

ბ. ლარჩია

# გათბობა და ვენცილაცია

ნაწილი II

## ვენცილაცია

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ პოლიტექნიკური ინსტიტუტის თბოაირმომარაგებისა და ვენტილაციის სპეციალისტის სტუდენტებსათვის

გამომცემლობა „განათლება“  
თბილისი—1970

ნ ც 9.4  
697  
დ 235

**რ ე ც ი ნ ზ ი ნ ტ ე ბ ი:**

ტექნიკურ შეცნობებთან კანდიდატი, დოცენტი ვ. რატიანი  
ტექნიკურ შეცნობებთან კანდიდატი რ. ხუნწარიძე

ნაშრომი რეკომენდებულია პოლიტექნიკური ინსტიტუტის საშემუშაო  
ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს მიერ

ვენეციის კომუნალი და  
ვიზიკარი საშუალებები

§1.

ქაეი და მისი თვისებები

ა) ჰაერის ქიმიური შედგენილობა. ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს აზოტის, ენგბადისა და მკირე რაოდენობით წყლის ორთქლის ნარევეს. გარდა ამისა, ჰაერის შედგენილობაში უმნიშვნელო რაოდენობით არის აირები: ჰელიუმი, ნეონი, კრიპტონი, ქსენონი, ოზონი, არგონი, ნახშირორგანგი და სხვ. (ატმოსფერული ჰაერის მშრალი ნაწილის შედგენილობა მოცემულია (1. I ცხრილში).

ცხრილი I. I

№ № რიგ.	ტენიანი ჰაერის მშრალი ნაწილის კომპონენტები	შედგენილობა %-ობით	
		წონითი	მოცულობითი
1	აზოტი	75,55	78,13
2	ენგბადი	23,10	20,90
3	არგონი, ნეონი, ჰელიუმი და სხვა ინერტული აირები	1,30	0,94
4	ნახშირორგანგი	0,05	0,03

თანამედროვე ქალაქებში ჰაერი მეტ-ნაკლებად გაბინძურებულია ფაბრიკებიდან და ქარხნებიდან გამოყოფილი აირებითა და მტვრით, რაც ადამიანის ორგანიზმისათვის მავნეა (ჰაერში, გარდა ამისა, შეიძლება იყოს მიკროორგანიზმებიც). ზემოაღნიშნული შემადგენელი ნაწილების თანაფარდობის მნიშვნელოვნად შეცვლის შედეგად ჰაერი შეიძლება იქცეს ადამიანის სიცოცხლისათვის მავნე არედ.

ვენტილაციის დანიშნულებათა იმ ადგილებში, სადაც დიდი ხნით უხდებოდათ ადამიანებს ყოფნა და მუშაობა, უზრუნველყოს ჰაერის ისეთი შედგენილობა და პარამეტრები, რომლებიც უარყოფითად არ იმოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობასა და გუნებ-განწყობაზე.

ბ) ჰაერის წნევა. ატმოსფერულ ჰაერში ამა თუ იმ რაოდენობით ყოველთვის არის წყლის ორთქლი, ე. ი. ატმოსფერული ჰაერი არის მშრალი ჰაერისა და წყლის ორთქლის ნარევი.

ატმოსფერული ჰაერის ბარომეტრული წნევა არის მშრალი ჰაერისა და მასში შემაჯალი წყლის ორთქლის პარციალური წნევების ჯამი

$$P_{\text{სა}} = P_{\text{მ.ა}} + P_{\text{წყ.ორთ.}} \quad (1.1)$$

სადაც  $P_{\text{სა}}$  არის ატმოსფერული ჰაერის ბარომეტრული წნევა, რომელიც ზღვის დონეზე საშუალოდ 760 მმ ვერცხ. წყ. სვ. ტოლია და მერყეობს 720—800 მმ ვერცხ. წყ. სვ. (სიმაღლეზე დამოკიდებულებით) ფარგლებში;

$P_{\text{მ.ა}}$  — მშრალი ჰაერის პარციალური წნევა, მმ ვერცხ. წყ. სვ.;

$P_{\text{წყ.ორთ.}}$  — წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, მმ ვერცხ. წყ. სვ.

მშრალი ჰაერის მდგომარეობა განისაზღვრება 3 პარამეტრით:  $P$  — ჰაერის წნევი,  $v$  — ჰაერის კუთრი მოცულობით ( $\text{მ}^3/\text{კგ.ობით}$ ) და  $T$  — ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურით,  $^{\circ}\text{K.ობით}$ , რომელიც ტოლია  $T = 273 + t$ . აქ  $t$  ტემპერატურაა  $^{\circ}\text{C.ობით}$ .

თუ ჰაერის მოცულობით წონას აღვნიშნავთ  $\gamma$  კგ/ $\text{მ}^3$ -ით, მივიღებთ

$$\gamma = \frac{1}{v} \quad \text{და} \quad v = \frac{1}{\gamma}.$$

ჰაერის წონა შეიძლება გამოვითვალოთ ფორმულით

$$G = V \gamma \quad (1.2)$$

სადაც  $V$  არის ჰაერის მოცულობა  $\text{მ}^3$ -ობით, ხოლო მშრალი ჰაერის მოცულობა — ფორმულით

$$V = G v \quad (1.3)$$

როგორც ვიცით, ჰაერის (აირის) მოცულობა (მუდმივი ტემპერატურისას) მასზე მოქმედი წნევის უკუპროპორციულია.

მაგალითად, თუ  $P_1$  წნევის დროს 1 კგ აირის კუთრი მოცულობა  $v_1$ -ის ტოლია, მაშინ სხვა, მეორე  $P_2$  წნევის დროს იმავე 1 კგ აირის კუთრი მოცულობა იქნება  $v_2$ , ამასთანავე შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

ან

$$P_1 v_1 = P_2 v_2 = \text{const.} \quad (1.4)$$

ასევე ვიცით, რომ ტემპერატურის  $1^{\circ}$ -ით გაზრდისას აირის მოცულობა (მუდმივი წნევის დროს) იზრდება იმ მოცულობის  $\frac{1}{273}$  ნაწილით, რომელიც განსახილველ აირს უჭირავს  $0^{\circ}$  ტემპერატურის დროს. მაგალითად, თუ აირს  $0^{\circ}$  ტემპერატურის დროს აქვს  $V_0$  მოცულობა, მაშინ  $t$  ტემპერატურის დროს აირის იგივე რაოდენობა დაიკავებს მოცულობას

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t), \quad (1.5)$$

სადაც  $\alpha$  არის აირის მოცულობითი გაფართოების კოეფიციენტი და ტოლია

$$\alpha = \frac{1}{273}.$$

ეპოკოთ ერთი და იმავე რაოდენობის აირის  $V_1$  და  $V_2$  მოცულობების ფარდობა  $t_1$  და  $t_2$  ტემპერატურების დროს:

$$\begin{aligned} V_1 &= V_0(1 + \alpha t_1); \\ V_2 &= V_0(1 + \alpha t_2); \end{aligned}$$

აქედან

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_0(1 + \alpha t_1)}{V_0(1 + \alpha t_2)} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2}.$$

ენაიდან  $273 + t_1 = T_1$  და  $273 + t_2 = T_2$ , ამიტომ საბოლოოდ შეიძლება დაეწეროს

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad (1.6)$$

ე. ი. უცვლელი წნევის დროს აირის მოცულობა აბსოლუტური ტემპერატურის ცვლილების პირდაპირპროპორციულად იცვლება.

ენაიდან  $\gamma_1 = \frac{1}{v_1}$  და  $\gamma_2 = \frac{1}{v_2}$ , ამიტომ

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{T_2}{T_1}, \quad (1.7)$$

ე. ი. აირის მოცულობითი წონების ფარდობა მისი აბსოლუტური ტემპერატურების ფარდობის უკუპროპორციულია.

აირის წნევის, მოცულობისა და ტემპერატურის ერთდროული ცვლის დროს შეიძლება დაეწეროს

$$\frac{P_1 v_1}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2} = \text{const} = R. \quad (1.8)$$

$R$  სიდიდეს აირის მუდმივა ეწოდება.

ზოგადი სახით დაწერილ (1.8) ტოლობას აირების მახასიათებელი განტოლება ეწოდება (მას აგრეთვე უწოდებენ წონასწორული მდგომარეობის განტოლებას, რადგან აირი გარე ზეგავლენის გარეშე ამ მდგომარეობიდან არ გამოდის)

$$Pv = RT. \quad (1.9)$$

$G$  კგ აირისთვის დამახასიათებელ განტოლებას ექნება შემდეგი სახე

$$PV = GRT. \quad (1.10)$$

აირის მუდმივა მშრალი ჰაერისათვის ტოლი იქნება:

$$R_{\text{შ.ა.}} = \frac{P_{\text{შ.ა.}} \cdot v_{\text{შ.ა.}}}{T} = \frac{760 \cdot 0,773}{273} = 2,153,$$

ხოლო წყლის ორთქლისათვის ( $0^\circ \div 100^\circ$ -მდე ზღვრებში)

$$R_{\text{წყ.ი.}} = \frac{P_{\text{წყ.ი.}} \cdot v_{\text{წყ.ი.}}}{T} = 3,461.$$

მაგალითი 1. დაუშვათ, რომ ჰაერი, რომლის ტემპერატურა  $t_1 = -8^\circ$ , კალორიფერში თბება  $t_2 = +30^\circ$ -მდე. განვსაზღვროთ რა მოცულობას ( $V_2$ ) დაიკავებს ჰაერი გათბობის შემდეგ, თუ მისი საწყისი მოცულობა ( $V_1$ ) იყო 20000 მ<sup>3</sup>.

ამოხსნა. ვიყენებთ (1.6) ფორმულას, რომლის მიხედვითაც

$$\frac{20000}{V_1} = \frac{(273-8)}{(273+30)};$$

აქედან

$$V_1 = \frac{20000 \cdot 303}{265} = 22900 \text{ მ}^3.$$

**მაგალითი 2.** დავუშვათ, რომ მშრალი ჰაერის ტემპერატურა  $t_1 = +10^\circ$ , მაშინ მისი მოცულობითი წონა იქნება  $\gamma_1 = 1,248 \text{ კგ/მ}^3$ . განვსაზღვროთ რამდენი იქნება ჰაერის მოცულობითი წონა ( $\gamma_2$ ), თუ შას შევათბობთ  $t_2 = 40^\circ$ -მდე.

ამოხსნა. ვიყენებთ (1.7) ფორმულას

$$\frac{1,248}{\gamma_2} = \frac{273+40}{273+10};$$

იქედან

$$\gamma_2 = \frac{283 \cdot 1,248}{313} = 1,128 \text{ კგ/მ}^3.$$

ჩვენ მიერ განხილული იყო მშრალი ჰაერის მდგომარეობა. სინამდვილეში კი ჰაერში არის წყლის ორთქლი, რომლის შემცველობა ძალიან დიდი დიაპაზონით მერყეობს და დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე. წყლის ორთქლის რაოდენობა არსებით გავლენას ახდენს აირის ნარევის (რომლისგანაც შედგება ჰაერი) ფიზიკურ თვისებებზე. ჩვენ ქვემოთ განვიხილავთ იმ უმთავრეს დამოკიდებულებებს, რომლებიც ახასიათებს ტენიან ჰაერს.

## § 2.

## ჰაერის ჰენიანობა

ა) ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა. 1 მ<sup>3</sup> ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის წონას ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა ეწოდება. 1 მ<sup>3</sup> ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლისათვის დამახასიათებელ განტოლებას ექნება შემდეგი სახე

$$P_{\text{წყ.ორთ}} V = G_{\text{წყ.ორთ}} \cdot R_{\text{წყ.ორთ}} \cdot T, \quad (1.11)$$

სადაც  $P_{\text{წყ.ორთ}}$  არის წყლის ორთქლის, პარციალური წნევა, მმ ვერსხ. წყ. სე-ობით;

$V$  — წყლის ორთქლის მოცულობა, მ<sup>3</sup>-ობით;

$G_{\text{წყ.ორთ}}$  — წყლის ორთქლის წონა, კგ-ობით;

$R_{\text{წყ.ორთ}}$  — აირის მუდმივა;

$T$  — ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურა, °K-ობით.

ვიცით რომ 1 მ<sup>3</sup> ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის მოცულობა 1 მ<sup>3</sup>.ია (ასევე 1 მ<sup>3</sup>.ია მშრალი ჰაერის მოცულობაც). თუ ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობას აღვნიშნავთ  $D$  ასოთი, მაშინ (1.11) განტოლებიდან შეიძლება დავწეროთ

$$D = \frac{P_{\text{წყ.ორთ}}}{R_{\text{წყ.ორთ}} T} \text{კგ/მ}^3. \quad (1.12)$$

ამრიგად, თუ ცნობილია წყლის ორთქლის პარციალური წნევა და მისი ტემპერატურა, შეიძლება განესაზღვროთ ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა  $D$ .

ბ) ტენიანი ჰაერის ტენზემცველობა. წყლის ორთქლის წონას ( $d_g$ ), რომელიც ისეთ ტენიან ჰაერშია, რომლის მშრალი ნაწილის წონა 1 კგ-ის ტოლია, ტენიანი ჰაერის ტენზემცველობა ეწოდება.

თუ ტენიან ჰაერს განვიხილავთ, როგორც სრულიად მშრალი 1 კგ ჰაერისა და  $d_g$  წყლის ორთქლის ნარევეს, მაშინ ტენიანი ჰაერის წონა იქნება

$$1 + \frac{d}{1000} \text{ კგ.}$$

როგორც ვიცი, დალტონის კანონის მიხედვით

$$P_{\text{საბ}} = P_{\text{მშ.ა}} + P_{\text{წყ.ორთ.}}$$

მშრალი ჰაერისათვის დამახასიათებელი განტოლება იქნება

$$P_{\text{მშ.ა}} V = G_{\text{მშ.ა}} R_{\text{მშ.ა}} T, \quad (1.13)$$

წყლის ორთქლისათვის კი

$$P_{\text{წყ.ორთ.}} V = G_{\text{წყ.ორთ.}} R_{\text{წყ.ორთ.}} T'. \quad (1.14)$$

თუ (1.13) და (1.14) განტოლებების შესაბამის წევრებს გავყოფთ ერთმანეთზე, მივიღებთ

$$\frac{P_{\text{მშ.ა}}}{P_{\text{წყ.ორთ.}}} = \frac{G_{\text{მშ.ა}}}{G_{\text{წყ.ორთ.}}} \cdot \frac{R_{\text{მშ.ა}}}{R_{\text{წყ.ორთ.}}},$$

საიდანაც

$$G_{\text{წყ.ორთ.}} = G_{\text{მშ.ა}} \frac{P_{\text{წყ.ორთ.}} R_{\text{მშ.ა}}}{P_{\text{მშ.ა}} R_{\text{წყ.ორთ.}}}. \quad (1.15)$$

თუ (1.15) განტოლებაში ჩავსვამთ აირების მუდმივებს, მივიღებთ

$$G_{\text{წყ.ორთ.}} = G_{\text{მშ.ა}} \frac{P_{\text{წყ.ორთ.}}}{P_{\text{მშ.ა}}} \cdot \frac{2,153}{3,461} = 0,622 G_{\text{მშ.ა}} \frac{P_{\text{წყ.ორთ.}}}{P_{\text{მშ.ა}}} \text{ კგ}$$

ან

$$G_{\text{წყ.ორთ.}} = 622 G_{\text{მშ.ა}} \frac{P_{\text{წყ.ორთ.}}}{P_{\text{მშ.ა}}} \text{ გ/კგ. მშ. კ.} \quad (1.16)$$

თუ ტენიანი ჰაერის მშრალი ნაწილის წონა  $G_{\text{მშ.ა}} = 1$  კგ, მაშინ წყლის ორთქლის წონა იქნება ტენიანი ჰაერის ტენზემცველობა და ის ტოლია

$$d = 622 \frac{P_{\text{წყ.ორთ.}}}{P_{\text{მშ.ა}}} \text{ გ/კგ. მშ. კ.} \quad (1.17)$$

როგორც (1.1) განტოლებიდან ვიცი,  $P_{\text{მშ.ა}} = P_{\text{საბ}} - P_{\text{წყ.ორთ.}}$ , ამიტომ საბოლოოდ შეიძლება დავწეროთ

$$d = 622 \frac{P_{\text{წყ.ორთ.}}}{P_{\text{საბ}} - P_{\text{წყ.ორთ.}}} \text{ გ/კგ. მშ. კ.} \quad (1.18)$$

გ) ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა. ტენიან ჰაერში წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ფარდობას იმავე ტემპერატურის მქონე, ოღონდ

ტენით მთლიანად გაჯერებულ ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალურ წნევასთან, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ეწოდება, ანუ

$$\varphi = \frac{P_{\text{წყ.ორთ}}}{P_{\text{ჰაერ}}} 100\%. \quad (1.19)$$

ზოგჯერ ჰაერის ფარდობით ტენიანობას უწოდებენ ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის წონითი რაოდენობის ფარდობას იმავე ტემპერატურის შქონე მთლიანად გაჯერებულ ჰაერში არსებულ წყლის წონასთან

$$\varphi' = \frac{d_{\text{წყ.ორთ}}}{d_{\text{ჰაერ}}} 100\%. \quad (1.20)$$

მაგრამ ეს განსაზღვრა მთლად ზუსტი არ არის, რადგანაც  $\varphi' \neq \varphi$ .

ფარდობითი ტენიანობა საშუალებას გვაძლევს მოცემული (განსახილველი) ჰაერი შეედაროთ მთლიანად გაჯერებულს. იმ შემთხვევაში, როდესაც  $\varphi=0$ , ჰაერში სრულიად არ იქნება წყლის ორთქლი, ანუ ის იქნება აბსოლუტურად მშრალი, ხოლო როცა  $\varphi=100\%$ , მაშინ ჰაერი მთლიანად გაჯერებულია წყლის ორთქლით.

თუ რაიმე ფარდობითი ტენიანობის ჰაერს გავათბობთ, მაშინ ჰაერის ტენშემცველობა უცვლელი დარჩება, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა კი დაიწყებს შემცირებას და, პირიქით, თუ ჰაერს გავაცივებთ, ასევე უცვლელი დარჩება ტენშემცველობა, ფარდობითი ტენიანობა კი დაიწყებს ზრდას და რომელიღაც ტემპერატურაზე ჰაერი მთლიანად გაჯერებული აღმოჩნდება ( $\varphi=100\%$ ).

ამრიგად, იმ უმცირეს ტემპერატურას, სანამდისაც შეიძლება ჰაერის გაცივება მისი უცვლელი ტენშემცველობისას, ნაშის წერტილი ეწოდება. ჰაერის შემდეგი გაცივება გამოიწვევს წყლის ორთქლის კონდენსაციას, ანუ ჰაერიდან წყლის წვეთების გამოყოფას და ჰაერის შრობას.

**მაგალითი 1.** განვსაზღვროთ ჰაერის ტენშემცველობა იმ შემთხვევისთვის, როცა ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi=50\%$ , ჰაერის ტემპერატურა  $t_1=+30^\circ$ , ბარომეტრული წნევა კი  $P_{\text{ჰაერ}}=760$  მმ ვერცხ. წყ. სვ.

**ა მ ო ხ ს ნ ა .** I დანართის ცხრილიდან ვმოულობთ, რომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, როცა  $t_1=+30^\circ$ , მთლიანი გაჯერებისას ტოლია  $P_{\text{ჰაერ}}=31,82$  მმ ვერცხ. წყ. სვ. ვინაიდან ჩვენს შემთხვევაში  $\varphi=50\%$ , ამიტომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევა

$$P_{\text{წყ.ორთ}}=31,82 \cdot 0,5=15,91 \text{ მმ ვერცხ. წყ. სვ.}$$

ტენშემცველობას ვსაზღვრავთ (1.18) ფორმულით

$$d = 622 \frac{P_{\text{წყ.ორთ}}}{P_{\text{ჰაერ}} - P_{\text{წყ.ორთ}}} = \frac{622 \cdot 15,91}{760 - 15,91} = 13,2 \text{ გ/კგ. მშ. მ.}$$

**მაგალითი 2.** განვსაზღვროთ ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა შემთხვევისათვის, როცა ჰაერის ტემპერატურა  $t_1=+20^\circ$  და წყლის ორთქლის პარციალური წნევა

$$P_{\text{წყ.ორთ}}=10,52 \text{ მმ ვერცხ. წყ. სვ.}$$



ბ მ ო ხ ს ნ ა . I დანართის ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ  $t_1 = +20^\circ$  ტემპერატურის მქონე ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა შთლიანი გაჯერებისას

$$P_{\text{გვ}} = 17,53 \text{ მმ ვერცხ. წყ. სე.}$$

ფარდობით ტენიანობას ვსაზღვრავთ (1.19) ფორმულით

$$\varphi = \frac{P_{\text{გვ.ობ}}}{P_{\text{გვ}}} 100 = \frac{10,52 \cdot 100}{17,53} = 60\%.$$

ღ) ტენიანი ჰაერის კუთრი წონა. დავწეროთ მშრალი ჰაერისა და წყლის ორთქლის დამახასიათებელი განტოლებები:

$$P_{\text{მშ.ა}} V = G_{\text{მშ.ა}} R_{\text{მშ.ა}} T;$$

$$P_{\text{წყ.ობ}} V = G_{\text{წყ.ობ}} R_{\text{წყ.ობ}} T.$$

თუ ამ ორ განტოლებას შევკრებთ და გარდავექმნით, მივიღებთ

$$G_{\text{მშ.ა}} + G_{\text{წყ.ობ}} = \frac{V}{T} \left( \frac{P_{\text{მშ.ა}}}{R_{\text{მშ.ა}}} + \frac{P_{\text{წყ.ობ}}}{R_{\text{წყ.ობ}}} \right).$$

მშრალი ჰაერისა და წყლის ორთქლის შერევის შედეგად, როგორც ვიცით, მივიღებთ ტენიან ჰაერს, ანუ  $G_{\text{მშ.ა}} + G_{\text{წყ.ობ}} = G_{\text{ბაზ}}$ . ამრიგად, საბოლოოდ მივიღებთ

$$G_{\text{ბაზ}} = \frac{V}{T} \left( \frac{P_{\text{მშ.ა}}}{R_{\text{მშ.ა}}} + \frac{P_{\text{წყ.ობ}}}{R_{\text{წყ.ობ}}} \right). \quad (1.21)$$

როცა  $V=1$  მ<sup>3</sup>, მაშინ ამ მოცულობის შესაბამისი წონა იქნება ტენიანი ჰაერის კუთრი წონა  $\gamma_{\text{ბაზ}}$ , ანუ

$$\gamma_{\text{ბაზ}} = \frac{1}{T} \left( \frac{P_{\text{მშ.ა}}}{R_{\text{მშ.ა}}} + \frac{P_{\text{წყ.ობ}}}{R_{\text{წყ.ობ}}} \right).$$

თუ ამ უკანასკნელ გამოსახულებაში ჩავსვამთ  $R_{\text{მშ.ა}}=2,153$  და  $R=3,461$  მნიშვნელობებს, მივიღებთ

$$\gamma_{\text{ბაზ}} = \frac{1}{T} (0,465 P_{\text{მშ.ა}} + 0,289 P_{\text{წყ.ობ}}),$$

ან შეიძლება დავწეროთ

$$\gamma_{\text{ბაზ}} = \frac{1}{T} (0,465 P_{\text{მშ.ა}} + 0,465 P_{\text{წყ.ობ}} - 176 P_{\text{წყ.ობ}}).$$

მაგრამ, ვინაიდან

$$P_{\text{მშ.ა}} + P_{\text{წყ.ობ}} = P_{\text{ბაზ}}$$

ამიტომ საბოლოოდ შეიძლება დავწეროთ

$$\gamma_{\text{ბაზ}} = \frac{1}{T} (0,465 P_{\text{ბაზ}} - 0,176 P_{\text{წყ.ობ}}). \quad (1.22)$$

თუ განვიხილავთ ბარტო  $P_{\text{ბაზ}}$  წნევის მქონე მშრალ ჰაერს, მაშინ  $P_{\text{წყ.ობ}}$  ნულის ტოლი იქნება და (1.22) განტოლებიდან მივიღებთ

$$\gamma_{\text{მშ.ა}} = 0,465 \frac{P_{\text{ბაზ}}}{T}, \quad (1.23)$$

აქედან კი

$$\gamma_{\text{ფა}} = \gamma_{\text{ფა},1} - 0,176 \frac{\dot{P}_{\text{ფა},\text{რომ}}}{T}; \quad (1.24)$$

(1.24) ფორმულიდან ჩანს, რომ ტენიანი ჰაერის კუთრი წონა მშრალი ჰაერის კუთრ წონაზე ნაკლებია (ერთი და იმავე ბარომეტრული წნევის დროს).

**მაგალითი 1.** განესაზღვროთ მშრალი ჰაერის კუთრი წონა, როცა მისი ტემპერატურა  $t = +30^\circ$  და ბარომეტრული წნევა  $P_{\text{ბარ}} = 760$  მმ ვერცხ. წყ. სვ.

**ა მ ო ხ ს ნ ა.** ესარგებლობთ (1.23) ფორმულით

$$\gamma_{\text{ფა},1} = 0,465 \frac{P_{\text{ბარ}}}{T} = \frac{0,465 \cdot 760}{273 + 30} = 1,17 \text{ კგ/მ}^3.$$

**მაგალითი 2.** განესაზღვროთ იმავე ჰაერის ( $t = +30^\circ$  და  $P_{\text{ბარ}} = 760$  მმ ვერცხ. წყ. სვ.) კუთრი წონა, როცა ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi = 70\%$ .

**ა მ ო ხ ს ნ ა.** I დანართის ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევა გაჯერებულ ჰაერში, როცა  $t = +30^\circ$  ტოლია  $P_{\text{პარ}} = 31,82$  მმ ვერცხ. წყ. სვ.; როცა  $\varphi = 70\%$ , მაშინ  $P_{\text{ფა},\text{რომ}} = 31,82 \cdot 0,7 = 22,274$  მმ ვერცხ. წყ. სვ. ესარგებლობთ (1.22) ფორმულით

$$\gamma_{\text{ფა}} = \frac{1}{273 + 30} (0,465 \cdot 760 - 0,176 \cdot 22,274) \approx 1,15 \text{ კგ/მ}^3.$$

იმევეს მივიღებთ, თუ ვიანგარიშებთ (1.24) ფორმულით.

**ე) ჰაერის კუთრი სითბოტევადობა.** არჩევენ ჰაერის წონითს და მოცულობითს კუთრ სითბოტევადობას. 1 კგ მშრალი ჰაერის 1°-ით გათბობაზე დახარჯულ სითბოს რაოდენობას წონითი კუთრი სითბოტევადობა ეწოდება. ჰაერის იმ ტემპერატურებისათვის, რომლებითაც, ჩვეულებრივ, ესარგებლობთ ვენტილაციის ტექნიკაში, წონითი კუთრი სითბოტევადობის რიცხობრივი სიდიდე  $C = 0,24$  კკალ/კგ. გრ.

1 მ<sup>3</sup> ჰაერის 1°-ით გათბობაზე დახარჯულ სითბოს რაოდენობას მოცულობითი კუთრი სითბოტევადობა ეწოდება.

ნული გრადუსი ტემპერატურისა და ნორმალური წნევის მქონე ჰაერისათვის მოცულობითი კუთრი სითბოტევადობის რიცხობრივი სიდიდე  $C = 0,31$  კკალ/მ<sup>3</sup>. გრ.

**ვ) ტენიანი ჰაერის თბოშემცველობა.** 1 კგ მშრალი ნაწილის შემცველ ტენიან ჰაერში არსებულ სითბოს რაოდენობას ჰაერის თბოშემცველობა ეწოდება. 1 კგ მშრალი ჰაერის თბოშემცველობა ჰაერის რომელიღაც ტემპერატურის დროს ( $0^\circ$  ტემპერატურის დროს კი ნულის ტოლია)

$$I_{\text{ფა},1} = 0,24t \text{ კკალ/კგ},$$

სადაც 0,24 არის 1 კგ მშრალი ჰაერის წონითი კუთრი სითბოტევადობა, კკალ/კგ. გრ.-ობით (როცა  $P = \text{const}$ ).

$t$  — ჰაერის ტემპერატურა, გრ.-ობით.

ტენიან ჰაერში არსებული  $d$  რაოდენობის წყლის ორთქლის თბოშემცველობა ჰაერის რომელიღაც  $t$  ტემპერატურის დროს

$$I_{\text{წყ.ობ}} = (597,4 + 0,44t) \frac{d}{1000} \text{ კკალ/კგ.}$$

სადაც 597,4 არის  $0^{\circ}$ -ის მქონე წყლის ორთქლწარმოქმნის ფარული სითბო, კკალ/კგ ობით.

0,44 — წყლის ორთქლის სითბოტეადობა, კკალ/კგ. გრ-ობით.

ამრიგად, ტენიანი ჰაერის (რომლის შშრალი ნაწილი იწონის 1 კგ) მთლიანი თბოშემცველობა

$$I_{\text{ბა}} = I_{\text{შ.ა}} + I_{\text{წყ.ობ}} = 0,24t + (597,4 + 0,44t) \frac{d}{1000} \text{ კკალ კგ. შშ. პ.} \quad (1.25)$$

მაგალითი 1. განვსაზღვროთ ისეთი ტენიანი ჰაერის თბოშემცველობა, რომლის პარამეტრებია:  $t_1 = +30^{\circ}$ ,  $P_{\text{ბა}} = 760$  მმ ვერსხ. წყ. სტ.,  $\varphi = 50\%$ ,  $P_{\text{წყ.ობ}} = 15,91$  მმ ვერსხ. წყ. სტ.,  $d = 13,2$  გ/კგ. შშ. პ.

ამოხსნა. ვსარგებლობთ (1.25) ფორმულით

$$I_{\text{ბა}} = 0,24t + (597,4 + 0,44t) \frac{d}{1000} = 0,24 \cdot 30 + (597,4 + 0,44 \cdot 30) \frac{13,2}{10000} = 15,25 \text{ კკალ/კგ. შშ. პ.}$$

### § 3. გაკარგებული ანის ფიზიკოლოგიური გავლენა ადამიანზე

თუ სათავსში ჰაერი არ იწმინდება, თავმოურილია ადამიანები, გარკვეული დროის შემდეგ მათი გუნებ-განწყობა მკვეთრად უარესდება, რაც არ შეიძლება გამოწვეული იყოს მხოლოდ აქ მყოფი ადამიანების სუნთქვის პროცესის შედეგად სათავსის ჰაერის ქიმიური შედგენილობის შეცვლით. ეს მოვლენა ინჟ. ი. ფლავიციმ იბით ახსნა, რომ ადამიანის გუნებ-განწყობა უმთავრესად დამოკიდებულია სათავსის ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და მოძრაობის სიჩქარის ცვალებადობაზე.

ადამიანის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია გარემოცველი ჰაერის ტემპერატურაზე, ფარდობით ტენიანობაზე, მოძრაობის სიჩქარესა და, აგრეთვე, სათავსის გადამლობავი კონსტრუქციების ზედამირების ტემპერატურაზე. ამ ფაქტორების ერთობლიობა წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმის მიერ სითბოს კარგვის გარკვეულ საზომს გარემომცველ არეში.

ადამიანის ორგანიზმის ცხოველმყოფელობისათვის ენერგიის უმთავრეს წყაროს წარმოადგენს საკვები. საკვების გადამუშავების შედეგად წარმოიქმნება სითბო, რომელიც უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ტემპერატურის ( $36,6^{\circ}$ ) დონეს.

სითბოს რაოდენობა, რომელსაც გამოყოფს ადამიანის ორგანიზმი, დამოკიდებულია მის მიერ შესრულებული სამუშაოს ინტენსიურობაზე და დიდი დიაპაზონით იცვლება.

ადამიანის ორგანიზმი ცდილობს შეინარჩუნოს უცვლელი ტემპერატურა (ნორმალური თბოგაცელა). ეს კი შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ

ორგანიზმის მიერ გამოყოფილი სითბო თანაბრად და განუწყვეტლივ გადაეცემა გარემომცველ არეს. ორგანიზმი თერმორეგულირების უნარის შედეგად ეგუება გარემომცველი არის ცვალებადობას და ინარჩუნებს თბოგაცემის მუდმივობას, ე. ი. თავისი ტემპერატურის მუდმივობას.

მაგრამ ადამიანის ორგანიზმის თბორეგულაციის უნარი შეზღუდულია გარკვეული ზღვრებით და ამიტომ იმ შემთხვევებში, როდესაც ადამიანის ორგანიზმის მიერ გამოშვებული სითბო მთლიანად ვერ გადაეცემა გარემომცველ არეს, იწყება ორგანიზმის გადახურება, რის შედეგადაც ჰქვეითრად უარესდება ადამიანის გუნებ-განწყობა, ხოლო განსაკუთრებული მძიმე პირობების დროს იწყება ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციების მძიმე მოშლილობა.

ზემოაღნიშნულიდან ცხადია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის გარემომცველი არის ტემპერატურას, ტენიანობასა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს, რომელთა ერთობლიობაც სათავსში ქმნის ამა თუ იმ მეტეოროლოგიურ პირობებს, ანუ ამა თუ იმ ხელოვნურ ჰავას.

სათავსებში ხელოვნური ჰაერის შექმნა ხორციელდება გათბობისა და ენტილაციის დანადგარების საშუალებით.

### ეფექტური და ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურები

ადამიანების თბოშეგრძნებაზე მეტეოროლოგიური პირობების გავლენის დასახასიათებლად სარგებლობენ ეფექტური ტემპერატურების ცნებით. ეფექტური ტემპერატურა ეწოდება უძრავი ჰაერის ტემპერატურას, რომელიც 100% ფარდობითი ტენიანობის დროს იწვევს სხეულის ისეთსავე გავრილებას, როგორსაც ასევე უძრავი, ოღონდ სხვა ტემპერატურის და სხვა ფარდობითი ტენიანობის ჰაერი.

მაგალითად, დამტკიცებულია, რომ ადამიანებს ერთნაირი გუნებ-განწყობა აქვთ უძრავი ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის შემდეგი კომბინაციების პირობებში:

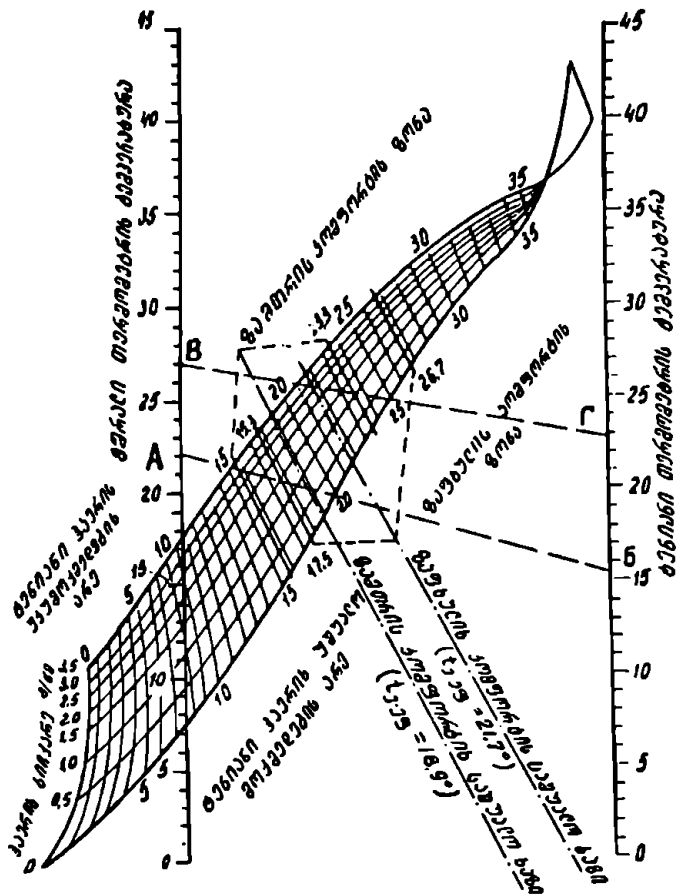
$$t=17,8^{\circ} \text{ და } \varphi=100\%; \quad t=18,3^{\circ} \text{ და } \varphi=90\%;$$

$$t=20,8^{\circ} \text{ და } \varphi=50\% \text{ და ა.შ.}$$

მოდრავი ჰაერის შემთხვევაში თბოშეგრძნების დასახასიათებლად (შესაფასებლად) სარგებლობენ ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურების ცნებით. ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურა ეწოდება უძრავი ჰაერის ტემპერატურას (როცა  $\varphi=100\%$ ), რომელიც იწვევს სხეულის ისეთსავე გავრილებას, როგორსაც სხვა ტემპერატურისა და ტენიანობის მოძრავი ჰაერი, მოძრაობის გარკვეული სიჩქარის დროს.

