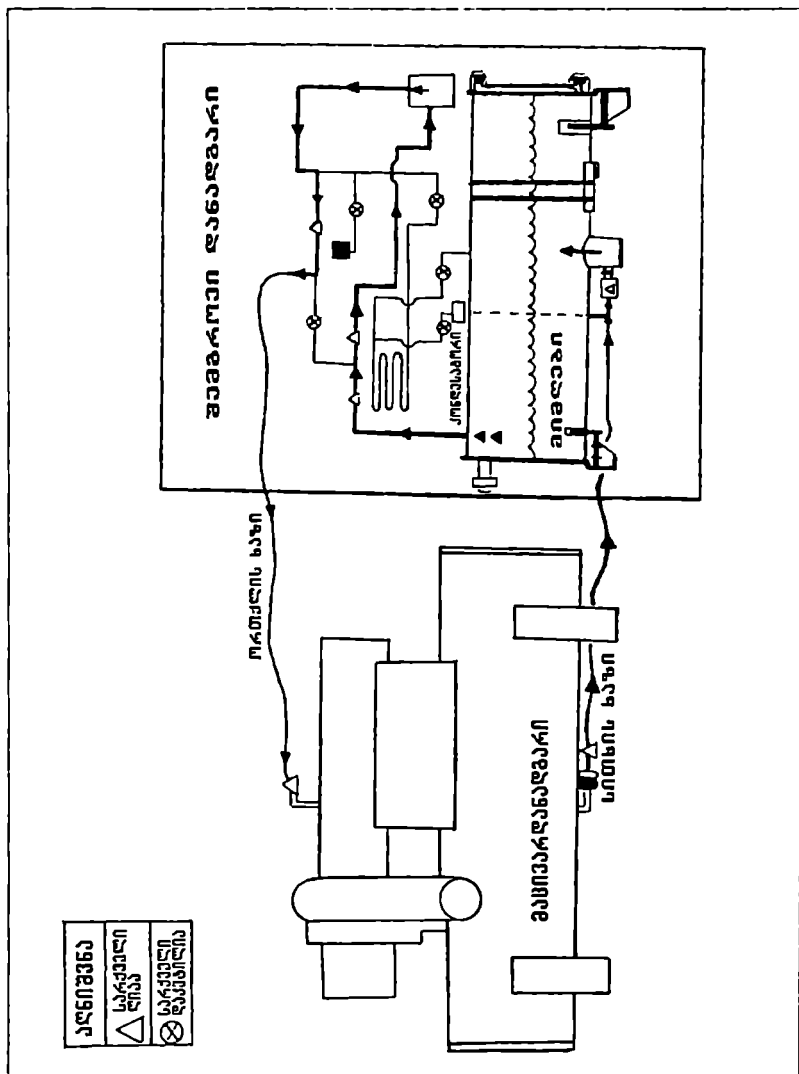
შლანგები, რომლებიც აკავშირებენ მაცივარაგენტის ამოსაღებ დანადგარს, გაწოვის სისტემებს და ცილინდრებს, სასურველია იყოს რაც შეიძლება მოკლე.

სამაცივრო სისტემიდან მაცივარაგენტის ამოღების აუცილებლობის შემთხვევაში, შეიძლება ვისარგებლოდ თვითონ სისტემის კომპრესორით. ასეთ შემთხვევაში ამ პროცედურის ჩატარება დამოკიდებული იქნება სისტემაში სარქველების განლაგებაზე.

სისტემა შეიძლება დაიცალოს ტრადიციული მეთოდითაც, როდესაც მაცივარაგენტი გადაიქაჩება გაცივებულ ცილინდრში, ან გამოყენებულია ცივი ცილინდრი კონდესატორადაც და მიმღებადაც.

მაცივარაგენტის ამოღების პროცესი დაკავშირებულია სხვადასხვა პოტენციურ რისკთან, ამიტომ მაცივარაგენტის ამოღების და გადამუშავების პროცესები უნდა კონტროლირდებოდეს.

დამაბინძურებელ ელემენტებად, რომლებსაც შეიცავენ მაცივარაგენტები, გვევლინებიან: მჟავები, ტენი და სხვა ნაწილაკები. ამ დამაბინძურებელი ელემენტების მცირე კონცენტრაციამ შეიძლება შეამციროს სამაცივრო სისტემების მუშაობის ხანგრძლივობა. ამიტომ რეკომენდირებულია გაისინჯოს მაცივარაგენტები მეორადი გამოყენების წინ. მაცივარაგენტები, რომლებიც ამოღებულია გადამწვარი ჰერმეტიკულ კომპრესორიანი სამაცივრო სისტემებიდან, შესაძლებელია მეორეჯერ გამოვიყენოთ გადამუშავების შემდეგ. იმისათვის, რათა, სისტემიდან ამოღებულ ზეთში გავიგოთ მჟავის შემცველობა, უნდა გამოვიყენოთ სამაცივრო ზეთის ტესტირების კომპლექტი.



ნაზ. №30 მკვირავენტის აძილება სითხის საზით

## 6.2 რეციკლირების ტექნოლოგია

გადამუშავება ყოველთვის წარმოადგენს სამაცივრო ტექნიკის მომსახურების ნაწილს. არსებობს გადამუშავების მთელი რიგი სხვადასხვა საშუალებები, რომელიც ხორციელდება დანადგარების ორი ტიპით. პირველში გათვალისწინებულია მაცივარაგენტის ერთჯერადი გადამუშავება, ხოლო მეორეში მრავალჯერადი.

ერთჯერადი გადამუშავების რეციკლირების სისტემაში მაცივარაგენტი გადის გამომშრობ ფილტრში. გადამუშავების პროცესს სისტემაში მაცივარაგენტი გადის მხოლოდ ერთხელ, ხოლო შემდეგ გადადის ბალონში შესანახად.

მრავალჯერადი გადამუშავების სისტემებში მაცივარაგენტი გამომშრობ ფილტრს გაივლის რამდენიმეჯერ. გარკვეული დროის ან გარკვეული რაოდენობის ციკლის შემდეგ მაცივარაგენტი გროვდება შესანახ ბალონში. სხვადასხვა მაცივარაგენტის გადამუშავებისას მაცივარაგენტების ხარისხის გარანტიად არ შეიძლება მივიღოთ ერთნაირი დრო, რადგან მათში არის ტენის სხვადასხვა რაოდენობა.

მაცივარაგენტის გადამუშავების სპეციალისტმა ყურადღება უნდა მიაქციოს შემდეგ საკითხებს: 1) შესაძლებელია თუ არა მაცივარაგენტის დაბრუნება იმავე სისტემაში საიდანაც ის იქნა ამოღებული. 2) არის თუ არა სისტემა განკუთვნილი დემონტაჟისათვის. 3) მაცივარაგენტის იმავე სისტემაში დასაბრუნებლად საჭირო არის თუ არა მისი გადამუშავება. 4) მაცივარაგენტისგან ზეთის გამონთავისუფლების შემდეგ მასში მაინც რჩება სხვა დამაბინძურებელი ელემენტები.

კომპრესორის გადაწვისას თავს იჩენს არსებითი პრობლემები. გადაწვა წარმოადგენს ჰერმეტიკული კომპრესორის შიგნით ელექტროწრფის დაზიანებას, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს მთელი რიგი სხვადასხვა ფაქტორებით. მაცივარაგენტის დაბინძურება ასეთ შემთხვევაში შეიძლება იყოს როგორც უმნიშვნელო, ასევე მნიშვნელოვანი. კომპრესორის დაწვის შემდეგ დაბინძურების თვალსაზრისით სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენს მთავა.

## 6.3 რეგენერაციის ტექნოლოგია

რეგენერაცია განისაზღვრება როგორც მაცივარაგენტის მეორადი გადამუშავება სისუფთავის სასურველ ხარისხამდე. ყველა მწარმოებელი

იძლევა რეკომენდაციას იმასთან დაკავშირებით, რომ ამოღებული და გადამუშავებული მაცივარაგენტის სისუფთავის ხარისხი უტოლდებოდეს ქარხნის მიერ გამოშვებულ მაცივარაგენტის ხარისხს.

გადამუშავების ძირითად არსს წარმოადგენს ანალიზების მთლიანი ციკლის ჩატარება და ამოღებული მაცივარაგენტის გადამუშავება მწარმოებლის მიერ სერთიფიკატში მითითებულ ტექნიკურ მოთხოვნებამდე.

ბევრ სხვადასხვა გადასამუშავებელ დანადგარს შეუძლია უზრუნველყოს გადამუშავებული მაცივარაგენტის სისუფთავის სასურველი დონე.