მაგალითად, თუ ჰაერი, რომლის  $t=20,8^{\circ}$  და  $\varphi=50\%$ , მოძრაობს  $v=0,5$  მ/წმ სიჩქარით, მაშინ ამ ჰაერის ეფექტური ტემპერატურა იქნება არა  $17,8^{\circ}$  (როგორც იმავე პარამეტრების, ოღონდ  $v=0$  მ/წმ მქონე ჰაერისთვის), არამედ  $16^{\circ}$ .

ცნობილია, რომ წარმოების პირობებში სამუშაო ზონაში ჰაერის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა ხშირად არ შეესაბამება ადამიანის ორგანიზმსა და გარემომცველ არეს შორის ნორმალური თბოგაცვლისათვის საჭირო პირობებს. თბოგაცვლის ამ შეუსაბამობის კომპენსირება შეიძლება, მაგალითად, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზრდით.



ნახ. I.1

ადაშიანის გუნებ-განწყობაზე ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და მოძრაობის სიჩქარის ერთობლივი გავლენის დასადგენად ამერიკელმა მეცნიერებმა ჩაატარეს მრავალი ცდა. ცდებს ატარებდნენ ადაშიანებზე, რომლებსაც წელს ზემოთ არ ეცვათ ან ეცვათ ჩვეულებრივი ტანსაცმელი.

ჩატარებული ცდებს საფუძველზე შედგენილ იქნა ემპირიული და ექვივალენტურ-ემპირიული ტემპერატურების გრაფიკი (იხ. I.I ნახ.). ეს გრაფიკი შედგენილია ადაშიანისთვის, რომელსაც აცვია ჩვეულებრივი ტანსაცმელი და ასრულებს მსუბუქ ფიზიკურ სამუშაოს.

გრაფიკის მარცხენა მხარეს არის მშრალი თერმომეტრის მაჩვენებლების სკალა, ხოლო მარჯვენა მხარეს — ტენიანი თერმომეტრის სკალა. გრაფიკზე ნაჩვენებია ზამთრის და ზაფხულის კომფორტის ზონები. ამ ზონებში მოხედრილია მხოლოდ ის ემპირიული და ექვივალენტურ-ემპირიული ტემპერატურა-

ბი, რომლებიც ქნიან თბოშეგვრდნების ყველაზე უფრო სასიამოვნო პირობებს. მშრალი თერმომეტრის სკალის მარცხნივ ნაჩვენებია ტენიანი ჰაერის უწყვეტების არე, რომელიც იწყება (მშრალი თერმომეტრით)  $+7^{\circ}$ -დან და ვრცელდება ჭეშოთ. ამ უწყვეტების არის დამახასიათებელია ის, რომ ამ არეში ტენიანობის გაზრდასთან ერთად იზრდება ჰაერის გამაგრილებელი მოქმედების უნარიც (ეს მოვლენა იმით აიხსნება, რომ დაბალი ტემპერატურების დროს ტენიანი ჰაერის ტენშემცველობა უმინშენელოა, მაგრამ ფარდობითი ტენიანობის გაზრდით იზრდება ჰაერის თბოგამტარობის კოეფიციენტი. ამიტომ დაბალი ტემპერატურის ჰაერის ტენიანობის გაზრდა იწვევს ჰაერის გამაგრილებელი მოქმედების გაზრდასაც), მაშინ როდესაც ტენიანი ჰაერის უშუალო მოქმედების არეში, ანუ იმ არეში, რომელიც მოქცეულია მშრალი და ტენიანი ჰაერის ტემპერატურების მაჩვენებელ სკალებს (იხ. ნახ. 1. I) შორის, ჰაერის ტენიანობის გაზრდა იწვევს მისი გამაგრილებელი უნარის შემცირებას.

ეფექტური ტემპერატურების გრაფიკის ზედა მარჯვენა კუთხეში ნაჩვენებია გაბურების ზონა. ეს ზონა იწყება ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ტემპერატურიდან ( $+36,6^{\circ}$ ) და ვრცელდება ზემოთ. მაშასადამე,  $36,6^{\circ}$  ტემპერატურის ჰაერს რა ტენიანობაც და მოძრაობის სიჩქარეც არ უნდა ჰქონდეს, ის ვერ მოახდენს გამაგრილებელ ეფექტს და, პირიქით, ჰაერის ტემპერატურის შემდგომი გაზრდით დაიწყება სითბოს საწინააღმდეგო მიმართულებით გადაცემა — ჰაერიდან სხეულისკენ და მით უფრო მეტად, რაც უფრო მეტი იქნება ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე.

**მაგალითი 1.** სათავისი ჰაერის ტემპერატურა  $t=22^{\circ}$ . ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi=50\%$  და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე  $v=0$ . განესაზღვროთ აკმაყოფილებს თუ არა სათავისის მეტეოროლოგიური პირობები კომფორტის პირობებს.

**ა მ ო ხ ს ნ ა .** მოცემული ჰაერის პარამეტრებისათვის ვსაზღვრავთ ტენიანი თერმომეტრის ტემპერატურას, რისთვისაც ვიყენებთ  $I-d$  დიაგრამას (იხ. დანართი II). ამ დიაგრამის ორდინატთა ღერძზე ვპოულობთ  $t=22^{\circ}$ . ამ წერტილიდან მივყვებით წირს (მარჯვნივ)  $\varphi=50\%$  მრუდის გადაკვეთამდე, მიღებული წერტილიდან ვავლებთ  $I=const$  წირების პარალელურ ხაზს  $\varphi=100\%$  მრუდის გადაკვეთამდე, მიღებული წერტილიდან ვავლებთ  $t=const$  წირების პარალელურ ხაზს და ორდინატთა ღერძზე მიღებული წერტილი  $t=15,3^{\circ}$  იქნება ტენიანი თერმომეტრის ტემპერატურა. ამის შემდეგ ეფექტური ტემპერატურების გრაფიკის (იხ. 1. I ნახ.) მშრალი თერმომეტრის სკალაზე ვპოულობთ  $t=22^{\circ}$ -ის შესაბამის წერტილს, ხოლო ტენიანი თერმომეტრის სკალაზე —  $t=15,3^{\circ}$  შესაბამის წერტილს. ამ ორ წერტილს ვაერთებთ სწორი ხაზით ( $A-B$  ხაზი). ამ  $A-B$  ხაზისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის  $v=0$  მრუდის გადაკვეთის წერტილში იქნება ეფექტური ტემპერატურა  $t=20^{\circ}$ . როგორც 1. I ნახაზიდან ჩანს, ეს ეფექტური ტემპერატურა  $t=20^{\circ}$  კომფორტის ზონის ფარგლებშია.

ამრიგად, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ არსებული მეტეოროლოგიური პირობები ( $t=22^{\circ}$ ,  $\varphi=50\%$  და  $v=0$ ) განსახილველ სათაესში აკმაყოფილებს კომფორტის პირობებს.

**მაგალითი 2.** საამქროში (ამჟღად ზონაში) ზამთარში ჰაერის პარამეტრებია  $t=27^{\circ}$ ,  $\varphi=70\%$ . განსახილველია ჰაერის მოძრაობის ის სიჩქარე, რომელიც საამქროში მოცემული მეტეოროლოგიური პირობების დროს უზრუნველყოფს ეკვივალენტურ-ეფექტურ ტემპერატურას.

**ამოხსნა.** როცა  $t=27^{\circ}$  და  $\varphi=70\%$ , მაშინ ტენიანი თერმომეტრის ტემპერატურა იქნება  $22,8^{\circ}$  (ესაზღვრავთ  $t-d$  დიაგრამის საშუალებით). ეფექტური ტემპერატურების გრაფიკის (ნახ. 1.1) შესაბამის სკალებზე ეპოულობთ მშრალი და ტენიანი თერმომეტრების ტემპერატურებს ( $t=27^{\circ}$  და  $22,8^{\circ}$ ) და მათ ვაერთებთ სწორი  $B-I$  ხაზით. ამ  $B-I$  ხაზისა და  $v=0$  მრუდის გადაკვეთის წერტილში ეპოულობთ ეფექტურ ტემპერატურას  $t=25^{\circ}$ . ეს ეფექტური ტემპერატურა ზამთრის კომფორტული ტემპერატურების ზონის გარეთაა (ზამთრის კომფორტული ზონის ზედა ზღვრად ითვლება  $23,3^{\circ}$  ეფექტური ტემპერატურა). იმიტომ, რომ საამქრო ადგილზე გვექნება კომფორტის პირობების ზონის შესაბამისი ეფექტური ტემპერატურა, საჭიროა შევქმნათ ჰაერის მოძრაობის რომელიღაც სიჩქარე. განსახილველი შემთხვევისთვის ეს სიჩქარე ავიღოთ  $v=3,5$  მ/წმ. ეფექტური ტემპერატურების გრაფიკზე  $B-I$  ხაზისა და  $v=3,5$  მ/წმ მრუდის გადაკვეთის წერტილში ეპოულობთ, რომ  $t=20^{\circ}$ . ტემპერატურა  $20^{\circ}$  განხილულ შემთხვევაში იქნება ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურა, რადგანაც ის შეესაბამება არა უძრავ ჰაერს, არამედ ჰაერს, რომელიც მოძრაობს  $v=3,5$  მ/წმ სიჩქარით.

განხილულ შემთხვევაში ჩვენ წინასწარ დავსახეთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე ( $v=3,5$  მ/წმ) და ამის მიხედვით განვსაზღვრეთ ეფექტური ტემპერატურა ( $t=20^{\circ}$ ). შეიქმნა მოვიქცეთ შემდგენიარადაც: წინასწარ დავსახოთ რომელიმე გარკვეული ეფექტური ტემპერატურა (რომელიც მდებარეობს კომფორტულ ზონაში), მაგალითად,  $t=22^{\circ}$  და ამ ტემპერატურის შესაბამისი წერტილისა და  $B-I$  ხაზის გადაკვეთაზე ვიპოვოთ ჰაერის მოძრაობის საჭირო სიჩქარე, რომელიც ამ პირობებისათვის იქნება  $v=2,5$  მ/წმ.

სწორად ვოწყობილ ენტილატიას შეუძლია უზრუნველყოს ჰაერის არის საჭირო მეტეოროლოგიური პირობები საწარმოო დანიშნულების სათაესის როგორც მთლიან მოცულობაში, ისე მხოლოდ მის ცალკეულ საამქრო ადგილებზე.

მეტეოროლოგიურ პირობებს, გარდა ადამიანის სხეულის თბოგაცემის რეგულირებისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე საწარმოო პროცესების სწორი მსვლელობისათვის. მაგალითად, საფეიქრო მრეწველობაში გამოსაშვები პროდუქციის ბარისზე დიდ გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა.

ეფექტურ ტემპერატურათა გრაფიკი არ ითვალისწინებს ადამიანის ორ-

განიზმის თბოშეგრძნებაზე სხიური თბოგაცვლის გავლენის ფაქტორს. სამრეწველო დანიშნულების საწარმოებში კი ადამიანები ხშირად განიცდიან სხიური სითბოს ინტენსიურ ზემოქმედებას ლუმენების ცხელი ზედაპირებიდან, გაცხელებული ლითონიდან და სხვ., რაც ქმედით გავლენას ახდენს ადამიანის თბოშეგრძნებაზე. სხიური სითბოთი ადამიანის ორგანიზმის გადახურების წინააღმდეგ სამრეწველო საწარმოებში იყენებენ მნიშვნელოვანი სიჩქარის ჰაერის ნაკადით სხეულის (რომელზეც ხდება დასხივება) შემოპირეფას.

### **მაგნე მიწარევების კონცენტრაციის ცნება. მაგნე ორთქლისა და აიერების მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე**

ჰაერის მოცულობის ერთეულში არსებული მაგნე მიწარევების წონას მაგნე მიწარევების კონცენტრაცია ეწოდება. ჩვეულებრივ ის იზომება მგ/ლ გ/მ<sup>3</sup>-ობით. ზოგჯერ მაგნე მიწარევების კონცენტრაციად იღებენ მაგნე მიწარევების პროცენტულ შეფარდებას ჰაერის მოცულობასთან.

ადამიანის ორგანიზმზე სხვადასხვა აირის მოქმედება დამოკიდებულია მათ ტოქსიკურობაზე (შხამიანობაზე), სათავისს ჰაერში მათ კონცენტრაციაზე და სათავისში ადამიანის ყოფნის ხანგრძლივობაზე. ყოველი აირი ადამიანის ორგანიზმზე ახდენს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ ფიზიოლოგიურ ზეგავლენას. ვენტილაციის საშუალებით სათავისში შრომისთვის საჭირო პირობების შესაქმნელად აუცილებელია იმ ზოგიერთი მაგნე აირის მახასიათებლების ცოდნა, რომლებიც ხშირად გვხვდება სამრეწველო საწარმოთა სათავისების ჰაერში.

ნახშირბადი (მხუთავ აირს) არა აქვს გემო, სუნი და ფერი, არ იწვევს გამაღიზიანებელ მოქმედებას. ამიტომ ადამიანი მხუთავი აირის დიდი კონცენტრაციის მქონე ჰაერის გარემოცვაშიც კი დიდხანს ვერ შეიგრძნობს მას და რეაგირებს მხოლოდ მოწამელის შემდეგ, როცა თავბრუსხვევა ეწყება.

გოგირდოვანი აირი უფერულია, აქვს მკვეთრი მწვავე სუნი, გამოყოფა ყველა იმ ქურიდან და ღუმელიდან, რომლებიც მუშაობს გოგირდნარევე ნახშირზე. გოგირდოვანი აირი ადამიანის სასუნთქ ორგანოებში გარდაიქმნება გოგირდმეფავ ხსნარად.

გოგირდმეფავს ორთქლი გამოიყოფა ლითონების ამოქმისას. გოგირდმეფავს ორთქლის დიდი კონცენტრაციის მქონე ატმოსფეროში ყოფნისას აღინიშნება ლორწოვანი გარსის გაღიზიანება, ხანგრძლივი ზემოქმედება კი იწვევს ბრონქებისა და ფილტვების დაავადებას.

ქლორი მოქმედებს ადამიანის ზემო სასუნთქ გზებზე. ქლორის დიდი კონცენტრაციის მქონე ატმოსფეროში მუშაობისას იქმნება ტუბერკულოზით დაავადებისათვის ხელშემწყობი პირობები, აღინიშნება აგრეთვე გულის დაავადებების განვითარება.

ქვემოთ, 2. I ცხრილში მოცემულია სამრეწველო დანიშნულების სათავისების მუშა ზონის ჰაერში ზოგიერთი მაგნე აირის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები.

ჰაერის გაბინძურება მტვრით. ჰაერში, გარდა სხვადასხვა აირისა და ორთქლისა, შეიძლება აგრეთვე იყოს წერილი მკვრივი ნაწილაკები, მაგალითად, მტვერი.



№№ რიგ.	ნიეთიერებათა დასახელება	ზღვრულ დასაშვებ კონტრაქციასთან სიდიდეები მგ./ს.ო.ში
1	აკროლინი	0,7
2	ამიაკი	20
3	აეტონი	200
4	ბენზინი	300
5	ბენზოლი	20
6	დეკალინი, ტეტრალინი	100
7	ქილოლი	50
8	ღარიშხანოვანი წყალბადი	0,3
9	ციხომოვანი რივის სპირტები (ალოლის, კროტილისა და სხ.)	2
10	ბენზოლის ნიტროშენაერთები და მისი ქიმოლოგები — ნიტრობენზოლი, ნიტროტოლუოლი და სხ.	5
11	აზოტის ანჰიდრიდები	5
12	თუთიის ეანგი	5
13	ნახშირბადის ანგი	30
14	ვერცხლისწყალი	0,01
15	ტყეოა და მისი არაორგანული შენაერთები გოგირდოვანი ტყეიის ვარდა	0,01
16	გოგირდოვანი ტყეოა	0,5
17	გოგირდმჟეა და გოგირდის ანიდრიდი	2
	გოგირდოვანი ანიდრიდი (გოგირდოვანი აირი)	20
18	გოგირდწყალბადი	10
19	გოგირდნახშირბადი	10
20	სკიოიდარი	300
21	სპირტები:	
	ამილის	100
	ბუთილის	200
	მეთილის	50
	პროპილის	200
	ეთილის	1000
22	სულემა	0,1
23	თამბაქოსა და ჩაის მტვერი	3
24	ფენოლი	5
25	ყვითელი ფოსფორი	0,03
26	ქლორბენზოლი	50
27	დაქლორცილი ნახშირწყალბადები:	
	დიქლორეთანი	50
	დიქლორეთილენი	50
	ოთბქლორიანი ნახშირბადი	50
	ქლოროპრენი	2
28	ქლოროვანი წყალბადი და მარილმჟეა	10
29	ქლორი	1
30	ეთილაცეტატი, ბუთილაცეტატი	200

მტვერი მანედ მოქმედებს სასუნთქ ორგანოებზე, კუჭ-ნაწლავის მომწელებელ სისტემაზე, თვლებზე, ფილტვებზე. ზოგ შემთხვევაში მტვერმა შეიძლება ორგანიზმში შეაღწიოს დაუზიანებელი კანის ზედაპირიდანაც (მაგალითად, ტყეიის, ვერცხლისწყლის და ა. შ. უმციერესი ზომის ნაწილაკებმა).

მტერის მანებლობის ხარისხი, უპირველეს ყოვლისა, დამოკიდებულია იმ ნივთიერებაზე, რომლისგანაც შედგება იგი. ფილტვებზე განსაკუთრებით მანვთ გავლენას ახდენს ის მტვერი, რომელიც შეიცავს თავისუფალ სილიციუმმზავას ( $\text{SiO}_2$ ). ზოგ შემთხვევაში მტვერში თავმოყრილია ბაქტერიებიც, რომლებსაც შეუძლიათ ინფექციურ დაავადებათა გამოწვევა (მაგალითად, ტუბერკულოზი და მტყლის დამუშავებისას შესაძლებელია ციმბირის წყლულის გავრცელება). აღსანიშნავია, რომ ნაკლებად საშიშია ის მტვერი, რომელსაც თვალთ ეხებადეთ. ყველაზე მეტად მანვთ გავლენას ადამიანის ორგანიზმზე ახდენს  $10\mu$  ( $\mu$  — მიკრონი —  $0,001$  მმ) ზომაზე ნაკლები ნაწილაკებისაგან შემდგარი მტვერი, რადგანაც მხოლოდ ასეთი ზომის ნაწილაკები შეიძლება მოხვდეს და დარჩეს ფილტვებში. ამიტომ მტერის სანიტარულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით შეფასებისას, გარდა მისი შედგენილობისა და ჰაერში კონცენტრაციისა, გათვალისწინებული უნდა იქნეს მისი ნაწილაკების ზომები (დისპერსიულობა).

მტერის ანალიზი, განსაკუთრებით მისი დისპერსიულობის დასადგენად, მოითხოვს რთულ ხელსაწყოებს და ჩვეულებრივ ტარდება სპეციალურ ლაბორატორიებში.

მტერისგან ჰაერის გაწმენდის ხერხი დამოკიდებულია ჰაერში მის კონცენტრაციასა და ზომებზე. გარე ატმოსფერული ჰაერი ნაწილობრივ გაბინძურებულია წვრილი დისპერსიული მტერით. სხვადასხვა წარმოების სათავსებიდან გაწოვილ ჰაერში კი უმეტესად გვაქვს მსხვილი დისპერსიული მტვერი, ამასთანავე, ასეთ ჰაერში მტერის პროცენტული შემცველობა გაცილებით მეტია, ვიდრე ატმოსფერულში. ამიტომ გარე ატმოსფერული ჰაერისა და საწარმოო სათავსებიდან გაწოვილი ჰაერის გაწმენდის ხერხები ერთმანეთისგან განსხვავებულია.

#### § 4.

#### ტენიანი კაჟის I-დ დიაგრამა

საენტილატო ტექნიკაში ხშირად გვიხდება ჰაერის გათბობის, გაცივების, გამოშრობის და დატენიანების პროცესების გაანგარიშება. ამ პროცესების ანალიზური გაანგარიშება მეტად შრომატევადია.

ჰაერის დამუშავების მთელი რიგი ამოცანების ამოხსნა ფრიად მოხერხებულია და გაცილებით გაადვილებულია გრაფიკული მეთოდით, პროფ. ლ. რამზინის მიერ შედგენილი I-დ დიაგრამის გამოყენებით.

I-დ დიაგრამა იძლევა გრაფიკულ დამოკიდებულებას ტენიანი. ჰაერის ისეთ ძირითად მახასიათებელ სიდიდეებს შორის, როგორცაა თბოშემცველობა, ტენშემცველობა, ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევა ( $I$ ,  $d$ ,  $t$ ,  $\varphi$  და  $P_{\text{წყ.ორთქ.}}$ ).

I-დ დიაგრამა (ნახ. I.2) აგებულია ბლაჟკუსხა კოორდინატთა სისტემაში, ლერძებს შორის  $\alpha = 135^\circ$  კუთხით. დანხმარე  $Od_1$  ლერძზე ნებისმიერი მასშტაბით გადაზომილია ტენშემცველობის მნიშვნელობები და მიღებულ წერტილებზე გავლებულია მუდმივი ტენშემცველობის ვერტიკალური ხაზები ( $d = \text{const}$ ).

ორდინატთა ლერძზე  $O$  წერტილის ზემოთ ასევე ნებისმიერი მასშტაბით გადაზომილია თბოშემცველობის ( $I$ ) დადებითი მნიშვნელობები, ხოლო ქვემოთ — უარყოფითი მნიშვნელობები.  $O$  წერტილი შეესაბამება ტენიანი ჰაერს.

რის ისეთ მდგომარეობას, როდესაც მისი ტემპერატურა  $t=0^{\circ}$  და ტენზიუმეტრ-ლობა  $d=0$  (ცხადია,  $I=0$ ). მიღებული წერტილებიდან გაეღებულა მუდმივი თბოშემცველობის ( $I=const$ ) ხაზები ძირითადი  $Od$  ღერძის პარალელურად.

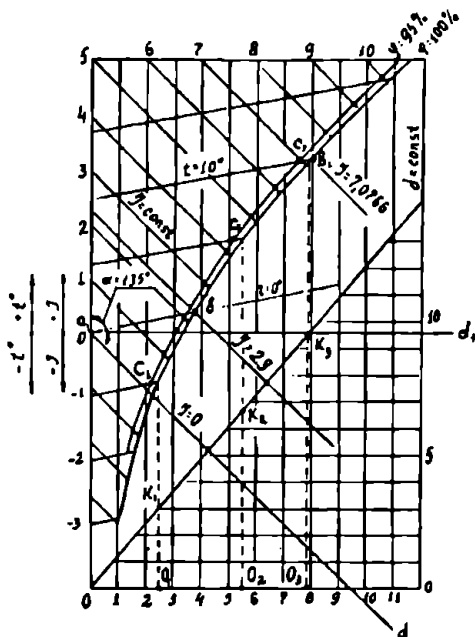
$I-d$  დიაგრამაზე იზოთერმების ( $t=const$ ) აგების მიზნით ეიყენებთ ადრე განხილულ (1.25) თბოშემცველობის განტოლებას.

თუ ჩაეთვლით, რომ (1.25) განტოლებაში ტემპერატურა მუდმივი სიდიდეა, მაშინ ეს განტოლება წარმოადგენს სწორი ხაზის განტოლებას, ე. ი. იზოთერმები  $I-d$  დიაგრამაზე გამოისახება სწორი ხაზების სახით. ავავთ იზოთერმა შემთხვევისათვის, როცა  $t=0^{\circ}$ . ამისათვის განვიხილოთ ტენიანი ჰაერის ორი ზღვრული მდგომარეობა:  $\varphi=0\%$  და  $\varphi=100\%$ , როდესაც  $\varphi=0$  და  $t=0^{\circ}$ , მაშინ  $d=0$ , ამიტომ  $I=0$ , ე. ი. იზოთერმა  $t=0^{\circ}$  გაივლის კოორდინატთა სათავეზე ( $O$  წერტილი), როდესაც  $\varphi=100\%$ , ტენზიუმეტრ-ლობის მნიშვნელობას ეპოულობთ (1.18) გამოსახულებიდან. ამ განტოლებაში შეიქმნის, რომ  $P_{ა.ბ.} = 760$  მმ ვერცხ. წყ. სე. (ბარომეტრული წნევის მნიშვნელობა შეიძლება სხვაე იყოს). პარციალური წნევის ( $P_{წყ.ი.რ.}$ ) სიდიდეს იღებენ ცხრილიდან (იხ. დანართი I) და ჰაერის გაჯერებული მდგომარეობისათვის იქნება  $P_{წყ.ი.რ.} = 3,87$  გ/კგ. მშ. პ. თბოშემცველობის შესაბამის მნიშვნელობას ეპოვიეთ (1.25) განტოლებიდან

$$I = 597,4 \frac{3,87}{1000} = 2,3 \text{ კკალ/კგ. მშ. პ.}$$

$I-d$  კოორდინატთა სისტემაში თავდაპირველად ეპოულობთ  $a$  წერტილს, რომელიც შეესაბამება ტენიანი ჰაერის მდგომარეობას,  $b$  წერტილს  $d=3,87$  და  $I=2,3$  პარამეტრებით. ამ ორი წერტილის სწორი ხაზით შეერთებით მივიღებთ  $t=0^{\circ}$  იზოთერმას. ანალოგიური წესით შეგვიძლია ავავთ სხვა იზოთერმებიც. ავავთ, მაგალითად,  $t=10^{\circ}$  იზოთერმა. როდესაც  $t=10^{\circ}$  და  $\varphi=0\%$ , მაშინ  $d=0$  და შესაბამისი თბოშემცველობის სიდიდე

$$I = 0,24 \cdot 10 = 2,4 \text{ კკალ/კგ. მშ. პ.}$$



ნახ. 1.2

როდესაც  $t = 10^\circ$  და  $\varphi = 100\%$ , მაშინ

$$d = 622 \frac{9,21}{760 - 9,21} = 7,78 \text{ გ/კგ. შშ. კ.}$$

ხოლო

$$I = 0,24 \cdot 10 + (597,4 + 0,44 \cdot 10) \frac{7,78}{1000} = 7,08 \text{ კკალ/კგ. შშ. კ.}$$

$I$  და  $d$ -ს მიღებული მნიშვნელობებით ეპოულობთ  $d_1$  და  $b_1$  წერტილებს, რომელთა შეერთება გვაძლევს  $t = 10^\circ$  იზოთერმას. ანალოგიური წესით აიკვება სხვა იზოთერმებიც.

(1.25) განტოლების ანალიზით დავინახეთ, რომ იზოთერმები პარალელური არ არის. მართალია, განტოლების მარჯვენა მხარის პირველი წევრი წარმოადგენს  $t = 0^\circ$  იზოთერმის დაშორებას  $Od$  ლერძიდან, მაგრამ იმისათვის, რომ სხვა ნებისმიერი იზოთერმა იყოს  $t = 0^\circ$  იზოთერმის პარალელური, საჭიროა დანარჩენი ორი წევრი არ იყოს დამოკიდებული ტენზომეტრობის სიდიდეზე, ფაქტიურად კი მესამე წევრში შედის ტენზომეტრობა ( $d$ ) დადებითი ნიშნით, ამიტომ იზოთერმები არ იქნებიან  $t = 0^\circ$  იზოთერმის პარალელურები. ისინი გადაიხრებიან ზემოთ და შით უფრო საგრძნობლად, რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა.

იზოთერმების აგების დროს დავინახეთ, რომ  $b$ ,  $b_1$  და  $a$ . შ. წერტილები შეესაბამებიან ჰაერის გაჯერებულ მდგომარეობას, ანუ  $\varphi = 100\%$ . თუ მათ შევეერთებთ მდოვრე მრუდით, მივიღებთ ფარდობითი ტენიანობის ხაზს (შემთხვევისათვის, როდესაც  $\varphi = 100\%$ ).  $I-d$  დიაგრამის ის ნაწილი, რომელიც ამ მრუდის ( $\varphi = 100\%$ ) ზემოთ მდებარეობს, შეესაბამება ჰაერის წყლის ორთქლით გაჯერებულ მდგომარეობას.  $\varphi = 95\%$  ხაზის ასაგებად უნდა განვსაზღვროთ ამ გაჯერების შესაბამისი ტენზომეტრობები სხვადასხვა ტემპერატურაზე. მათი საშუალებით ეპოულობთ  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  და  $a$ . შ. წერტილებს, რომელთა შეერთება გვაძლევს  $\varphi = 95\%$  ფარდობითი ტენიანობის ხაზს. ასეთივე მეთოდით აიკვება ფარდობითი ტენიანობის სხვა მნიშვნელობების შესაბამისი ხაზები.

ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ხაზის ასაგებად დიაგრამის მარჯვენა მხარეს ორდინატთა ლერძზე დატანილია პარციალური წნეების სკალა (ნახ. I. 2) ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრობით. მასშტაბი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ პარციალური წნევის ხაზმა არ გადაკვეთოს  $\varphi = 100\%$  მრუდი. ექვტიკალურ ხაზებზე (პუნქტირი ნახაზზე), რომლებიც გადაიან ტემპერატურის ხაზების  $\varphi = 100\%$  მრუდთან გადაკვეთის წერტილებზე, გადაიზომება მიღებულ მასშტაბში პარციალური წნევის შესაბამისი მნიშვნელობები ( $a_1k_1$ ,  $a_2k_2$ ,  $a_3k_3$  და  $a$ . შ.) ჰაერის სრული გაჯერებისას.  $a_1k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  და  $a$ . შ. წერტილებზე გატარებული მდოვრე ხაზი წარმოადგენს ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევის მრუდს.

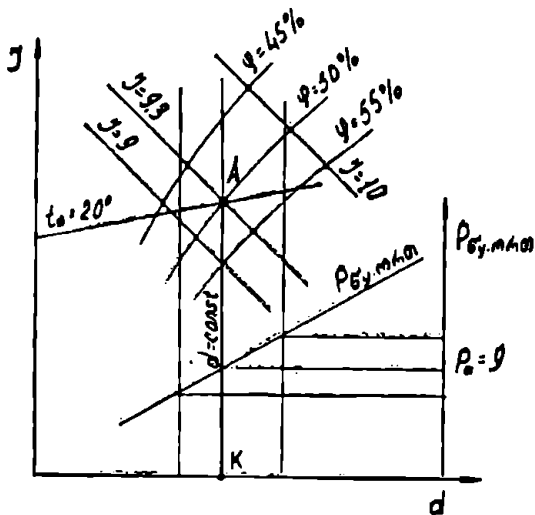
თუ ცნობილია ტენიანი ჰაერის რომელიმე ორი პარამეტრი,  $I-d$  დიაგრამის საშუალებით შეიძლება დანარჩენი პარამეტრების პოვნა.

მაგალითი. დაუშვათ ცნობილი პარამეტრებია:  $t = 20^\circ$  და  $\varphi = 50\%$ .

$I-d$  დიაგრამაზე ტენიანი ჰაერის ეს მდგომარეობა გამოისახება  $t = 20^\circ$  იზოთერმის  $\varphi = 50\%$  ხაზთან გადაკვეთის წერტი-

ლით (1.3 ნახ.ზე  $a$  წერტილი). ეპოულობთ: ჰაერის დანარჩენ პარამეტრებს. ამისათვის  $a$  წერტილიდან  $a = \text{const}$  ხაზის გაყოლებით აბსცისთა ღერძზე ეპოულობთ ტენზომეტრელობის მნიშვნელობას  $d = 7,4$  გ/კგ. მშ. პ.  $a$  წერტილი მდებარეობს  $I = 9$  და  $I = 10$  თბოშემცველობის ხაზებს შორის. ვინაიდან  $ab$  მონაკვეთი თბოშემცველობის მასშტაბით წარმოადგენს  $0,3$  კკალ/კგ. მშ. პ., ამიტომ  $a$  წერტილის შესაბამისი ჰაერის თბოშემცველობა იქნება  $I_a = 9 + 0,3 = 9,3$  კკალ/კგ. მშ. პ.

პარტიკულური წნევის სიდიდე განისაზღვრება  $ck$  მონაკვეთით (ნახ. 1.3), რომელიც შეესაბამება  $P_a = 9$  მმ ვერცხ. წყ. სუ.



ნახ. 1.3

### ტენიანი ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების გამოხატვა $I-d$ დიაგრამაზე

როგორც აღვნიშნეთ, სავენტილაციო ტექნიკაში ხშირად გვაქვს საქმე ჰაერის დამუშავებასთან (გათბობა, დატენიანება, გაციელება, გაშრობა), ანუ ადგილი აქვს ტენიანი ჰაერის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლას. ჩვეულებრივ, ეს პროცესები  $I-d$  დიაგრამაზე გამოისახება ჰაერის საწყისი და საბოლოო პარამეტრების შესაბამის წერტილებზე გამავალი სწორი ხაზით, რომელსაც პროცესის სხივს უწოდებენ. თუ ტენიანი ჰაერის საწყისი პარამეტრებია  $I_1, d_1$ , ხოლო საბოლოო  $I_2, d_2$ , მაშინ  $e = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} \cdot 1000$  სიდიდე

წარმოადგენს პროცესის სხივის კუთხურ კოეფიციენტს. მისი განზომილებაა კკალ/კგ. ჰაერის მდგომარეობის ცვლილებები, რომლებიც მიმდინარეობენ ერთნაირი კუთხური კოეფიციენტით, ხასიათდებიან თბოშემცველობის ერთნაირი ნახარდით ყოველ კილოგრამ შეთვისებულ (ან გაცემულ) წყლის ორთქლ-

ზე. ამრიგად, თუ ჰაერის საწყისი პარამეტრები სხვადასხვაა, ხოლო კუთხური კოეფიციენტები ერთნაირი, მაშინ ამ პროცესების დამახასიათებელი სხივები ურთიერთპარალელური იქნება.

ეს საშუალებას გვაძლევს  $I-d$  დიაგრამაზე ავაგოთ კუთხური მასშტაბი, რომელიც საგრძნობლად ამარტივებს პროცესის სხივების დატანას. საწყის წერტილად მივიღოთ კოორდინატთა სათავე ( $I_1=0$  და  $d_1=0$ ) და განვიხილოთ მდგომარეობის სხვადასხვაგვარი ცვლილება (ნახ. 1.4). თუ ჰაერის საბოლოო პარამეტრებს აღვნიშნავთ  $I$  და  $d$  თი, მაშინ კუთხური კოეფიციენტის გამოსახულება შეგვიძლია დაწეროთ შემდეგი სახით

$$\varepsilon = \frac{I - I_1}{d - d_1} 1000 = \frac{I}{d} 1000 \text{ კვ/კვ. მშ. მ.} \quad (1.26)$$

თუ მივიღებთ, რომ  $\frac{d}{1000} = 0,01$  კვ/კვ. მშ. მ., მაშინ  $\frac{I}{0,01} = 100$  ფარლო-

ბას შეესაბამება  $I=1,0$ , ხო-

ლო  $\frac{I}{0,01} = 200$  ფარლო-

ბას -  $I=2,0$  და ა. შ.