გადასამუშავებელ სისტემაში მაცივარაგენტი შედის როგორც ორთქლის, ისე სითხის სახით. თავდაპირველად იგი ხვდება შერევის საკანში, სადაც მიმდინარეობს სიჩქარის დაცემა, რაც იძლევა ორთქლის შემრევის ზედა ნაწილში ასვლის საშუალებას. ამ პროცესის მიმდინარეობის დროს დამაბინძურებელი ნივთიერებები — სპილენძის ფხაურები, ნახშირბადი, ზეთი, მჟავები და სხვა ელემენტები გროვდება სეპარატორის ძირში. დისტილირებული ორთქლი გადადის კონდენსატორში, რომელიც ცივდება გარემოს ჰაერით, და მაცივარაგენტი თხევადდება. შემდეგ სითხე ხვდება სტაციონალურ შესანახ საკანში. საკანის შიგნით საორთქლებლის ბლოკი ახდენს ტემპერატურის დაცემას  $56^{\circ}\text{C}$ -დან გადამეტსურების ტემპერატურამდე, რომელიც ტოლია  $3-4^{\circ}\text{C}$ . არასტაციონალური გამოშრობი ფილტრი მაცივარაგენტს აცლის ტენს და მასთან ერთად დამაბინძურებელ მიკრონაწილაკებს.

გაცივებული მაცივარაგენტის შენახვა შეიძლება ნებისმიერ ცილინდრში.

## 6.4 ამოღებული მაცივარაგენტების უსაფრთხო მოხმარება

1) თავდაპირველად აუცილებლად უნდა გავეცნოთ მოწყობილობებს, რომლებიც გამოიყენებიან მაცივარაგენტის ამოსაღებად. თხევადი მაცივარაგენტების კანთან შეხებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს მისი სერიოზული დაზიანება, არ დაუშვათ მაცივარაგენტის კანთან კონტაქტის შესაძლებლობა, ამისათვის უნდა ვისარგებლოდ დამცავი ხელთათმანებით და სახელოებით.

2) მაცივარაგენტი შეიძლება ამოვიღოთ ძლიერ დაბინძურებული

სისტემიდან. მკავა წარმოადგენს დაშლის პროდუქტს, ამ დროს შეიძლება წარმოიქმნას როგორც ქლორწყალბადის, ისე ფტორის მჟავები. დაბინძურებული დანადგარის მომსახურების დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ უსაფრთხოების საჭირო ზომები, რათა არ მოხდეს ზეთის წვეთების შეხება მაცივარაგენტის ორთქლიდან კანზე ან ტანსაცმელზე.

3) გამოვიყენოთ დამცავი მოწყობილობები, ისეთები როგორცაა დამცავი სათვალეები, სპეცტანსაცმელი, ხელთათმანები, დამცავი ქულები და სხვა.

4) მაცივარაგენტის ორთქლი შეიძლება იყოს სახიფათო, თუ ის მოხვდა სასუნთქ არხში. შენობა აღჭურვილი უნდა იყოს არაინტენსიური ვენტილაციით.

5) დარწმუნებული უნდა ვიყოთ იმაში, რომ მოწყობილობის ყველა ძალოვანი კაბელი გამორთულია წრედიდან. საჭიროა გამოვრთოთ კვების ბლოკი ავარიული ამომრთველისა და მახლოკირებელი მოწყობილობების მეშვეობით.

6) არ შეიძლება გადავავსოთ ცილინდრი უსაფრთხოების დონეზე მეტად. ნებისმიერი ცილინდრი უნდა აივსოს მხოლოდ თავისი მოცულობის 80%-ით.

7) ცილინდრის ტრანსპორტირებისას ვისარგებლოთ სათანადო ბორბლებიანი ურიკით. ხელის ურიკის გამოყენებისას აუცილებლად მაგრად დავამაგროთ ცილინდრი, არასოდეს არ ვავორაოთ იგი. გამოვიყენოთ ავტომტვირთავი ჩანგლისებური სატაცით.

8) გამოვიყენოთ მაღალი ხარისხის შლანგები, დარწმუნებული უნდა ვიყოთ შეერთების წერტილების ჰერმეტიულობასა და სიმტკიცეში. რეგულარულად შესამოწმებელია შლანგების შუასადებები.

9) შლანგები და ელექტროდამაგრძელებელი სადენები ზშირად ქმნიან პრობლემებს. შლანგები უნდა განლაგდეს თვალსაჩინოდ, რათა შემცირდეს რისკის დონე.

10) საჭიროა აღინიშნოს ბალონები და კონტეინერები ნორმატიული ლოკუმენტების მიხედვით.

11) გადაბუშავებისას უნდა მივმართოდ გადამაბუშავებელ დაწესებულებებს.

12) უზრუნველვყოთ ყველა კონტეინერის უსაფრთხო მდგომარეობა შესაბამისი თავსახურით და მარკირებით.



## 6.5 მაცივარაგენტის ამოღება სხვადასხვა ტიპის მაცივარდანაღვარიდან

მაცივარაგენტი შეიძლება ამოვიღოთ საყოფაცხოვრებო სამაცივრო აგრეგატიდან, რომელსაც არა აქვს სარქველები. მისი ამოსაღები მოწყობილობა სისტემას უკავშირდება გამხვრეტი ხელსაწყოს მეშვეობით. გასახვრეტი ხელსაწყო სისტემაში არ შეიძლება დარჩეს მუდმივად საშუაოდ, როგორც წესი, ეს სარქველები იხსნება სისტემიდან მუშაობის დამთავრების შემდეგ.

რადგანაც სისტემაში მაცივარაგენტის მოცულობა მცირეა, მისი ამოღებისას გამოიყოფა მხოლოდ ორთქლი. რეკომენდირებულია გასახვრეტი სარქველების დაყენება დაბალი წნევის მხარეს.

ჰაერის კონდიციონერების სისტემის დანადგარები აღჭურვილნი არიან მომსახურების სარქველებით, რომლებიც დაყენებულია მილგაყვანილობის ხაზებზე. ასეთი ტიპის სისტემებიდან მაცივარაგენტის ამოღებისას თავდაპირველად ამოსაღებია თხევადი მაცივარაგენტი, რადგანაც სისტემაში იგი შეიძლება იყოს ძალიან დიდი რაოდენობით. სითხის მილგაყვანილობა მიერთებულია ბალონის სითხის ხაზზე. ცილინდრის ორთქლის მხარე მიერთებულია ამოსაქაჩი დანადგარის შეწოვის ხაზზე. ამოსაქაჩი დანადგარის დაჭირხენის მხარე დაკავშირებულია კონდიციონერის დაბალი წნევის ხაზთან. ამოსაღები დანადგარის განმტვირთავი მხარე შეიძლება ჩაირთოს კონდიციონერის სითხის ხაზის სარქველებთან. ამოსაღები დანადგარის მუშაობის შედეგად შექმნილი წნევათა სხვაობის გამო, სითხე გადაედინება კონდიციონერიდან ცილინდრში.

სითხის ამოღების დასრულების შემდეგ, სისტემაში ორთქლის სახით რჩება მაცივარაგენტის გარკვეული რაოდენობა. მაცივარაგენტის ამოსაღებად კონდიციონერის დაბალი წნევის ხაზს, შლანგების მეშვეობით, მიუერთდება ამოსაღები დანადგარის შემწოვი სარქველი, ხოლო ამოსაღები დანადგარის განმტვირთავ სარქველს ცილინდრის აირის სარქველი. ამოსაღები დანადგარი უნდა მუშაობდეს კონდიციონერის სისტემაში 0,6 ატმოსფეროს ან ნაკლები წნევის მიღწევამდე.

მაცივარაგენტის სავაჭრო სამაცივრო სისტემიდან ამოღების შემთხვევაში საჭიროა სისტემის ჩამკეტი სარქველის შეერთება ბალონის თხევადი ხაზის სარქველთან. სითხის ნაკადის რეგულირებისათვის უნდა დადგეს მაჩვენებელი მინა შლანგზე ან ცილინდრზე. ამოსაღები

დანადგარის შესავალი მხარე მაცივარაგენტის ამოსაღებად უერთდება ცილინდრის ორთქლის მხარეს. ამოსაქაჩი დანადგარის განმტვირთავი მხარე უერთდება სისტემის მაღალი წნევის მხარეს. სისტემის ყველა სარქველი ღია უნდა იყოს. ამოსაქაჩი დანადგარის ჩართვის შემდეგ საჭიროა დაკვირვება პროცესის მიმდინარეობაზე მაჩვენებელი მინიდან. მინაში სითხის ხილული ნაკადის შეწყვეტა ნიშნავს სისტემიდან თხევადი მაცივარაგენტის დაცლას.

ორთქლის ამოქაჩვა ხდება იმ პრინციპით, რომელიც ავლწერეთ საყოფაცხოვრებო მაცივრების განხილვის დროს.