ამრიგად, კუთხური მასშტაბის ყველა სხივი, რომელიც (1.26) ფორმულით

გამოისახება, გაივლის კოორდინატთა სათავეზე და

$\frac{d}{1000} = 0,01$  კვ/კვ. მშ. მ.

( $d=10$ ) ვერტიკალის თბო-

შემცველობის ( $I=1$ ,  $I=2$

და ა. შ.) ხაზებთან გადა-

კვეთის წერტილებზე (1, 2,

3 და ა. შ.).  $\varepsilon=0$  ნიშნენ-

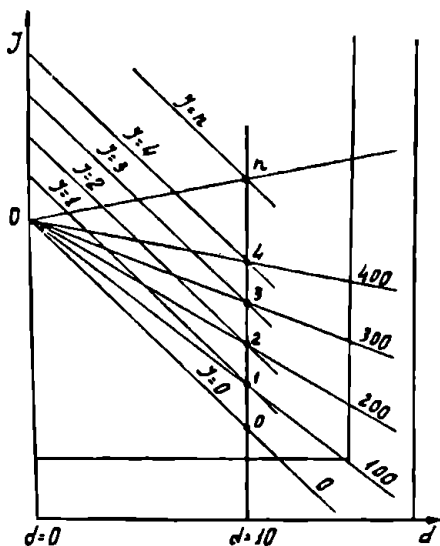
ლობას შეესაბამება  $I=0$ ,

ე. ი. პროცესის სხივი ემთხ-

ვევა  $I=0$  ხაზს. ანალოგიური წესით შეიძლება დაეი-

ტანოთ კუთხური კოეფი-

ციენტის უარყოფითი მნიშე-



ნახ. 1.4

ნელობები.  $I-d$  დიაგრამის არეზე დატანილია პროცესის სხივების მიმართულელები სხვადასხვა კუთხური კოეფიციენტებით. კუთხურ მასშტაბს იყენებენ მოცემულ წერტილში (ჰაერის საწყისი ან საბოლოო პარამეტრები) კუთხური მასშტაბიდან იმ ხაზის პარალელურის გატარებისას, რომელსაც აქვს სათანადო კუთხური კოეფიციენტი.

განვიხილოთ ჰაერის მდგომარეობის დამახასიათებელი ცვლილებების გამოსახვა  $I-d$  დიაგრამაზე.

1. ტენიანი ჰაერი  $I_1$ ,  $d_1$  პარამეტრებით თბება უცვლელი ტენემცველობისას, ე. ი.  $d_1 = d_2 = \text{const}$ . ვინაიდან პროცესი მიდის მუდმივი ტენემც-

ველობით, ცხადია, სხივი იქნება  $d = \text{const}$  ხაზის პარალელური. თუ საბოლოო თბოშემცველობა  $I_2 > I_1$ , მაშინ კუთხური კოეფიციენტი

$$\varepsilon_1 = \frac{(I_2 - I_1) 1000}{d_2 - d_1} = \frac{(I_2 - I_1) 1000}{0} = +\infty. \quad (1.27)$$

აქედან ჩანს, რომ ჰაერის შთაბოძის პროცესი ხასიათდება ვერტიკალური ხაზით, რომელიც ვაივლის ჰაერის საწყისი და საბოლოო პარამეტრების შესაბამის 1 და 2 წერტილებზე (ნახ. 1.5).

2. ტენიანი ჰაერი თბება და ტენიანდება (ერთდროულად შთანთქავს სითბოს და წყლის ორთქლს).

თუ ჩათვლით, რომ ჰაერის საწყისი პარამეტრები იგივეა (წერტილი 1), ჰაერის საბოლოო პარამეტრები იქნება  $I_2 > I_1$  და  $d_2 > d_1$ , ხოლო კუთხური კოეფიციენტისათვის მივიღებთ გამოსახულებას

$$\varepsilon_1 = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} 1000 > 0, \quad (1.28)$$

ე. ი. პროცესი წავა 1-3 ხაზის მიმართულებით.

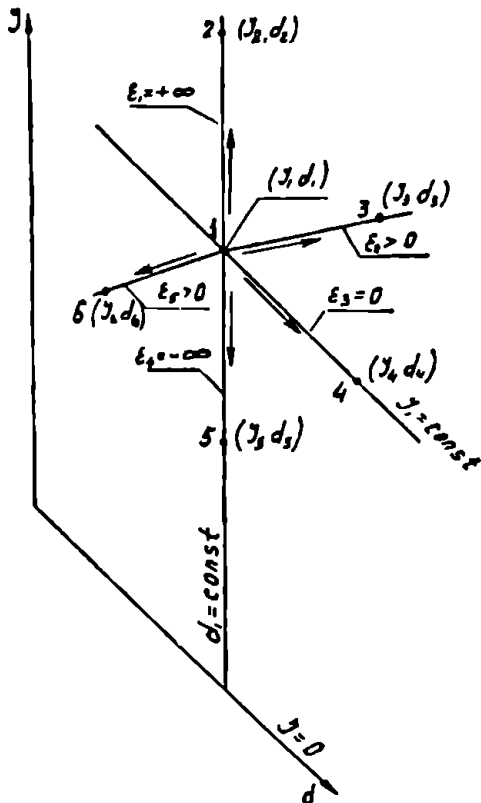
3. ტენიანი ჰაერი შთანთქავს ორთქლს უცვლელი თბოშემცველობით ( $d_2 > d_1$ ,  $I_2 = I_1$ ). ვინაიდან პროცესი მიდის უცვლელი თბოშემცველობით, მისი პროცესის სხივი უნდა იყოს  $I = \text{const}$  ხაზის პარალელური (იხ. ხაზი 1-4 ნახ. 1.5-ზე). კუთხური კოეფიციენტის სიდიდე იქნება

$$\varepsilon_2 = \frac{I_1 - I_1}{d_1 - d_1} 1000 = \frac{0}{d_1 - d_1} 1000 = 0. \quad (1.29)$$

ასეთ პროცესებს აღიბატურს უწოდებენ ენტალპიის უცვლლობის გამო.

4. ტენიანი ჰაერი გასცემს სითბოს ( $I_2 < I_1$ ) მუდმივი ტენოშემცველობით ( $d_2 = d_1$ ), ე. ი. ისევე როგორც პირველ შემთხვევაში, პროცესის სხივი (ხაზი 1-5) იქნება  $d = \text{const}$  ხაზის პარალელური, მაგრამ მიმართული იქნება კვეშით. კუთხური კოეფიციენტი გამოისახება შემდეგნაირად

$$\varepsilon_4 = \frac{(I_1 - I_2)}{d_1 - d_1} 1000 = \frac{I_1 - I_2}{0} 1000 = -\infty. \quad (1.30)$$

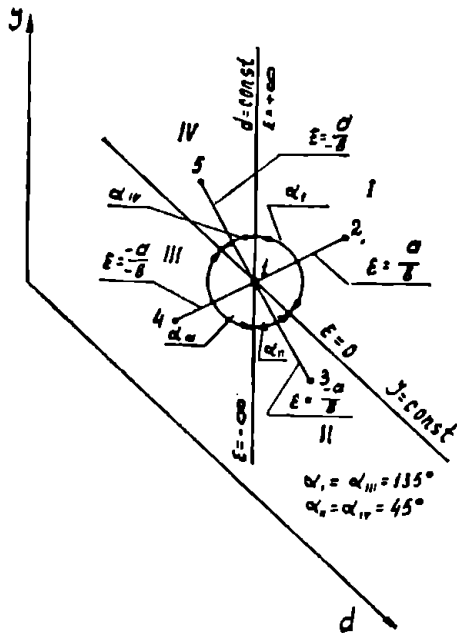


ნახ. 1.5.

5. ტენიანი ჰაერი გაცემს სითბოს ( $I_0 < I_1$ ) და ტენს ( $d_0 < d_1$ ) (ჰაერის გაცივება და გაშრობა). კუთხური კოეფიციენტის გამოსახულება მიიღებს სახეს

$$\varepsilon_0 = \frac{I_0 - I_1}{d_0 - d_1} 1000 = \frac{-(\Delta I)}{-(\Delta d)} 1000 > 0. \quad (1.31)$$

როგორც ვხედავთ, კუთხური კოეფიციენტის ნიშნისა და სიდიდის მიხედვით I წერტილიდან (ნახ. 1.6) გამოშვალ სხივებს შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვა



ნახ. 1.6

მიმართულება  $360^\circ$ -ის ფარგლებში.

I-d ღიაგარამის ველი I წერტილის გარშემო შეგვიძლია დაეყოთ ოთხ სექტორად კუთხური კოეფიციენტის მრიცხველისა და მნიშვნელის ნიშნების მიხედვით.

I სექტორში ( $\alpha_1 = 135^\circ$ ) მოთავსებული პროცესები ხასიათდებიან თბოშემცველობის ( $\Delta I > 0$ ) და ტენ-შემცველობის დადებითი ნაზარდით ( $\Delta d > 0$ ). მათი სხივების კუთხური კოეფიციენტები იცვლებიან  $\varepsilon = 0$ -დან  $\varepsilon = +\infty$ -მდე საზღვრებში.

II სექტორში ( $\alpha = 45^\circ$ ) მოთავსდებიან სხივები იმ პროცესებისა, რომლებიც ხასიათდებიან თბოშემცველობის შემცირებით ( $\Delta I < 0$ )

და ტენშემცველობის დადებითი ნაზარდით ( $\Delta I < 0$ ). კუთხური კოეფიციენტი იცვლება  $\varepsilon = 0$ -დან  $\varepsilon = -\infty$ -მდე.

III სექტორში მოთავსდებიან სხივები თბოშემცველობის და ტენშემცველობის უარყოფითი ნაზარდით (ჰაერის გაცივება და გაშრობა). სექტორი შემოსაზღვრულია  $\varepsilon = -\infty$  და  $\varepsilon = 0$  ხაზებით.

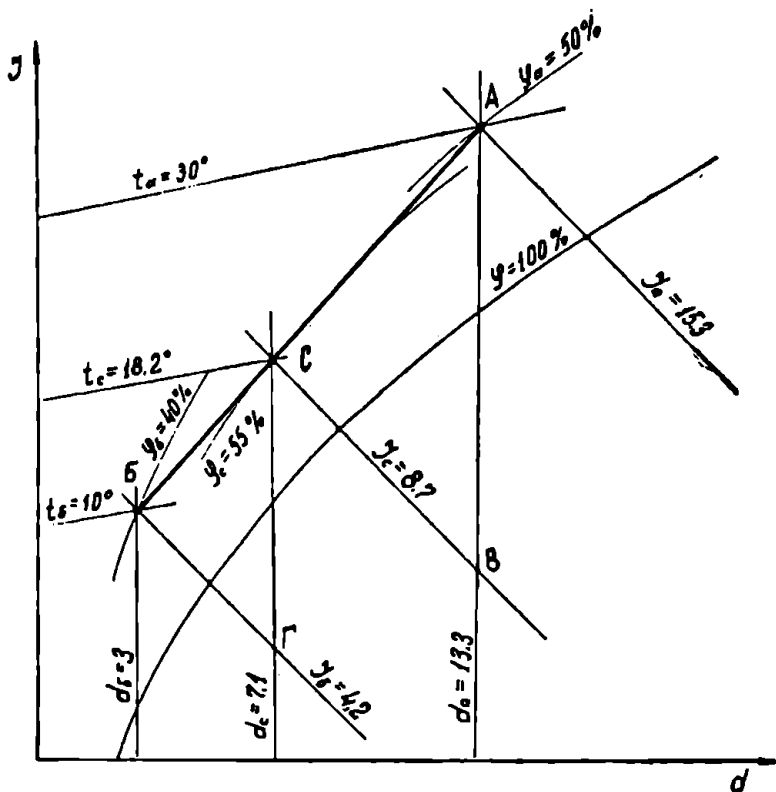
IV სექტორის ფარგლებში კუთხური კოეფიციენტი იცვლება  $\varepsilon = 0$ -დან  $\varepsilon = +\infty$ -მდე.

ამრიგად, სხივები დადებითი კუთხური კოეფიციენტით განლაგდებიან I ან III სექტორში, ხოლო უარყოფითი კუთხური კოეფიციენტით — II ან IV სექტორში.

სხვადასხვა რაოდენობისა და განსხვავებული პარამეტრების მქონე ჰაერის ნარევის გამოსახვა I-d ღიაგარამაზე

დაეუწვათ  $\Delta$  პარამეტრებიანი  $L_0$  კვ ტენიანი ჰაერი (ნახ. 1.7)  $E$  პარამეტრიანი  $L_0$  კვ ტენიან ჰაერს ერევა შემდეგი თანაფარდობით  $\frac{L_a}{L_0} = n$ , ე. ი.





ნახ. 1.7

*A* პარამეტრებიან ყოველ კილოგრამ ჰაერს ერევის *n* კილოგრამში *B* პარამეტრებიანი ჰაერი. თუ ნარევის თბოშემცველობას აღვნიშნავთ  $I_c$ -თი, შეგვიძლია დავწეროთ

$$I_c(1+n) = I_a + nI_b, \quad (1.32)$$

აქედან

$$I_c = \frac{I_a - nI_b}{1+n}. \quad (1.33)$$

ანალოგიურად ტენშემცველობისათვის გვიქნება

$$\frac{d_c}{1000}(1+n) = \frac{d_a}{1000} + n \frac{d_b}{1000}, \quad (1.34)$$

აქედან

$$\frac{d_c}{1000} = \frac{d_a + nd_b}{1000(1+n)}. \quad (1.35)$$

(1.32) და (1.34) ფორმულები გადავწეროთ შეზღვევი სახით

$$I_a - I_c = n(I_b - I_c) \quad (1.36)$$

და

$$\frac{d_a - d_c}{1000} = \frac{n(d_b - d_c)}{1000}, \quad (1.37)$$

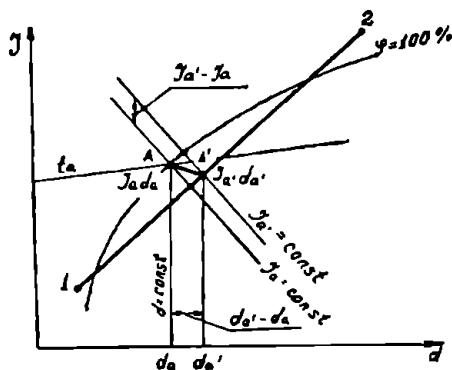
(1.36) გამოსახულება გავეყოთ (1.37) გამოსახულებათ

$$\frac{I_a - I_c}{d_a - d_c} 1000 = \frac{I_c - I_b}{d_c - d_b} 1000, \quad (1.38)$$

მიღებული ტოლობა წარმოადგენს  $A$  და  $B$  წერტილებზე გამავალი წრფის განტოლებას, ე. ი. ნარევის  $C$  წერტილი მდებარეობს ნარევიში შემავალი კომპონენტების პარამეტრების დამახასიათებელი წერტილების შემაერთებელ სწორ ხაზზე. მისი ზუსტი მდებარეობის განსაზღვრის მიზნით განვიხილოთ ორი სამკუთხედი —  $ACB$  და  $CB\Gamma$  (ნახ. 1.7). მათი მსგავსობის საფუძველზე (1.36) განტოლების გათვალისწინებით შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{CA}{BC} = \frac{AB}{C\Gamma} = \frac{I_a - I_c}{I_c - I_b} = n = \frac{L_a}{L_n}. \quad (1.39)$$

(1.39) განტოლება გვიჩვენებს, რომ ნარევის  $C$  წერტილი ნარევიში შემავალი კომპონენტების შესაბამისი წერტილების შემაერთებელ მონაკვეთს ყოფს



ნახ. 1.8

მათი რაოდენობების უკუპროპორციულ ნაწილებად. თუ ნარევის ხაზი, რომელიც აერთებს 1 და 2 წერტილებს (ნახ. 1.8), კვეთს პერჩის გაჯერების ხაზს ( $\varphi = 100\%$ ), შესაძლოა გვეჩვენოს შემთხვევა, როდესაც ნარევის  $A'$  წერტილი აღმოჩნდება გაჯერების მრუდის ქვემოთ. ეს გვიჩვენებს, რომ წერტილის შედეგად პერიოდული გამოყოფა ტენი. ვინაიდან გამოყოფილი ტენის ტემპერატურა უახლოვდება ნარევის ტემპერატურას, ნარევის

რევის პარამეტრები ( $A$  წერტილი) შეგვიძლია დავადგინოთ შემდეგი განტოლებიდან

$$I_a' = I_a + (d_a' - d_a) \frac{t_a}{1000} \quad (1.40)$$

ან

$$I_a' - I_a = (d_a' - d_a) \frac{t_a}{1000}. \quad (1.41)$$

ამ განტოლების ამოხსნა შესაძლებელია  $I-d$  დიაგრამის საშუალებით. ამისათვის გაჯერების მრუდზე ( $\varphi = 100\%$ ) უნდა ვეძებოთ წერტილი  $I_a$  და  $d_a$  პარამეტრებით, რომლებიც დააკმაყოფილებს (1.41) განტოლებას. ამრიგად, პრაქტიკულად შეუძლებელი  $A'$  მდგომარეობის ნაცვლად ნარევი მიიღებს  $A$  წერტილის შესაბამის პარამეტრებს. ჩვეულებრივ,  $I_a$  უპნიშვნელოდაა ნაკლები  $I_a'$ -ზე, რაც გამოყოფილი ტენის რაოდენობის სიმცირით აიხსნება.

მაგალითი. ეიოვოთ ჰაერის ნარევის პარამეტრები, თუ ერთმანეთს ერევა  $t_a=30^\circ$ ,  $\varphi_a=50\%$ ,  $I_a=15,3$  კკალ/კგ მშ. პ.,  $d_a=13,3$  გ/კგ. მშ. პ. პარამეტრებიანი  $L_a=2000$  კგ ჰაერი და  $t_b=10^\circ$ ,  $\varphi_b=40\%$ ,  $I_b=4,2$  კკალ/კგ. მშ. პ. და  $d_b=3,0$  გ/კგ. მშ. პ. პარამეტრებიანი  $L_b=3000$  კგ ჰაერი.

ამოხსნა.  $I-d$  დიაგრამაზე დავიტანოთ ნარევი შეშავალი ჰაერის მდგომარეობების შესაბამისი  $A$  და  $B$  წერტილები (ნახ. I.7). მათი შემავრთბელი  $AB$  მონაკვეთის საერთო სიგრძე შეადგენს 90 მმ. შევადგინოთ პროპორცია

$$\frac{L_{\text{საერ}}}{AB} = \frac{L_a}{BC}$$

თუ ჩავსვამთ ცნობილ სიდიდეებს და ამოვხსნით  $BC$ -ს მიზართ, მივიღებთ

$$BC = \frac{L_a}{L_{\text{საერ}}} \cdot AB = \frac{2000}{5000} \cdot 90 = 36 \text{ მმ.}$$

თუ ამ სიდიდეს  $B$  წერტილიდან გადავზომავთ, მივიღებთ  $C$  წერტილს ნარევის საძიებელი პარამეტრებით:  $t_c=18,2^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_c=55\%$ ,  $d_c=7,1$  გ/კგ მშ.პ.,  $I_c=8,7$  კკალ/კგ. მშ. პ.

მიღებული პარამეტრები შევამოწმოთ (1.38) და (1.40) ანალიზური ფორმულებით. რადგან

$$n = \frac{L_b}{L_a} = \frac{3000}{2000} = 1,5,$$

ამიტომ

$$I_c = \frac{I_a + nI_b}{1 + n} = \frac{15,3 + 1,5 \cdot 4,3}{1 + 1,5} = 8,7 \text{ კკალ/კგ. მშ. პ.}$$

და

$$d_c = \frac{d_a + nd_b}{1 + n} = \frac{13,3 + 1,5 \cdot 3,0}{1 + 1,5} = 7,1 \text{ გ/კგ. მშ. პ.}$$

როგორც ვხედავთ, ანალიზური გაანგარიშების შედეგები ზუსტად ემთხვევა გრაფიკულად გამოთვლილს.

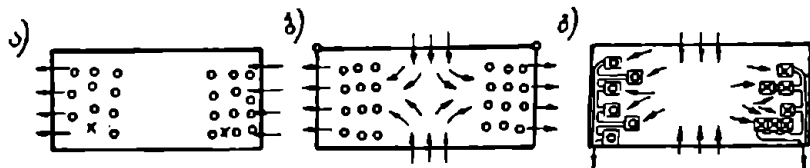


კაპიტალის შექმნის ხარხაბი და პენცილიის მოწყობის პრინციპი

§ 5. სათავსავის პენცილიის პრინციპული სქემატი

დავუშვათ, რომ სათავსის გეგმაში (ნახ. II.1) განლაგებულია ისეთი დანადგარები (ნახაზზე აღნიშნულია პატარა წრეხაზებით), რომლებიდანაც ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში მავნე ნივთიერებები გამოიყოფა. თუ ასეთ სათავსოში დავიწყებთ გარე გაწმენდილი ჰაერის მიწოდებას II.1, ა ნახაზზე ისრებით ნაჩვენები მიმართულებით და ერთდროულად სათავსიდან გავიყვანთ იმავე რაოდენობის ჰაერს, მაშინ დანადგარებიდან გამოყოფილი მავნე ნივთიერებები (ორთქლი, აირები და ა. შ.) აირევა სუფთა ჰაერში.

გარკვეული დროის შემდეგ სათავსოში ჰაერის განსახორციელებელი რაოდენობის მიწოდებისას შეიძლება მიღწეულ იქნეს მავნე აირების სუფთა ჰაერთან



ნახ. II.1

ისეთი განზავება, რომ სათავსის ჰაერში მათი კონცენტრაცია იყოს სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმებით დასაშვებ ზღვრებში. ასეთი ხერხით მოწყობილ ვენტილაციას საერთო ვენტილაციას უწოდებენ.

ამ სისტემის მოწყობა ტექნიკურად შედარებით ადვილი განსახორციელებელია, მაგრამ ის სრულყოფილად არ შეიძლება ჩაითვალოს, რადგან იმ ზონაში, რომელიც უფრო ახლოსაა განლაგებული სათავსოში სუფთა ჰაერის მიწოდების ადგილიდან, ადამიანები ნაკლებად გაბინძურებული ჰაერის გარემოცვაში იქნებიან, ვიდრე იმ ზონაში, საიდანაც ხდება გაბინძურებული ჰაერის გარეთ გაყვანა. გარდა ამისა, ვინაიდან მავნე აირების ჰაერში არევა ერთბაშად და თანაბრად არ ხდება, ამიტომ ყოველთვის შეიძლება სათავსოში გვპოვდეს დაუშვებელი კონცენტრაციის მქონე ცალკეული ზონები.

ზემოაღნიშნული პარველი ნაკლოვანების ნაწილობრივ გამოსწორება შეიძლება. ამისათვის საჭიროა სათავსს ჰაერი მიეწოდოს იმ ნაწილებში, რომლებშიც მანვე აირების გამოყოფა მინიმალურია (ნახ. II.1, ბ), ხოლო სათავსიდან ჰაერი გაიყვანოს იმ ზონებიდან, სადაც გამოყოფა მაქსიმალურია.

ზოგჯერ მანვე ნიეთიერებების სათავსიდან გარეთ გაყვანა ხდება უშუალოდ მათი გამოყოფის ადგილიდან ამ ადგილებზე სპეციალური შესაფარების მოწყობით (ნახ. II.1, გ), რომლებიც მანვე გამონაყოფებს არ აცდის სათავსის ჰაერში გაკრეფებას. ასეთი ხერხით მოწყობილ ვენტილაციას ლოკალიზებული ვენტილაცია ეწოდება. ვენტილაციის ასეთი ხერხით მოწყობა სრულყოფილია, მაგრამ ხშირად მისი განხორციელება ტექნიკურად მოუხერხებელია, რადგან ართულებს ამ დანადგარების მომსახურების პირობებს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც სათავსის მოცულობა დიდია, ხოლო შიგ მომუშავე ადამიანთა რაოდენობა მცირე, ამასთან, თუ მათი ყოფნის ადგილები სათავსში ფიქსირებულია, მაშინ, ტექნიკურ-ეკონომიური პირობებიდან გამომდინარე, შეიძლება სუფთა ჰაერის ზონების მხოლოდ გარკვეულ ადგილებზე შექმნით დაექაყოფილდეთ. ასეთის მაგალითია ცხელი საამქროების სამუშაო ადგილებზე ჰაერის შხაბის მოწყობა. ამ სახის ვენტილაციას ადგილობრივი ვენტილაცია ეწოდება. ასეთი ვენტილაციის მოწყობისას გაცილებით მცირდება სათავსში მისაწოდებელი სუფთა ჰაერის რაოდენობა და, ამასთანავე, მცირდება ამ ჰაერის გათბობისათვის (ზამთრის პერიოდში) საჭირო ხარჯები.

ტექნოლოგიური პროცესის პირობებიდან გამომდინარე, ხშირად მიმართავენ ორი რომელიმე სისტემის, მაგალითად, საერთო და ლოკალიზებული ან ადგილობრივი სისტემის ერთდროულ მოწყობას. სისტემების ასე კომბინირებულიად გამოყენებას შერეულ სისტემებს უწოდებენ.

იმ შემთხვევებში, როდესაც საწარმოო პროცესების დროს შესაძლებელია დანადგარების შემთხვევითი ავარია, რომლის შედეგადაც სათავსში მოსალოდნელია სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმებით დასაშვებზე გაცილებით მეტი რაოდენობით მანვე აირების გამოყოფა, აწყობენ ეგრეთწოდებულ ავარიულ ვენტილაციას, რომელიც მოქმედებაში მოდის მხოლოდ საპირობების შემთხვევაში მანვე აირებიდან სათავსის სწრაფად გაწმენდის უზრუნველსაყოფად.

## 5 6.

## დასაბუთო სამუშაოებში კაპიტლის შექმნის ხარჯები

ზოგ შემთხვევაში ჰაერცვლა სათავსში ხდება ჰაერის საშუალებით შექმნილ წნევათა სხვაობის ან შიგა და გარე ჰაერის მოცულობითი წონების სხვაობის შედეგად შექმნილი წნევის ხარჯზე.

თუ სათავსში ჰაერის შესვლა და მისი სათავსიდან გამოსვლა წარმოებს გარე ვადამლობავი კონსტრუქციების ფორებიდან და ღრუბლებიდან, ასეთ ჰაერცვლას იწოდებენ ტრანსპირაციას. მისი ნაკლი ის არის, რომ არ შეიძლება ჰაერის რაოდენობის რეგულირება.

იმავ შემთხვევების ზეგავლენით სათავსში ჰაერცვლა, გარდა ინფილტრაციისა, შეიძლება განხორციელდეს ფანჯრებისა და ფრამუგების გაღებული ლიობებიდან. ვენტილაციის ამ სახეს განიხილება ეწოდება. ვენტილაციას, რომლის დროსაც სათავსის ჰაერის განიხილება ხდება განუწყვეტლივ და ამასთანავე ჰაერის რაოდენობის რეგულირება წარმოებს ორგანიზებულიად.

სპეციალური ფრამუგების მეტნაკლებად გაღებით, აერაციის ეწოდება. აერაცია საშუალებას გვაძლევს ჰაერი შივანოდოთ ან გაიყვანოთ წინასწარ დასახული ადგილებიდან.

ორგანიზებული გენტილაციის მოწყობა შეიძლება აგრეთვე შენობის შიგა კედლებში სპეციალური არხების მოწყობით. როდესაც ამ არხებში ჰაერის მოძრაობა ხორციელდება შიგა და გარე ჰაერის სვეტების წნევათა სხვაობის ხარჯზე, მას ბუნებრივი, ანუ გრავიტაციული ვენტილაცია ეწოდება, ხოლო როდესაც ამ არხებში ჰაერი გადაადგილდება ვენტილატორის მიერ შექმნილი წნევის ხარჯზე, მაშინ ვაქვს მექანიკური ვენტილაცია.

იმ შემთხვევაში, როდესაც სათავსიდან ჰაერის გაყვანა ვენტილაციის საშუალებით ხდება, მას ამომწოვი ვენტილაცია ეწოდება, ხოლო როდესაც სათავსში ხდება ჰაერის მიწოდება — მომლენი ვენტილაცია.

თუ ვენტილაციის სისტემა სათავსში უზრუნველყოფს არა მარტო გარკვეულ ჰაერცვლას, არამედ მუდმივ მეტეოროლოგიურ პირობებსაც (ჰაერის საჭირო ტემპერატურას და ტენიანობას), ასეთ შემთხვევაში ვაქვს ვენტილაციის სისტემა ჰაერის კონდიციონირება. ზოგ შემთხვევაში სათავსში მისაწოდებლად იყენებენ არა მარტო გარე ჰაერს, არამედ სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ნაწილსაც (მისი სათანადო დამუშავების შემდეგ). სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ასეთნაირად განმეორებით გამოყენებას ჰაერის რეციკულაცია ეწოდება.

ვინაიდან სათავსში ჰაერცვლის შექმნის თითქმის ყველა (გარდა ინფიტრაციისა და განიავებისა) ხერხი მისაწოდებელი ან ამოსაწოვი ჰაერის რაოდენობის რეგულირების საშუალებას იძლევა, ამიტომ მას ორგანიზებული მომლენი ან ორგანიზებული ამომწოვი ვენტილაცია ეწოდება.

ორგანიზებული მოდინებით მიწოდებული ჰაერის რაოდენობის ფარდობას ორგანიზებული ამომწოვი სისტემით ამოწოვილი ჰაერის რაოდენობასთან სათავსის სავენტილაციო ჰაერის ბალანსს უწოდებენ. თუ მოდინებული ჰაერის რაოდენობა აღემატება ამოწოვილს, მაშინ ბალანსი დადებითია და პირიქით. ჰაერის ორივე რაოდენობის ტოლობისას ბალანსს გაწონასწორებული ეწოდება.

თუ სათავსის ჰაერის ბალანსი გაწონასწორებული არ არის, მაშინ მოდინებული ან ამოწოვილი ჰაერის ია რაოდენობა, რომელიც აკლია სათავსს, მიეწოდება ან გაიყვანება გარე გადაზღობაზე კონსტრუქციების არასიმპილდროვებიდან ან ვერტიკალური მდებარე სათავსებიდან. ჰაერის ამ ნაწილს არაორგანიზებული მოდინება ან ამოწოვა ეწოდება, რადგან ჰაერის შემოსვლის და გასვლის ადგილები ყოველთვის ცნობილი არ არის.

## საქართველოს განსაკუთრებული საკანონმდებლო ორგანოს შემაჯავებელი

### § 7. ბარა და შიშა საქართველოს სახელმწიფო პარამეტრები

სათავეების ჰაერსის განსაკუთრებისას ჩვეულებრივ განიხილავენ საენტილაციო დანადგარების მუშაობის სამ რეინს: ზაფხულის, გარდამავალს და ზამთრის.

ზაფხულის რეინსი. სათაესიდან კარბი სითბოს გასაყვანად საკირო ჰაერის საერთო მოცულობის განსაკუთრებისას ჰაერის ტემპერატურას საშუალო ზონაში (ზაფხულში) ჩვეულებრივ გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურაზე 3—5°-ით მეტს იღებენ (გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურას კი იღებენ СНЭП II—Г. 7—62, § 2 და СН—245—63 მიხედვით). გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურად ზაფხულის პერიოდისთვის იღებენ ყველაზე ცხელი თვის (იელისის) დღის 13 საათისათვის გაზომილ საშუალო ტემპერატურას. სათაესის საშუალო ზონის ტემპერატურას გარე საანგარიშო ტემპერატურაზე მეტს იმიტომ იღებენ, რომ სათაესში ყოველთვის გამოიყოფა სითბოს რაღაც რაოდენობა.

სათავეებისათვის, რომლებშიც გვაქვს კარბი სითბო და ტენი გამოიყოფა, ყველაზე არახელსაყრელ საანგარიშო რეინსად ითვლება ზაფხულის რეინსი, რადგანაც ამ დროს საკირო საენტილაციო ჰაერის მაქსიმალური რაოდენობა, რაც იმით აიხსნება, რომ ზაფხულის პერიოდში გარე მოდინებით ჰაერს დიდი თბოშემცველობა და ტენშემცველობა გააჩნია, რის შედეგადაც მისი ტენისა და სითბოსადმი ასიმილაციის უნარი მინიმალურია. ამიტომ ზაფხულში, გარდა შექანიკური ჰაერსისა, ხშირად იყენებენ აერაციას, ანუ ბუნებრივ ჰაერსს.

თუ ტემპლოგიური ან სხვა რაიმე მიზეზის გამო სათაესში ფანჯრების და სხვა ლიობების ვალევა წლის თბილ პერიოდში დაუშვებელია, მაშინ მომდენი და ამომწოვი საენტილაციო დანადგარების მწარმოებლობა განსაკუთრებული უნდა იქნეს ზაფხულის რეინსზე.

გარდამავალი რეინსი. როგორც აღვნიშნეთ, სათაესიდან კარბი სითბოს გასაყვანად მაქსიმალური შექანიკური და ბუნებრივი ჰაერსსა ზაფხულში უნდა იყოს. მაგრამ აერაციის მოწყობის შემთხვევაში შექანიკურ ვენტილაციაზე მოსული ჰაერის მოცულობა ზაფხულში შეიძლება ნაკლები იყოს,

ვიდრე ზამთარში. წლის იმ პერიოდში კი, როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა  $+10^{\circ}$ -ზე დაბლა ეცემა, სანიტარულ-ჰიგიენური პირობებიდან გამომდინარე, მისი უშუალოდ საშუალო ზონაში შეყვანა (ფრამუგების და ფანჯრების საშუალებით) არ შეიძლება, რადგანაც დაბალი ტემპერატურის ჰაერმა შეიძლება აღამიანთა დაავადება (გრძობი, ანგინა და სხვ.) გამოიწვიოს. ამიტომ ამ შემთხვევაში სათავესში მექანიკური ვენტილაციის საშუალებით მიწოდებული ჰაერის მოცულობა მაქსიმალურია. იმ შემთხვევაში კი, როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა მიაღწევს  $+10^{\circ}$ -ს და მეტს (წლის ამ პერიოდს გარდამავალს უწოდებენ), უმეტეს შემთხვევებში შეიძლება ფრამუგების და ფანჯრების გაღება, რომელთა საშუალებითაც მოხდება ბუნებრივი ჰაერცვლა. ეს უკანასკნელი ემატება მექანიკურ ვენტილაციას, რომლის საანგარიშო ტემპერატურად იღებენ  $+10^{\circ}$ . ამრიგად, გარდამავალი პერიოდის გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურად  $+10^{\circ}$  ითვლება.

ზამთრის რეჟიმი. ზამთრის საანგარიშო გარე ტემპერატურა ვენტილაციისათვის აიღება სამშენებლო ნორმებიდან და წესებიდან (იხ. СНиП II—Г. 7—62). ვინაიდან ზამთრის პერიოდში მომდენ ჰაერს სითბოს და ტენის ასიმილაციის დიდი უნარი აქვს, ამიტომ შეიძლება ვენტილაციისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობის შემცირება. სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობის შემცირება შეიძლება ან დროსელირების საშუალებით, ანდა ვენტილატორის ბრუნთა რიცხვის შემცირებით.

## § 8. პაერასლის ძირითადი რიზარენიარე მანვრება

დაეუშვათ, რომ სათავეს, რომლის მოცულობაა  $V_{სთ}$  მ<sup>3</sup> და რომელშიც ხდება მავნე მინარეების გამოყოფა  $G_{გ}$  გ/სთ რაოდენობით, ყოველ საათში საერთო ვენტილაციის საშუალებით ერთდროულად მივაწვდით და ამოვწოვთ  $V_{ვწგ}$  მ<sup>3</sup>/სთ რაოდენობის ჰაერს, რომელშიც თავიდანვე იქნება რაღაც მავნე მინარეები  $Y_0$  გ/მ<sup>3</sup> რაოდენობით.

გამოვარკვიოთ მავნე მინარეების რა კონცენტრაცია იქნება სათავესში (ვენტილაციის მოქმედებისას) გარკვეული დროის მონაკვეთის —  $Z$  საათის შემდეგ. თუ მავნე მინარეების კონცენტრაციას ალებულ დროის მომენტში აღვნიშნავთ  $Y$  გ/მ<sup>3</sup>-ით და ვიგულისხმებთ, რომ სათავესში გამოყოფილი მავნე მინარეები თანაბრად ნაწილდება სათავესის მთლიან მოცულობაში, მაშინ შეიძლება დაიწეროს შემდეგი დიფერენციალური განტოლება

$$V_{ვწგ} Y_0 dZ + G_{გ} dZ - V_{სთ} Y dZ = V_{სთ} dY, \quad (3.1)$$

ე. ი. დროის ელემენტის  $dZ$  განმავლობაში სათავესში გარე ჰაერის მიერ შემოტანილ მავნე მინარეებს მიმატებული სათავესში წარმოქმნილი მავნე მინარეები და გამოკლებული მავნე მინარეების ის რაოდენობა, რომელიც სათავესიდან გაიყვანება ამოწოვილ ჰაერთან ერთად, ტოლია სათავესის მთელი მოცულობის ნამრავლისა მავნე მინარეების  $dY$  შემცველობის ნამატზე.

თუ ცვლად წევრებს გავყოფთ, მივიღებთ

$$\frac{dY}{Y_0} = \frac{dY}{V_{სთ} Y_0 + G_{გ} - V_{ვწგ} Y}$$



ვინაიდან მუდმივი რიცხვის დიფერენციალი ნულის ტოლია, შეგვიძლია ბოლო განტოლება შემდეგნაირად დაწეროთ

$$\frac{dZ}{V_{\text{სათ}}} = - \frac{1}{V_{\text{პანტ}}} \cdot \frac{d(V_{\text{პანტ}}Y_0 + G_{\text{მავ}} - V_{\text{პანტ}}Y)}{V_{\text{პანტ}}Y_0 + G_{\text{მავ}} - V_{\text{პანტ}}Y}$$

მაგნე მინარევების კონცენტრაცია სათაესში დროის მონაკვეთში 0-დან Z-მდე შეიცვალა  $Y_1$ -დან  $Y_2$ -მდე და ამიტომ თუ ბოლო განტოლებას გავაინტეგრავთ, მივიღებთ

$$\int_0^Z \frac{dZ}{V_{\text{სათ}}} = - \frac{1}{V_{\text{პანტ}}} \int_{Y_1}^{Y_2} \frac{d(V_{\text{პანტ}}Y_0 + G_{\text{მავ}} - V_{\text{პანტ}}Y)}{V_{\text{პანტ}}Y_0 + G_{\text{მავ}} - V_{\text{პანტ}}Y}$$

საიდანაც

$$\frac{ZV_{\text{პანტ}}}{V_{\text{სათ}}} = \ln \frac{V_{\text{პანტ}}Y_1 - V_{\text{პანტ}}Y_0 - G_{\text{მავ}}}{V_{\text{პანტ}}Y_2 - V_{\text{პანტ}}Y_0 - G_{\text{მავ}}}, \quad (3.2)$$

აქედან

$$\frac{V_{\text{პანტ}}Y_1 - V_{\text{პანტ}}Y_0 - G_{\text{მავ}}}{V_{\text{პანტ}}Y_2 - V_{\text{პანტ}}Y_0 - G_{\text{მავ}}} = e^{-\frac{ZV_{\text{პანტ}}}{V_{\text{სათ}}}}$$

თუ ამ განტოლებას ამოვხსნით მაგნე მინარევების საბოლოო კონცენტრაციის უცნობ  $Y_2$ -ის მიმართ, მივიღებთ პროფ. ა. სელივერსტოვის ფორმულას

$$Y_2 = V_{\text{პანტ}}(G_{\text{მავ}} + Y_0) \frac{1 - e^{-\frac{ZV_{\text{პანტ}}}{V_{\text{სათ}}}}}{V_{\text{პანტ}}} + Y_1 e^{-\frac{ZV_{\text{პანტ}}}{V_{\text{სათ}}}} \quad (3.3)$$

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად უფრო მნიშვნელოვანია საენტილაციო პაერის  $V_{\text{სათ}}$  რაოდენობის პოვნა, ვიდრე  $Y_2$  კონცენტრაციისა, რომლის რაოდენობაც, როგორც ვიცით, სათაესიდან ამოწოვილ პაერში არ უნდა აღემატებოდეს ჰიგიენური ნორმებით დაშვებულ ზღვარს. ამრიგად,  $Y_2$  ჩვეულებრივ წინასწარ დასახული სიდიდეა, ხოლო  $V_{\text{პანტ}}$  — საძიებელი სიდიდე.

ინტ. მ. პლეტნევა (3.2) განტოლებიდან გამოიყვანა საანგარიშო ფორმულა

$$V_{\text{პანტ}} = \frac{G_{\text{მავ}}}{Y_2 - Y_0} - \frac{V_{\text{სათ}}}{Z} \cdot \frac{Y_2 - Y_1}{Y_2 - Y_0} \text{ მ}^3/\text{სთ}. \quad (3.4)$$

პროფ. ვ. ჩაპლინმა კი მოგვცა შემდეგი საანგარიშო ფორმულა

$$V_{\text{პანტ}} = \frac{G_{\text{მავ}}}{Y_2 - Y_0} - \frac{V_{\text{სათ}}}{2Z} \cdot \frac{Y_2 - Y_1}{Y_2 - Y_0} \text{ მ}^3/\text{სთ}. \quad (3.5)$$

ინტ. მ. პლეტნევის ფორმულით ნაანგარიშევი  $V_{\text{პანტ}}$  სიდიდე ოდნავ ნაკლები, ხოლო პროფ. ვ. ჩაპლინის ფორმულით ნაანგარიშევი ოდნავ მეტი გამოდის (3.3) ზუსტი ფორმულით ნაანგარიშევიდან შედარებით.

ვინაიდან უკვე დამყარებული პროცესისას დროის ფაქტორი პაერცვლაზე აღარ ახდენს გავლენას, ამიტომ (3.5) ფორმულაში შეგვიძლია დავეუფავთ, რომ  $Z = \infty$ , მაშინ მივიღებთ

$$V_{3\text{კვ}} = \frac{G_{\text{მავ}}}{Y_2 - Y_0} \text{ მ}^2/\text{სთ.} \quad (3.6)$$

ქერძო შემთხვევაში, როდესაც გარე ჰაერში არა გვაქვს შენე მინარე-  
ვები, ანუ  $Y_0 = 0$ , მაშინ

$$V_{3\text{კვ}} = \frac{G_{\text{მავ}}}{Y_2} \text{ მ}^2/\text{სთ.} \quad (3.7)$$

დიდი მოცულობის სათაესებისათვის (რაც პირველად დამტკიცა პროფ.  
ვ. ჩაპლინმა) ვენტრაციის დაწყება უფრო მიზანშეწონილია მას შემდეგ, რაც  
გამოყოფილი შენე მინარეები სათაესის ჰაერში მიაღწევს წინასწარ დასახულ  
დასაშვებ  $Y_2$  კონცენტრაციას. ასეთნაირი გადაწყვეტა სავენტილაციო დანაღ-  
გარების შესაბამის პერიოდის შემცირების საშუალებას იძლევა, რაც თავის  
მხრივ სითბოსა და ელექტროენერჯიის ხარჯს ამცირებს.

დროის ის შესაძლო შუალედი  $Z$ , რომელიც გვექნება სავენტილაციო  
დანაღგარების ამუშავებაში, შეიძლება ვიპოვოთ ქვემოთ მოყვანილი განტო-  
ლებიდან

$$G_{\text{მავ}} Z = V_{\text{სათ}} (Y_2 - Y_1), \quad (3.8)$$

საიდანაც

$$Z = \frac{V_{\text{სათ}} (Y_2 - Y_1)}{G_{\text{მავ}}} \text{ სთ.} \quad (3.9)$$

ვენტილაციის სისტემების დაპროექტების პრაქტიკაში ზემოთ მოყვანილ  
განტოლებებში შემავალი  $\frac{V_{\text{სათ}}}{V_{3\text{კვ}}}$  სიდიდით იშვიათად სარგებლობენ. უმეტეს  
შემთხვევებში იყენებენ

$$k = \frac{V_{3\text{კვ}}}{V_{\text{სათ}}} \quad (3.10)$$

სიდიდეს, რომელსაც ჰაერცვლის ჯერადობას უწოდებენ.

ეს სიდიდე გვიჩვენებს, თუ სათაესის მთლიანი ჰაერის მოცულობა ერთი  
საათის განმავლობაში რამდენჯერ შეიცვლება სათაესში მოდინებული ახალი  
სავენტილაციო ჰაერით. იმ შემთხვევაში, მაგალითად, როდესაც აშბობენ, რომ  
ჰაერცვლის ჯერადობა სამის ტოლია, ეს ნიშნავს, რომ სათაესის მოცულობის  
მთელი ჰაერი 1 საათის განმავლობაში სამჯერ უნდა შეიცვალოს გარედან  
მოდინებული ახალი ჰაერით.

## § 9. ქაეაცვლის ბანსაზღვრა ქაეაცვლის ჯაეარობის დეგენილი ნორმაბით

საზოგადოებრივი და საცხოვრებელი დანიშნულების სათაესებში ჰაერ-  
ცვლა ჩვეულებრივ განისაზღვრება მოდინებული ან ამოწოვილი ჰაერის მოცე-  
მული ჯერადობით. მაგრამ ზოგიერთ სათაესში, მაგალითად, საპირფარეშოებში  
ან თამბაქოს მოსაწეე ოთახებში, მომდენი ვენტილაციის მოწყობა დაუშვებე-  
ლია, რადგან ამომწოვი ვენტილაციის შესაძლო დროებითი უმოქმედობისას  
მაენე აირები და ცუდი სუნი გავრცელდება ახლო მდებარე სხვა სათაესებშიც.  
ნორმების თანახმად (იხ. СНиП II—Г. 7—62), ბუნებრივი ვენტილაციის  
მოწყობა გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისეთ შემთხვევებში, როდესაც მისი

სამუშაოებით შესაძლებელი იქნება სათავსში ნორმალური პირობების უზრუნველყოფა.

ვენტილაციის შერეული სისტემების (ბუნებრივი და მექანიკური სისტემები ერთდროულად) მოწყობა გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისეთ სათავსებში, რომლებშიც დასაშვებია ბუნებრივი იძულების გამოყენება ჰაერის მოდინებისა და ამოწოვისთვის.

მაენე და ფეთქებასაფრთხო აირების სათავსიდან გასაყვანად გათვალისწინებული უნდა იქნეს ადგილობრივი ამომწოვების მოწყობა.

ისეთ სათავსებში, რომლებშიც ერთდროულად ხდება როგორც მაენე აირების, ისე სითბოს გამოყოფა, გარდა ადგილობრივი ამომწოვი სისტემების მოწყობისა, სათავსის ზედა ზონაში კიდევ გათვალისწინებული უნდა იქნეს ამომწოვი საერთო ჰაერცვლის სისტემა მინიმუმ ერთჯერადი ჰაერცვლით საათში.

სათავსებში, რომლებშიც ერთ მუშაზე მოდის სათავსის 20 მ<sup>3</sup> მოცულობა, ზამთარში და წლის გარდამავალ პერიოდში გათვალისწინებული უნდა იქნეს გარე ჰაერის მოდინება მინიმუმ 30 მ<sup>3</sup>/სთ ყოველ მუშაზე, ხოლო ისეთ სათავსებში, რომლებშიც ერთ მუშაზე მოდის სათავსის 20 ÷ 40 მ<sup>3</sup> მოცულობა — მინიმუმ 20 მ<sup>3</sup>/სთ ყოველ მუშაზე, ამასთანავე, წლის ყველა პერიოდში სითბოს ხარჯის შესამტკიცებლად დაიშვება სათავსის ჰაერის რეცირკულაცია.

ჰაერის მთლიანი ან ნაწილობრივი რეცირკულაცია არ დაიშვება მხოლოდ იმ სათავსებში, რომელთა ჰაერშიც არის ავადმყოფობის გამომწვევი მიკროორგანიზმები ან შხამიანი ნივთიერებები.

სათავსებიდან ჰაერის ამოწოვა საერთო ჰაერცვლის მექანიკური ვენტილაციისა და ჰაერის კონდიციონირებისას, როგორც წესი, გათვალისწინებული უნდა იქნეს:

ა) სათავსის ზედა ზონიდან: ისეთი აირების გამოყოფისას, რომელთა კუთრი წონა უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჰაერისა და წყლის ორთქლის;

აირების გამოყოფისას (მათი კუთრი წონისაგან დამოუკიდებლად) სათავსში, რომელშიც ხდება სითბოს ჰარბი გამოყოფა (ზამთრის ჰაერის საანგარიშო პერიოდისთვის, რომელიც შეესაბამება B კლიმატს (იხ. СНиП II—Г. 7—62);

მაღალტემპერატურული დანადგარებიდან მტერის და სითბოს ერთდროული გამოყოფისას;

საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და დამხმარე სათავსებში; სათავსებში, რომლებშიც ხდება ჰარბი სითბოს გამოყოფა.

ბ) სათავსის ქვედა ზონიდან: ყველა იმ სათავსში, რომლებშიც ხდება მტერის გამოყოფა;

გ) ერთდროულად ზედა და ქვედა ზონიდან: ისეთი აირების გამოყოფისას, რომელთა კუთრი წონა მეტია, ვიდრე ჰაერისა.

როდესაც სათავსში წლის ცივ პერიოდში არ არის ჰარბი აშკარა სითბო (ჰარე საანგარიშო პერიოდისთვის, რომელიც შეესაბამება B კლიმატს).

ჰაერცვლის გაანგარიშება სითბოს ასიმილაციის პირობებისათვის. მაენე აირების, მტერისა და ტენის განზავება, საერთო ჰაერცვლის ვენტილაციის დროს აუცილებელი ჰაერცვლის ჯერადობა განისაზღვრება იმ პირობიდან გამომდინარე, რომ მოხდეს მაენე მინარევების სუფთა ჰაერით განზავება დასაშვებ კონცენტრაციამდე. დასაშვებ კონცენტრაციები კი რეგლამენტირებულია ნორმებით (იხ. СНиП II—Г. 7—62).

აუცილებელი სავენტილაციო ჰაერსის ჯერადობა დამოკიდებულია გამოყოფილი ჰაენე შინარეების რაოდენობაზე და შემდეგნაირად განისაზღვრება:

ჰარბი სითბოს შემთხვევაში

$$G_{\text{აფბ}} = \frac{Q}{0,24 (t_{\text{აფ}} - t_{\text{არე}})} \text{ კგ./სთ,} \quad (3.11)$$

სადაც  $Q$  არის სათავსში ჰარბი სითბოს რაოდენობა,  $\frac{\text{კვალ}}{\text{სთ}}$ ;

$0,24$ —შშრალი ჰაერის სითბოტევალობა კვალ/კგ-ობით;

$t_{\text{აფ}}$ —სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ტემპერატურა;

$t_{\text{არე}}$ —სათავსში მოდინებული ჰაერის ტემპერატურა.

სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ტემპერატურა განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{აფ}} = t_{\text{არე}} + \beta (H - h_{\text{აფ}}), \quad (3.12)$$

სადაც  $t_{\text{არე}}$  არის სათავსში სამუშაო ზონის ტემპერატურა (აღებული აერაციის სისტემის მოქმედების დროს);

$\beta$ —ტემპერატურის გრადიენტი, ანუ სათავსის ყოველ 1 მეტრ სიმაღლეზე ტემპერატურის ნამატი. ჩვეულებრივ  $\beta = 0,2$ — $2^{\circ}$ -მდე ზღვრებში მეტყეობს;

$H$ —ვერტიკალური მანძილი სათავსის იატაკიდან ამომწოვი ფრამუგების ცენტრამდე, მ-ობით;

$h_{\text{აფ}}$ —სამუშაო ზონის სიმაღლე მ-ობით, ჩვეულებრივ  $h = 2$  მ.

მაგნე აირების შემთხვევაში

$$V_{\text{აფბ}} = \frac{G_{\text{აირ}}}{X_1 - X_2} \text{ მ}^3/\text{სთ,} \quad (3.13)$$

სადაც  $G_{\text{აირ}}$  არის სათავსში გამოყოფილი აირების წონა მგ/სთ-ობით;

$X_1$ —სათავსის ჰაერში აირების დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ<sup>3</sup>-ობით;

$X_2$ —აირების კონცენტრაცია გარე ჰაერში მგ/მ<sup>3</sup>-ობით.

ჰარბი ტენის შემთხვევაში

$$G_{\text{აფბ}} = \frac{G_{\text{ფვ.ობ}}}{d_2 - d_1} \text{ კგ./სთ,} \quad (3.14)$$

სადაც  $G_{\text{ფვ.ობ}}$  არის სათავსში გამოყოფილი წყლის რ.რთქლის წონა გ/სთ-ობით;

$d_2$ —სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ტენშემცველობა გ/კგ-ობით შშრალი ჰაერისა;

$d_1$ —გარე ჰაერის ტენშემცველობა გ/კგ-ობით შშრალი ჰაერისა.

მტერის შემთხვევაში

$$G_{\text{აფბ}} = \frac{G_{\text{მტ}}}{S_2 - S_1} \text{ კგ./სთ,} \quad (3.15)$$

სადაც  $G_{\text{მტ}}$  არის გამოყოფილი მტერის წონა მგ/სთ-ობით;

$S_2$ —სათავსის ჰაერში მტერის დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ<sup>3</sup>-ობით;

$S_1$ —გარე ჰაერში მტერის დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ<sup>3</sup>-ობით.

**შენე გამოწყობები**

საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობების სათავსებში, ჩვეულებრივ, შენე გამოწყობების წყაროს ადამიანები წარმოადგენენ. ისინი გამოყოფენ სითბოს, ტენს და ნახშირორჟანგს (CO<sub>2</sub>).

როდესაც სათავსში ადამიანები ერთდროულად გამოყოფენ სითბოს, ტენსა და ნახშირორჟანგს, საჭირო ჰაერცვლას ყოველი შენე გამოწყობისათვის (ტენი, სითბო, CO<sub>2</sub>) ანგარიშობენ ცალ-ცალკე და ამათგან გაანგარიშებისთვის ტოვებენ იმას, რომელსაც ჰაერცვლის მეტი ჯერადობა სჭირდება.

III.1 ცხრილში მოცემულია ადამიანის მიერ 1 საათის განმავლობაში გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა.

III.2 ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა დანიშნულების სათავსებში ნახშირორჟანგის შემცველობის დასაშვები სიდიდეები.

**ცხრილი III.1**

ადამიანის ასაკი და საშუალოს დასახელება	CO <sub>2</sub> -ის რაოდენობა	
	ლ/სთ	კ/სთ
არულასაკონები:		
ფისიკური მუშაობისას	45	68
მსუბუქი მუშაობისას (დაწესებულებებში)	23	35
მოსვენების მდგომარეობაში	23	35
ბავშვები 12 წლამდე	12	18

**ცხრილი III.2**

სათავსების დასახელება	CO <sub>2</sub> -ის რაოდენობა		ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა %-ით	
	მ/ს	კ/ს	ფ	წ
ადამიანთა მუდმივი სამყოფელი (საცხოვრებელი ოთახები)	1	1,6	30	60
ბავშვებისა და ავადმყოფების სამყოფელი	0,7	1	30	60
ადამიანთა პერიოდული სამყოფელი (დაწესებულებები)	1,25	1,75	30	60
ადამიანთა ხანმოკლე სამყოფელი	2	3	—	—

**მაგალითი.** განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა ნახშირორჟანგზე 5-კაციან საცხოვრებელ ოთახში.

**ამოხსნა.** III.1 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ 1 კაცის მიერ გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა უდრის 23 ლ/სთ. III.2 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ საცხოვრებელ ოთახში ნახშირორჟანგის დასაშვები კონცენტრაცია 1 ლ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლია. I.1 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ გარე ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობა 0,03% ან 0,3 ლ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლია. ამის შემდეგ (3.13) ფორმულით ვსაზღვრავთ საჭირო ჰაერცვლას

$$V_{\text{ჰაერ}} = \frac{23 \cdot 5}{1 - 0,3} = 164,3 \text{ მ}^3/\text{სთ},$$

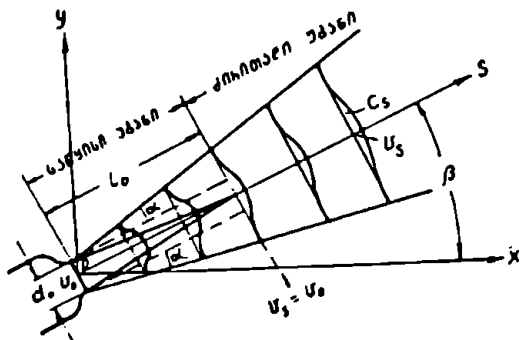
ანუ 1 კაცზე მოდის 164,3 : 5 ≈ 33,0 მ<sup>3</sup>/სთ ჰაერი.

## ჰაერის მოძრაობა გასანიავეზე სათავესებში

### § 10. ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებები საჭიხნ ნახვავთან

განვიხილოთ საჭიხნი მრგვალი ნახვრეტიდან გამოსული ჰაერის ნაკადის თავისუფალ სივრცეში (ნახ. IV.1) მოძრაობის თავისებურებანი. დავეშვათ, რომ ნაკადი მოძრაობს უსაზღვრო სივრცეში, რომელიც შევსებულია ისეთივე ფიზიკური მონაცემების მქონე უმოძრაო ჰაერით, როგორიც აქვს ნაკადის ჰაერს. დავეშვათ, აგრეთვე, რომ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე ნახვრეტიდან გამოსვლისას ნაკადის მთელ განივკვეთში ერთნაირია.

ნახვრეტიდან გამოსული ჰაერის მოძრავე ნაწილაკები მათზე ინერციის ძალის გავლენის შედეგად ცდილობენ შეინარჩუნონ თავისი სიჩქარე, მაგრამ



ნახ. IV.1.

მათ მოძრაობას ამუხრუჭებს სივრცეში არსებული ჰაერის ნაწილაკები. ამიტომ ნახვრეტიდან გამოსული მოძრავე ჰაერის ნაკადის ველის სიჩქარე მისი გამოსვლის ადგილიდან დაშორებაზე დამოკიდებულებით თანდათანობით იცვლება და ნახვრეტიდან რაღაც გარკვეულ მანძილზე ნაკადის ღერ-

ძული სიჩქარის შემცირებას (დამუხრუჭების ეფექტი) იწვევს. ამასთანავე, ნაკადის მასა თანდათანობით დიდდება (ნაკადის მიერ სივრცის ჰაერის ეფექტური ხდება) და ნაკადის კვეთი იზრდება.

ნახვრეტიდან გამოსულ ჰაერის ნაკადს ხშირად „თავისუფალ ნაკადს“ უწოდებენ (თუმცა, ვინაიდან ეს ნაკადი მოძრაობს ჰაერში, უფრო სწორი იქნებოდა, რომ მას „დატბორილი“ ნაკადი ეწოდოს). თავისუფალ ნაკადში არჩევენ ორ უბანს — საწყისსა და ძირითადს. საწყის უბანში, ნაკადის ღერძის

მიმართულებით, ჰაერის სიჩქარე უცვლელია და ის ნახევრეტში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ტოლია. ნაკადის მუდმივი სიჩქარეების არეს ნაკადის ბირთვის უწოდებენ. ნაკადის ბირთვში ჰაერი ინარჩუნებს თავის ყველა საწყის პარამეტრს: სიჩქარეს, ტემპერატურას და სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს.

ძირითად უბანში კი ჰაერის ნაკადის სიჩქარე ეცემა. ნაკადის საზღვრად მიიღება ნაწილაკები, რომელთა მოძრაობის სიჩქარე ნაკადის ღერძის პარალელური მიმართულებით ნულის ტოლია.

ბუნებრივია, რომ დატბორილი ნაკადების მოძრაობის კანონების ცოდნას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ვენტილაციის ტექნიკისათვის.

პროფ. გ. აბრამოვიჩმა დაამუშავა დატბორილი ნაკადის გაანგარიშების ზოგადი თეორია. ამ თეორიისა და საბჭოთა კავშირში ჩატარებული სხვა ექსპერიმენტების შედეგად ამჟამად საშუალება გვაქვს განვსაზღვროთ დატბორილი იზოთერმული ნაკადის (მისი წინასწარ დასახული საწყისი პარამეტრების დროს) უმთავრესი პარამეტრები. პროფ. გ. აბრამოვიჩის მიერ მიღებულ საანგარიშო ფორმულებში, რომლებიც კარგად ასახავენ თავისუფალი იზოთერმული ნაკადის როგორც საწყისი, ისე ძირითადი უბნების ყველა კანონზომიერებას, შედის ერთი საცდელი მუდმივა, რომელსაც ნაკადის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი უწოდებენ და რომელიც გამოსასვლელი ნახევრეტის ფორმაზეა დამოკიდებული.

ცდებით განსაზღვრული ნაკადის ტურბულენტური სტრუქტურის  $\alpha$  კოეფიციენტებისა და ნაკადის გაფართოების  $\beta$  კუთხის მნიშვნელობები მოცემულია IV.1 ცხრილში, ხოლო მრგვალი იზოთერმული ნაკადის საანგარიშო ფორმულები კი — IV.2 ცხრილში.

#### ცხრილი IV.1

ნაკადის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი და ნაკადის გაფართოების  $\beta$  კუთხე

გამოსაშვები ნახევრეტის სახეობა	$\alpha$ კოეფიციენტის მნიშვნელობები	გაფართოების $\beta$ კუთხე
საქმენი მდოვრე მოხრით	0,066	25°40'
მარტივი ცილინდრული მილი	0,07	27°40'
ცილინდრული მილყლი	0,078	20°20'
ღიფუზორი მ—10° კუთხით ან მილი წერტილ-ნახევრეტებიანი ვისოსით	0,09	84°00'
გამოსაშვები მოკლე კვადრატული მუხლის შემდეგ	0,1	37°30'
ე. ბატერინის კონსტრუქციის მილყლი	0,12	41°30'
ღია ღერძული ვენტილატორი	0,18	45°00'

მაგალითი. 250 მმ დიამეტრის ცილინდრული მილყელიდან ჰაერი გამოდის საშუალო სიჩქარით  $v_0 = 10$  მ/წმ. საჭიროა განვსაზღვროთ ჰაერის ნაკადის პარამეტრები გამოსვლის ნახევრეტიდან 1250 მმ დაშორებით.

## მრგვალი ნაკადის ხანგარიშო ფორმულები

დასახელება	აღნიშვნა	საწყისი უბანი	ძირითადი უბანი
უბნის სიგრძე	$l_0$	$0,335 \frac{d_0}{a}$	—
ღერძული სიჩქარე	$\frac{v_r}{v_0}$	1	$\frac{0,48}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$
ბარჯი	$\frac{v_r}{v_0}$	$1 + 1,52 \frac{as}{d_0} + 5,26 \left(\frac{as}{d_0}\right)^2$	$4,96 \left(\frac{as}{d_0} + 0,145\right)$
ღიაშეტრი	$\frac{d_0}{d_0}$	$1 + 6,9 \frac{as}{d_0}$	$6,8 \left(\frac{as}{d_0} + 0,145\right)$
საშუალო სიჩქარე ფართობის მიხედვით	$\frac{c_s}{c_0}$	$1 + 1,52 \frac{as}{d_0} + 5,26 \left(\frac{as}{d_0}\right)^2$ $1 + 13,6 \frac{as}{d_0} + 46,24 \left(\frac{as}{d_0}\right)^2$	$\frac{0,096}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$
საშუალო სიჩქარე სარჯის მიხედვით	$\frac{c_s \text{ საშ}}{c_0}$	$\frac{1}{1 + 1,52 \frac{as}{d_0} + 5,26 \left(\frac{as}{d_0}\right)^2}$	$\frac{0,226}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$
საშუალო ტემპერატურული ვარდნილი	$\frac{T_{\text{საშ}} - T_{\text{სთ.1}}}{T_0 - T_{\text{სთ.1}}}$	—	$\frac{0,226}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$

ამოხსნა. IV.2 ცხრილში მოცემული ფორმულით ვსაზღვრავთ საწყისი უბნის სიგრძეს. ამ ფორმულაში შემავალი სიდიდის  $a = 0,076$  მნიშვნელობას ცილინდრული მილყელისათვის ვიღებთ IV.1 ცხრილიდან.

$$l_0 = 0,335 \frac{d_0}{a} = 0,335 \frac{250}{0,076} = 1100 \text{ მმ} < 1250 \text{ მმ.}$$

ენიანიდან  $l_0 < 1250$  მმ-ზე, ამიტომ ვსარგებლობთ ძირითადი უბნის საანგარიშო (ხ. IV.2 ცხრილი) ფორმულებით.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვეულებრივი ცილინდრული მილყელისათვის ჰაერის საშუალო სიჩქარე შეიძლება მივიღოთ  $c_0 \approx 0,85 v_0$  ტოლი, სადაც  $v_0$  ჰაერის ღერძული საწყისი სიჩქარეა, აქედან  $v_0 = \frac{c_0}{0,85}$ ; ამის შემდეგ



ესაზღვრავთ ჰაერის მოძრაობის ღერძულ სიჩქარეს მილყელიდან 1250 მმ მანძილზე

$$v_0 = \frac{10}{0,85} \cdot \frac{0,48}{\frac{0,076 \cdot 1250}{250} + 0,145} = 10,6 \text{ მ/წმ};$$

საშუალო სიჩქარეს ესაზღვრავთ ფართობის მიხედვით

$$v_0 = 10 \cdot \frac{0,096}{\frac{0,076 \cdot 1250}{250} + 0,145} = 1,8 \text{ მ/წმ};$$

ესაზღვრავთ ნაკადის დიამეტრს

$$d_0 = 250 \cdot 6,8 \left( \frac{0,076 \cdot 1250}{250} + 0,145 \right) = 892 \text{ მმ};$$

ესაზღვრავთ ხარჯს  $\left( v_0 = c_0 \frac{\pi d^2}{4} \right)$

$$v_0 = 10 \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} \cdot 4,36 \left( \frac{0,076 \cdot 1250}{250} + 0,145 \right) = 1,13 \text{ მ}^3/\text{წმ}.$$

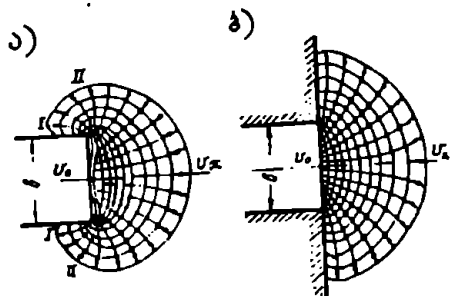
## § 11. ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებაები უმწვევ ნახევარსფეროში

მოდინებითი ნახერტიდან გამოსული ნაკადისგან განსხვავებით, უმწვევ ნახერტთან ჰაერის ნაკადის ზონა ძლიერ მცირეა და ჰაერის სიჩქარე მიიღევა უშუალოდ უმწვევ ნახერტთან ახლოს. ის სივრცე, რომელშიც ჰაერი (უმწვევი ნახერტის ახლოს) მოდის მოძრაობაში, წააგავს ნახევარსფეროს. შესაწვევ ნაკადში ერთნაირი სიჩქარეების მქონე წერტილები ხაზებით რომ შევავერთოთ, მივიღებთ მრულთა რიგს, რომელთა ერთობლიობას უმწვევის სიჩქარეთა სპექტრი ეწოდება.

იმისათვის, რომ სწორად დავაგეგმაროთ ადგილობრივი გაწვევა შიგნე გამოწვევითა წყაროებიდან, საჭიროა სრული წარმოდგენა გვექონდეს ჰაერის ნაკადის სტრუქტურაზე ამოწვევის უმწვევ ნახერტთან.

IV.2 ნახაზზე მოცემულია უმწვევის სიჩქარეთა სპექტრი ცილინდრული ფორმის მილყელისათვის, რომელიც ჰაერს უმწვევს უმწვევსაზღვრელი სივრციდან.

თუ სივრცე, რომლიდანაც ხდება ჰაერის უმწვევა მილყელის ნახერტში, უმწვევულია (უმწვევსაზღვრულია), მაშინ ჰაერის უმწვევის სიჩქარეთა სპექტრი



ნახ. IV.2

იკვლება. მაგალითად, თუ შემწოვ მილყელს წამოვაცმევთ მილტუქს (ნახ. IV.2, ბ), მაშინ ჰაერის სიჩქარეთა სპექტრი მიიღებს ნახევარსფეროს სახეს, რადგანაც ადგილი არ ექნება ჰაერის შეწოვას I—II ზონიდან (ნახ. IV.2, ა).

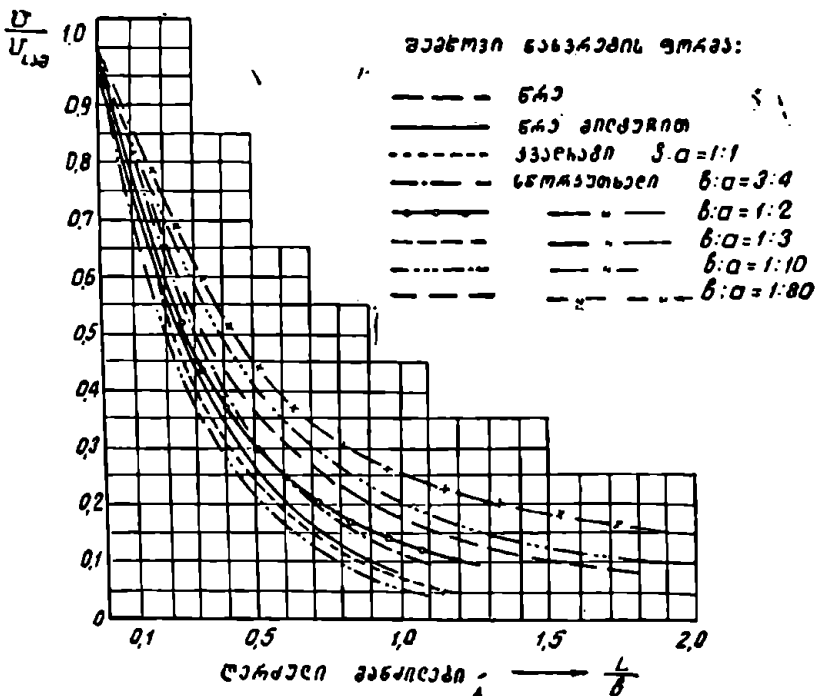
ამრიგად, შემწოვ მილყელთან შემზღუდველი სიბრტყის დაყენება თუმცა ზრდის შეწოვის ფარდობით ზონას, მაგრამ ძალიან უმნიშვნელოდ ცვლის სპექტრში სიჩქარეთა განაწილების სურათს.

ქვადრატული ფორმის შემწოვ ნახერცებთან ჰაერის სიჩქარეთა სპექტრის ხასიათი თითქმის არაფრით არ განსხვავდება ცილინდრულ (მრგვალი) შემწოვ ნახერცთან წარმოქმნილ სიჩქარეთა სპექტრისაგან.

ადგილობრივი გაწოვის დაპროექტებისას უფრო მოხერხებულია ვისაჩგებლოთ იმ ფარდობითი სიჩქარეების სიდიდეებით, რომლებიც მიეკუთვნებიან შემწოვი ნახერცის მთლიანი განივკვეთის საშუალო სიჩქარეებს და არა იმ სიჩქარეებს, რომლებიც გვექნება შემწოვი ნახერცის ცენტრში.