### 7.1 ახალი მაცივარაგენტები

ალტერნატიული მაცივარაგენტები თანდათან ხდებიან ხელმისაწვდომნი, მაგრამ ისინი წარმოადგენენ ჰქჟკ-22-ის ნარევს და ამიტომ აქვთ განსაზღვრული გამოყენების ვადა. არის აგრეთვე რამოდენიმე ნარევი, რომლებიც დაფუძნებულია ჰჟკ-ზე, მაგ. ჰჟკ-134ა. ისინი იყოფიან რამოდენიმე ჯგუფად:

1. ექვივალენტური მაცივარაგენტი - ნივთიერება, რომელიც შეცვლის სხვა მაცივარაგენტს ყოველგვარი მოდიფიკაციის გარეშე.
2. მაცივარაგენტები, რომლებიც საჭიროებენ მოდიფიკაციას.
3. რეტროფიტისათვის გამოუსადეგარი მაცივარაგენტები.

ალბათ არ არსებობს ექვივალენტური ნივთიერება, რომელიც აბსოლუტურად იგივე ხარისხის იქნება, როგორც შესაცვლელი სითხე. მაცივარაგენტის შეცვლისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ გამშრობი ფილტრის და მარეგულირებელი სარქველის ტიპები, ზეთის ხსნადობა, მუშა მოცულობა და კომპრესორის სიმძლავრე..

მწარმოებლები მაცივარაგენტის მასიურ წარმოების დაწყებამდე ამოწმებენ მას ტოქსიკურობაზე და გარემოსადმი უსაფრთხოებაზე.

ძველი მაცივარაგენტების შესაძლო ალტერნატივად შერჩეული იქნა შემდეგი მაცივარაგენტები:

ჰჟკ-134ა            ჰჟკ-12-ის შემცვლელად.

ჰქჟკ-123            ჰჟკ-11-ის შემცვლელად.

ქვემოთ მოყვანილია ცხრილები, სადაც ნაჩვენებია შესაცვლელი მაცივარაგენტები და მათი ალტერნატივები გამოყენების სფეროს მიხედვით.

განვიხილოთ ზოგიერთი ალტერნატიული მაცივარაგენტი:  
ჰქჟკ-22.

ვინაიდან შეიცავს წყალბადის ატომებს, ის იხლიჩება უფრო ჩქარა, ვიდრე სხვა მაცივარაგენტი. ჰქჟკ-22-ის ოზონდამშლელი პოტენციალი ტოლია 0,55-ის, მაშინ როდესაც ჰჟკ-12-ის იგივე მაჩვენებელია უდრის 1. ჰჟკ-12-ის და ჰჟკ-11-ის არსებობის ვადა ატმოსფეროში შესაბამისად 120 და 60 წელია, ხოლო ჰქჟკ-22-ისა კი 15 წელი.

ახალი მაცივარაგენტი	შესაცვლელი მაცივარაგენტი	გამოყენების სფერო
პფკ-134ა	ქფკ-12	სამაცივრო ტექნიკა, პაერის კონდიციონება, ქაფები, აეროზოლები.
პქფკ-123	ქფკ-11	სამაცივრო ტექნიკა, ქაფები, აეროზოლები.
პქფკ-125	ქფკ-115	სამაცივრო ტექნიკა,
პქფკ-225ცა	ქფკ-113	გამხსნელები,
პქფკ-225ცა	ქფკ-113ა	გამხსნელები,

*ცხრილი 2. შესაცვლელი მაცივარაგენტები და მათი ალტერნატივები*

ახალი მაცივარაგენტი	შესაცვლელი მაცივარაგენტი	გამოყენების სფერო
პფკ-152ა	სხვადასხვა	ქაფები, აეროზოლები
პქფკ-22	სხვადასხვა	სამაცივრო ტექნიკა, პაერის კონდიციონება
პქფკ-142ბ	სხვადასხვა	ქაფები, აეროზოლები

*ცხრილი 3. გარემოსადმი უსაფრთხოების თვალსაზრისით შერჩეული ალტერნატიული მაცივარაგენტები.*

სისტემა, რომელიც გათვალისწინებულია ქფკ-12-ზე, ვერ იმუშავებს პქფკ-22-ზე შემდეგი მიზეზების გამო.

1 ერთნაირ პირობებში პქფკ-22-ის წარმადობა კომპრესორის მუშა ცილინდრის ერთეულზე 30%-ით მეტია და მოითხოვს ელ.ძრავის უფრო დიდ სიმძლავრეს.

2 პქფკ-22 მუშაობს უფრო მაღალ ტემპერატურებზე, რაც ზღუდავს კომპრესორის გამოყენების შესაძლებლობას.

3 მილგაყვანილობის კომპონენტები შესაცვლელია.

4 საჭიროა ზეთის სეპარატორი.

### ჰქჟკ-123.

ამ მაცივარაგენტის დუღილის ტემპერატურაა  $-27,6^{\circ}\text{C}$ , ოზონდამშლელი პოტენციალი შეადგენს 0.02, ხოლო გლობალური დათბობის პოტენციალი კი 90-ს.

მისაღები შემცვლელია ჰქჟკ-11-ის სამაცივრო დანადგარებში.

### R-502.

ალტერნატივის გამოკვლევები გრძელდება. ამჟამად ჰქჟკ-22-ის ბაზაზე სამი (დაახლოებით 48% ჰქჟკ-22 და 52% ჰქჟკ-115) კომპონენტისაგან შემდგარი ნარევი გამოიყენება R-502-ის ალტერნატივად. R-502-ის შემადგენლობაში გამოიყენება ჰქჟკ-115, ამიტომ იგი არის კონტროლირებადი ნივთიერება.

### ჰქჟკ-125.

ითვლება, რომ პენტაფტორეთანი წარმოადგენს მის პოტენციალურ შემცვლელს.

### ჰქჟკ-143ა.

ტრიფტორეთანი შეიძლება იყოს პოტენციალური ალტერნატივა, მაგრამ პირველმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ეს ნივთიერება აალებადია. მაცივარაგენტების ნარევი.

არსებობს ნარევი, რომლებიც შეიცავენ ჰქჟკ-22-ს, მათი გამოყენება დასაშვებია უახლოეს 15-20 წელიწადში. მაგრამ ნარევიების გავრცელება გამოიწვევს პრობლემებს მათი ამოღება - უტილიზაციის თვალსაზრისით.

ნახშირბადები, იზობუტანი და პროპანი.

ამ ნივთიერებებს ახასიათებთ კარგი თერმოდინამიკული თვისებები. მათ მთავარ ნაკლად ითვლება აალება. თავისუფლად შეიძლება მათი გამოყენება კომერციულ სფეროში, მაღაზიების ვიტრინებში, სასადილოებში და სხვა. ნახშირბადების გამოყენება შეიძლება ჰერმეტიკულ საყოფაცხოვრებო მაცივრებშიც, მცირედენი მაცივარაგენტის დატენვით. ნახშირბადები არიან ოზონუსაფრთხონი.

### ამიაკი.

ამიაკი წლების განმავლობაში გამოიყენებოდა როგორც მაცივარაგენტი. დღესდღეობით იგი ძირითადად გამოიყენება საწარმოო დანადგარებში. მისი გამოყენების სფეროს გაფართოება შეიძლება სამაცივრო სისტემებში ჰქჟკ-12-ის შეცვლით. ამიაკი მისი ტოქსიკურობისა და აალებადობის გამო არ იძლევა ზანგრძლივი დროით გამოყენების საშუალებას. იგი არის სრულიად უსაფრთხო ოზონის შრისათვის.

## აბსორბციული ციკლები.

აბსორბციული ციკლები გამოიყენება 1800-იანი წლებიდან. ასეთ ციკლზე წარმატებით მუშაობენ მაციერები, ჰაერის კონდიციონერები, და მსხვილი წყალგამაცივებელი დანადგარები. ასეთ დანადგარებში კომპრესორის ნაცვლად გამოიყენება აბსორბერი, მცირე ტუმბო და გენერატორი.

საყოფაცხოვრებო სამაცივრო სისტემებში, როგორც ავღნიშნეთ, გამოიყენება ქფკ-12, რომლის ალტერნატიული შემცვლელიც არის ჰფკ-134ა, რომელსაც აქვს ნულოვანი ოდპ. ამ პროცესის ჩატარებისას უნდა დავიცვათ შემდეგი პირობები:

- 1 დავადგინოთ მომქმედი სისტემის მუშა რეჟიმი.
- 2 გამოვიკვლიოთ არსებული სისტემა ჟონვებზე.
- 3 განვსაზღვროთ სისტემის კომპონენტთა აუცილებელი ცვლილება.

## 7.2 სამაცივრო სისტემის ახალ მაცივარაგენტზე გადაყვანა - რეტროფიტი

რეტროფიტის ტიპური ვარიანტია:

- 1 განისაზღვროს კომპრესორის ზომები და სიმძლავრე.
- 2 განისაზღვროს კაპილარული მილის ზომები.
- 3 დადგინდეს საორთქლებელისა და კონდესატორის სიმძლავრე.
- 4 ამოღებული იყოს სისტემიდან მინერალური ზეთი და შეიცვალოს იგი პოლიეთერული ზეთით.

5 ჩაისხას სისტემაში ახალი მაცივარაგენტი და ზეთი, 48 საათის შემდეგ გადმოისხას ზეთი და შეიცვალოს იგი ისევ ახალი ზეთით. ეს პროცედურა უნდა განმეორდეს რამოდენიმეჯერ, რათა უზრუნველყოფილი იყოს სისტემიდან მინერალური ზეთის სრული მოცილება.

6 აუცილებლად შეიცვალოს გამომშრობი ფილტრი.

7 ქფკ-12-ის ამოღების შემდეგ, ამოიქაჩოს სისტემა, როგორც ამას მოითხოვს სამრეწველო წესები.

8 გაუშვათ სისტემა ექსპლუატაციაში და ვადევნოთ თვალყური. პერიოდულად საჭიროა გაისინჯოს ზეთი ტენის შემცველობაზე.

ცნობილია, რომ ყველა ალტერნატიული ვარიანტი ქიმიურ შეუთავსებლობაში არიან არსებული გამოძმრობი ფილტრის კომპონენტებთან, ამიტომ უნდა მოიძებნოს ალტერნატიული აბსორბენტები, რომლებიც შეესაბამებიან მუშა სხეულს.

კონდიციონერების სისტემის კომპონენტები უნდა შეესაბამებოდნენ ახალ ნივთიერებას. ასევე მნიშვნელოვანია სისტემის საერთო ქიმიური მდგრადობა.

ქჟკ-ის ნარჩენები სისტემაში, რომელიც დატენილია ალტერნატიული მაცივარაგენტით, ქლორისა და ახალ ზეთებს შორის ქიმიური რეაქციის გამო, შეიძლება მიზეზი გახდეს სისტემის ვადაზე ადრე მწყობრიდან გამოსვლისა. ყოველივე ზემოთთქმულიდან გამომდინარე აუცილებელია სისტემიდან ქჟკ-ის სრულად გამოდევნა.

ნებისმიერი დანადგარიდან ამოღებული მაცივარაგენტის რაოდენობა ყოველთვის ნაკლები იქნება იმ რაოდენობაზე, რომელიც საჭიროა სისტემის დატენვისათვის, რადგანაც ექსპლუატაციის დროს ადგილი აქვს ჟონვებს, აგრეთვე დანაკარგებს ტექნომსახურების დროს. ქჟკ-12-ის წარმოების შეწყვეტა 2000 წლამდე, გამოიწვევდა მის უკმარისობას განვითარებად ქვეყნებში, ამიტომ მომხმარებელი იძულებული იქნებოდა შეეჩერებინა მისი ექსპლუატაცია.

ამის გათვალისწინებით მრეწველობამ დაამუშავა და დაამტკიცა გრაფიკი ქჟკ-12-ის ხმარებიდან ამოღებასა და რეციკლირებაზე, აგრეთვე მოამზადა დოკუმენტები ჰჟკ-134ა-ს გამოყენების შესახებ.

ოქმით გათვალისწინებული 10 წლიანი შეღავათიანი პერიოდი საშუალებას აძლევს განვითარებად ქვეყნებს მოეშახუროს დანადგარებს, რომლებიც გამოიყენებენ ქჟკ-12-ს.

## 8.1 საქართველოს დამოკიდებულება ვენის კონვენციასთან და მონრეალის ოქმთან

საქართველოს რესპუბლიკა მიუერთდა ვენის კონვენციას და მონრეალის ოქმს 1996 წლის 21 მარტს. მაგრამ თავდაპირველად იგი კლასიფიცირებული იყო როგორც მე-2 მუხლის ქვეყანა. იმავე წლის სექტემბერში საქართველოს მთავრობამ ოფიციალური თხოვნით მიმართა ოზონის სამდივნოს მხარეთა შეხვედრას, რომ მოეხდინა ქვეყნის ხელახალი კლასიფიკაცია და მიეღოთ იგი როგორც მე-5 მუხლის ქვეყანა, ე.ი. როგორც მონრეალის ოქმის მიზნებისათვის განვითარებადი ქვეყანა. ამ სტატუსს ანიჭებენ ქვეყნებს, რომლებიც განიცდიან რთულ ეკონომიკურ ცვლილებებს, და რომლებსაც ესაჭიროებათ ფინანსური დახმარება. გადაწყვეტილება საქართველოს რესპუბლიკის ხელახალი კლასიფიკაციის შესახებ მიღებული იყო მხარეთა მე-8 შეხვედრაზე კოსტა-რიკაში 1996 წლის ნოემბერში. ეს გადაწყვეტილება ეფუძნება ერთ სულ მოსახლეზე ოზონდამშლელი ნივთიერებების მოხმარების მოთხოვნებს მე-5 მუხლის ქვეყნებისათვის, რასაც საქართველო სავსებით აკმაყოფილებს.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს წარმომადგენლები მონაწილეობდნენ მონრეალის ოქმის მხარეთა ღია სამუშაო ჯგუფების შეხვედრებში 1995 წლიდან. მანამდე ოფიციალური პირები მონაწილეობდნენ თანამეგობრობისა და ბალტიისპირეთის ქვეყნების მონრეალის ოქმის სემინარში მინსკში 1994 წლის ოქტომბერში.

1996 წელს საქართველოს პარლამენტის მიერ მიღებული საკანონმდებლო აქტები - კანონი გარემოსდაცვითი ნებართვების შესახებ, კანონი სახელმწიფო ექსპერტიზის შესახებ (ორივე 1996 წლის 15 ოქტომბერი) და ჩარჩო კანონი გარემოს დაცვის შესახებ (1996 წლის 10 ოქტომბერი) არიან ძალზე მნიშვნელოვანი ოზონის შრის დაცვის თვალსაზრისით და ოზონდამშლელი ნივთიერებების კონტროლის სხვადასხვა მექანიზმების შემუშავებაში. მათ შორის უმნიშვნელოვანესია ჩარჩო კანონი გარემოს დაცვის შესახებ, რომელიც ოდნის ხმარებიდან ამოღებას უზრუნველყოფს მყარი საფუძველით.

1999 წლის 22 ივნისს მიღებული იყო კანონი ატმოსფერული



პაერის დაცვის შესახებ, რომელიც მოიცავს მონრეალის ოქმის მოთხოვნების შესრულებას.

ამრიგად, წარმოადგენს რა მხარე-ქვეყანას, საქართველოსაც შეაქვს თავისი წვლილი ოზონის შრის გადარჩენის საქმეში. კერძოდ, ვენის კონვენციისა და მონრეალის ოქმის გადაწყვეტილებებს საქართველო ასრულებს 1997 წელს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროში უცხოელი ექსპერტების მონაწილეობით შემუშავებული “ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამის” განხორციელებით. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროში ფუნქციონირებს ეროვნული “ოზონის ცენტრი”, რომელიც კოორდინაციას უწევს ეროვნულ პროგრამაში იდენტიფიცირებული პროექტების შესრულებას.

## 8.2 ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამა

როგორც წინა პარაგრაფში იყო აღნიშნული “ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების” ეროვნული პროგრამის პრეზენტაცია შედგა 1997 წლის ზაფხულში. ეროვნული პროგრამის მიღებამ დიდი ინტერესი გამოიწვია, როგორც სამაცივრო დარგის სპეციალისტების, ასევე გარემოს დაცვის პრობლემებზე მომუშავე ორგანიზაციების და კერძო პირების.

განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა ქუკ-12-ის წლიური მოხმარების სიდიდეს, რომელიც საქართველოსათვის 1996 წლის მონაცემებით 23,5 ტონის ოდენობით დაფიქსირდა. აღსანიშნავია, რომ საქართველო არ აწარმოებს ქლორფტორნახშირბადებს, ამიტომ ატმოსფეროში გაჟონილი ოდნ-ის რაოდენობის შევსება მაცივარდანადგარებში ზორციელდება მთლიანად იმპორტირებული ნივთიერებების ხარჯზე. 80-ან წლებში საქართველო ყოველწლიურად მოიხმარდა დაახლოებით 200ტ მარტო ქუკ-12-ს, მაგრამ შემდგომ სამრეწველო და ენერგეტიკულმა კრიზისმა გამოიწვია ოდნ-ების მსხვილი მომხმარებლების გაჩერება. აქედან გამომდინარე სპეციალისტების აზრით შემდგომში ეკონომიკური განვითარება ხელს შეუწყობს აღნიშნულ საწარმოთა ამოქმედებას, რაც თავის მხრივ გამოიწვევს ოდნ-ების

მოხმარების გაზრდას. მეორეს მხრივ საერთაშორისო ვალდებულებებით საქართველომ არათუ არ უნდა გაზარდოს ეროვნული პროგრამით განსაზღვრული წლიური მოხმარება, არა-მედ ყოველწლიურად უნდა შეამციროს იგი და მაგალითად ქფკ-12-ის მოხმარება 2005 წელს დაიყვანოს 1.3 ტონამდე.