ამიტომ ნაკადთა სპექტრებს (შემზღუდველი სიბრტყეების მქონე შემწოვებისათვის) იღებენ  $\frac{v}{v_{სა}}$  ფარდობითი სიჩქარეებისათვის.

IV.3 ნახაზზე მოცემულია ღერძულ სიჩქარეთა მიღვის მრგვალი და სწორკუთხა ფორმის ნახერცებისათვის მათი გვერდების სხვადასხვა ფარდობისათვის  $\beta$ : $\alpha$ .



ნახ. IV.3.

ამ ნახაზის აბსცისთა ლერძზე მოცემულია ფარდობითი მანძილი შემწო-  
ვი ნახერეტის სიბრტყიდან ნაკადის ლერძის მიმართულეობით, ანუ  $\frac{x}{\delta}$ , ხოლო

ნახაზის ორდინატთა ლერძზე — ფარდობითი სიჩქარეები  $\frac{v_x}{v_{\text{საა}}}$ .

IV.3 ნახაზზე ნათლად ჩანს, თუ როგორ ჩქარა მიიღევა სიჩქარეები შემ-  
წოვი ნახერეტის მოკმედების არეში. ასევე ჩანს, რომ შემწოვის ლერძული  
სიჩქარის ყველაზე უფრო ჩქარ  
მიღევა ადგილი აქვს მრგვალ და  
კვადრატულ ნახერეტებში და  
რაც უფრო მეტია შემწოვი ნახ-  
ერეტის გვერდების ფარდობა,  
მით უფრო ნელა ხდება ლერძუ-  
ლი სიჩქარის მიღევა.

IV.4 ნახაზზე მოცემულია  
პროფ. გ. მაქსიმოვის შიერ შედ-  
გენილი გრაფიკი, რომლის მარჯ-  
ვენა ორდინატთა ლერძზე მოცე-  
მულია ლერძული სიჩქარეების  
(შემწოვი ნახერეტთან) ფარდობა  
საშუალო სიჩქარესთან შემწოვი

ნახერეტში, ანუ  $\frac{v_x}{v_1}$ , ხოლო აბ-

სცისთა ლერძზე — განსახილველი  
ნაკადის კვეთის მანძილის ფარ-  
დობა მრგვალი ნახერეტის დია-  
მეტრთან, ანუ  $\frac{x}{d}$ , ან სწორკუ-

თხა ნახერეტის  $\frac{x}{\delta}$  მოკლე გვერდ-

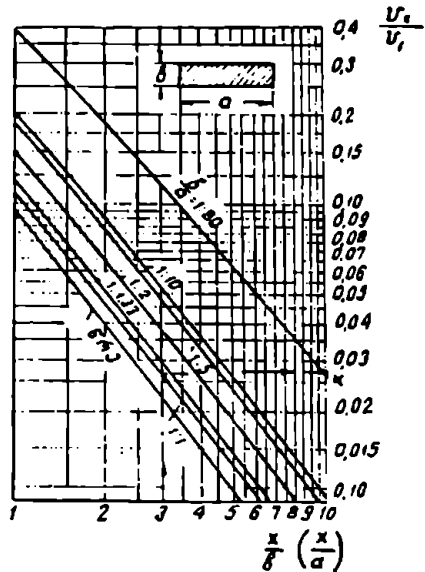
თან ნახერეტის გვერდების სხვადასხვა ფარდობისას ( $\delta : a$ ).

მაგალითი 1.  $600 \times 800$  მმ ზომის შემწოვი ნახერეტში ჭაერის სიჩქარე ტო-  
ლია 5 მ/წმ. ვიპოვოთ ლერძული სიჩქარე ( $v_x$ ) შემწოვი ნახ-  
ერეტიდან 1800 მმ მანძილზე.

ამოხსნა. ვპოულობთ ფარდობით ნიშნელობებს:

$$\frac{\delta}{a} = \frac{600}{800} = \frac{3}{4} = 1 : 1,33 \quad \text{და} \quad \frac{x}{\delta} = \frac{1800}{600} = 3.$$

გსარგებლობთ IV.4 ნახაზზე მოცემული გრაფიკით. ამ გრაფიკის აბს-  
ცისთა ლერძზე ვპოულობთ  $\frac{x}{\delta} = 3$  წერტილს, რომლიდანაც ზემოთ ვაუღებთ  
პერპენდიკულარს  $1 : 1,33$  შრუდის გადაკვეთამდე, ამ შრუდზე მიღებული წერ-  
ტილიდან ორდინატთა ლერძზე დაშვებული პერპენდიკულარის გადაკვეთის  
წერტილში ( $\delta$  წერტილი) ვკითხულობთ, რომ ფარდობა  $\frac{v_x}{v_1} = 0,028$ . მაშასა-  
ღამე, ლერძული სიჩქარე საძიებელ მანძილზე იქნება  $v_x = 0,028 \cdot 5 = 0,14$  მ/წმ.



ნახ. IV.4

მაგალითი 2. შემწოვი ნახერტის ზომებია  $300 \times 600$  მმ. საკიროა, რომ შემწოვი ნახერტიდან  $900$  მმ მანძილზე ჰაერის ნაკადის ღერძული სიჩქარე ტოლი იყოს  $v_x = 0,5$  მ/წმ. ვიპოვოთ ჰაერის ნაკადის საშუალო სიჩქარე და ჰაერის ხარჯი შემწოვ ნახერტში.

ა მ ო ხ ს ნ ა. ეპოულობთ ფარდობით მნიშვნელობებს:

$$\frac{\delta}{a} = \frac{300}{600} = \frac{1}{2} = 1 : 2 \text{ და } \frac{x}{\delta} = \frac{900}{300} = 3.$$

ესარგებლობთ IV.4 ნახაზზე მოცემული  $1 : 2$  მრუდით და წინა მაგალითის ანალოგიურად ეპოულობთ, რომ

$$\frac{v_x}{v_1} = 0,048 = \frac{0,5}{v_1}.$$

აქედან შემწოვ ნახერტში საშუალო სიჩქარე

$$v_1 = \frac{0,5}{0,048} = 10,4 \text{ მ/წმ,}$$

ჰაერის ხარჯი კი

$$L = v_1 \cdot \pi \cdot \delta \cdot 3600 = 10,4 \cdot 0,6 \cdot 0,3 \cdot 3600 = 67400 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

ზემოთ განხილულიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ყველა სახის ადგილობრივი გაწოვის მუშაობა ეფექტური იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევებში, თუ ისინი დაყენებული იქნება უშუალოდ მავნე გამონაყოფების ადგილთან ახლოს.

## § 12.

### ჰაერის მოძრაობა სათავსავში მოწინააღმდეგე და ამომწოვი ნახერტების განლაგების მიხედვით

სათავსოში რომ სწორად განვალაგოთ ჰაერის მოძინებითი და ამომწოვი ნახერტები, საკიროა გამოვარკვიოთ, როგორ მოქმედებს მათი ურთიერთგანლაგება ჰაერის მოძრაობაზე მთელ სათავსოში.

სათავსოში საენტილაციო ჰაერის მოძრაობისა და განაწილების სურათის დასადგენად ვ. ბატურინმა და ვ. ხანკონკოვმა ჩაატარეს მთელი რიგი ლაბორატორიული ცდები სათავსების ბრტყელ მოდელებზე მომდენი და ამომწოვი ნახერტების სხვადასხვაგვარად განლაგების შემთხვევებისათვის.

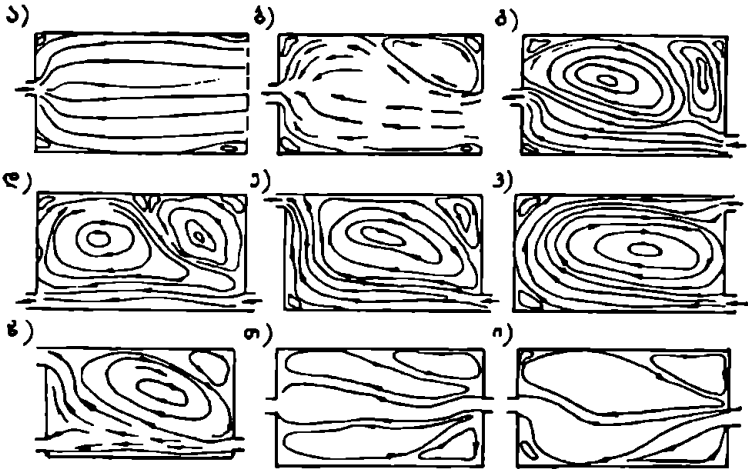
სათავსოში ჰაერის მოძრაობის სურათები მოცემულია IV.5 ნახაზზე.

IV.5, ა ნახაზზე ნაჩვენებია შემთხვევა, როდესაც სათავსოს მთელ სიმაღლეზე ჰაერი მიეწოდება გვერდიდან (ე. ი. სათავსს გვერდითი კედელი სრულიად არა აქვს), ხოლო სათავსიდან ჰაერის გაყვანა ხდება საწინააღმდეგო მხარეს, კედლის ცენტრში მოთავსებული ამომწოვი ნახერტიდან. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ამ შემთხვევაში სათავსოს კუთხეებში ჰაერი მოძრაობს გრიგალურად, ხოლო სათავსის მთელ კვეთში ჰაერი იმოდრავებს თითქმის ერთნაირი სიჩქარით. ასეთი სქემის გამოყენების დროს სათავსოში ჰაერი თანაბრად გადაადგილდება.

მოძინებითი ნახერტის სიმაღლის შემცირებისას (ნახ. IV.5, ბ და გ) ჰაერის ახალი ნაკადი მთლიანად ვერ მოიცავს მთელ სათავსს და ამ უკანასკ-

ნელში გვექნება უმძრავო (დამდგარი) ზონები. ამ ზონებში წარმოიქმნება უძთაერესი ნაკადის ცეკვით წარმოქმნილი ე. წ. მეორეული, მესამეული სა-  
ციტრულაციო ნაკადები.

სათაესის მეტად მცირე სივრცეს მოიცავს ახალი მოდინებული ჰაერი, თუ მომდენი და ამომწოვი ნახვრეტები განლაგებული იქნება უშუალოდ



ნახ. IV.5

იატაკთან (ნახ. IV.5, დ). იგივე სურათი გვექნება, თუ ორივე ნახვრეტი გან-  
ლაგებული იქნება ჰერთან.

IV.5, ე ნახაზზე ნაჩვენებია სქემის შემთხვევაში ახალი მოდინებული ჰაე-  
რი სათაესის უმეტეს ნაწილს მოიცავს.

IV.5, ვ ნახაზზე ნაჩვენები მომდენი და ამომწოვი ნახვრეტების განლაგე-  
ბისას სათაესის მთელ მოცულობას დაიკავენს ჰაერის ახალი ნაკადი და ამი-  
ტომ ეს სქემა ითვლება საუკეთესოდ, თუმცა ხშირად შეცდომით თვლიან,  
რომ IV.5, ვ ნახაზზე ნაჩვენები სქემა თითქოს უკეთესია.

ჰაერის სიმეტრიულად მოძრაობის სქემა მოცემულია IV.5, თ ნახაზზე.  
იგი მეტად არამდგრადია. ასევე მეტად არამდგრადია IV.5, ი ნახაზზე ნაჩე-  
ნები არასიმეტრიული სქემა. ვინაიდან სათაესებში სასურველია გვექნოდეს  
ჰაერის უცვლელი მოძრაობა დროში, ამიტომ ამ ბოლო ორი სქემის გამოყე-  
ნება არ არის მიზანშეწონილი.

ქაეკსვიდის განსაზღვრა და ოკეანიზაცია მავნე გამონაყოფებთან ბრძოლის დროს

§ 13. საბრძოლო დანიშნულების სათავსებში თბოგამომყოფი წყაროები და გამომყოფილი სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა

საწარმოო პროცესებს, რომლებიც დაკავშირებულია ლითონთა ცხელ დაბუხავენასთან, გამოდნობასთან, ჩამოსხმასთან, მუდამ თან სდევს დიდი რაოდენობით სითბოს გამოყოფა. ასეთი პროცესები გვაქვს მარტენის, ელექტროფოლადსადნობ, საგლინ, ფოლად და თუჯსამსხმელ, თერმულ და სხვა საამქროებში.

ლითონთა ცხელი დაბუხავენისა და გამოდნობის პროცესებისთვის საჭიროა მაღალი ტემპერატურის შექმნა სახურებელ და სადნობ ლუმელებში. მაგალითად, ფოლადის დნობა წარმოებს 1600—1700° ტემპერატურაზე, ფოლადის მოწვა, გლინვა, წრთობა და ცხელი ტვიფრვა — 800—1200° ტემპერატურაზე და ა. შ.

მარტენში 1 ტონა ფოლადის გამოადნობად სათბობის სახეობის მიხედვით იხარჯება 1 დან 2 მილიონამდე კვალორია სითბო.

გამოანგარიშებულია, რომ ლუმელებისა და გახურებული ლითონის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, რომელიც შოდის სათავსის 1 მ<sup>3</sup> შიგა მოცულობაზე, მარტენისა და ელექტროფოლადსადნობ საამქროებში შეადგენს 150—200 კვალ/სთ; საგლინ საამქროებში — 100—175 კვალ/სთ; თერმულ საამქროებში — 150—250 კვალ/სთ და ა. შ. თუ ასეთი დიდი თბოგამონაყოფების საამქროებში ჰაერის გასაცივებლად არ გავითვალისწინებთ საჭირო ხელოვნურ ზომებს, მაშინ შეუძლებელი გახდება ასეთ სათავსებში ადამიანთა დიდი ხნით ყოფნა და მუშაობა.

გარდა ზემოჩამოთვლილი საამქროებისა, თბოგამონაყოფი დიდი რაოდენობითაა ქიმიური მრეწველობის ბევრ საამქროში, საქვანში, ელექტროსადგურების სამანქანო დარბაზებში, კვების მრეწველობის საწარმოებში და სხვ.

სათავსებში თბოგამოყოფა ხდება არა მარტო ლუმელებში წვის პროცესების ან ცხელ მასალათა გაცივების შედეგად, არამედ, აგრეთვე, ერთი სახის ენერჯის მეორე სახის ენერჯიად გარდაქმნისას, ქიმიური რეაქციების დროს და სხვ.

არსებობს თბოგამომყოფი წყაროების შემდეგი კლასიფიკაცია:

- 1) საწარმოო ლუმელები და სხვადასხვა დანიშნულების აბაზანები;

- 2) ცხელი ლითონები და სხვა მასალები;
- 3) აპარატების, ჰაერსატარებისა და მილსადენების გაცხელებული ზედაპირები;
- 4) მოკმედი მექანიზმები, მანქანები, ჩარხები და ძრავები;
- 5) ელექტროგანათების წყაროები;
- 6) ადამიანები;
- 7) მზის რადიაცია.

თბოგამონაყოფის სიდიდის განსაზღვრისას საჭიროა გაეთვალისწინოთ ცალკეული წყაროდან მიღებული სითბოს მთლიანი რაოდენობა.

განვიხილოთ თბოგამონაყოფების განსაზღვრის მეთოდისა ზემოჩამოთვლილი თბოგამომყოფი წყაროებიდან ცალ-ცალკე.

### 1. თბოგამონაყოფის განსაზღვრა ღუმელების გარე ზედაპირებიდან

როდესაც ცნობილია ღუმელის კონსტრუქცია და მისი ზომები, მაშინ თბოგამონაყოფის სიდიდის განსაზღვრა წარმოებს ღუმელის ცალკეული გარე ზედაპირების თბოგაცემის გამოთვლით, ანდა თბური ბალანსის მიხედვით.

თუ ცნობილია ღუმელის გარე ზედაპირის ( $t_{g,ა}$ ) ტემპერატურა, შეიძლება გამოვთვალოთ მის მიერ სათავსში გამოყოფილი სითბოს მთლიანი ( $Q_{გა}$ ) რაოდენობა, რომელიც კონვექციით ( $q_3$ ) და გამოსხივებით ( $q_6$ ) გაცემული სითბოს რაოდენობის ჯამის ტოლი იქნება

$$q_3 = \alpha_3 (t_{g,ა} - t_{j,ს.ს}) F \text{ კკალ/სთ} \quad (5.1)$$

და

$$q_6 = FC_{ლყ} \left[ \left( \frac{T+t_{g,ა}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T+t_{j,ს.ს}}{100} \right)^4 \right] \text{ კკალ/სთ}, \quad (5.2)$$

სადაც  $t_{j,ს.ს}$  არის სათავსის ჰაერის სამუშაო ზონის ტემპერატურა, გრ-ობით;

$F$  — თბოგამცემი ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$\alpha_3$  — კონვექციით თბოგაცემის კოეფიციენტი, კკალ/მ<sup>2</sup> სთ.გრ-ობით;

მხედველობაში მიიღება, როცა  $t_{g,ა} - t_{j,ს.ს} > 5^{\circ}\text{C}$ ;

ვერტიკალური ზედაპირებისათვის  $\alpha_3$  გამოითვლება ფორმულით

$$\alpha_3 = 1,43 \sqrt[3]{t_{g,ა} - t_{j,ს.ს}}. \quad (5.3)$$

ჰორიზონტალური ზედაპირისთვის, როდესაც თბოგაცემა ზედა ზედაპირიდან ხდება,

$$\alpha_3 = 1,86 \sqrt[3]{t_{g,ა} - t_{j,ს.ს}}; \quad (5.4)$$

ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის, როდესაც თბოგაცემა ქვედა ზედაპირიდან ხდება,

$$\alpha_3 = \sqrt[3]{t_{g,ა} - t_{j,ს.ს}}; \quad (5.5)$$

$T$  — თბოგამცემი ზედაპირის აბსოლუტური ტემპერატურაა, რომელიც 273°-ის ტოლია;

$C_{\text{საყ}}$  — სხივების დაყვანილი მუდმივა, კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. ( $^{\circ}K$ )<sup>4</sup> და გამოითვლება ფორმულით

$$C_{\text{საყ}} = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_3}}, \quad (5.6)$$

სადაც  $\epsilon_1$  და  $\epsilon_2$  არის ზედაპირების სხივების მუდმივი სიდიდეები;  
 $\epsilon_3$  — აბსოლუტურად შავი სხეულის სხივების მუდმივა და უდრის 4,96 კკალ/მ<sup>2</sup> სთ ( $^{\circ}K$ )<sup>4</sup>.

სხივების მუდმივას სიდიდე დაპოქიდებულია სხივების სხეულის ქიმიურ შედგენილობაზე, ფერსა და ზედაპირის ხასიათზე.

პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის სხივების დაყვანილ მუდმივას სიდიდეს  $C_{\text{საყ}}$ , ჩვეულებრივ, იღებენ 3,5 ÷ 4,2 ზღვრებში.

ლუმენის კვლევის გარე ზედაპირების  $t_{\text{გ.ა}}$  ტემპერატურა მერყეობს 50 ÷ 200 $^{\circ}$ , ხოლო ლუმენის კამარისა — 100 ÷ 300 $^{\circ}$ -მდე ზღვრებში.

**მაგალითი.** თბოგამოყოფი ლუმენის კვლევის გარე ზედაპირების ფართობია  $F_1 = 15$  მ<sup>2</sup>, კამარისა —  $F_2 = 4$  მ<sup>2</sup>; გარე ზედაპირების ტემპერატურა —  $t_{\text{გ.ა1}} = 150^{\circ}$ , კამარისა —  $t_{\text{გ.ა2}} = 250^{\circ}$ ; სხივების დაყვანილი მუდმივა, ვთქვათ, ტოლია  $C_{\text{საყ}} = 4,2$ . განვსაზღვროთ ლუმენის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა, თუ სათავისი პაერის საშუალო ზონის ტემპერატურა  $t_{\text{ს.ს}} = 25^{\circ}$ .

**ამოხსნა.** (5.3) ფორმულით ეპოულობთ

$$\alpha_{11} = 1,43 \sqrt[3]{150 - 25} = 7,15 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ.}$$

ხოლო (5.4) ფორმულით ეპოულობთ

$$\alpha_{22} = 1,86 \sqrt[3]{250 - 25} = 11,35 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ.}$$

ლუმენის მიერ კონვექციით გაცემული სითბოს მთლიანი რაოდენობა, (5.1) ფორმულით გამოთვლილი,

$$q_3 = 7,15 (150 - 25) 15 + 11,35 (250 - 25) 4 = 19080 \text{ კკალ/სთ.}$$

გამოსხივებით გაცემული სითბოს რაოდენობა, (5.2) ფორმულით გამოთვლილი,

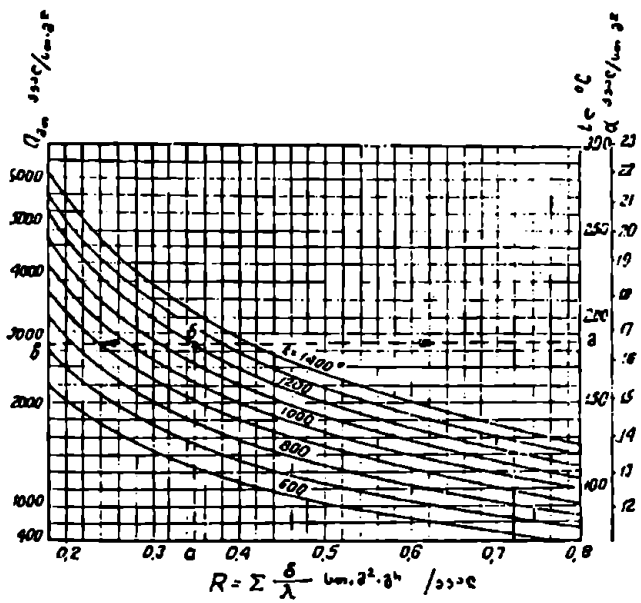
$$q_6 = 15 \cdot 4,2 \left[ \left( \frac{273 + 150}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + 25}{100} \right)^4 \right] + 4 \cdot 4,2 \left[ \left( \frac{273 + 250}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + 25}{100} \right)^4 \right] = 15280 \text{ კკალ/სთ.}$$

ლუმენის მიერ მთლიანად გაცემული სითბოს რაოდენობა

$$Q_{\text{მთ}} = q_3 + q_6 = 19080 + 15280 = 34360 \text{ კკალ/სთ.}$$

როდესაც ცნობილია ლუმენის შიგა ტემპერატურა და კონსტრუქცია (ანუ სამშენებლო მასალა), ლუმენის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა შეიძლება გ. პოდობედოვის მიერ შედგენილი გრაფიკით (ნახ. V.1).





ნახ. V.1

ამ გრაფიკის საშუალებით ლუმელის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობის განსაზღვრის ნათელსაყოფად განვიხილოთ მაგალითი.

**მაგალითი.** განესაზღვროთ ლუმელის გარე ზედაპირის ტემპერატურა და 1 მ<sup>2</sup> ზედაპირის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ლუმელის შიგა ტემპერატურა  $t_c = 1200^\circ$  და ლუმელის კედლები ამოყვანილია  $\delta = 0,38$  მ სისქის შამოტის აგურით, საშუაო ზონის ჰაერის ტემპერატურა  $t_{ს.ა} = 26^\circ\text{C}$ .

**აქონსნა.** იმისათვის, რომ V.1 ნახ.ზე მოცემული გრაფიკით ვისარგებლოთ, საჭიროა ვიკოდეთ ლუმელის კედლის თერმული წინაღობა R, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \text{ მ}^2 \cdot \text{სთ. გრ/კალ},$$

სადაც  $\delta$  არის ლუმელის კედლის სისქე, მ-ობით;  
 $\lambda$  — ლუმელის კედლის თბოგამტარობის კოეფიციენტი კკალ/მ. სთ. გრ-ობით.

მაგრამ შამოტის აგურის კედლის თბოგამტარობის კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია მის ტემპერატურაზე და გამოითვლება ფორმულით

$$\lambda = 0,72 + 0,0005 t_{ს.ა},$$

სადაც  $t_{ს.ა}$  არის აგურის საშუალო ტემპერატურა.

4. გ. დარჩია

მივიღოთ, რომ

$$t_{\text{სა}} = \frac{t_c + t_{\text{ს.ს.ს}}}{2} = \frac{1200 + 26}{2} = 613^{\circ};$$

$$\lambda = 0,72 + 0,0005 \cdot 613 = 1,03;$$

$$R = \frac{0,38}{1,03} \approx 0,35.$$

მიღებული  $R=0,35$  სიდიდის შესაბამის წერტილს ეპოულობთ საანგარიშო გრაფიკის აბსცისთა ლერძზე. ამ წერტილიდან ( $a$ ) ზემოთ აღებართავთ პერპენდიკულარს ლუმელის შიგა საანგარიშო ტემპერატურის ( $t_c=1200^{\circ}$ ) ამსახვეი შრუდის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის ( $b$ ) წერტილიდან თუ გაავლებთ აბსცისთა ლერძის პარალელურ სწორ ხაზს, მაშინ გრაფიკის მარცხენა მხარეს მდებარე ორდინატთა ლერძის გადაკვეთის წერტილში ( $b$ ) ვიპოვით საძიებელ თბოგაცემის სიდიდეს, რომელიც ტოლია  $Q=2850$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ, ხოლო მარჯვნივ მდებარე ორდინატთა ლერძის გადაკვეთის წერტილში ( $c$ ) — ლუმელის ვარე ზედაპირის ტემპერატურას  $t_{\text{ც.ა.ა}}=185^{\circ}$ .

ლუმელის ჩასატვირთავი კარების ლიობიდან გამოსხივებითი თბოგამონაყოფების განსაზღვრა. გამოსხივების ინტენსიურობა დამოკიდებულია ლუმელის შიგა კედლებისა და სათავის გადამლობაზე კონსტრუქციების შიგა ზედაპირების, ანდა ჩასატვირთავი კარების გასწვრივ მდებარე რომელიმე სხვა ზედაპირის ტემპერატურათა სხვაობაზე და განისაზღვრება ფორმულით

$$q_{\text{ინფ}} = 4,96 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ,} \quad (5.7)$$

სადაც  $T_1$  არის აირების აბსოლუტური ტემპერატურა ლუმელში;

$T_2$  — ჩასატვირთავი კარების გასწვრივ მდებარე ზედაპირების აბსოლუტური ტემპერატურა.

$\left( \frac{T_2}{100} \right)^4$  სიდიდე შეიძლება უგულვებელყოთ, რადგანაც ის  $\left( \frac{T_1}{100} \right)^4$

სიდიდესთან შედარებით მცირეა. ამრიგად, გამოსხივების ინტენსიურობის სიდიდე

$$q_{\text{ინფ}} = 4,96 \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 \quad (5.8)$$

სათავსში ლუმელის ჩასატვირთავი კარების ლიობიდან გამოსხივებით მიღებული სითბოს მთლიანი რაოდენობა კი გამოითვლება ფორმულით

$$q_8 = q_{\text{ინფ}} \cdot F \cdot \frac{\alpha_1}{180} \cdot \frac{\alpha_2}{180} \cdot \frac{\lambda}{60} \text{ ე კკალ/სთ,} \quad (5.9)$$

სადაც  $F$  არის ლიობის ფართობი, მ<sup>2</sup>.ობით;

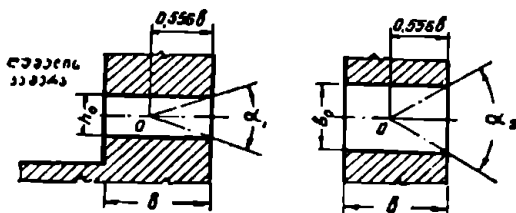
$\alpha_1$  და  $\alpha_2$  — სხივების კუთხეები, აგებული  $O$  წერტილიდან (ნახ. V.2. ამ ნახაზზე  $h_1$  ლიობის სიმაღლეა,  $h_2$  — ლიობის სიგანე,  $b$  — ლუმელის კედლის სისქე; ყველა ეს სიდიდე აღებულია მ.ობით);

$\eta$  — ლიობის გაღების ხარისხის გათვალისწინების კოეფიციენტი და იღებდა  $0,5 \div 0,8$  ზღვრებში.

მაგალითი. გამოვითვალოთ სითბოს ის რაოდენობა, რომელსაც გამოსახივებს ლუმელის ჩასატვირთავი კარების ლიობი (ზომებით  $h_0=40$  სმ,  $b_0=60$  სმ), შემთხვევისათვის, როდესაც ლუმელის კედლის სისქე  $b=38$  სმ; ლუმელში აირების ტემპერატურა  $t_1=1225^{\circ}\text{C}$ ;  $\alpha=20$  წუთს და  $\eta=0,5$ .

ამოხსნა. (5.8) ფორმულით ვსაზღვრავთ გამოსხივების ინტენსიურობის სიდიდეს

$$q_{\text{სხ}} = 4,96 \left( \frac{1225 + 273}{100} \right)^4 = 250000 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ.}$$



ნახ. V.2

ვსაზღვრავთ სხივების კუთხეებს (ნახ. V.2)

$$\text{tg } \frac{\alpha_1}{2} = \frac{h_0}{2} : 0,556b = \frac{0,4}{2 \cdot 0,556 \cdot 0,38} = 0,95;$$

აქედან  $\alpha_1 = 87^{\circ}$ ;

$$\text{tg } \frac{\alpha_2}{2} = \frac{h_0}{2} : 0,556b = \frac{0,6}{2 \cdot 0,556 \cdot 0,38} = 1,42;$$

აქედან  $\alpha_2 = 110^{\circ}$ .

(5.9) ფორმულით გამოთვლილი გამოსხივებით გაცემული სითბოს შთელი რაოდენობა

$$q_0 = 250000 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot \frac{87}{180} \cdot \frac{110}{180} \cdot \frac{20}{60} \cdot 0,5 = 2900 \text{ კკალ.}$$

თბოგამონაყოფის განსაზღვრა ლუმელების ჩასატვირთავი კარებიდან. ლუმელის კარებს ჩვეულებრივ თუჯისაგან ამზადებენ და შიგა მხრიდან უქეთებენ ნახევარი აგურის სისქის ამონაგებს. კარების შიგა ზედაპირის ტემპერატურა აიღება ლუმელში აირების წყის ტემპერატურის ტოლი. კარების გარე ზედაპირის ტემპერატურა აიღება  $250 \pm 300^{\circ}$  ზღვრებში, ანდა გამოითვლება IV.1 გრაფიკით. ამრიგად, როდესაც ცნობილია კარების გარე ზედაპირის ტემპერატურა, ადვილია მისი თბოგამონაყოფის სიდიდის გამოთვლა, რადგანაც ეს გაანგარიშება ლუმელის კედლებიდან თბოგამონაყოფის განსაზღვრის ანალოგიურად ხდება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩასატვირთავი კარები ღიაა, მაშინ თბოგამონაყოფი მცირდება და აიღება დახურული კარებიდან გამოყოფილი სითბოს 50% ტოლი. სათაესებში კარებიდან გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, ჩვეულებრივ, იმდენად მცირეა, რომ გაანგარიშებისას შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ.

სათაესში ლუმელების არასიმპიდროვეებიდან და გაღებული კარებიდან

გამოსული ცხელი აირების შიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$q_{\text{აირ}} = G_{\text{აირ}} C_{\text{აირ}} (t_{\text{აირ}} - t_1) \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.10)$$

სადაც  $G_{\text{აირ}}$  არის ლუმელიდან სათავსში გამოყოფილი ცხელი აირების რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

$C_{\text{აირ}}$  — აირების წონითი სითბოტევადობა და გაანგარიშებისას (ტემპერატურისგან დამოუკიდებლად) აიღება 0,24;

$t_{\text{აირ}}$  — ლუმელიდან სათავსში გამოყოფილი აირების ტემპერატურა, გრ-ობით და ლუმელში აირების წვის ტემპერატურაზე 150°-ით ნაკლები აიღება;

$t_1$  — სათავსიდან გასული ჰაერის ტემპერატურა, გრ-ობით.

თბოდანაკარგები ლუმელის ქვედიდან. მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისაგან ბეტონის საძირკვლების დასაცავად საძირკვლების ზემოთ აწყობენ სქელი ფენის ცეცხლგამძლე წყობას, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ქვედიდან თბოდანაკარგის სიდიდე იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ მისი უგულვებელყოფა არ შეიძლება. თბოდანაკარგი ასეთი ქვედიდან იანგარიშება ფორმულით

$$q = k \frac{F \lambda (t_{\text{ც}} - t_1)}{d} \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.11)$$

სადაც  $F$  არის ქვედის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$\lambda$  — ქვედის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, კკალ/მ.სთ.გრ-ობით;

$t_{\text{ც}} - t_1$  — შესაბამისად ტემპერატურები ლუმელში და სათავსში, გრ-ობით;

$d$  — ქვედის სივანე ან მისი დიამეტრი, მ-ობით;

$k$  — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ქვედის ფორმას, მაგალითად. შრგვალი ქვედისათვის  $k=4,133$ , კვადრატული-სათვის —  $k=4,58$ , სწორკუთხედოვანისთვის იცვლება  $k=3,87 \div 4,58$ -მდე ზღვრებში.

საწარმოო ლუმელებიდან და აბაზანებიდან თბოგამონაყობების განსაზღვრა თბური ბალანსის საფუძველზე. როდესაც ტექნოლოგებს გააჩნიათ საამქროში განლაგებული თბოგამომყოფი მოწყობილობებისა და დანადგარების თბური გამოცდის მონაცემები, მაშინ გაცილებით ადვილია თბოგამომყოფის სიდიდის განსაზღვრა, რადგანაც ასეთ შემთხვევებში საერთო თბოგამონაყოფის განსაზღვრა წარმოებს თბური ბალანსის საფუძველზე.

თუ საამქროში თბოგამონაყოფის სიდიდე მოცემულია %-ობით მთლიანი სითბოს ხარჯიდან, მაშინ მისი განსაზღვრა შეიძლება ქვემოთ მოყვანილი ფორმულებით:

ლუმელებისთვის, რომლებიც მუშაობენ მყარ, თხევად და აიროვან სათბობზე,

$$q = BQ_{\text{ს}}^{\text{ს}} \text{ ან კკალ/სთ;} \quad (5.12)$$

ელექტროენერგიაზე მომუშავე ლუმელებისათვის

$$q = 860 N_{\text{ს}} \text{ ან კკალ/სთ,} \quad (5.13)$$

სადაც  $B$  არის სათბობის ხარჯი, კგ/სთ-ობით;

$Q_{\text{ს}}^{\text{ს}}$  — სათბობის თბოუნარჩიანობა, კკალ/კგ-ობით;

- 860 — 1 კვტ ელექტროენერჯის თბური ეკვივალენტი კვალორიებში;  
 $N_{საყ}$  — ლუმელის საყენებელი სიმძლავრე, კვტ-ობით;  
 $\alpha$  — საამქროში თბოგამონაყოფები  $Q_{\Sigma}$  ან  $N_{საყ}$  სიდიდის წილიდან;  
 $\eta$  — ლუმელების მუშაობის ერთდროულობის კოეფიციენტი.

ჩოდესაც თბოგამომყოფ დანადგარზე მოწყობილია ადგილობრივი ანწო-  
 ვი სისტემა, მაშინ მისგან საამქროში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის (5.12  
 ან 5.13 ფორმულებით გამოთვლილი) მხოლოდ 30% მიიღება მხედველობაში.

თუ ლუმელის წვის პროდუქტები უშუალოდ საამქროში გამოიშვება, მა-  
 შინ სათბობის წვის შედეგად გამოყოფილი მთლიანი რაოდენობის სითბოს  
 95% მიიღება მხედველობაში (5%-ს ტოვებენ სათბობის არასრულ წებაზე).

თბოგამონაყოფი ორთქლის უროდან. უროს მუშაობისას მი-  
 წოდებული ორთქლის თბური ენერჯია (ლითონის ქედვისას) ნაწილობრივ გა-  
 დადის შექანიკურ მუშაობაში, რისგანაც ხდება ნაქედის გაცხელება, რომე-  
 ლიც შეზღვევ, გაციევისას, გამოყოფს სითბოს.