პრობლემის გადაჭრის ერთერთ გზას წარმოადგენს არსებული სამაცივრო პარკის რაც შეიძლება სწრაფი გადაყვანა ალტერნატიულ, ოზონუსაფრთხო მაცივარაგენტაბზე, ეს კი თავის მხრივ მოითხოვს სერიოზულ დაფინანსებას.

ყოველივე ზემოთხსენებულის გათვალისწინებით ეროვნულ პროგრამაში იდენტიფიცირებული იყო პრიორიტეტული პროექტები, რომელთა განხორციელება საშუალებას მისცემს საქართველოს ნაკლები დანახარჯებით შეამციროს ოდნ-ების გამოყენება. უპირველეს ყოვლისა, აღსანიშნავია გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროში ეროვნული “ოზონის ცენტრის” შექმნა.

მეორე მნიშვნელოვანი პროექტი, რომელიც განხორციელდა ჩვენს ქვეყანაში, არის ქფკ-12-ის შეგროვებისა და რეციკლირების ცენტრების შექმნა. პროექტის იდეა მდგომარეობდა შემდეგში: სანამ ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობა არ იძლევა ალტერნატიულ მაცივარაგენტებზე გადასვლის საშუალებას, საჭიროა მწყობრიდან გამოსული მაცივრებიდან შეგროვდეს ნამუშევარი ქფკ-12, გაიწმინდოს იგი და ხელმეორედ იქნას გამოყენებული შეკეთებულ მაცივრებში. ამრიგად შეგროვება-რეციკლირების პროექტის განხორციელებით მცირდება ქფკ-12-ის გაჟონვები ატმოსფეროში, რადგან ხდება მისი შეგროვება და კლებულობს მოთხოვნილება აღნიშნული ნივთიერების იმპორტზე იმის გამო, რომ შესაძლებელია რეციკლირებული ქფკ-12-ის ხელმეორედ გამოყენება.

ამჟამად საქართველოში საქართველოს მემაცივრეთა ასოციაციასთან ფუნქციონირებს პროექტით შექმნილი რეციკლირების ორი ცენტრი თბილისში და ქუთაისში.

ეროვნული პროგრამით გათვალისწინებულია კიდევ ერთი პროექტი, რომელიც ეხება ჩვენი ქვეყნის ოთხ რეგიონში (თბილისი, ქუთაისი, ბათუმი, თელავი) მაცივარტექნიკოსთა გადამზადების კურსების დაარსებას. აღნიშნულ კურსებზე მაცივარტექნიკოსს საშუალება ეძლევა დაეუფლოს სამაცივრო ტექნიკის ექსპლუატაციის თანამადროვე მეთოდებს.

უახლოეს პერიოდში განსახორციელებელი პროექტებიდან აღსანიშნავია აგრეთვე საბაჟო სამსახურის თანამშრომელთა გადამზადება, რაც უაღრესად მნიშვნელოვანია ოდნ-ის იმპორტის რეგულირებისათვის.

ამრიგად საქართველოს მოსახლეობის სულ უფრო ფართო ფენები ხდებიან ჩაბმული ოდნ-ის ზმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამის განხორციელებაში, რაც საწინდარია იმის, რომ საქართველო შეასრულებს ვენის კონვენციითა და მონრეალის ოქმით ნაკისრ ვალდებულებებს.

1. აბსორბცია (**absorption**)-პროცესი, რომლის მეშვეობითაც ერთი ნივთიერება (აბსორბენტი) შთანთქავს ერთ ან მეტ ნივთიერებას (აბსორბატს) სითხიდან ან გაზიდან, რომელიც რეაქციაში შედის და იცვლება ქიმიურად, ფიზიკურად ან ორივე ერთად. ამ პროცესს თან ახლავს ენტროპიის ცვლა, რაც შესაძლებელს ხდის მის გამოყენებას სამაცივრო ციკლისათვის. წყალ-ბრომლითიუმისა და წყალ-ამიაკის გამაცივებლები ამის საუკეთესო მაგალითია.

2. მწვავე შედეგები (**acute effects**)- ტოქსიკური ნივთიერების ჯანმრთელობისათვის საზიანო ხანმოკლე მოქმედება, რაც შეიძლება გამოიწვიოს მაცივარაგენტის შემთხვევითმა გამოფრქვევამ.

3. დასაშვები გამომჟღავნების ზღვარი (**allowable exposure limit**)- კონცენტრაციის დასაშვები დონე ჰაერში, რომელიც უსაფრთხოდ არის მიჩნეული გარკვეული პერიოდის მონაკვეთში, მაგრამ არა მუდმივად. ჩვეულებრივ ეს ზღვარი რეკომენდირებულია ქიმიურ მწარმოებელთა მიერ.

4. ატმოსფერული სიცოცხლისუნარიანობა (**atmospheric life-time**)-საშუალო დრო იმისა, როდესაც ჰაერში გაჟონილი ქიმიკატი დაუშლელი რჩება.

5. აზოტროპი (**azcotrope**)-ნარევი, რომელიც შედგება ორი ან მეტი სხვადასხვა აორთქლებადობის მქონე მაცივარაგენტისაგან, რომელსაც არ ეცვლება შემადგენლობა, აორთქლების (დუღილის) ან კონდენსირების (გათხევადების) მუდმივი წნევის დროს. მაცივარაგენტების ნარევები, რომელებიც მიეკუთვნებიან R500-ის სერიას ANSHRAY-ის სტანდარტის მიხედვით არიან აზოტროპები.

6. კატალიზატორი (**catalyst**)-ქიმიკატი, რომელიც აჩქარებს ან ანელებს ქიმიურ რეაქციას, მაგრამ თავად არ იცვლება და არც რეაქციის დროს იხარჯება.

7. გამაცივებლის შევიწროების სისტემა (**chiller pressurization system**)-შექანიზმი, რომელიც ათბობს დაბალი წნევის გამაცივებელს. იგი შეიძლება გამოყენებული იყოს წნევის ასაწევად დაბალი წნევის გამაცივებლებში ჟონვის დეტექტირებისათვის.

8. ქუკ ქლოროფტორკარბონი (**chlorofluorocarbon**)-ქიმიური ნაერთი, რომელიც შედგება ქლორისა და ფტორის ატომებით გარემოცული ერთი ან მეტი ნახშირბადის ატომისგან. ქუკ გამოიყენება, როგორც მაცივარაგენტი, ქაფი, აეროზოლების გამფრქვევი, გამწმენდი და სხვა.

9. განთავსება (**containment**)-სპეციალური ტექნიკური საშუალებების ან მოწყობილობების გამოყენება დანადგარების მონტაჟის, ექსპლუატაციის მომსახურების ან მაცივრების და ჰაერის კონდიციონირების გამართვისას მაცივარაგენტის დანაკარგის თავიდან ასაცილებლად ან შესამცირებლად.

10. განთავსების მოწყობილობა (**containment equipment**)-სპეციალურად შექმნილი მოწყობილობა, რომელიც ხელს უწყობს მაცივარაგენტების დაკარგვის შემცირებას მონტაჟის, ექსპლუატაციის და მომსახურების დროს. შემგროვებელი და რეციკლირების მანქანები ამის ტიპურ მაგალითს წარმოადგენს.

11. პირდაპირი გავლენა (**direct effect**)-მაცივარაგენტის ემისიების ზემოქმედება გლობალურ დათბუნებაზე, რომელიც პროპორციულია გამოყონილი მაცივარაგენტის ოდენობისა და მაცივარაგენტების გდპ-ისა.

12. ერთჯერადი კონტეინერი (**disposable container**)-ცილინდრი ან ბალონი, რომელიც არ გამოიყენება ხელახლა მაცივარაგენტის შესანახად.

13. ჟონვის ელექტროდეტექტორი (**electronic leak detector**)-ელექტრონული ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება მაცივარაგენტის ჟონვის აღმოსაჩენად.

14. გაფართოების კონტროლის მექანიზმი (expansion control devices)-ისეთი მოწყობილობა, როგორც არის გამაფართოებელი სარქველი, გამაფართოებელი ხვრელი, ტურბინა ან კაპილარული მილი, რომელიც გამოიყენება სამაცივრო სისტემის მაღალი წნევის მხრიდან დაბალი წნევის მხარეს გადასული მაცივარაგენტის წნევის შესამცირებლად.

15. გამშრობი ფილტრი (filter drier)-მაცივარაგენტის ხაზში დამონტაჟებული აბსორბენტის შემცველი მოწყობილობა, რომელიც შთანთქავს ცირკულირებაში მყოფ მაცივარაგენტისა და ზეთის ნარევისაგან ტენს და დამაბინძურებელ ნივთიერებებს.

16. ფლოურესცენციური საღებავი (fluorescent dyes)-საღებავი, რომელიც შეიძლება შეერიოს საზეთ მასალას. ეს საღებავი ჟონვის შემთხვევაში სამაცივრო სისტემის გარეთ რჩება, რათა აჩვენოს ჟონვის ადგილმდებარეობა.

17. კლიმატის ცვლილებების ჩარჩო კონვენცია (Framework Convention on Climate Change)-საერთაშორისო ხელშეკრულება, ასევე მიჩნეული, როგორც RIO-ის შეთანხმება, რომლის მთავარი მიზანი მდგომარეობს იმაში, რომ შემცირდეს სათბური აირების ემისიები.

18. გლობალური დათბობა (global warming)-დედამიწის გათბობა განპირობებული ბუნებრივი და ხელოვნური სათბურის აირების მოქმედებით.

19. გღპ - გლობალური გათბობის პოტენციალი (global warming potential)-ქიმიკატთა უნარის სიდიდე გავლენა მოახდინოს გლობალური გათბობაზე, შეფარდებული ნახშირორჟანგის იგივე უნარის სიდიდეზე. ნახშირორჟანგის გღპ უდრის 1.0.

20. სათბური გაზები (greenhouse gases)-გაზები, რომლებიც შთანთქავს და უკუაფრქვევს ინფრაწითელ რადიაციას და შედეგად ათბობს დედამიწის ზედაპირს. მაგალითად წყლის ორთქლი, ნახშირორჟანგი, მეთანი და მაცივარაგენტთა უმრავლესობა.

21. სათბური ეფექტი (greenhouse effect)-პროცესი, რომლის დროსაც მზის გამოსხივება შთანთქმება დედამიწის მიერ და ხელახლა გამოსხივდება ინფრაწითელი სხივების სახით, რომელსაც სათბური გაზები შთანთქავენ. ეს ყოველივე იწვევს დედამიწის გათბობას.

22. ჰალოიდური ლამფა (halide torch)-პროპანზე მომუშავე ლამფა, რომლის ალიც ფერს იცვლის, როცა მაცივარაგენტის მცირე მასა გაივლის მასში. იგი შეიძლება გამოყენებული იქნას ქლორის შემცველი მაცივარაგენტის ჟონვის აღმოსაჩენად.

23. ჰალოგენნახშირბადები (halocarbons)- მდგრადი ქიმიური ნაერთი, რომელიც შედგება წყალბადის ან წყალბადისა და ჰალოგენის ატომებით გარშემორტყმული ერთი ან რამოდენიმე ნახშირბადის ატომისაგან. ჰალოგენნახშირბადებს განეკუთვნება ქვკ, ჰქვკ და ჰფკ.

24. ჰალოგენები (halogens)- აქტიური ქიმიური ელემენტები, რომლებსაც აქვთ უნარი, აწარმოონ მოლეკულაში ერთი ქიმიური ბმა. ჰალოგენები არიან, მაგალითად, ფტორი(F), ქლორი(CL), ბრომი(B) და იოდი(I).

25. ჰალონი (halon)- ბრომქლოროფტორკარბონი, ქიმიკატი რომელიც შედგება ფტორით, ქლორით და ბრომით გარემოცული ერთი ან მეტი ნახშირბადის ატომებისაგან. ჰალონები უმეტესად გამოიყენებიან როგორც ცეცხლჩაქრობები.

26. ჰერმეტიკული (hermetic)-გაზებისათვის შეუღწეველი სისტემა.

27. ჰერმეტიკული კომპრესორი (hermetic compressor)- კომპრესორები, რომელთა ძრავები კომპრესორის კორპუსში არის მოთავსებული და გრილდებიან მაცივარაგენტის ნარევის უშუალო გავლით ძრავაზე.

28. ჰიდრობრომფტორნახშირბადი (hydrobromofluorocarbon) - ქიმიკატი შედგენილი ფტორით, ბრომით, ერთი წყალბადის ატომით და ზოგჯერ ქლორით გარემოცული ერთი ან მეტი ნახშირბადის ატომებისაგან.

29. წყალბადნახშირბადი (hydrocarbon)-ქიმიური ნარევი, რომელიც შედგება წყალბადის ატომით გარემოცული ერთი ან მეტი ნახშირბადის ატომებისაგან. მეთანი, ეთანი, ბუტანი და პროპანი ყველა წყალბადნახშირბადების მაგალითებია. ბევრ მათგანს აქვს შესანიშნავი თერმოდინამიკური თვისება. მიუხედავად იმისა, რომ ისინი გამოიყენებიან როგორც მაცივარაგენტები, მათი მაღალი აალების თვისება ჩვეულებრივ ზღუდავს მათ გამოყენებას.

30. ჰქფკ ჰიდროქლოროფტორკარბონი (hydrochlorofluorocarbon)-ქიმიკატი, რომელიც ჩვეულებრივ შედგება ქლორის, ფტორის და წყალბადის ატომებით გარშემორტყმული ერთი ან რამოდენიმე ნახშირბადის ატომისაგან. ისინი გამოიყენება როგორც მაცივარაგენტები, ცეცხლჩამქრობები და სხვა.

31. ჰქფ ჰიდროფტორკარბონი (hydrochlorofluorocarbon)-ქიმიკატი, რომელიც ჩვეულებრივ შედგება ფტორის და წყალბადის ატომებით გარშემორტყმული ერთი ან რამოდენიმე ნახშირბადის ატომებისაგან. რადგან მასში არ შედის ქლორი და ბრომი, იგი არ შლის ოზონის შრეს.

32. გადამკეტი სარქველი (isolation valves)- რიგი სარქველებისა, რომლებიც გამოიყენება, რათა მთელი სისტემისაგან გადაკეტონ დაზიანებული ნაწილები და ზეთის ფილტრები.

33. ხანგრძლივმოქმედი ეფექტი (long term chronic effects)- ჯან-მრთელობისათვის მავნე დაბალი ტოქსიკურობის მქონე ნივთიერებების ხანგრძლივი მოქმედება. ეს პროცესი გამოყენებული იქნა საცდელ ცხოველებზე და მასში მოგვიანებით ტოქსიკურობის ნიშნები აღინიშნა.

34. დათბობის ჯამური ექვივალენტი (total equivalent warming impact TEWI) - კონდიციონერის ან სამაცივრო დანადგარების გავლენის სიდიდე გლობალურ დათბობაზე, რომელიც გამოწვეულია როგორც მაცივარაგენტების გადინებით, ასევე ენერჯის წარმოებით.

35. არაპირდაპირი გავლენა (indirect effect) - TEWI-ის შემადგენელი ნაწილი, რომელიც ასახავს ენერჯის წარმოების შედეგად



გამოყოფილ ნახშირორჟანგის წვლილს გლობალურ დათბობაში. მისი სიდიდე დამოკიდებულია გამოყენებული დანადგარების ენერგო-ეფექტურობაზე.

36. ნივთიერებათა შეთავსებადობა (**material compatibility**)- ნივთიერებათა უნარი გაუძღონ სხვა ნივთიერებათა ხანგრძლივ ზემოქმედებას, მნიშვნელოვანი ფიზიკური და ქიმიური თვისებების დაქვეითების გარეშე.

37. ნივთიერებათა უსაფრთხოების მონაცემთა ფურცელი (**Material Safety Data Sheet**). უსაფრთხოების საკონსულტაციო ბიულეტენი, მომზადებული ქიმიკოსთა მიერ სპეციფიკური მაცივარაგენტებისა და ნარეგებისათვის.

38. ხსნადობა (**miscible**)- სითხეებისა ან გაზების ერთმანეთში ერთგვაროვნად გახსნის უნარი. უხსნადი სითხეები გაიყოფა ორ ადვილად გასარჩევ შრედ.

39. მონრეალის ოქმი (**Monreal Protocol**)-საერთაშორისო შეთანხმება, რომელიც ზღუდავს ოზონის შრის დამშლელ ქიმიკატთა წარმოებას და მათ მოხმარებას. ამ ქიმიკატებში შედიან ჰქფკ, ქფკ, ბქფკ, ჰბფკ და სხვა.

40. არაკონდერსირებადი გაზები (**non-condensable gases**)-დაბალი დუღილის ტემპერატურის მქონე გაზები. ასეთებია მაგალითად აზოტი და ჟანგბადი, რომლებიც ყველაზე ხშირად გვხვდება სამაცივრო ტექნიკაში.

41. ზეთის შესამოწმებელი ხელსაწყო (**oil monitor**)-ხელსაწყო, რომელიც იყენებს ინფრაწითელ მგრძობიარე ელემენტს, რათა აღნიშნოს, თუ როდის საჭიროებს სამაცივრო სისტემის ზეთი გამოცვლას.

42. გარე ძრავი (**open drive**)-კომპრესორის ელექტროძრავი, რომელიც სამაცივრო კონტურის გარეთ მდებარეობს და არ არის პირდაპირ შეხებაში ცირკულირებულ მაცივარაგენტთან

43. ოზონის შრე (ozone layer)-ატმოსფეროს შრე, რომელიც მდებარეობს დედამიწიდან დაახლოებით 15-60 კილომეტრში, სადაც ატმოსფეროს სხვა შრეებთან შედარებით ოზონის ყველაზე მაღალი კონცენტრაციაა.