ორთქლის უროს მუშაობის შედეგად გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა  
 ტოლი იქნება უროში მისაწოდებელი და უროდან გამოსული ნამუშევარი  
 ორთქლის თბომეცველობების ვარდნილისა, ანუ

$$q = G_{ორთ} (I_{საფ} - I_{სა}) \eta \text{ კვალ/სთ,} \quad (5.14)$$

სადაც  $G_{ორთ}$  არის უროსთვის მისაწოდებელი ორთქლის ხარჯი, კგ/სთ-ობით;  
 $I_{საფ}$  და  $I_{სა}$  — ორთქლის საწყისი და საბოლოო თბომეცველობა,  
 კვალ/კგ-ობით;

$\eta$  — უროების მუშაობის ერთდროულობის კოეფიციენტი.

გარდა ამისა, ორთქლის უროს მუშაობისას შეიძლება ორთქლის ნაწი-  
 ლი ორთქლსატარების არასიმეტრიკულებიდან გამოიღინდეს საამქროში. სა-  
 ორიენტაციო გაანგარიშებისას შეიძლება გავითვალისწინოთ, რომ ორთქლის  
 ეს რაოდენობა უროსთვის მისაწოდებელი ორთქლის მთლიანი რაოდენობის  
 მხოლოდ 0,1%-ია და ის უმნიშვნელოდ მოქმედებს საამქროს ჰაერის ტემპე-  
 რატურის გაზრდაზე. იგი ოდნავ ზრდის ჰაერის ფარდობით ტენიანობას, მაგ-  
 რამ, ვინაიდან საშვედლოების ვენტილაციის გაანგარიშებისას ჰაერის ტენ-  
 შემეცველობა მხედველობაში არ მიიღება (ამ საამქროების ჰაერის მცირე ფარ-  
 დობითი ტენიანობის გამო), ამიტომ ორთქლსატარებიდან საამქროში გამო-  
 დინებული ორთქლის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა საამქროს თბურ  
 ბალანსში არ შედის.

**მაგალითი.** საამქროში ყველა ორთქლის უროს მათი ერთდროული მუ-  
 შაობისას მიეწოდება 10 ტ/სთ რაოდენობის ორთქლი, რომ-  
 ლის საწყისი წნევაა  $P_{საფ} = 3,5$  კგ/სმ<sup>2</sup>, ხოლო საბოლოო —  
 $P_{სა} = 1,5$  კგ/სმ<sup>2</sup>. უროების მუშაობის ერთდროულობის კოე-  
 ფიციენტი  $\eta = 0,5$ . განვსაზღვროთ ორთქლის უროების მუ-  
 შაობის შედეგად საამქროში გამოყოფილი სითბოს რაო-  
 დენობა.

**ამოხსნა.** ცხრილიდან<sup>1</sup> ვპოულობთ, რომ, როცა  $P = 3,5$  კგ/სმ<sup>2</sup>, მაშინ  
 $I_{საფ} = 652,4$  კვალ/კგ; ხოლო როცა  $P = 1,5$  კგ/სმ<sup>2</sup>, მაშინ  
 $I_{სა} = 643,1$  კვალ/კგ;

<sup>1</sup> იხ. გ. ღარჩია, „გათობა და ვენტილაცია“, ნაწ. I, გამომცემლობა „განათლება“, თბ-  
 ლისი, 1967, დანართი V.

მნიშვნელობებს ესვამთ (5.14) ფორმულაში, მივიღებთ

$$b = 10000 (652,4 - 643,1) 0,5 = 46500 \text{ კკალ/სთ.}$$

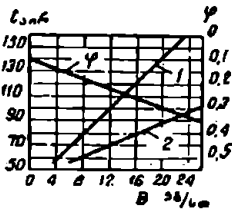
თბოგამონაყოფები საშქედლო ქურიდან. სამქედლო ქურიდან, რომელზეც მოწყობილია ადგილობრივი ბოლგამყვანი ქოლგები, გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$q = BQ_2^3 \varphi \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.15)$$

აქ  $Q_2^3$  და  $B$  მნიშვნელობები იგივეა, რაც (5.12) ფორმულაში;

$\varphi$  — საამქროში გამოყოფილი სითბოს წილის განსათვალისწინებელი კოეფიციენტი. ეს სიდიდე აიღება V.3 ნახაზზე მოცემული გრაფიკიდან სათბობის ხარჯზე დამოკიდებულებით. ნახაზზე დატანილი წირი 1 მიეკუთვნება ერთსაცეხლისიან ქუ-

რას, ხოლო წირი 2 — ორსაცეხლისიან ქურას. ეს გრაფიკი აგრეთვე გვაძლევს დამოკიდებულებას გამწოვ მილში აირების ტემპერატურასა  $t_{air}$  და საამქროში (ქურაში სათბობის ხარჯზე  $B$  დამოკიდებულებით) გამოყოფილ სითბოს წილს  $\varphi$  შორის.



ნახ. V.3

### 2. თბოგამონაყოფი ცხელი ლითონებისა და სხვა მახალებიდან

მყარი მასალა გაცივებისას სათავსში გამოყოფს სითბოს გარკვეულ რაოდენობას, რომლის გამოთვლაც შეიძლება ფორმულით

$$q = G_g C_g (t_{max} - t_{min}) \beta \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.16)$$

სადაც  $G_g$  არის გასაცივებელი მასალის რაოდენობა, კგ-ობით;

$C_g$  — მასალის საშუალო სითბოტევადობა, აღებული  $t_{max}$ -დან  $t_{min}$ -მდე, გრ-ობით;

$t_{max}$  და  $t_{min}$  — შესაბამისად მასალის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა, გრ-ობით;

$\beta$  — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სითბოს გამოყოფის არათანაბრობას დროში.

ამ კოეფიციენტის ( $\beta$ ) საორიენტაციო მნიშვნელობები ლითონისათვის მოცემულია V.1 ცხრილში.

ცხრილი V.1

ნაქეთობის წონა კგ-ობით	β-ს მნიშვნელობა დროის მიხედვით		
	1-ლი საათი	მე-2 საათი	მე-3 საათი
200-მდე	0,75	0,16	0,1
200-დან 1000-მდე	0,65	0,3	0,15

შენიშვნა. სხვა დანარჩენი მასალებისათვის ამ კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა აიღება  $\beta = 0,4 - 0,5$ -მდე.

მაგალითი. განვსაზღვროთ ლუმელიდან გამოღებული ფოლადის სხმულე-  
ბის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, თუ თითო  
სხმულის წონაა 500 კგ, ხოლო მთლიანი წონა 3 ტონა. ლუ-  
მელში წვის ტემპერატურა  $t_c = 1100^\circ$ , სათავისის ჰაერის  
ტემპერატურა კი  $t_1 = 20^\circ$ .

ამოხსნა. ლუმელიდან გამოღებული ლითონის საწყისი ტემპერატურა  
აიღება ლუმელში წვის ტემპერატურაზე  $50 \div 100^\circ$ -ით ნაკ-  
ლები. ჩვენი შემთხვევისთვის მივიღოთ, რომ  $t_{სა} = 1000^\circ$ ;  
 $t_{სა} - t_1 = 20^\circ$ ; ფოლადის საშუალო სითბოტევადობა  $C = 0,136$ ;  
პ-ს მნიშვნელობებს ვიღებთ V.1 ცხრილიდან.

(5.16) ფორმულით გამოთვლილი სხმულების თბოგამონაყოფი იქნება:

$$1\text{-ელ საათს } q_1 = 3000 \cdot 0,136 (1000 - 20) 0,55 = 219700 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

$$2\text{-ე საათს } q_2 = 3000 \cdot 0,136 (1000 - 20) 0,3 = 119950 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

$$3\text{-ე საათს } q_3 = 3000 \cdot 0,136 (1000 - 20) 0,15 = 59970 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

როდესაც მასალა თავდაპირველად თხევად მდგომარეობაშია, საჭიროა  
(5.16) ფორმულით გამოთვლილ თბოგამონაყოფს დაემატოს დნობის ფარული  
სითბოს შედეგად მიღებული თბოგამონაყოფი  $q_{დნ}$  კკალ/კგ;

### 3. თბოგამონაყოფი აპარატების, ჰაერსატარებისა და მილხაღენების გაცხელებული ზედაპირებიდან

აპარატებისა და სწორკუთხა ჰაერსატარების გაცხელებული ზედაპირე-  
ბიდან თბოგამონაყოფი განიხარება თბოგადაცემის ცნობილი ფორმულით

$$q = kF (t_1 - t_2) \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.17)$$

სადაც  $k$  არის თბოგადაცემის კოეფიციენტი და ჰაერსატარებისთვის შეიძლე-  
ბა მივიღოთ 4 კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ.ის ტოლი;

$F$  — აპარატების ან ჰაერსატარების თბოგამცემი ზედაპირების ფარ-  
თობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$t_1$  — აპარატში ან ჰაერსატარში მოძრავი ჰაერის ტემპერატურა,  
გრ.ობით;

$t_2$  — სათავისის ჰაერის ტემპერატურა, გრ.ობით.

ზრგვალი მილებიდან თბოგამონაყოფი იანგარიშება ფორმულით

$$q = \alpha d_{გარ} \alpha (t_1 - t_2) l \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.18)$$

სადაც  $d_{გარ}$  არის მილის გარე დიამეტრი, მ-ობით;

$\alpha$  — მილის გარე ზედაპირიდან სათავისის ჰაერისადმი თბოგადაცე-  
მის კოეფიციენტი, კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ.ობით;

$t_1$  — მილში მოძრავი თბომცველის ტემპერატურა, გრ.ობით;

$l$  — მილის სიგრძე, მ-ობით.

ჰაერის ნელი მოძრაობისას თბოგადაცემის კოეფიციენტის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით

$$\alpha = 8 + 0,04t_{\text{ხელ}}, \quad (5.19)$$

სადაც  $t_{\text{ხელ}}$  მილის ზედაპირული ტემპერატურაა და პირობით მილში მოძრავი თბომცველის ტემპერატურის ტოლი აიღება.

როდესაც ჰაერი მოძრაობს შესამჩნევი სიჩქარით, მაშინ თბოგადაცემის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით.

$$\alpha = 8 + 0,04t_{\text{ხელ}} + 6\sqrt{v}, \quad (5.20)$$

სადაც  $v$  არის ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ით.

იზოლაციანი მილის თბოგადაცემის განსაზღვრა, ისე როგორც მრავალშრიანი ცილინდრული ზედაპირისა, წარმოებს ფორმულით

$$q = \frac{2\pi(l_1 - l_n)l}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{d_1}{d_0} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{\lambda_n} \ln \frac{d_n}{d_{n-1}} + \frac{2}{\alpha d n}}, \quad (5.21)$$

სადაც  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  არის იზოლაციის სხვადასხვა შრის თბოგამტარობის კოეფიციენტები, კკალ/მ. სთ. გრ. ობით;

$d_1, d_2, \dots, d_n$  — იზოლაციის სხვადასხვა შრის გარე დიამეტრი, მ-ობით;  
 $d_0$  — მილის გარე დიამეტრი, მ-ობით.

მაგალითი. მილში, რომელსაც იზოლაცია არა აქვს, თბომცველი მოძრაობს  $t_1 = 110^\circ$  ტემპერატურით, მილის გარე დიამეტრი  $d_{\text{გარ}} = 0,15$  მ, მილის სიგრძე —  $l = 25$  მ და სათაესის ჰაერის ტემპერატურა —  $t_2 = 20^\circ$ . განვსაზღვროთ ამ მილის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

ამოხსნა. თბოგადაცემის კოეფიციენტს ვანგარიშობთ (5.19) ფორმულით

$$\alpha = 8 + 0,04 \cdot 110 = 12,4 \text{ კკალ/მ. სთ. გრ.}$$

თბოგადაცემას ვსაზღვრავთ (5.18) ფორმულით

$$q = 3,14 \cdot 0,15 \cdot 12,4 (110 - 20) 25 = 13140 \text{ კკალ/სთ.}$$

#### 4. თბოგამონაყოფი მოქმედი შექანიზმებიდან, მანქანებიდან, ჩარხებიდან და ძრავებიდან

მანქანების, მექანიზმებისა და ჩარხების ყველაზე მეტად გავრცელებულ ძრავად ითვლება ელექტროძრავა, რომლის ლილვზეც ხდება ელექტროენერგიის გარდაქმნა მექანიკურ ენერჯიად. მანქანების მუშაობისას მექანიკური ენერჯია მექანიზმების ნაწილების ურთიერთახუნის გამო, დასამუშავებელი მასალების მექანიზმების ნაწილებთან ხახუნის შედეგად და ა. შ. გადადის თბურ ენერჯიაში.

ელექტროძრავაში მიწოდებულ ენერჯიის ნაწილი სითბოს სახით იკარგება უშუალოდ თვით ელექტროძრავაში და გადამცემ მექანიზმებში. ამიტომ ელექტროძრავების მკვ ყოველთვის ერთზე ნაკლებია. მკვ სიდიდე დამოკიდებულია ელექტროძრავას სიმძლავრეზე და სიმძლავრის გაზრდისას ისიც იზრდება.



გარდა ამისა, ელექტროძრავების საყენებელი სიმძლავრე მოქმედი მექანიზმებისა და მანქანების მიერ თითქმის არასდროს არ გამოყენება მთლიანად, რაც, უპირველეს ყოვლისა, იმით აიხსნება, რომ მათთვის ელექტროძრავების სიმძლავრის შერჩევა ხდება რომელიმე განსაზღვრული რაოდენობის წინასწარი სათადარიგო მარაგით. გარდა ამისა, მექანიზმები და მანქანები ხშირად მუშაობენ შესაძლო მაქსიმალურზე ნაკლები დატვირთვებით; ყველა მექანიზმი არ მუშაობს ერთდროულად; მანქანებისა და მექანიზმების მუშაობის შედეგად გამოყოფილი სითბური ენერჯიის ერთი ნაწილი გადაეცემა როგორც გრუნტს, ისე სათავის გადაშობაზე კონსტრუქციებს, საიდანაც გადის გარეთ.

სათავსში გამოყოფილ სითბოს რაოდენობაზე, გარდა ზემოჩამოთვლილისა, ზეგავლენას ახდენს კიდევ მრავალი ფაქტორი, რომელთაგან აღსანიშნავია: მექანიზმების, ელექტროძრავებისა და ჩარხების გაცივების მეთოდები, საკრისების გასააცივებლად გამოყენებული ემულსიის სახეობა და სხვ.

მექანიკური და მექანიკურ-საამწყობო საამქროების საორიენტაციო განგარიშებისას ყველა ზემოჩამოთვლილი ფაქტორის გასათვალისწინებელი კოეფიციენტების ნამრავლი აიღება  $\varphi = 0,25$  ის ტოლი. მოქმედი მექანიზმიდან და მანქანებიდან გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$q = 860 N_{\text{სყფ}} \text{ კკალ/სთ.} \quad (5.22)$$

მაგალითი. მექანიკურ საამქროში დაყენებულია 20 ჩარხი, რომელთა ელექტროძრავების საერთო საყენებელი სიმძლავრე  $N = 100$  კვტ ტოლია, ხოლო  $\varphi = 0,25$ . განვსაზღვროთ საამქროში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

ა მ ო ხ ს ნ ა. ვსარგებლობთ (5.22) ფორმულით

$$q = 860 \cdot 100 \cdot 0,25 = 21500 \text{ კკალ/სთ.}$$

#### 5. თბოგამონაყოფი ელექტროგანათების წყაროებიდან

განათების მიზნებისათვის გამოყენებული ელექტროენერჯია თითქმის მთლიანად გადადის თბურ ენერჯიაში. ელექტროწყაროებიდან გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$q = 860 N_{\eta} \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.23)$$

სადაც  $N$  არის ელექტროგანათების ყველა წყაროს სიმძლავრე, კვტ-ობით;

$\eta$  — ელექტროენერჯიის შუქში გადასვლის კოეფიციენტი და საშუალო  $\eta = 0,95$ -ის ტოლი აიღება.

ვინაიდან ელექტროენერჯიის ხარჯი განათებაზე მცირე სიდიდეა, ამიტომ სამრეწველო დანიშნულების სათავსების ჰაერცვლის განსაზღვრისას ელექტროგანათების წყაროებიდან გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა ჩვეულებრივ მხედველობაში არ მიიღება.

#### 6. თბოგამონაყოფი ადამიანებიდან

ადამიანის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, უპირველეს ყოვლისა, დამოკიდებულია იმაზე, იგი მშვიდ მდგომარეობაშია, თუ ასრულებს რაიმე სამუშაოს.

მშვიდ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანის ორგანიზმში ერთი საათის განმავლობაში გამოყოფის 100 ÷ 120 კკალ სითბოს. აქედან 70—80%-ს გამოყოფს ე. წ. აშკარა სითბოს, ხოლო 20—30%-ს—ფარული სითბოს (ოფლის) სახით. ადამიანის ორგანიზმში მუშაობის დროს გამოყოფს გაცილებით მეტ სითბოს, რომლიდანაც ფარული სითბოს სახით გამოიყოფა 50—60%. ადამიანის მიერ შესრულებული სამუშაო თავისი სიმძიმისა და მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად, რომელთა მახასიათებლები მოცემულია V.2 ცხრილში.

ცხრილი V.2

სამუშაოს კატეგორია	გამყოფილი სითბოს რაოდენობა კკალ/სთ	სამუშაოს სახეობა
მსუბუქი	150-მდე	სამუშაო, რომელიც სრულდება დამდარი, დამდგარი ან დაკავშირებულია სიარულთან, ოღონდ არ მოითხოვს განუწყვეტელ ფიზიკურ დაძაბულობას ანდა არ არის დაკავშირებული სიმძიმეების აწევასა და გადატანასთან
საშუალო სიმძიმის	150—250	სამუშაო, რომელიც დაკავშირებულია განუწყვეტელ სიარულთან, 10 კგ-მდე წონის სიმძიმეების გადატანასთან
ძვირი	250-ზე მეტი	სამუშაო, რომელიც მოითხოვს განუწყვეტელ ფიზიკურ დაძაბულობას ან განუწყვეტელ სიარულს და 10 კგ-ზე მეტი წონის სიმძიმეების გადატანას

გარდა ფიზიკური დაძაბულობისა, ადამიანის ორგანიზმის თბოგაცემის სიდიდეზე გავლენას ახდენს ჰაერის არის მეტეოროლოგიური პირობები — ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე.

სამრეწველო დანიშნულების იმ სათავსებში, რომლებშიც გვაქვს სამრეწველო ხასიათის დიდი რაოდენობის თბოგამონაყოფი, ადამიანების მიერ გამოყოფილი სითბო მხედველობაში არ მიიღება.

თბოგამონაყოფი ცხელი წყლის ზედაპირიდან. აშკარა სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა გაცხელებული წყლის ღია ზედაპირიდან, გამოითვლება ფორმულით

$$q = (4,9 + 3,5v)(t_{\text{წყ}} - t_{\text{ა}}) F \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.24)$$

სადაც  $v$  არის წყლის ზედაპირთან ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ობით;

$t_{\text{წყ}}$  — წყლის ტემპერატურა;

$t_{\text{ა}}$  — სათავსის ჰაერის ტემპერატურა;

$F$  — წყლის ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით.

### 7. სათავსში მზის რადიაციის შედეგად შემოსული სითბოს რაოდენობა

წლის თბილ პერიოდში, როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა აღემატება +10°-ს, საპირობა საერთო თბურ ბალანსში გავითვალისწინოთ სითბოს მზ

ის რაოდენობა, რომელიც მზის რადიაციის შედეგად სათავესში შემოდის შემინული ზედაპირებიდან და გადახურვებიდან.

სითბოს რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა მზის სხივების მიმართულეების პერპენდიკულარულ ზედაპირს, განისაზღვრება პროფ. ს. საეინის ფორმულით

$$Q_{\text{რად}} = A \left( \frac{r_0}{r} \right)^2 \frac{\sin h}{\sin hc} \text{ კკალ/სმ}^2 \text{ წთ,} \quad (5.25)$$

სადაც  $A$  არის მზიური მუდმივა და ტოლია  $A = 1,87$  კკალ/სმ<sup>2</sup> წთ;

$r_0$  — საშუალო მანძილი დედამიწიდან მზემდე და ტოლია

$$r_0 = 149 \cdot 10^6 \text{ კმ;}$$

$r$  — განსახილველ პერიოდში მანძილი დედამიწიდან მზემდე ცვალებადი სიდიდეა და იცლება  $147 \cdot 10^6$  კმ-დან (იანვრის პირველი რიცხვების პერიოდში)  $152 \cdot 10^6$  კმ-მდე (ივლისის პირველი რიცხვების პერიოდში) ზღვრებში;

$c$  — ემპირიული უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომელიც ატმოსფეროს სხივთშთანქმის უნარის მახასიათებელია, მერყუობს 0,25-დან 0,429-მდე ზღვრებში და საშუალოდ აიღება 0,33-ის ტოლი;

$h$  — მზის დგომის სიმაღლე მოცემულ ადგილზე, დღე-ღამის განსაზღვრული საათისთვის, ანუ პორიზონტის მიმართ ამალღების სიდიდე, გამოსახული რადიანებში;

მზის დგომის სიმაღლე ნებისმიერი განედისათვის, დღის დროისათვის, წლის პერიოდისა და ზედაპირის ორიენტაციისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$\sin h = \cos \delta \cos \varphi \cos \gamma + \sin \delta \sin \varphi \sin \gamma, \quad (5.26)$$

სადაც  $\delta$  არის მზის გადახრის კუთხე;

$\varphi$  — ადგილმდებარეობის გეოგრაფიული განედი;

$\gamma$  — საათური კუთხე (საათების რაოდენობა, ათვლილი 12 საათიდან და გამრავლებული 15-ზე).

მზის გადახრის კუთხის ზღვრული მნიშვნელობები  $\delta = \pm 23,5^\circ$  წელიწადში მხოლოდ ერთხელ გვაქვს და გვიჩვენებს რადიაციის მაქსიმუმსა და მინიმუმს. მზის დგომის ყველაზე დიდი სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით

$$h_{\text{მაქ}} = 90 + 23,5 - \varphi, \quad (5.27)$$

სადაც  $\varphi$  არის განსახილველი ადგილის განედი.

მზის რადიაციის შედეგად სათავესში შემოსული სითბოს რაოდენობა გამოითვლება ფორმულებით

ა) შემინული ზედაპირებისათვის

$$Q_{\text{რად}}^{\text{შე}} = F_{\text{შე}} q_{\text{შე}} A_{\text{შე}} \text{ კკალ/სთ;} \quad (5.28)$$

ბ) გადახურვებისათვის

$$Q_{\text{რად}}^{\text{გა}} = F_{\text{გა}} q_{\text{გა}} k_{\text{გა}} \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.29)$$

სადაც  $F_{\text{შე}}$  და  $F_{\text{გა}}$  შესაბამისად არის შემინული და გადახურვების ზედაპირების ფართობები, მ<sup>2</sup>.ობით;

q<sub>აბ</sub> და q<sub>გაღ</sub> — სათავსში 1 მ<sup>3</sup> შემინული ზედაპირიდან და გადახურვის ზედაპირიდან შემოსული რადიაციული სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ობით;

A<sub>აბ</sub> — კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია შემინვის ხასიათსა და მისი გაქუქვიანების ხარისხზე;

k<sub>გაღ</sub> — გადახურვის თბოგადაცემის კოეფიციენტი.

მზის რადიაციის შედეგად სათავსში შემოსული სითბოს რაოდენობის გაანგარიშება წარმოებს ორი ვარიანტით: პირველი ვარიანტით გამოითვლება სითბოს რაოდენობა, რომელიც სათავსში შემოდის ერთ კედელში განლაგებული შემინული ზედაპირიდან, გადახურვიდან და ზედა სარკმლიდან; მეორე ვარიანტით კი მხედველობაში მიიღება ორი ერთმანეთის პერპენდიკულარულად განლაგებული კედლის შემინული ზედაპირებიდან სათავსში შემოსული სითბოს რაოდენობის 70% პლუს გადახურვიდან და ზედა სარკმლიდან შემოსული სითბოს რაოდენობა.

ამ ორი ვარიანტიდან საანგარიშოდ აიღება ის, რომლის მიხედვითაც მიიღება თბოგამონაყოფის მეტი რაოდენობა.

q<sub>აბ</sub>, q<sub>გაღ</sub> და A<sub>აბ</sub> მნიშვნელობები შესაბამისად მოცემულია V.3, V.4 და V.5 ცხრილებში.

ცხრილი V.3

q<sub>აბ</sub> მნიშვნელობები

შემინული ზედაპირის დასახელება	სამყაროს მხარეები და განულები															
	სამხრეთი				სამხრეთ-აღმოსავლეთი და სამხრეთ-დასავლეთი				აღმოსავლეთი და დასავლეთი				ჩრდილო-აღმოსავლეთი და ჩრდილო-დასავლეთი			
	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°
ორმაგი ხის ალათებიანი და ორმაგად შემინული თანჯრები	110	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
იგივე ლითონის ალათებიანი	140	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	80
ზედა სარკმლები ორმაგი პერტიკულური შემინვით და ლითონის ალათებით	160	160	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	80
იგივე, ხის ალათებიანი	120	145	145	150	100	125	150	150	145	145	160	160	75	75	75	70

ცხრილი V.4

q<sub>გაღ</sub> მნიშვნელობები

გადახურვის დასახელება	განულები			
	35°	45°	55°	65°
უსენო სხეუნიანი	20	18	15	12
	5	5	5	5

შენიშვნა. გადახურვის თბოგადაცემის კოეფიციენტი k არ უნდა აღემატებოდეს 0,8 კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ-ს.

ცხრილი V.5

A<sub>აბ</sub> მნიშვნელობები

შემინული ზედაპირის დასახელება	A <sub>აბ</sub>
ორმაგი შემინვა ერთ ალათაში	1,15
ერთმაგი შემინვა	1,45
ხეულებრივად გაქუქვიანებული მიწები	0,8
ძლიერ გაქუქვიანებული	0,7
შუთუბებული თანჯრები	0,6
პერკალი მ-ნით შემინვა	0,4

**მაგალითი.** გავიანგარიშოთ მზის რადიაციის შედეგად სათაქსში შემოსული სითბოს რაოდენობა შემდეგი პირობებისთვის: სათაქსი (საამქრო) განლაგებულია 55° განედზე. საამქროს სამხრეთ მხარეს გამოშავალი გრძელი კედლის შემინული ზედაპირის ფართობი 100 მ<sup>2</sup>-ია. გვერდითი (ტორსული) მხარის კედლებიდან შემინვის შეტი ფართობი აქვს აღმოსავლეთით გამოშავალ კედელს და ის 40 მ<sup>2</sup>-ია. ფანჯრები ორმაგი შემინვისა და ლითონის ორმაგალათებიანია. სახურაზე საამქროს გასწვრივ მოთავსებულია შუქსარკმელი. ორმაგი ვერტიკალური შემინვით და ლითონის ალათებით, სამხრეთით გამოშავალი შუქსარკმლის შემინვის ზედაპირი 60 მ<sup>2</sup>-ია. მინები შეთეთრებულია. გადახურვის ზედაპირი 1000 მ<sup>2</sup>-ია, ხოლო თბოგადაცემის კოეფიციენტი 0,8.

**ამოხსნა.** V.3, V.4 და V.5 ცხრილებით ეპოულობთ, რომ 1 მ<sup>2</sup> სამხრეთით გამოშავალი ფანჯრებიდან საამქროში შემოსული სითბოს რაოდენობა იქნება

$$q_{\text{ფა}} = 160 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ,}$$

აღმოსავლეთით გამოშავალი ფანჯრებისათვის

$$q_{\text{ფა}} = 180 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ;}$$

სამხრეთით გამოშავალი შუქსარკმელი შემინული ზედაპირისთვის

$$q_{\text{ფა}} = 160 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ;}$$

$$A_{\text{ფა}} = 1,15 \cdot 0,6 = 0,69;$$

$$q_{\text{აღ}} = 15 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ.}$$

საამქროში მზის რადიაციით შემოსული სითბოს მთლიანი რაოდენობა, I ვარიანტით გამოთვლილი, იქნება

$$Q_{\text{რად I}} = \sum q_{\text{ფა}} + \sum q_{\text{აღ}} = \frac{100 \cdot 160 \cdot 0,69}{\text{ფანჯრებიდან}} + \frac{60 \cdot 160 \cdot 0,69}{\text{შუქსარკმლიდან}} + 10000 \cdot 15 \cdot 0,8 = 29665 \text{ კკალ/სთ.}$$

გადახურვიდან

იგივე. II ვარიანტით გამოთვლილი, იქნება

$$Q_{\text{რად II}} = \frac{100 \cdot 160 \cdot 0,69 \cdot 0,7}{\text{სამხრეთის ფანჯრებიდან}} + \frac{40 \cdot 180 \cdot 0,69 \cdot 0,7}{\text{აღმოსავლეთის ფანჯრებიდან}} + \frac{60 \cdot 160 \cdot 0,69}{\text{სარკმლიდან}} + 10000 \cdot 15 \cdot 0,8 = 29830 \text{ კკალ/სთ.}$$

გადახურვიდან

ენიდან  $Q_{\text{რად II}} > Q_{\text{რად I}}$ , ამიტომ ვანგარიშობთ II ვარიანტით.

**სითბოს იმ რაოდენობის განსაზღვრა, რომელიც წლის ცივ პერიოდში იხარუება ხათაფხის თბოდანაკარგების ანაზღაურებაზე და ხათაფხში შემოტანილი ცივი მასალების გათბობაზე**

საამქროებში, სადაც სითბოს დიდი რაოდენობა გამოიყოფა, სრულიად არ ეწყობა გათბობის სისტემები ან ეწყობა მხოლოდ „მორიგე“ გათბობა (იმ საათებში, როდესაც საამქრო გაჩერებულია). ამიტომ საამქროს თბოგაგონა-

ყოფის ნაწილი წლის ცივ პერიოდში იხარჯება მისი თბოდანაკარგების ანაზღაურებაზე.

თუ შენობის ან საამქროს თბოდანაკარგები წინასწარ არ არის გამოთვლილი და ცნობილი, მაშინ მისი გამოთვლა გამსხვილებული საზომით (შენობის კუთრი თბური მახასიათებლის  $q_0$ -ის მხედველობაში მიღებით, რომლის მნიშვნელობები მოცემულია ცნობარებში) შეიძლება შემდეგი ფორმულით

$$Q_{\text{კა}} = V q_0 (t_2 - t_1), \quad (5.30)$$

სადაც  $q_0$  არის შენობის კუთრი თბური მახასიათებელი, კკალ/მ<sup>3</sup> სთ. გრ-ობით;  $V$  — შენობის საშუალო მოცულობა, მ<sup>3</sup> ობით;

$t_2$  და  $t_1$  — შიგა და გარე საანგარიშო ტემპერატურა, °C-ობით.

დიდი თბოგამონაყოფების მქონე სათავსებში, რომლებშიც ჰაერის ტემპერატურა სათავსის სიმაღლის მიხედვით მკვეთრად იცვლება, ჰაერას საანგარიშო შიგა  $t_2$  ტემპერატურად აიღება მუშა ზონის ჰაერისა  $t_{2.5}$  და ზედა ზონის ჰაერის  $t_{2.8}$  ტემპერატურათა ჯამის ნახევარი.

მუშა ზონის ტემპერატურა რეგლამენტირებულია და აიღება ნორმებიდან, ხოლო  $t_{2.8}$  — გამოითვლება ფორმულით

$$t_{2.8} = \frac{\Delta t_{\text{ნორმ}}}{m} + t'_{\text{შიგ}}, \quad (5.31)$$

სადაც  $\Delta t_{\text{ნორმ}}$  არის ნორმირებული ტემპერატურული ვარდნილი და წლის გარდამავალი პერიოდისთვის აიღება  $5 \div 8$ -მდე, ხოლო ზამთრის პერიოდისთვის  $8$ °;

$m$  — შემასწორებელი მაშრაველი. თერმული საამქროებისთვის  $m = 0,45$ , სამკვდლოებისთვის  $m = 0,3$  და ა. შ. სათავსების დანიშნულების მიხედვით  $m$ -ის მნიშვნელობები მოცემულია CH7—57-ში;

$t'_{\text{შიგ}}$  — გამოითვლება ფორმულით  $t'_{\text{შიგ}} = t_{2.5} - \Delta t_{\text{ნორმ}}$ .

საამქროში შემოტანილი ცივი მასალის გათბობაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობა გამოითვლება (5.16) ფორმულის ანალოგიური ფორმულით

$$Q_{\text{მას}} = G_{\text{მას}} (t_{\text{საგ}} - t_{\text{საგ}}) \beta \quad \text{კკალ/სთ},$$

სადაც  $G_{\text{მას}}$  არის გასათბობი მასალის რაოდენობა, კგ-ობით. დანარჩენი აღნიშვნები იგივეა, რაც (5.16) ფორმულაში.

საამქროში შემოტანილი მასალის საწყისი  $t_{\text{საგ}}$  ტემპერატურა ფხვიერი მასალისთვის აიღება გარე ჰაერის ტემპერატურაზე  $20$ °-ით, არატუბერული მასალისათვის —  $10$ °-ით უფრო მაღალი; ლითონისა და ლითონისგან დამზადებული ნაწარმისთვის ის აიღება გარე ჰაერის ტემპერატურის ტოლი.  $\beta$  კოეფიციენტის მნიშვნელობად ყველა მასალისთვის, გარდა ფხვიერისა, მიიღება: საამქროში მასალის შემოტანის პირველი საათისთვის —  $0,5$ ; მე-2 საათისთვის —  $0,3$ ; მე-3 საათისთვის —  $0,2$ ; ფხვიერი მასალისთვის შესაბამისად —  $0,4$ ;  $0,25$  და  $0,15$ .

სითბოს იმ რაოდენობის განსაზღვრა, რომელიც სათავსიდან იკარგება ადგილობრივ ამოწოვის ხიხტებებსა და ღუმელებში წვის პროცესებზე დახარჯულ ჰაერთან ერთად

ადგილობრივი ამოწოვის სისტემებს და ხშირად ღუმელებსაც (წვის პროცესებისათვის) სათავსის მუშა ზონიდან ჰაერს მიეწოდება  $t_{2.5}$  ტემპერატურა

ჩით. ვინაიდან ცხელ საამქროებში მოდინებული გარე ჰაერის ტემპერატურა  $t_{ჰაე}$  (ჰარბი სითბოს შთანქმეისათვის განკუთვნილი) მუშა ზონის ჰაერის ტემპერატურაზე ნაკლები უნდა იყოს, ამიტომ სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც სათავსიდან იკარგება ადვილობრივი ამოწოვის სისტემებით და ლუმელებით, იქნება

$$Q_{დ.აიონ} = 0,24 G (t_{ჰა} - t_{ჰაე}) \text{ კკალ/სთ.}$$

სადაც 0,24 არის ჰაერის კუთრი წონითი სითბოტრევალობა, კკალ/კგ. გრ-ობით;  $G$  — ჰაერის ის რაოდენობა, რომელიც იხარჯება ადვილობრივ ამოწოვის სისტემებსა და წვის პროცესებზე, კგ/სთ-ობით.

### ჰარბი სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა

საენერჯიატიკო სისტემების საშუალებით სათავსიდან გასაყვანი ჰარბი სითბოს რაოდენობა თბურ ბალანსში შეადგენს სათავსში გამოყოფილი და სათავსიდან დაკარგული სითბოს რაოდენობაზე სხვაობას, ე. ი. სათავსში ჰარბი სითბოს რაოდენობა წლის თბილ პერიოდში, როცა გარე საანგარიშო ტემპერატურა  $t_{გ} \geq 10^{\circ}$ ,

$$Q_{გარბი} = \Sigma q + Q_{ჰაე} - (Q_{ჰას} + Q_{დ.აიონ} + Q_{დაკ}). \quad (5.32)$$

ხოლო წლის ცივ და გარდამავალ პერიოდში, როცა  $t_{გ} < 10^{\circ}$ -ზე, ჰარბი სითბოს რაოდენობა

$$Q_{გარბი} = \Sigma q - (Q_{ჰას} + Q_{დ.აიონ} + Q_{დაკ}). \quad (5.33)$$

ამ ფორმულებში  $\Sigma q$  არის საამქროში არსებული ყველა წყაროდან გამოყოფილი სითბოს ჯამი, კკალ/სთ-ობით;

$Q_{ჰაე}$  — საამქროში მზის რადიაციით შემოსული სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ობით;

$Q_{ჰას}$  — საამქროში შემოტანილი მასალის გათბობაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ობით;  $Q_{ჰას}$  მხედველობაში მიიღება იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვაობა  $(t_{აგ} - t_{აგ}) > 5^{\circ}$ -ზე;

$Q_{დ.აიონ}$  — სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც საამქროდან იკარგება იმ ჰაერთან ერთად, რომელიც იხარჯება ადვილობრივ ამოწოვის სისტემებსა და ლუმელებში წვის პროცესებზე დახარჯულ ჰაერთან ერთად, კკალ/სთ-ობით;

$Q_{დაკ}$  — საამქროს თბოდანაკარგები, კკალ/სთ-ობით;  $Q_{დაკ}$  მხედველობაში მიიღება იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვაობა  $(t_{ა} - t_{გ}) > 5^{\circ}$ -ზე.

## § 14. თბობამონაცემისა და ჰარბი სითბოს წინააღმდეგ ბრძოლის ხარხები

დიდი თბობამონაცემის საამქროების საპაერო არის მეტეოროლოგიურ პირობებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორც: შიგა დაგეგმვა, მოწყობილობების განლაგება, ორიენტაცია (სამყაროს მხარეებისა და გაბატონებული ქარების მიმართ), სათავსების სიმაღლე, გარე გა-

დამლობავი კონსტრუქციების მასალა და კონსტრუქციების სახეები და სხვ. ამ საკითხების გადაწყვეტა შენობის დაგეგმარების პროცესში ხდება (ერთობლივად) მშენებლებისა და ტექნოლოგების მიერ. მათი სწორად შერჩევა და გადაწყვეტა დიდად უწყობს ხელს ვენტილაციის სისტემებისა და დანადგარების საშუალებით ჰარბ სითბოსთან ბრძოლის ეფექტურობის ზრდას.

ჰარბ სითბოსთან ბრძოლის ძირითად საშუალებას წარმოადგენს აერაცია; მექანიკური ვენტილაცია კი ეწყობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სათავსს აქვს მცირე სიმაღლე ანდა არ გააჩნია სააერაციო სარკმელი.

გარდა აერაციისა, ცხელ საამქროებში გავრცელებულია სხვადასხვა ადგილობრივი საფარისა და ქოლგის მოწყობა უშუალოდ თბოგაპოშყოფ წყაროსთან.

საამქროს სააერო არის მეტეოროლოგიური პირობების გაუმჯობესების საშუალებებს შორის განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს საამქროში მომუშავე ადამიანთა ორგანიზმზე სხივური (რადიაციული) სითბოს მივწე გავლენასთან საბრძოლველად საკირო საშუალებების მოწყობას. მათ შორის ყველაზე ეფექტურად ითვლება მუდმივ საშუაო ადგილზე ჰაერის შხაპის მოწყობა, რომელიც უზრუნველყოფს ჰაერის დიდ სიჩქარეს (მომჩარებას). ჰაერის შხაპი ეწყობა ღუმელების ჩასატვირთი კარის საშუალო ადგილთან, ორთქლის უროსთან, სამსხმელო საამქროს მექანიზმებისა და ელექტრომოწყობილობების მართვის პულტებთან და სხვ. ჰაერის შხაპის კონსტრუქციები და მათი განგარიშება დაწერილებით განხილულია XIV თავში.

სხივურ სითბოსთან ბრძოლის კარგი საშუალებაა ღუმელთან ეკრანის მოწყობა, რომელიც, გარდა სხივური სითბოსი, მკვეთრად ამცირებს სათავსში კონვექციური სითბოს გამოყოფასაც. იგი შეიძლება იყოს როგორც ფურცლოვანი ფოლადის, ისე აზბესტის ან აკურისა.

ეკრანის საშუალებით სათავსისადმი გადაცემული სხივური სითბოს რაოდენობა გაჭოითვლება ფორმულით

$$Q_{\text{კ}} = \frac{c_{\text{კ}}}{c_{\text{ს}} \cdot n + 1} \cdot Q_{\text{ს}} \quad (5.34)$$

სადაც  $c_{\text{კ}}$  არის გაცხელებული ზედაპირის და ეკრანის ურთიერთგასხივების სხივფენის დაყვანილი კოეფიციენტი;

$c_{\text{ს}}$  — იგივე, გაცხელებული ზედაპირისა და ირგვლივმდებარე საგნების ურთიერთგასხივებისას;

$c_{\text{კ}}$  და  $c_{\text{ს}}$  — გამოითვლება (5.6) ფორმულით;

$Q_{\text{ს}}$  — გაცხელებული ზედაპირის მიერ (ეკრანის გარეშე) სათავსში გადაცემული სხივური სითბოს რაოდენობა, კკალ/მ<sup>2</sup> სთ-ობით;

$q_{\text{ს}}$  — მნიშვნელობა გამოითვლება (5.8) ფორმულით;

$n$  — ეკრანების რაოდენობა.

**მაგალითი.** განვსაზღვროთ რამდენით შემცირდება გამოსხივების ინტენსიურობა თერმული ღუმელის ზედაპირიდან, როდესაც დაყენებულია ფოლადის ეკრანი ( $c=2,2$ ). ღუმელის გარსაცემი დამზადებულია ფოლადისგან და შეღებილია ( $c=3,5$ ). საამქროს კედლები შეღესილია ცემენტის ხსნარით ( $c=4,2$ ).



ამოხსნა. ვიყენებთ (5.6) ფორმულას

$$c_{\text{ა}} = \frac{1}{\frac{1}{3,5} + \frac{1}{2,2} - \frac{1}{4,96}} = 1,8;$$

$$c_{\text{ბ}} = \frac{1}{\frac{1}{3,5} + \frac{1}{4,2} - \frac{1}{4,96}} = 3,1.$$

სათაესში გამოყოფილი სხივური სითბოს რაოდენობა შეადგენს:

$$\text{როდესაც დაყენებულია 1 ეკრანი } Q_{\text{ა}}^{\text{ს}} = \frac{1,8}{3,1} \cdot \frac{q_{\text{ს}}}{1+1} = 0,29 q_{\text{ს}};$$

$$\text{როდესაც დაყენებულია 2 ეკრანი } Q_{\text{ა}}^{\text{ს}} = \frac{1,8}{3,1} \cdot \frac{q_{\text{ს}}}{2+1} = 0,193 q_{\text{ს}}.$$

ამრიგად, პირველ შემთხვევაში გამოსხივების ინტენსიურობა შემცირდა 3-ჯერ, ხოლო მეორე შემთხვევაში — 5-ჯერ.

## § 15. ჰაერის ბენაზღვრა ჭარბი სითბოს შემთხვევაში

ჰაერის განსაზღვრა ჭარბ სითბოსთან საბრძოლველად უმარტივეს შემთხვევაში ადვილად წყდება III თავში მოცემული (3.11) ფორმულით

$$G_{\text{ზღ}} = \frac{Q_{\text{ჭარბი}}}{0,24 (t_{\text{ა}} - t_{\text{ზღ}})} \text{ კგ/სთ.}$$

ჰაერის აუცილებელი პირობაა, რომ ამოწოვილი ჰაერის (ან, რაც იგივეა, სათაესის შიგა ჰაერის) ტემპერატურა მეტი იყოს გარედან მოდინებული ჰაერის ტემპერატურაზე.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულით სარგებლობა შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც შიგა ჰაერის ტემპერატურა არ იცვლება საამქროს სიმაღლის მიხედვით, რაც დასაშვებია დაბალი სიმაღლის სათაესებში, მაგრამ ცხელი საამქროები, როგორც წესი, მაღალია (10--12 მ და მეტი). ვინაიდან უფრო თბილი ჰაერი ზემოთ გადაადგილდება, ამიტომ ხდება ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრი ცვალებადობა სათაესის სიმაღლეში.

ნორმებით დადგენილია მუშა ზონის ჰაერის ზღვარულად დასაშვები ტემპერატურა. რაც შეეხება სათაესის ზედა ზონას, მასში ჰაერის ტემპერატურა არ არის ნორმირებული. იმისათვის, რომ სამუშაო ზონაში შევქმნათ გარკვეული ტემპერატურის ჰაერი, საჭიროა მას მივაწოდოთ უფრო დაბალი ტემპერატურის ახალი გარე ჰაერი, რაც ჩვეულებრივ აერაციის საშუალებით ხორციელდება. რაც უფრო მეტია შიგა და გარე ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა, მით უფრო ნაკლები გარე ჰაერის რაოდენობაა საჭირო ჭარბი სითბოს ასიმილაციისთვის.

ცხელი საამქროს სააერო არის გამორკვევის შედეგად დადგენილია, რომ მუშა ზონაში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის ფარდობა საამქროში ყველა წყაროდან გამოყოფილი სითბოს (საამქროში შემოტანილი მასალის

გათბობაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობის გამოკლებით) და ზნის რაღაცით შემოსული სითბოს რაოდენობების ჯამთან, განსაზღვრული დანიშნულების საწარმოო სათავსებისთვის მეტნაკლებად მუდმივი სიდიდეა და არ არის დამოკიდებული წლის პერიოდებზე. თუ ამ ფარდობას აღვნიშნავთ III ასოთი, შეგვიძლია დავწეროთ

$$III = \frac{Q_{ა.ა}}{(\Sigma q + Q_{ა.ა}) - Q_{ა.ა}}$$

III სიდიდე შეიძლება აგრეთვე გამოვსახოთ ტემპერატურათა ფარდობით

$$III = \frac{t_{ა.ა} - t_{მ.ღ.}}{t_{ა.ა} - t_{მ.ღ.}} \quad (5.35)$$

აქ  $t_{ა.ა}$  არის სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა და გამოითვლება ფორმულით

$$t_{ა.ა} = \frac{t_{ა.ა} - t_{მ.ღ.}}{III} + t_{მ.ღ.} \quad (5.36)$$

III-ის მნიშვნელობები, როგორც აღვნიშნეთ, მოცემულია CH 7—57 ნორმებში.

ქვემოთ განვიხილოთ ჰაერცვლის განსაზღვრის მეთოდები წლის ცხელი და ცივი პერიოდებისათვის ცალ-ცალკე.

**ზ ა თ ხ უ ლ ის პ ე რ ი ო დ ი.** დავუშვათ, რომ საამქროში გარე ჰაერი შემოდის ფანჯრების ქვედა იარუსიდან, ხოლო საამქროდან ჰაერი გადის ზედა სარკმლის ღია ფრამუგებიდან, ე. ი. ჰაერცვლა აერაციის საშუალებით ხორციელდება სქემით „ქვემოდან ზემოთ“. უმნიშვნელო კუთრი თბოგამონაყოფების (29 კკალ/მ<sup>3</sup> სთ-ზე ნაკლები) საამქროებში სამუშაო ზონის ჰაერის ტემპერატურა საამქროში შემოსული გარე ჰაერის ტემპერატურაზე შეიძლება მეტე იყოს მხოლოდ 3°-მდე, ხოლო დიდი კუთრი თბოგამონაყოფებისას (30 კკალ/მ<sup>3</sup> სთ-ზე მეტი) — 5°-მდე, მაგრამ ორივე შემთხვევაში სამუშაო ზონის ჰაერის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 28°C.

კუთრი თბოგამონაყოფების სიდიდე შეიძლება საამქროს მთლიანი თბოგამონაყოფების კკალ/სთ გაყოფის გზით შის შივა მოცულობაზე.

თუ საამქროში არის ადგილობრივი ამოწოვის დანადგარები და ჰაერი იხარჯება ლუმენებში წვის პროცესზე, მაშინ (საამქროს სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების გათვალისწინებით) კარბი სითბოს ასიმილაციისთვის საჭირო მოდინებული ჰაერის რაოდენობა განსაზღვრება ქვემოთ მოყვანილი რომელიმე ფორმულით:

$$G_{მ.ღ.} = \frac{Q_{ჰ.არბი}}{0,24(t_{ა.ა} - t_{მ.ღ.})} + G_{ა.ღ.ა.მ.ღ.} \text{ კგ/სთ} \quad (5.37)$$

ან

$$G_{მ.ღ.} = \frac{m Q_{ჰ.არბი}}{0,24(t_{ა.ა} - t_{მ.ღ.})} + G_{ა.ღ.ა.მ.ღ.} \text{ კგ/სთ.} \quad (5.38)$$

მაგრამ

$$Q_{ჰ.არბი} = Q_{ა.} - Q_{ა.ღ.ა.} = Q_{ა.} - 0,24 G_{ა.ღ.ა.მ.ღ.} (t_{ა.ა} - t_{მ.ღ.}),$$

სადაც  $Q_{ა.}$  არის საამქროში ყველა წყაროდან გამოყოფილი სითბოსა (საამქროში შემოტანილი მასალის გათბობაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობის გამოკლებით) და მზის რაღაცით შემოსული სითბოს რაოდენობების ჯამი,

თუ (5.38) ფორმულაში ჩავსვამთ  $Q_{გარკი}$  მნიშვნელობას და ამ ფორმულას გარდავქმნით, მივიღებთ

$$G_{მოდ} = \frac{mQ_0}{0,24(t_{გ.ა} - t_{მოდ})} + (1-m) G_{დ.ა.მ.ი.წ} \text{ კგ/სთ.} \quad (5.39)$$

აერაციის საშუალებებით საამქროდან გაყვანილი ჰაერის რაოდენობა

$$G_{მოდ} = G_{მოდ} - G_{დ.ა.მ.ი.წ}.$$

თუ (5.39) ფორმულაში  $m$ -ის მნიშვნელობას ჩავსვამთ (5.35) ფორმულიდან და მოვახდენთ გარდაქმნებს, მივიღებთ

$$G_{მოდ} = \frac{Q_0 + 0,24(t_{გ.ყ} - t_{გ.ა}) G_{დ.ა.მ.ი.წ}}{0,24(t_{გ.ყ} - t_{მოდ})} \text{ კგ/სთ.} \quad (5.40)$$

წლის გარდაშავალი და ზამთრის პერიოდში კარბსითბოიანი საამქროში, როცა ჰაერცულა ხორციელდება სქემით აქვემოვან ზემოთ და გვაქვს ადგილობრივი ამოწოვი სისტემები, ვენტილაციის მოდინებითი სისტემების ან აერაციის მწარმოებლობა შეიძლება გამოითვალოს იმავე (5.38 ან 5.40) ფორმულებით, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ  $Q_0$  სიდიდის განსაზღვრისას საჭიროა მას გამოაკლდეს საამქროს თბოდანაკარგების  $Q_{დაკ}$  ასანაზღაურებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა და იმ სითბოს რაოდენობა, რომელიც იზარჯება სათავსში შემოტანილი მასალების გათბობაზე ( $Q_{მას}$ ). იგივე გამოითვლება ქვემოთ მოყვანილი ფორმულითაც

$$G_{მოდ} = \frac{Q_0 + 0,24(t_{გ.ყ} - t_{გ.ა}) G_{დ.ა.მ.ი.წ}}{0,24(t_{გ.ყ} - t_{მოდ})} - \frac{Q_{დაკ}}{0,24(t_{გ.ა} - t_{მოდ})} \text{ კგ/სთ,} \quad (5.41)$$

$$\text{სადაც } t_{გ.ა} = \frac{t_{გ.ა} + t_{გ.ყ}}{2}.$$

შეუმთბარი გარე ჰაერის მიწოდება საამქროში ხდება საამქროს ზედა ზონიდან, მინიმუმ 4 მეტრის (საამქროს იატაკიდან ჰაერის მოდინების ნახევრების ქვედა დონემდე) სიმაღლეზე.

საამქროში შეუმთბარი გარე ჰაერის ზედა ზონიდან მიწოდების შემთხვევაში  $t_{გ.ყ}$  იანგარიშება (5.31) ფორმულით. СНЗ II II-Г 7 ნორმებით დადგენილია გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრების ორი (რომელთაც მიეკუთვნება მისი ტემპერატურა და თბოშემცველობა) ჯგუფი:  $A$  პარამეტრი — ვენტილაციის დაგეგმარებისთვის და  $B$  პარამეტრი — გათბობის დაგეგმარებისთვის.

გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრებად (იხ. IV დანართი) მიიღება:

- ა) საამქროებისათვის, რომლებშიც გვაქვს კარბი სითბოს, ტენის ან ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე (100 მგ/მ<sup>3</sup>-ზე მეტი) აირების გამოყოფა —  $A$  პარამეტრი;
- ბ) 100 მგ/მ<sup>3</sup> და ნაკლები კონცენტრაციის აირების გამოყოფისას, აგრეთვე ადგილობრივი ამოწოვის დანადგარებისა და ტექნოლოგიური მოწყობილობებისათვის დახარჯული ჰაერის კომპენსაციისა და ჰაერის კონდიციონების სისტემებისათვის —  $B$  პარამეტრი.

მაგალითი. თერმულ საამქროში დაყენებულია და ერთდროულად მოქმედებს ორი კამერული ლუმელი, რომლებიც ერთად ხარჯავენ  $B=150$  კგ/სთ სითბობს და რომელთა უდაბლესი სა-

მუშაო თბოუნარიანობაა  $Q_{\Sigma}^0 = 7000$  კკალ/კგ; ორი ელექტრო-  
 ლუმენი, თითოეულის საყენებელი სიმძლავრეა  $N_{\text{სყ}} = 30$  კვტ,  
 და ორი ტექნოლოგიური აბაზანა, თითოეულის საყენებელი  
 სიმძლავრეა  $N_{\text{სყ}} = 10$  კვტ. გარე ჰაერის საანგარიშო პარა-  
 მეტრებია: ზაფხულის პერიოდში  $t_{\text{გ}} = +23^{\circ}\text{C}$ , ზამთრის პე-  
 რიოდში  $t_{\text{გ}} = -7^{\circ}\text{C}$ . შუის რადიაციით საამქროში შემოსული  
 სითბოს რაოდენობა  $Q_{\text{რად}} = 50000$  კკალ/სთ; საამქროს თბო-  
 დანაკარგებია  $Q_{\text{დაკ}} = 100000$  კკალ/სთ; ჰაერის ხარჯი ადგი-  
 ლობრივ ამოწოვებზე და ლუმენებში წვის პროცესზე  
 $G_{\text{აღ.აოფ}} = 8000$  კგ/სთ; საამქროში შემოტანილი მასალის გა-  
 სათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა  $Q_{\text{მას}} = 5000$  კკალ/სთ;  
 თერმული საამქროებისათვის  $\eta = 0,45$ . განესაზღვროთ აერა-  
 ციული ჰაერცვლა ზაფხულისა და ზამთრის პერიოდისთვის.

ამოხსნა. ესაზღვრათ საამქროში გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას:

1. კამერული ლუმენებიდან

$$Q_1 = \alpha B Q_{\Sigma}^0 \eta = 0,5 \cdot 150 \cdot 7000 \cdot 1 = 525000 \text{ კკალ/სთ};$$

2. ელექტროლუმენებიდან

$$Q_2 = 860 N_{\text{სყ}} \alpha \eta = (860 \cdot 30 \cdot 0,7 \cdot 1) 2 = 36000 \text{ კკალ/სთ};$$

3. ტექნოლოგიური აბაზანებიდან

$$Q_3 = 860 N_{\text{სყ}} \alpha \eta = (860 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 1) 2 = 5160 \text{ კკალ/სთ.}$$

თბოგაზონაყოფების ჯამი

$$\Sigma Q = 525000 + 36000 + 5160 = 566160 \text{ კკალ/სთ.}$$

ვანგარიშობთ ჰაერცვლას

1. ზაფხულის პერიოდისთვის

$$t_{\text{ზ.ს}} = 23 + 5 = 28^{\circ}.$$

საამქროში გამოყოფილი სითბოს მთლიანი რაოდენობა, რადიაციის ჩათვლით,  
 იქნება

$$Q_{\Sigma} = \Sigma Q + Q_{\text{რად}} = 566160 + 50000 = 616160 \text{ კკალ/სთ.}$$

მოდინებული ჰაერის რაოდენობა (ვანგარიშობთ (5.39) ფორმულით)

$$G_{\text{ზოლ}} = \frac{0,45 \cdot 616160}{0,24(28 - 23)} + (1 - 0,45) 8000 = 235460 \text{ კგ/სთ};$$

იგაფე მოცულობით ერთეულებში

$$L_{\text{ზოლ}} = \frac{G_{\text{ზოლ}}}{\gamma_{23^{\circ}}} = \frac{235460}{1,181} = 200000 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

საამქროდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურას ვანგარიშობთ (5.36) ფორ-  
 მულით

$$t_{\text{გაყ}} = \frac{28 - 23}{0,45} + 23 = 34,1^{\circ}.$$

საამქროდან ამოწოვილი ჰაერის რაოდენობა

$$G_{\text{ამოწ}} = G_{\text{ზოლ}} - G_{\text{აღ.აოფ}} = 235460 - 8000 = 227460 \text{ კგ/სთ};$$

იგივე მოცულობით ერთეულებში

$$L_{\text{პონ}} = \frac{G_{\text{ან}}}{\gamma_{\text{პი}}} = \frac{227460}{1,135} \approx 200000 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

2. ზამთრის პერიოდისათვის

სამუშაო ზონის ჰაერის ტემპერატურად ვიღებთ  $t_{\text{ა.ა}} = 16^\circ$ ;  $\Delta t_{\text{გონ}} = 8^\circ$ ;  
 $t' = 16 - 8 = 8^\circ$ .

სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურას ვანგარიშობთ (5.31) ფორმულით

$$t_{\text{გყ}} = \frac{8}{0,45} + 8 = 25,8^\circ;$$

საამქროში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა

$$t_{\text{საშ}} = \frac{25,8 + 16}{2} = 20,9^\circ.$$

მოდინებული ჰაერის რაოდენობას ვანგარიშობთ (5.41) ფორმულით (ვი-ნაიდან ზამთრის პერიოდში  $Q_{\text{გ}}$  სიდიდეში მზის რადიაციით მიღებული სითბო არ შეიყვანება, ამიტომ  $Q_{\text{გ}} = \Sigma Q$ )

$$G_{\text{გონ}} = \frac{566160 + 0,24(25,8 - 16)8000}{0,24[25,8 - (-7)]} = \frac{100000}{0,24[20,9 - (-7)]} = 59000 \text{ კგ/სთ.}$$

საამქროდან ამოწოვილი ჰაერის რაოდენობა

$$G_{\text{გ-გ}} = 59000 - 8000 = 51000 \text{ კგ/სთ.}$$

იგივე, მოცულობით ერთეულებში

$$L_{\text{გონ}} = \frac{G_{\text{გონ}}}{\gamma_{\text{ა-ა}}} = \frac{59000}{1,326} = 44500 \text{ მ}^3/\text{სთ.};$$

$$L_{\text{გ-გ}} = \frac{G_{\text{გ-გ}}}{\gamma_{\text{გ,გ}}} = \frac{51000}{1,18} = 43900 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

## ბრძოლა გვენა აიკაბთან და ოტოქლთან

### § 16. სენაკორო სათავსაგში გამოყოფილი აიკაბი და ოტოქლი

მომწამებელი ნიეთიერება ცოცხალ ორგანიზმზე ახდენს ადგილობრივ და საერთო გავლენას. იგი ადგილობრივი მოწამელისას ღრმად არ აღწევს ორგანიზმში და იწვევს მხოლოდ მისი ცალკეული ნაწილების გალიზიანებას (მაგალითად, როდესაც მომწამლავე აიკაბი ხელება ლორწოვან გარსზე ან სასუნთქ ორგანოებში და ა. შ.). საერთო მოწამელისას კი აიკაბი შეაღწევინ და შეიწოვებთან ორგანიზმში (სისხლში), გარდა ამისა, ზემოქმედებას ახდენენ ცალკეულ შინაგან ორგანოებზე, ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე და ა. შ. ჰაერში ცალკეული მომწამლავე ნიეთიერების კონცენტრაციებს, რომლებიც

ორგანიზმზე ხანგრძლივი (რამდენიმე თვე ან წელი) ზემოქმედების შედეგადაც კი არ აელენენ მოწამვლის ნიშნებს, დასაშვები კონცენტრაციები ეწოდება.

ზოგიერთი ინერტული აირი, როგორცაა აზოტი, ჰელიუმი, წყალბადი და სხვ., უშუალოდ არ იწვევს ორგანიზმის ადგილობრივ მოწამვლასაც კი, მაგრამ, როდესაც მათი კონცენტრაცია აღმატება ატმოსფერულ სუფთა ჰაერში არსებულ კონცენტრაციას, მაშინ მცირდება სუნთქვისთვის საჭირო ეანგზადის რაოდენობა. ხოლო ჰაერში ეანგზადის 25%-ით შემცირება (მოცულობითი) ნორმალურთან შედარებით იწვევს ხუთვას.

მაგნე აირები და ანაორთქლები გამოიყოფა საწარმოო დანიშნულების სათაესების ჰაერში:

ა) ქიმიური რეაქციებისა და პროცესების დროს (აპარატებში), განსაკუთრებით წარმოების ღია ან ნახევრად დახურული სისტემების გამოყენებისას;

ბ) მტვერებით, ტუტეებით და სხვ. ხსნარებით შევსებული რეზერვუარები-ა და აბაზანების ღია ზედაპირებიდან აორთქლების პროცესების დროს;

გ) სხვადასხვა გამხსნელისა და ლაქის აორთქლების პროცესებისას;

დ) აპარატურის და მიღგაყვანილობის არასიმქიდროეებიდან გაფონვის შედეგად;

ე) წვის პროცესების დროს;

ვ) ავტომატების მუშაობისას.

§ 17.

### სხვადასხვა წყაროდან გამოყოფილი აირების და ანაორთქლების რაოდენობის განსაზღვრა

ქიმიური რეაქციების შედეგად წარმოქმნილი აირების წონა გამოითვლება ქიმიური ფორმულების საშუალებით. ამასთანავე, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მრეწველობაში ჩვეულებრივ გამოიყენება ტექნიკურად (და არა ქიმიურად) სუფთა ნივთიერებები.

რამდენიმე აირის — გამხსნელის (ბენზოლი, სპირტები, ქლოროვანი წყალბადი და ა. შ.) ჰაერში ერთდროულად გამოყოფისას მათი ჯამური კონცენტრაცია გამოითვლება ფორმულით

$$X_{\text{ჯამ}} = x_1 \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{x_1 + x_2 \frac{x_1}{x_2} + x_3 \frac{x_1}{x_3} + \dots + x_n \frac{x_1}{x_n}}, \quad (5.42)$$

სადაც  $x_1, x_2, \dots, x_n$  არის ერთდროულად გამოყოფილი აირების ან ორთქლის წონა, გ/სთ-ობით;

$x_1, x_2, \dots, x_n$  — ერთდროულად გამოყოფილი აირების ან ორთქლის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები, მგ/მ<sup>3</sup>-ობით.

სათაესის ჰაერში რამდენიმე გამხსნელის ანაორთქლების და გამალიზიანებული აირების ერთდროულად გამოყოფისას საერთო ჰაერცლის ვენტრაციის მწარმოებლობა უნდა გავიანგარიშოთ ყოველი გამხსნელისა და ყოველი აირის ცალ-ცალკე განსაზღვებლად საჭირო ჰაერის მოცულობების ჯამის მიხედვით.

რამდენიმე სახის აირისა და ანაორთქლების ერთდროულად გამოყოფის

(გარდა გამხსნელი და გამალიზიანებელი აირებისა) დროს ვენტილაციის განგარიშებისას ჰაერის რაოდენობა აიღება იმ შენობის მიხედვით, რომელიც საჭიროებს უფრო მეტ ჰაერის მოცულობას.

ზოგიერთი სამრეწველო აირისა და ანაორტქლის ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობები მოცემულია I თავში (იხ. ცხრილი I.2).

**მაგალითი 1.** დაეუშვათ, რომ სათავსში ერთდროულად გამოიყოფა: ბენზოლი  $g_1=300$  გ/სთ; აცეტონი  $g_2=200$  გ/სთ; ეთილაცეტატი  $g_3=250$  გ/სთ და ბუთილაცეტატი  $g_4=200$  გ/სთ. განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა.

**ამოხსნა.** ცხრილიდან (იხ. I.2 ცხრილი) ვპოულობთ, რომ მოცემული აირების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები სათავსის მუშა ზონის ჰაერში ტოლია:

$$x_1=20, x_2=200, x_3=200 \text{ და } x_4=200 \text{ მგ/მ}^3.$$

ნორმებიდან (იხ. СН 245—63) ვიღებთ, რომ აღებული აირების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია გარე ჰაერში შეადგენს:

$$x'_1=2,4, x'_2=0,35, x'_3=0,1 \text{ და } x'_4=0,1 \text{ მგ/მ}^3.$$

ყოველი აირისათვის საჭირო ჰაერცვლას ცალ-ცალკე ვსაზღვრავთ (3.13) ფორმულით

$$L_1 = \frac{300 \cdot 1000}{20 - 2,4} = 17050 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_2 = \frac{200 \cdot 1000}{200 - 0,35} = 1010 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_3 = \frac{250 \cdot 1000}{200 - 0,1} = 1250 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_4 = \frac{200 \cdot 1000}{200 - 0,1} = 1000 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

როგორც აღენიშნეთ, ჰაერში რამდენიმე გამხსნელის ანაორტქლებისა და გამალიზიანებელი აირების ერთდროულად გამოყოფისას საჭირო ჰაერცვლის რაოდენობა უნდა გამოვითვალოთ ყოველი აირის ცალ-ცალკე განსაზღვებლად საჭირო ჰაერის მოცულობების ჯამის მიხედვით და ამიტომ საჭირო ჰაერცვლა

$$L_{\text{ჯამ}} = 17050 + 1010 + 1250 + 1000 = 20310 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

**მაგალითი 2.** დაეუშვათ, რომ სათავსში ერთდროულად გამოიყოფა ნახშირბადი  $g_1=600$  გ/სთ და გოგირდოვანი ანჰიდრიდი  $g_2=1000$  გ/სთ. განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა.

**ამოხსნა.** ცხრილიდან (იხ. I.2 ცხრილი) ან ნორმები СН 245—63) ვპოულობთ, რომ მოცემული აირების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები სათავსის მუშა ზონის ჰაერში ტოლია:

$$x_1=20 \text{ მგ/მ}^3 \text{ და } x_2=10 \text{ მგ/მ}^3.$$

ნორმებში (იხ. СН 245—63) ვნახულობთ, რომ აღებული აირების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია გარე ჰაერში შეადგენს

$$x'_1=6 \text{ მგ/მ}^3 \text{ და } x'_2=0,5 \text{ მგ/მ}^3;$$

ესაზღვრავთ საჭირო ჰაერცელას:

$$L_1 = \frac{600 \cdot 1000}{20 - 6} = 42860 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_2 = \frac{1000 \cdot 1000}{10 - 0,5} = 105260 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

როდესაც სათავსში გამოყოფილი აირები არ არის გამალიზირებული ან გამხსნელი, მაშინ ჰაერცელა უნდა ავიღოთ იმ შეენობის მიხედვით, რომელიც საჭიროებს უფრო მეტი მოცულობის ჰაერს. ჩვენს შემთხვევაში, ვინაიდან

$$L_2 > L_1 \text{ ზე, ამიტომ } L_{\text{აღ}} = 105260 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

სხვადასხვა გამხსნელობისა და ლაქის ანაორთქლები. დასველებული მასალის ზედაპირიდან გამოყოფილი ანაორთქლების საშუალო საათობრივი რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$g = \frac{A m F}{100 \tau} \text{ მ}^3/\text{სთ}, \quad (5.43)$$

სადაც  $A$  არის თხევადი ქიმიკატების ხარჯი, გ/მ<sup>2</sup>-ობით;

$m$  — თხევად ქიმიკატებში მასალის გაშრობისას გამოყოფილი აქროლადი გამხსნელების შედგენილობა %-ობით;

$F$  — აორთქლების ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$\tau$  — აორთქლების ხანგრძლივობა, სთ-ობით.

სამღებრო სააპქრობში გამოყოფილი ანაორთქლების რაოდენობა ისაზღვრება ფორმულით

$$g' = \frac{a A' m' n}{100} \text{ გ/სთ}, \quad (5.44)$$

სადაც  $n$  არის ერთი მუშის საშუალო შრომის ნაყოფიერება (ფუნჯით შეღებვისას ტოლია — 12 მ<sup>3</sup>/სთ, ხოლო პულვერიზატორით შეღებვისას — 50 მ<sup>3</sup>/სთ);

$A'$  — ლაქ-საღებავი მასალის ხარჯი, გ/მ<sup>2</sup>-ობით ნაკეთობის ზედაპირისა;

$m'$  — ლაქ-საღებავ მასალებში არსებული აქროლადი გამხსნელების პროცენტი;

$n$  — სათავსში მომუშავე მუშათა რაოდენობა;

$A'$  და  $m'$ -ის მნიშვნელობები მოცემულია V.6 ცხრილში.

შეგალით. დავუშვათ, რომ ფერადი აეროლაქით სამმა მუშამ პულვერიზატორის საშუალებით შეღება ნაკეთობის ზედაპირი. განესაზღვროთ გამოყოფილი აქროლადი გამხსნელის რაოდენობა.

ამოხსნა. V.6 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ  $A' = 180 \text{ გ/მ}^2$ ;  $m' = 75\%$ ; მივიღოთ, რომ  $a = 50 \text{ მ}^3$ . ესარგებლობთ (5.43) ფორმულით

$$g = \frac{a A' m' n}{100} = \frac{50 \cdot 180 \cdot 75 \cdot 3}{100} = 20250 \text{ გ/სთ} = 20,25 \text{ კგ/სთ};$$

სათბობის დაწვის შედეგად წარმოქმნილი წვის პროდუქტების წონის განსაზღვრა ხდება ფორმულით

$$g = G_{\text{საოქსაირ}} \text{ კგ/სთ}, \quad (5.45)$$



სადაც წაა არის ღუმელებში (ქურებში) დამწვარი სათბობის წონა, კგ/სთ-ობით;  
 ზე.არ — დაწვის შედეგად წარმოქმნილი წვის პროდუქტების წონა,  
 კგ-ობით სათბობის 1 კგ-ზე.

ცხრილი V.6

ლაქ-საღებავი მასალების დასახელება	ლაქ-საღებავი მასა- ლის ხარკი 1 კგ/მ <sup>2</sup>	აქროლადი გამსწე- ლების მიღწევილობა მ <sup>2</sup> %
უფერული აეროლაქი (შეღებუა ფუნჯით), ფერადი აეროლაქები და მინანქარი (შეღებუა პულვერიზატო- რით) ნიტროფებო (ფუნჯით)	180 120	75 80-8
ზეთიანი საღებავები და მინანქარი		
შეღებუა გაურქვევით (პულვერიზატორით)	60-00	85

ზე.არ სიღრმისა და საჭირო პაერცვლის მნიშვნელობები მოცემულია  
 V.7 ცხრილში. ამავე ცხრილში მოცემულია ღუმელების ჩასატვირთი კარები-  
 დან გადმოყვარნილი წვის პროდუქტების წონა.