44. ოზონი (ozone O<sub>3</sub>)-ქიმიურად აქტიური გაზი, რომლის მოლეკულაც შედგება ჟანგბადის სამი ატომისაგან. ატმოსფეროში ოზონის მოლეკულა წარმოიქმნება ბუნებრივად არსებული ჟანგბადის მოლეკულისა და ცალკე ჟანგბადის ერთი ატომის შეერთებით.

45. ოდპ - ოზონდამშლელი პოტენციალი (ozone depletion potential)- ქიმიკატთა მიერ ოზონის დაშლის შესაძლებლობა, რომლის ფარდობით ერთეულად მიჩნეულია ქვკ-11-ის მიერ ოზონის დაშლის უნარი.

46. პიკური დატვირთვა (peak load)-მაქსიმალური დატვირთვა, რომლის დროსაც შეიძლება იმუშაოს სისტემა.

47. დასაშვები ექსპოზიციის დონე (permissible exposure level)- ოზონდამშლელ ნივთიერებათა განსაზღვრული კონცენტრაციის დონე, რომელიც არ უნდა გაიზარდოს სამუშაო კვირის განმავლობაში.

48. პოლიეთერული ზეთები (polyolester)-სინთეზური ზეთი, რომელიც შეიცავს ერთ ან მეტ ეთერულ რგოლს. პოლიეთერულ ზეთებს ახასიათებს უფრო მეტი ხსნადობა ჰვკ მაცივარაგენტებში, ვიდრე ტრადიციულ მინერალურ ზეთებს.

49. გამწმენდი სისტემა (purge system)-ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება დაბალი წნევის გამაცივებლებში რათა მაცივარაგენტიდან გამოდევნოს ჰაერი და სხვა არაკონდენსირებადი გაზები.

50. შეშვება-გამოშვების მეთოდი (push\pull method)-ეს არის მეთოდი შესაგროვებელი და რეციკლირებადი მაცივარაგენტების სისტემიდან გამოსადევნად, რომლის დროსაც სისტემას ერთ მხარეს ვაწვდით მაღალი წნევის რეციკლირებულ მაცივარაგენტს, რითაც ვაიძულებთ ძველ მაცივარაგენტს გამოვიდეს სისტემის მეორე მხრიდან, სადაც ვუქმნით ვაკუუმს.

51. მრავალჯერადი გამოყენების კონტეინერი (refillable container)- კონტეინერი, რომელიც გამოიყენება მაცივარაგენტის შესანახად. ეს კონტეინერები შექმნილია მრავალჯერადი ხმარებისათვის, მაგრამ ისინი აუცილებელია შემოწმდნენ წნევაზე ყოველ ხუთ წელიწადში ერთხელ მაინც.

52. მაცივარაგენტის მაჩვენებლები (refrigerant monitors)- ხელსაწყოები, რომლებსაც შეუძლიათ აღმოაჩინონ მაცივარაგენტის მცირე მასა ჰაერში.

53. გამშვები სარქველი (relief valve) - მოწყობილობა, რომელიც ხსნის სისტემას, როცა წნევა მასში სახიფათოდ მაღალი ხდება. თანამედროვე გამშვებ სარქველებს აქვთ ხელმეორედ ჩაკეტვის უნარი, ისე რომ, როცა სისტემაში წნევის დონე ნორმალიზირდება ისინი ხელახლა იკეტებიან და მაცივარაგენტის დაკარგვას ხელს უშლიან.

54. შეცვლა (replacement) ჰაერის კონდიციონერებში ან სამაცივრო სისტემებში ოზონდამშლელი მაცივარაგენტის შეცვლა ალტერნატიული მაცივარაგენტებით, რომელიც მოითხოვს გამაცივებლის შეცვლას და სრულიად ახალი გამაცივებლის მონტაჟს.

55. რეტროფიტი (retrofit) ჰაერის კონდიციონერებში ან სამაცივრო სისტემებში ოზონდამშლელი მაცივარაგენტის შეცვლა ალტერნატიული მაცივარაგენტებით, მაგრამ შეცვლის პროცესისაგან განსხვავებით შეცვლას შეიძლება საჭიროებდეს არსებული სისტემის მხოლოდ შემადგენელი ნაწილები.

56. ნაჯერი ორთქლის წნევა (saturated vapor pressure) ორთქლის მაქსიმალური წნევა ნივთიერებათა თხევად ან მყარ ზედაპირზე, მოცემულ ტემპერატურაზე.

57. უბრალო რეტროფიტი (simple retrofit) - ალტერნატიულ მაცივარაგენტზე გადასვლა, რომელიც მხოლოდ რამდენიმე შეუთავსებელ ნაწილთა შეცვლას მოითხოვს. უბრალო რეტროფიტის მიზეზია ეფექტურობის, ტევადობის ან ორივეს დაქვეითება.

58. სტრატოსფერო (stratosphere)-ტროპოსფეროს ზევით დაახლოებით 15-100 კილომეტრზე არსებული დედამიწის ატმოსფერული ნაწილი. სტრატოსფერო შეიცავს ოზონის შრეს.

59. ზღვრული ზღვრული (total equivalent warming impact)-ჰაერის კონდიციონირების ან სამაცივრო სისტემის გამოყენების შესაძლებლობა, გავლენა მოახდინოს გლობალურ დათბობაზე, მაცივარაგენტის ემისიებისა და ენერჯის გამოყენებით.

60. ტროპოსფერო (troposphere) დედამიწის ატმოსფეროს ყველაზე დაბალი ნაწილი, 15 კილომეტრს ქვევით.

61. ზებგერითი უონვის აღმოჩენი (ultrasonic leak detection) უონვის აღმნიშვნელი მოწყობილობა, რომელის მეშვეობითაც ტექნიკოსები ადგენენ უონვას სმენით.

62. ულტრაიისფერი სხივი (ultraviolet) - მზის გამოსხივების ტიპი, რომელსაც ხილულ სხივებზე მეტი ენერჯია აქვთ. ულტრაიისფერი სხივები საჭიროა, მაგრამ მისი დიდმა რაოდენობა ზიანს აყენებს დედამიწას.

63. მილის გახვრეტა (venting) მომსახურების პრაქტიკა, როცა მაცივარაგენტის ორთქლს ატმოსფეროში გამოსვლის საშუალება ეძლევა, თხევადი მაცივარაგენტის შეგროვების შემდეგ. ეს პრაქტიკა ახლა მიუღებელია.

64. არააზოტროპი (zeotrope)- რამოდენიმე სხვადასხვა აორთქლების უნარის მქონე მაცივარაგენტისაგან შემდგარი ნარევი, რომელიც იცვლის კონცენტრაციას ან აორთქლების (აღულების) ან კონდენსაციის ტემპერატურას მოცემულ წნევაზე. არააზოტროპულ ნარევეს მიეკუთვნებიან R-400 სერიის მაცივარაგენტები.

## ლიტერატურა

1. საერთაშორისო ხელშეკრულებანი ოზონის შრის დაცვის შესახებ. თბილისი, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, 2000წ.
2. საქართველოში ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ეროვნული პროგრამა. - თბილისი, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, 1997 წელი.
3. Chillers and refrigerant management. Training Manual. - Paris, UNDP IE, December 1994.
4. Наилучший опыт обслуживания холодильного оборудования. - Париж, UNDP IE, 1994г.
5. Energy and Global Warming Impacts of HFC refrigerants and emerging technologies. - U.S. Department of Energy, 1997.

მაცივარაგენტების მარკირება ბალონებზე (ბალონის ფერი)

1. ASHRAES სტანდარტის მიხედვით:

- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. R-11 - ნარინჯისფერი          | 6. R-13 - ღია ცისფერი    |
| 2. R-502 - მოლურჯო              | 7. R-12 - ნაცრისფერი     |
| 3. R-114 - მუქი ლურჯი           | 8. R-22 - მწვანე         |
| 4. R-113-ჟოლოსფერი              | 9. R-502 - ორქიდეას ფერი |
| 5. R-717(ამიაკი) - ვერცხლისფერი | 10. R-500 - ყვითელი      |

2. ყოფილ სსრკ-ში (ამჟამად რუსეთში) მომქმედი მარკირება:

1. R-12 - ალუმინის ფერი შავი წარწერით.
2. R-12 - ალუმინის ფერი წითელი წარწერით (საოჯახო მაცივრებისათვის).
3. R-22 - ალუმინის ფერი შავი წარწერით და ორი ყვითელი ზოლით.
4. R-717 (ამიაკი) - ყვითელი შავი წარწერით.

3. ფირმა “დანფოსის” თერმომარეგულირებელი კენტილის მარკირება სისტემაში გამოყენებული მაცივარაგენტის მიხედვით.

შელებილია და ამოკვეთილია თერმოსტატის ფირფიტაზე:

1. R-12 - ასო F - ყვითელი.
2. R-22 - X - მწვანე.
3. R-134a - N - ყვითელი ცისფერი ზოლებით.
4. R-502 - Y - იასამნისფერი.
5. R-717 - A - თეთრი.

სხვადასხვა განზომილებაში გამოხატული წნევების ერთეულების შეფარდება

ერთეული	კა	მკა	ბარი
პასკალი (კა)	1	$10^{-6}$	$10^{-5}$
მეგაპასკალი (მკა)	$10^6$	1	10
ბარი	$10^5$	0.1	1
psi (ფუნტი/კვ.დიუმი)	$6.89 \cdot 10^3$	$6.89 \cdot 10^{-3}$	$6.89 \cdot 10^{-2}$
მმ.წყლის სვეტი	9.81	$9.81 \cdot 10^{-6}$	$9.81 \cdot 10^{-5}$
მმ.ვერცხლ. სვეტი (ტორი)	133	$1.33 \cdot 10^{-4}$	$1.33 \cdot 10^{-3}$

1 ფიზიკური ატმოსფერო = 760მმ.

ვერცხლის წყლის სვეტს

1 ბარი = 750.08მმ. ვერცხლის წყლის

სვეტი

სხვადასხვა განზომილებაში გამოხატული ენერჯის (მუშაობის) ერთეულების შეფარდება

ერთეული	ჯ	კკალ	კეტ*სთ
ჯოული (ჯ)	1	$2.39 \cdot 10^{-4}$	$2.78 \cdot 10^{-7}$
კალორია (კკალ)	4.19	0.001	$1.16 \cdot 10^{-6}$
კილოვატი*საათზე (კეტ*სთ)	$3.6 \cdot 10^6$	$8.6 \cdot 10^2$	1
BTU (ბრიტანული)	$1.06 \cdot 10^3$	$2.52 \cdot 10^{-1}$	$2.93 \cdot 10^{-4}$

მსოფლიოში გავრცელებული არასისტემური  
ერთეულების მნიშვნელობა

1 ფუნტი ინგლ. (pound) = 453.6 გრ.; 1 დიუმი ინგლ. (inch) = 25.399 მმ.;  
1 გალონი (gallon): ინგლ. (imperial gallon) = 4.54 ლ., აშშ = 3.78 ლ.;  
1 ფუტი (foot) = 30.5 სმ.; 1 უნცია (ounce, oz) = 28.3 გრ.;  
1 lbs (ინგლისური) = 454 გრ.; 1 ერგი =  $10^{-7}$  ჯ.; 1 ცხენის ძალა = 736 ვტ.

ფარენგეიტის ( $^{\circ}\text{F}$ ) და ცელსიუსის ( $^{\circ}\text{C}$ ) გრადუსებში გამოსახული  
ტემპერატურული სკალების შედარება

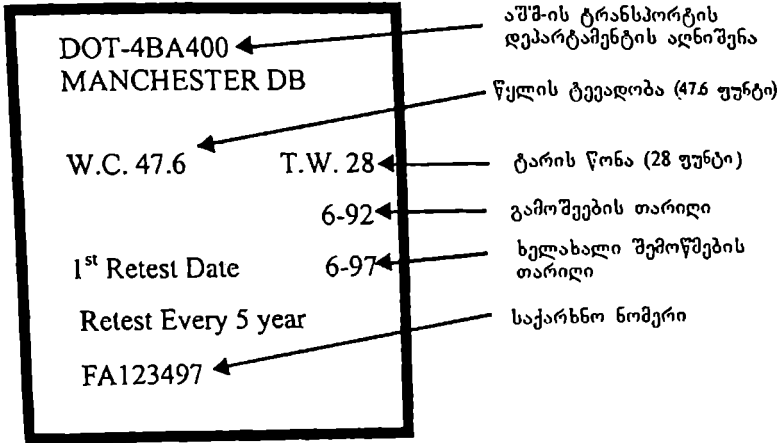
$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$
212	100	64	18
194	90	59	15
176	80	53	12
158	70	45	7
140	60	32	0
122	55	21	-6
104	40	6	-14
86	30	-22	-30
80	27	-35	-37
76	24	-60	-51
72	22	-70	-57
69	21	-90	-68

ფარენგეიტის გრადუსიდან ცელსიუსის  
გრადუსში გადაყვანის ფორმულა:

$$t^{\circ}\text{C} = (t^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$$



აშშ-ში მიღებული მაცივარაგენტების ბალონებზე და კონტეინერებზე ამოტვიფრული მონაცემები



მაკივარაგენტების მახასიათებლები და დამაბინძურებელი მინარეების მაქსიმალური დონე

მახასიათებლები	ერთეული	R11	R12	R13	R22	R23	R32	R113	R114	R123	R124	R125	R134a	R143a	
		დვდილინს ტემპერატურა, 1 აბმ.	OF	74,9	-21,6	-114,6	-41,4	-115,7	-61,1	117,6	38,8	82,6	12,2	-55,3	-15,1
ტაბიური იზომერის შემცველობა	%წონის	OC	23,8	-29,8	-81,4	-40,8	-82,1	-51,7	47	3,8	27,9	-11	-48,5	-26,2	47
ორთქლის ფაზის დამაბინძურებელი მინარეები									R113a	R114a	R123a	R124a			
ჰაერი და არაკონდენსირებადი გაზები	მოცულ ობითი %25 OC		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5						
სითხის ფაზის დამაბინძურებელი მინარეები															
წყალი	წონითი ppm	20	10	10	10	10	10	20	10	20	10	10	10	10	
სხვადასხვა მინარეები	წონითი %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
მაკივარაგენტების ჩათვლით	წონითი ppm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
მოდული დუილი. ტემპერის მქონე მინარეები	მოცულ ობითი %	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	

მაცივარაგენტების მახასიათებლები და დამაბინძურებელი  
მინარეების მაქსიმალური დონე

მახასიათებლები	ერთეული	R-401A	R-401B	R-402A	R-402B	R-500	R-502	R-503
მაცივარაგენტის კომპონენტები		R22/152A/124	R22/152A/124	R125/290/22	R125/290/22	R12/152A	R22/115	R23/13
ნომინალური შემადგენლობა	წონითი %	53/13/34	61/11/28	60/2/38	38/2/60	73,8/26,2	48,8/51,2	40,1/59,9
დასაშუალო შემადგენლობა	წონითი %	51-55/11,5-13,5/33-35	59-63/9,5-11,5/27-29	58-62/1-3/36-40	36-40/1-3/58-62	72,8-74,8/25,2-27,2	44,8-52,8/47,2-55,2	39,4/59,6
დევიაციის ტემპერატურა	OF	-27,6-დან -16,0-მდე	-30,4-დან -18,5-მდე	-56,5-დან -52,9-მდე	-53,3-დან -49,0-მდე			
	OC	-33,4-დან -26,6-მდე	-34,7-დან -28,6-მდე	-49,1-დან -47,2-მდე	-47,4-დან -45,0-მდე	-33,5	-45,4	-88,7
ორთქლის ფაზის დამაბინძურებელი მინარეები								
სხვა და სხვა არაკონდენსირებადი გაზები	მოცულობითი %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
სითხის ფაზის დამაბინძურებელი მინარეები								
წყალი	წონითი ppm	10	10	10	10	10	10	10
სხვა მინარეები	წონითი %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
მაცივარაგენტების ჩათვლით	წონითი ppm	1	1	1	1	1	1	1
მაღალი დევიაციის ტემპ-ს მინარეები	მოცულობითი %	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01

## შენიშვნა

უკანასკნელ პერიოდში მიღებულია მაცივარაგენტების ამლნიშვნელი ქვემოთმოყვანილი ქიმიური ტერმინები, რომლებიც გასათვალისწინებელია წინამდებარე სახელმძღვანელოს წაკითხვისას.

1. ქლორფტორნახშირბადი (ქფნ) ქლორფტორკარბონის (ქფკ) ნაცვლად. მაგ. ქფნ-11, ქფნ-12 და სხვ.

2. წყალბადქლორფტორნახშირბადი (წქფნ) - ჰიდროქლორფტორკარბონის (ჰქფკ) ნაცვლად. მაგ. წქფნ-22, წქფნ-123 და სხვ.

3. წყალბადფტორნახშირბადი (წფნ) - ჰიდროფტორკარბონის (ჰფკ) ნაცვლად. მაგ. წფნ-134ა, წფნ-125 და სხვ.

4. ზეოტროპები - არააზეოტროპების ნაცვლად.

საბეჭდი ქალაქი 60X84 1/16

პირობითი ნაბეჭდი თაბაზი 7

სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბაზი 4.85

შეკვეთა 25

ტირაჟი 500

ფასი სახელშეკრულებო