გამოყოფილი სამრეწველო აირების წონა მოცემულია V.8 ცხრილში.

ცხრილი V.7

სათბობის სახეობა	წვის პროდუქტების თე- რიული რაოდენობა (ტენის გათვალისწინებით)		წვის პრო- დუქტების ერთი წონა კგ/მ <sup>2</sup> -ობით	სათბობის და- საწვავად სა- ჭირო პაერის თეორიული რაოდენობა 2 კგ/კგ-ობით
	წონა ზე.არ კგ/კგ-ობით	აოსულობა V მ <sup>2</sup> /კგ-ობით		
ტენიანი (20%-მდე) ზეშა	5,8-5,4	4,9-4,5	1,31	4,8
ტორფი (25%-მდე ტენიანობით)	5,5-8,5	4-4,7	1,38	4,9
მურა ნაშვარი	5,8-7,8	4,3-6	1,29-1,32	4,9-7
ქვანაშვარი	10-10,5	7,5-8,5	1,36-1,37	9-9,8
ანთრაცტი	10,6-11,5	8,1-9,8	1,39	10-10,7
წვადი ფიქალი	—	3,6	—	—
კოქსი	9,5-11,5	6,9-8,3	1,39	—
მახუთი	14,9	11,3	1,69	14,3
ავტომანქანების ბენზინი	15,9	—	1,8	14,0
ბუნებრივი აირი	7,5	—	1,2	7
ქვანაშვარის აირი (გენერატორული)	2,46	—	1,39	1,33
ტორფის აირი (გენერატორული)	2,5	—	1,35	1,27

წარმოების დასახელება	გამოყოფილი აირების (ანაორთქლების) ხსნაით და ჩაოდნობა	საქირა პერცელა
თუქსამსხმელი	სხმელების წონაზე დამოკიდებულებით, CH 111-60 მხედვით	22000 მ ყოველ 1 კგ გამოყოფილ CO-ზე
ფოდლასამსხმელი	CO თუქსამსხმელ საამქროში გამოყოფილის 50%-ის ტოლი	იგივე
სპილენძსამსხმელი	თუთიის ენგი ZnO <sub>2</sub> . ნახშირბადის ენგი CO	40000 ÷ 50000 მ/ტ და ადგილობრივი ამოწოკი სისტემების აუცილებლად მოწყობით ტყეის გამოყოფის შემთხვევაში
სამქედლები	დამწვარი სათბობის ყოველ 1 კგ-ზე 30-45 გ CO; SO <sub>2</sub> -მანუთის შემთხვევაში და წვის პროდუქტების უშუალოდ სათაქსში გამოშვებისას	ადგილობრივი ამოწოკა-250მ/სთ მოცულობით ყოველ 1 კგ სათბობაზე. 500 მ-1 კგ მანუთზე, როკა მანში 1%-მდე გოგირდია
უანგზად-აქტრლენური შედულების სათაქსი	CO და აქტრლენი	7,5 მ სანთურის მერ დახარქულ ყოველ 1 ლ აქტრლენზე
ელექტროშედულების სათაქსი	წერილ მტრად კონდენსირებულ მანგანუმის ენგეულების ანაორთქლები (40-50 გ ყოველ 1 კგ დამწვარ ელექტროლზე)	2000 ÷ 5000 მ/კგ, როკა პერა გაყენება მტრისა და აირების მკისმაღური თაქმოყრის ზონიდან. 3000 ÷ 10000 მ/კგ პერის ზედა ზონიდან გაყენის შემთხვევაში
სათაქსები აირზე მომუშავე საწარმოო ღუმელებისა	გამოყოფილი ნახშირბადის ენგის ჩაოდნობა შედულობაში არ მიიღება	პერცელა გამოითულება კარბი სიბობის მხედვით

აქტრომანქანებიდან გამაღნაირულქვი აირების წონა გამოითულება ფორმულით

$$G = N \beta G_{\text{ავ}} G_{\text{ავ.არ}} Z \text{ კგ/სთ}, \quad (5.46)$$

- სადაც  $N$  არის აქტრომანქანის მოტორის სიმძლავრე, ცხ. ძ-ობით;
- $\beta$  — მოტორის დატვირთვის კოეფიციენტი პირველი სიჩქარისას (მანქანის გარაქის ფარგლებში გადაადგილებისას) და მიიღება 0,1-ის ტოლი;
- $G_{\text{ავ}}$  — ბენზინის ხარჯი კგ/სთ-ობით ყოველ 1 ცხ. ძალაზე; მიიღება 0,5 კგ/სთ ცხ. ძ. ტოლი;
- $G_{\text{ავ.არ}}$  — სათბობის დაწვის შედეგად მიღებული წვის პროდუქტების წოხა-აგ-ობით ყოველ 1 კგ ბენზინზე;
- $Z$  — ღრო, ძთ-ობით.
- მაგალითი. გამოითუვალოთ აქტრომანქანიდან გარაქეში გამოყოფილი ნახშირბადის (CO) წონა, თუ აქტრომანქანის მოტორის სიმძლავრე  $N=60$  ცხ. ძ., გამობოლქვილ აირში CO-ს შედგენილობაა 6% და აქტრომანქანის გადაადგილების ღრო  $Z=10$  წყუთს=0,1666 სთ.
- ამოხსნა. ვითი, რომ  $N=60$  ცხ. ძ.,  $\beta=0,1$ ;
- $G_{\text{ავ}}=0,5$  კგ/სთ ცხ. ძ-ზე;

V.7 ცხრილიდან ვიგებთ  $g_{\text{გ.არ}} = 15,9 \text{ კგ/კგ.}$

(5.46) ფორმულით ვსაზღვრავთ ავტომატქანიდან გამონაბოლქვი აირების წონას

$$g = 60 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 15,9 \cdot 0,1666 \approx 8,0 \text{ კგ.}$$

ნახშირბადის წონა იქნება  $g_{\text{CO}} = 8 \cdot 0,06 = 0,48 \text{ კგ} = 480 \text{ გ.}$  თუ გადავიყვანოთ 1 სთ-ზე, იქნება  $g_{\text{CO}} = (0,48 : 10) 60 = 2,88 \text{ კგ/სთ} = 2880 \text{ გ/სთ.}$

ვიციტ რა გამოყოფილი CO-ს რაოდენობა, (3.13) ფორმულით შეგვიძლია განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცელა

$$L_{\text{ჰაერ}} = \frac{g_{\text{აირ}}}{x_1 - x_1} = \frac{2880 \cdot 1000}{200 - 6} \approx 14800 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

შავნე აირებისა და ორთქლის რაოდენობის განსაზღვრა ქიმიური ანალიზებით. ქიმიური ანალიზების საშუალებით აწარმოებენ სათაესის ჰაერის შედგენილობის განსაზღვრას და ერთდროულად საზღვრავენ როგორც შექანიკური, ისე ბუნებრივი ჰაერცელის სიდიდეს.

სათაესში გამოყოფილი აირების რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$g = \frac{V(x_2 - x_1) + L(x_{\text{ჰაერ}} + x_{\text{აირ}})z}{z}, \quad (5.47)$$

სადაც  $V$  არის სათაესის მოცულობა, მ<sup>3</sup>-ობით;

$L$  — ჰაერცელის სიდიდე, მ<sup>3</sup>/სთ-ობით;

$x_1$  და  $x_2$  — აირებისა და ორთქლის საწყისი და საბოლოო კონცენტრაცია სათაესის ჰაერში;

$x_{\text{აირ}}$  და  $x_{\text{ჰაერ}}$  — აირებისა და ორთქლის კონცენტრაცია მოდინებულ და გაყვანილ ჰაერში;

$z$  — გამოცდის ჩატარების ხანგრძლივობა, სთ ობით.

აპარატურის და მიღგაყვანილობის არასიმპტიკური ვიდეებიდან გამოყოფილი აირების რაოდენობის განსაზღვრა. ქიმიური წარმოების აპარატურა ექსპლუატაციაში გაშვებამდე უნდა გამოიცადოს (ჰაერით ან ინერტული აირით) ჰერმეტიზაციაზე. თუ ჰერმეტიზაციაზე გამოცდისას საკდელი წნევა ცდის დასაწყისში ტოლია  $P_{\text{საფ}}$ , ხოლო ბოლოში —  $P_{\text{აირ}}$ . მაშინ ჰერმეტიზაციის ხარისხად ითვლება დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში (ჩვეულებრივ  $z=1$  სთ) არსებული წნევის დანაკარგის ფარდობა საწყის წნევასთან

$$m = \frac{P_{\text{საფ}} - P_{\text{აირ}}}{P_{\text{საფ}}}. \quad (5.48)$$

აირების საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის მახასიათებელი განტოლებების საფუძველზე შეიძლება დავეწეროთ

$$\frac{P_{\text{აირ}}}{P_{\text{საფ}}} = \frac{g_{\text{აირ}} T_{\text{აირ}}}{g_{\text{საფ}} T_{\text{საფ}}}, \quad (5.49)$$

მაშინ

$$1 - m = \frac{P_{\text{აირ}}}{P_{\text{საფ}}} = \frac{g_{\text{აირ}} T_{\text{აირ}}}{g_{\text{საფ}} T_{\text{საფ}}} = \frac{g_{\text{საფ}} - g_{\text{აირ}}}{g_{\text{საფ}}} \cdot \frac{T_{\text{აირ}}}{T_{\text{საფ}}}, \quad (5.50)$$

სადაც  $g_{\text{აირ}}$  აპარატურის არასიმპტიკური ვიდეებიდან გამოვინიშნო აირების წონაა.

თუ გაეონილი აირის წონის ფარდობას საწყის წონასთან აღენიშნავთ

$$r = \frac{E_{\text{ბა}}}{E_{\text{აფ}}}, \quad (5.51)$$

მივიღებთ

$$1 - m = (1 - r) \frac{T_{\text{აფ}}}{T_{\text{აბ}}}. \quad (5.52)$$

თუ გამოვიყენებთ აღიბატური გამოდინების ფორმულებს, მივიღებთ გა-  
მოდინების (გაგონის) სიდიდის შემდეგ დამოკიდებულებას

$$E_{\text{ბა}} = kcV \sqrt{\frac{M}{T}}, \quad (5.53)$$

სადაც  $k$  არის სათადარიგო მარაგის კოეფიციენტი და აპარატურის მდგომარეობაზე დამოკიდებულებით აიღება  $1 \div 2$ -მდე;

$c$  — კოეფიციენტი, დამოკიდებული აპარატურაში აირების წნევაზე (იხ. ქვემოთ მოყვანილი  $V. 9$  ცხრილი);

$V$  — აპარატურის შიგა მოცულობა;

$M$  — აირის მოლეკულური წონა აპარატში;

$T$  — აირის აბსოლუტური ტემპერატურა აპარატში.

ცხრილი V.9

წნევა ატ-ობით	2 ატ-ზე ნაკლები	2	7	17	41	161	401	1001
კოეფიციენტი $c$	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29	0,91	0,97

მერიოდულად საჭიროა აპარატურის ჰერმეტიზაციის ხარისხის შემოწმება, რადგანაც დროთა განმავლობაში შეერთებების სიმკვრივე ირღვევა.

თუ აპარატურაში წნევა აღწევს 20 ატ-ს, მაშინ  $\epsilon = 0,2$ . თუ პირობითად მივიღებთ, რომ  $k = 1,5$ ;  $t = 25^\circ\text{C}$  და  $M = 30$ , მაშინ (5.53) ფორმულით მივიღებთ

$$E_{\text{ბა}} = 1,5 \cdot 0,2V \sqrt{\frac{30}{273 + 25}} \approx 0,1V \text{ კგ/სთ.}$$

ანუ გაეონილი აირის რაოდენობა წინასწარ განვგარიშებისას შეგვიძლია (საშუალოდ 1 სთ განმავლობაში) აპარატურის მოცულობის 0,1-ის ტოლად ავიღოთ.

**მაგალითი.** აპარატურაში წნევა აღწევს 7 ატ, მოცულობა  $V = 30$  მ<sup>3</sup>, აპარატურის  $k = 2$ , აპარატურაში აირის (წყალბადგოგირდი) ტემპერატურა  $t = 100^\circ\text{C}$ . განვსაზღვროთ გამოეონილი აირის რაოდენობა.

**ამოხსნა.** აპარატურაში 7 ატ წნევისას  $\epsilon = 0,182$  და წყალბადგოგირდისათვის ( $V.10$  ცხრილი)  $M = 34$ . თუ შესაბამის მნიშვნელობებს ჩავსვამთ (5.53) ფორმულაში, მივიღებთ

$$E_{\text{ბა}} = 2 \cdot 0,182 \cdot 30 \sqrt{\frac{34}{273 + 100}} = 3,27 \text{ კგ/სთ.}$$

ზოგიერთი ორთქლი და აირი ჰაერთან განსაზღვრული ნარევის შექმნისას წარმოქმნის ფეთქებად (წყალბადი, ნახშირბადი, აცეტილენი, მეთანი, ამიაკი და სხვ.) ნივთიერებებს.

აირ-ჰაეროვანი ნარევეები ფეთქებასაფრთხოა მხოლოდ აირისა და ჰაერის წონითი ფარდობების განსაზღვრულ ზღვრებში, რომლებსაც აირების ფეთქებასაფრთხო ზედა და ქვედა ზღვარს უწოდებენ.

ფეთქებასაფრთხოების ქვედა ზღვარი ეწოდება ჰაერში აირის იმ მინიმალურ შემცველობას, რომელიც აალებს იწყვეს აფეთქებას.

ფეთქებასაფრთხოების ზედა ზღვარი ეწოდება აირის იმ მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც კიდევ შეიძლება იყოს ჰაერის შედგენილობაში აალებებისა და აფეთქებისას. ფეთქებასაფრთხო ზედა და ქვედა ზღვრების სიდიდეები მოცემულია V დანართში.

აიროვანი ნარევების ფეთქებასაფრთხოების ზღვრების მიხედვით განსაზღვრა (პროცენტებში მოცულობის მიმართ) შეიძლება ლე-შატელის ფორმულით

$$P_{\text{ნარ}} = \frac{100}{\frac{P_1}{\rho_1} + \frac{P_2}{\rho_2} + \dots + \frac{P_n}{\rho_n}}, \quad (5.54)$$

სადაც  $P_1, P_2, \dots, P_n$  აირის ნარევი ცალკეული აირების (ანაორთქლების) შედგენილობა %-ობით;

$\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$  — აირების ფეთქებადობის ზღვრები %-ობით.

**მაგალითი.** განვსაზღვროთ ფეთქებასაფრთხოების ქვედა და ზედა ზღვრები აიროვანი ნარევისათვის, რომელიც შედგება  $P_1=70\%$  ბენზოლისა და  $P_2=30\%$  ბენზინისგან (მოცულობითი).

**ამოხსნა.** ცხრილიდან (იხ. V დანართი) ვპოულობთ, რომ ფეთქებასაფრთხოების ქვედა ზღვრებია: ბენზოლისათვის  $\rho_1=1,4\%$  და ბენზინისათვის  $\rho_2=1,1\%$ . მათი ნარევის ფეთქებასაფრთხოების ქვედა ზღვარი იქნება

$$P_{\text{ნარ.კ}} = \frac{100}{\frac{70}{1,4} + \frac{30}{1,1}} = 1,3\%.$$

იმავე ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ ფეთქებასაფრთხოების ზედა ზღვრებია  $\rho_1=7$  და  $\rho_2=6$ .

ნარევის ფეთქებასაფრთხოების ზედა ზღვარი

$$P_{\text{ნარ.ზღ}} = \frac{100}{\frac{70}{7} + \frac{30}{6}} = 6,66\%.$$

ფეთქებასაფრთხოების თვალსაზრისით საწარმოო დანიშნულების სათავეებში რეკომენდებული კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს ფეთქებასაფრთხოების ქვედა ზღვრის  $30\%$ -ს.

აირების კონცენტრაციების გადაანგარიშება მოცულობის პროცენტებიდან წონით ერთეულებზე წარმოებს ფორმულით

$$P = \frac{MP_{\text{ბარ}}}{6,236 T} \quad (5.55)$$

სადაც  $M$  არის აირის მოლკულური წონა (მოცემულია V.10 ცხრილში);

$P_{\text{ბარ}}$  — ბარომეტრული წნევა, მმ. ვერცხ. წყ. სე-ობით;

$T$  — აირის აბსოლუტური ტემპერატურა.

მაგალითი. ჰაერში წყალბადგოგირდის ( $H_2S$ ) კონცენტრაცია შეადგენს მოცულობის 2%-ს, ჰაერის ტემპერატურა  $t = 22^\circ C$ . ვიპოვოთ კონცენტრაცია წონით ერთეულებში, როცა  $P_{\text{ბარ}} = 760$  მმ ვერცხ. წყ. სე.

ამოხსნა. მოლკულურ წონას წყალბადგოგირდისათვის ვიღებთ V.10 ცხრილიდან

$$P = \frac{34 \cdot 760}{6,236 (273 + 22)} = 14 \text{ გ/მ}^3$$

ცხრილი V.10

აირების მოლკულური წონა და კუთრი სიმბოტევალობა

აირის დასახელება	მოლკულური წონა $M$	კუთრი სიმბოტევალობა $C$ , კალ/კგ $^\circ C$ -ობით
ჰაერი	28,95	0,24
ჟანგბადი ( $O_2$ )	32	0,166
აზოტი ( $N_2$ )	28	0,182
ნახშირჟანგი ( $CO$ )	23	0,189
ამიაკი ( $NH_3$ )	17	0,152
წყალბადგოგირდი ( $H_2S$ )	34	0,299
აზოტის ორჟანგი ( $NO_2$ )	46	0,207
ქლორი ( $Cl_2$ )	71	0,37
წყალბადი ( $H_2$ )	2	—
გოგირდოვანი აირი ( $SO_2$ )	64	—
მეთანი ( $CH_4$ )	16,03	0,16
ნახშირორჟანგი ( $CO_2$ )	44	—

აირებისა და ანაორთქლების გამოყოფის ადგილებში მათი კონცენტრაცია მაქსიმალურია. გამოყოფის წყაროებიდან დაცილებით მავნე გამონაყოფების კონცენტრაცია მცირდება. აირების კონცენტრაცია სათაესის სიმალლეში და პორიზონტალური მიმართულებით არათანაბრად იცვლება.

## § 19.

### მავნე აირებთან და ანაორთქლებთან ბრძოლის საშუალებები

მავნე აირებთან და ანაორთქლებთან ბრძოლის უმთავრესი საშუალებებია: ტექნოლოგიური პროცესების რაციონალური ორგანიზაცია, მოწყობილობებისა და დანადგარების მაქსიმალური პერმეტუბაცია, წარმოების ფართო

ავტომატიზაცია, მომწამლავე ნივთიერებების ტრანსპორტირების, ჩატვირთვისა და გადმოტვირთვის მაქსიმალური შექანიზაცია.

ძლიერ მომწამლავე აირებისა და სითხეების გადასატუმბად რეკომენდებულია უჩობალო კომპრესორებისა და ტუმბოების გამოყენება.

საწარმოო დანიშნულების სათავსებში, რომლებშიც ხდება მომწამლავე აირებისა და ანაორთქლების გამოყოფა, საჭიროა მოეწყოს ლოკალიზებული ვენტილაცია.

თევსესაფრებისა და ადგილობრივი ამომწოვების სახით შეიძლება გარსაცმების, კარადების (სამუშაო ღიობებით), ქოლგების, ვიტრინების, შემინული ფარდების, გვერდითი ამომწოვებისა და სხვ. გამოყენება, რაც დაწვრილებითაა განხილული XIV თავში. ამა თუ იმ სახის თევსესაფრის გამოყენება დამოკიდებულია ტექნოლოგიური პროცესის პირობებზე. ამომწოვი საერთო ჰერცკლის ვენტილაცია გათვალისწინებული უნდა იქნეს როგორც დამატებითი ღონისძიება იმ შავნობათა წინააღმდეგ საბრძოლველად, რომლებიც ამა თუ იმ მიზეზით გაეპარება ადგილობრივ ამომწოვებს, ანდა იმ შემთხვევაში, როდესაც რაიმე მიზეზის გამო ადგილობრივი ამომწოვების მოწყობა არ ხერხდება.

იმისგან დამოუკიდებლად, არსებობს თუ არა ვენტილაცია, გათვალისწინებული უნდა იქნეს მოწყობილობა, რომელიც საწარმოო დანიშნულების სათავსების და განსაკუთრებით კი მისი ზედა ზონის (სადაც ჩვეულებრივ საშიში რაოდენობით თავს იყრის აირები და ანაორთქლები) განიავების საშუალებას იძლევა. ასეთ მოწყობილობად შეიძლება ჩაითვალოს გასაღები საკმლები და პერიოდული განიავებისათვის სპეციალურად დაყენებული ვენტილატორები. ვენტილაციის დაგეგმარებისას საჭიროა იმ ღონისძიებების გათვალისწინება, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო დანიშნულების სათავსების ზანძარ და ფეთქებაუსაფრთხოებას.

§ 20.

სათავეში ზანის გამოყოფის წყაროები და ამოქვავი  
წყლის ჩაღრმობის განსაზღვრა

ტენის დიდი რაოდენობა გამოიყოფა რეცხვის, დატენიანების, დასველების, გაშრობისა და მასალათა დაშუშავების სხვა სველი პროცესების დროს.

ტენის დიდი რაოდენობა გვაქვს კვების მრეწველობის საამქროებში, სამღებრო და ტყავის დასამუშაველ საამქროებში, აბანოებში, სამრეცხაოებში და სხვ., სადაც წყლის აორთქლება ხდება სხვადასხვა როფების ღია ზედაპირებიდან, დასველებული კედლების, იატაკის ზედაპირებიდან და დასამუშაველი მასალებიდან. ტენი და წყლის ორთქლი გამოიყოფა აგრეთვე მოწყობილობებისა და კომუნიკაციების არასიმპიდროფებიდან. წყლის ღია ზედაპირიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობა (ჩვეულებრივ, ბარომეტრული წნევისას) გამოითვლება ფორმულით

$$W = (a + 0,0174v) (P_{წყ.იომ} - P_{წყ.იომ}) F \text{ კგ/სთ,} \quad (5.56)$$

სადაც  $a$  არის ევრეთ წოდებული გარემომცველი ჰაერის გრავიტაციული ძვრადობის ფაქტორი სათავსის ჰაერის  $16 \div 30^\circ$ -მდე ტემპერატურისას და აიღება  $V.11$  ცხრილიდან;

- $v$  — აორთქლების ზედაპირთან ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ობით;  
 $P'_{\text{ხ.ორთ}}$  — სათავისის ჰაერის გამაჯერებელი წყლის ორთქლის წნევა (წყლის ზედაპირის ტემპერატურისას), მმ ვერცხ. წყ. სვ-ობით;  
 $P_{\text{ხ.ორთ}}$  — სათავისის ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის წნევა, მმ ვერცხ. წყ. სვ-ობით;  
 $F$  — აორთქლების ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით.

ცხრილი V.11

წყლის ტემპერატურა, °C-ობით	30-მდე	40	50	60	70	80	90	100-მდე
$\alpha$	0,022	0,028	0,033	0,037	0,041	0,046	0,051	0,06

სათავისის დასველებული გადამლობავი კონსტრუქციების ზედაპირიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობის განსაზღვრისას  $\alpha$  იღებენ 0,031-ის ტოლი. თუ წყლის ტემპერატურა  $t_{\text{წყ}}$  ერთ დონეზეა, მაშინ წყლის აორთქლების ზედაპირის (საჩქის) ტემპერატურას  $t_{\text{ზედ}}$  იღებენ V.12 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი V.12

$t_{\text{წყ}}$	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
$t_{\text{ზედ}}$	18	23	28	37	45	51	58	60	82	07

დასველებული ან ტენიანი მასალისაგან გამოყოფილი ტენის რაოდენობა გამოითვლება მათი ტენიანობის საწყისი და საბოლოო მნიშვნელობების სხვაობით.

თუ ლითონსაჭრელი ჩარხების საჭრისის გაცეცება წარმოებს ემულსიით, მაშინ მისგან აორთქლებული ტენის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$W = 0,15 N_{\text{საყ}} \text{ კგ/სთ,} \quad (5.57)$$

სადაც  $N_{\text{საყ}}$  მოწყობილობის საყენებელი სიმძლავრეა, კვტ-ობით.

**მაგალითი.** განვსაზღვროთ აბაზანის ღია ზედაპირიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობა შემდეგი პირობების დროს: წყლის ტემპერატურა  $t_{\text{წყ}} = 30^{\circ}\text{C}$ , სათავისის ჰაერის ტემპერატურა  $t_{\text{ა}} = 20^{\circ}\text{C}$ , სათავისის ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi = 60\%$ , ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე აორთქლების ზედაპირთან  $v = 0,3$  მ/წმ და აორთქლების ზედაპირის საერთო ფართობი  $F = 50$  მ<sup>2</sup>.

**ამოხსნა.** V.11 ცხრილიდან ეპოულობთ, რომ წყლის აორთქლების ზედაპირის ტემპერატურა, როცა  $t_{\text{წყ}} = 30^{\circ}\text{C}$  - ის ტოლია,  $t_{\text{ზედ}} = 28^{\circ}\text{C}$ . წყლის ორთქლის წნევა (ვიღებთ I დანართიდან), რომლითაც გაჯერებულია ჰაერი, როცა  $t = 20^{\circ}\text{C}$ , იქნება  $P_{\text{ხ.ორთ}} = 17,53$  მმ ვერცხ. წყ. სვ. როცა  $t = 28^{\circ}\text{C}$ ,  $P'_{\text{ხ.ორთ}} = 28,35$  მმ ვერცხ. წყ. სვ.



ჩვენს შემთხვევაში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi=60\%$ . ამიტომ სათაესის ჰაერში წყლის ორთქლის წნევა

$$P_{\text{წყ.ორთ}}=17,53 \cdot 0,6=10,52 \text{ მმ ვერცხ. წყ. სვ.}$$

V.11 ცხრილიდან ეპოულობთ, რომ, როცა ჰაერის ტემპერატურა არ აღემატება  $30^{\circ}\text{C}$ , მაშინ  $\alpha=0,022$ .

(5.56) ფორმულით ვსაზღვრავთ აორთქლებული ტენიან რაოდენობას

$$W=(0,022+0,0174 \cdot 0,3)(28,35-10,52)50=24,25 \text{ კგ/სთ.}$$

ვიცით რა სათაესში გამყოფილი ტენიის მთლიანი რაოდენობა, (3.14) ფორმულით შეგვიძლია განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა.

### ქარბ ტენთან ბრძოლის საშუალებები

როდესაც ტექნოლოგიური პროცესების პირობების გამო არ ხერხდება ტენგამოყოფი წყაროების ჰერმეტიზაციის განხორციელება, მაშინ მათზე აწყობენ ხუფებს, ქოლგებს, ფარდებს და სხვა იდგილობრივ ამომწოვებს, თავშესაფრებს წყლის ორთქლის შესაგროვებლად და მათი ადგილობრივი ამომწოვის საშუალებით გარეთ გასაყვანად. ამ საშუალებებით შეიძლება აორთქლების ზედაპირებიდან მიღებული ტენიის უმეტესი ნაწილის ლოკალიზაცია. ტენის ის დანარჩენი ნაწილი, რომლის გაყვანაც ადგილობრივმა ამომწოვებმა და თავშესაფრებმა ვერ უზრუნველყვეს, სათაესიდან გაყვანილი უნდა იქნეს საერთო ჰაერცვლის ვენტილაციის საშუალებით.

## ქაქასაჯარების გაანგარიშება

### § 21. ქაქასაჯარებში ქაქის სვაფიქარი, დინამიქური და მთლიანი წნევა

ჰაერსატარებში ან არხებში მოძრავი ჰაერის შემთხვევაში არჩევენ:

ა) სტატიკურ წნევას, ანუ წნევას, რომელიც მოქმედებს ჰაერსატარის კედლებზე. იგი გვიჩვენებს, თუ შიგა წნევა ჰაერსატარის კედლებზე რა სიდიდითაა მეტი ან ნაკლები ატმოსფერულზე. როდესაც შიგა წნევა მეტია ატმოსფერულზე, მას დადებითი მნიშვნელობა აქვს, ხოლო როცა ნაკლებია — უარყოფითი.

ჰაერსატარის კედლის იმ მონაკვეთში, რომელშიც სტატიკურ წნევას დადებითი მნიშვნელობა აქვს, თუ გავაკეთებთ ნახერტს, მაშინ ჰაერი ჰაერსატარებიდან დაიწყებს გამოდინებას ატმოსფეროში.

თუ ნახერტს გავაკეთებთ ჰაერსატარის იმ მონაკვეთში, რომელშიც სტატიკურ წნევას უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს, მაშინ პირიქით, ჰაერი ატმოსფეროდან შეეღინება ჰაერსატარში.

როგორც დადებითი, ისე უარყოფითა სტატიკური წნევა აგრეთვე შეიძლება იყოს შეკრულ ტურბელში არსებულ უძრავ ჰაერში. დადებითი სტატიკური წნევის მისაღებად საჭიროა ტურბელში ჰაერის დაჭირხნა, ხოლო უარყოფითი წნევის მისაღებად — ტურბელიდან ჰაერის ამოწოვა;

ბ) დინამიკურ წნევას, რომელიც გააჩნია მხოლოდ მოძრავ ჰაერს. ეს წნევა პროპორციულია იმ სიჩქარის კვადრატისა, რომლითაც ჰაერი მოძრაობს ჰაერსატარში.

დინამიკური წნევა გადაეცემა ყველა იმ ზედაპირს, რომლებიც მოთავსებული იქნება ჰაერის ნაკადის ნებისმიერ სიბრტყეში, გარდა იმ სიბრტყისა, რომელიც პარალელურია ჰაერის ნაკადის ღერძისა.

დინამიკურ წნევას ყველა შემთხვევაში დადებითი მნიშვნელობა აქვს.

სტატიკური და დინამიკური წნევების ჯამს საერთო ან მთლიანი წნევა ეწოდება.

მთლიანი წნევა გამოხატავს 1 მ<sup>3</sup> მოძრავი ჰაერის ენერჯიის მთლიან მარაგს.

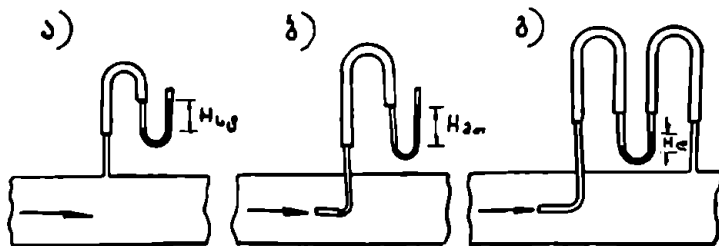
VI.1, ა ნახაზზე მოცემულია ჰაერსატარის მონაკვეთი, რომელშიც (ისრებთ ნაჩვენები მიმართულებით) მოძრაობს ვენტრილატორით დაჭირხნილი ჰაე-  
ფე

რძ. ჰაერი მოძრაობს იმიტომ, რომ მისი წნევა ჰაერსატარში  $P_{აა}$  მეტია ჰაერსატარის ირგვლივ არსებულ ატმოსფერულ წნევაზე  $P_{აბ}$ .

წნევათა სხვაობას  $\Delta P = P_{აა} - P_{აბ}$  ჰარბი წნევა ეწოდება. ეს წნევა სავენილაციო ჰაერსატარებში იმდენად უმნიშვნელო სიდიდეა, რომ ჩვეულებრივი მანომეტრით ვერ იზომება. ამიტომ ასეთ ჰაერსატარებში წნევის გასაზომად გამოიყენება მანომეტრები მსუბუქი სითხეებით — სპირტით ან წყლით. ისინი მშობით გვიჩვენებენ ჰარბ წნევას და მათ მიკრომანომეტრებს უწოდებენ.

ასეთი მიკრომანომეტრის უმარტივესი სახე მოცემულია VI.1 ნახაზზე, რომელიც წარმოადგენს  $U$ -ს მსგავსად მოღუნულ მინის მილაკს, აქვს ღია ბოლოები და შეესებულია წყლით.

თუ ჰაერსატარის (რომელშიც მოძრაობს ჰაერი) კედელზე მიეკავშირებთ მცირე დიამეტრის (0,5—1 მმ-ის თარგლებში) მილაკს ისე, რომ ის დაკავშირებული იყოს მხოლოდ ჰაერსატარის კედლის სიბრტყესთან (ნახ. VI.1, ა),



ნახ. VI.1

ბოლო მის მეორე ბოლოს რეზინის შლანგით მიუერთებთ  $U$ -ს მსგავს მანომეტრს, მაშინ მანომეტრის მუხლებში სითხის დგომის დონეთა სხვაობა გვიჩვენებს სტატიკურ წნევას. როდესაც ჰაერსატარში შიგა წნევა მეტია ატმოსფერულზე (ეს უკანასკნელი მოქმედებს მანომეტრის ღია მუხლზე), სტატიკური წნევა იქნება დადებითი, ხოლო როცა  $P_{აბ} > P_{აა}$ , მაშინ უარყოფითი და ამ შემთხვევაში სითხე მანომეტრის მარცხენა მუხლში უფრო მაღალ დონეზე იქნება, ეიღრე მარჯვენაში.

მთლიანი წნევის გასაზომად საჭიროა მილაკი ისეთნაირად მოვათავსოთ ჰაერსატარში, რომ მისი ღია ბოლო დაყენებული იყოს ჰაერის ნაკადის შემხვედრად, მისი ღერძის პარალელურად, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია VI.1, ბ ნახაზზე. მაშინ სითხის მარცხენა სვეტს მანომეტრში გადაეცემა ჰაერსატარში არსებული მთლიანი წნევა და მანომეტრის მუხლებში სითხის დგომის დონეთა სხვაობა გვიჩვენებს ჰაერის მთლიან წნევას ჰაერსატარში.

ვინაიდან დინამიკური წნევა ტოლია მთლიანი და სტატიკური წნევების სხვაობისა, ამიტომ დინამიკური წნევის განსასაზღვრავად საჭიროა ორი მილაკის გამოყენება და მათი  $U$ -ს მსგავს მანომეტრთან ისეთნაირად მიერთება, როგორც ეს ნაჩვენებია VI.1, გ ნახაზზე.

დინამიკური წნევის გასაზომად ორი მილაკის ნაცულად ჩვეულებრივ იყენებენ სპეციალურ ხელსაწყოს, ე. წ. პნემომეტრულ მილაკებს. გარდა ამისა,  $U$ -ს მსგავსი მანომეტრების გამოყენება ყოველთვის არ არის შესაძლებ-

ლი, რადგან იმ შემთხვევაში, როდესაც წნევა ჰაერსატარში დაბალია, ამ მანომეტრებით ძნელია სწორი მაჩვენებლების მიღება და ამიტომ იყენებენ სპეციალურ მიკრომანომეტრს (პნევმო-მეტრიული მილაკებისა და მიკრომანომეტრის კონსტრუქციები და მათი მუშაობის პრინციპი დაწვრილებით განხილულია XVIII თავში).

შემოვიღოთ სავენტილაციო ტექნიკაში მიღებული ტერმინოლოგია. ჰარბ წნევას ვუწოდოთ მთლიანი წნევა და აღვნიშნოთ  $H_{აა}$ , სტატიკური და დინამიკური წნევები შესაბამისად აღვნიშნოთ  $H_{სტ}$  და  $H_{დ}$ , მაშინ  $H_{აა} = H_{სტ} + H_{დ}$ . VI.1, ა ნახაზზე მოცემული მანომეტრი გვიჩვენებს  $H_{სტ}$  სიდიდეს; VI.1, ბ ნახაზზე —  $H_{აა}$ , ხოლო VI.1, გ ნახაზზე —  $H_{დ}$  სიდიდეს.

სავენტილაციო ტექნიკაში წნევა გამოიხატება მმ წყ. სე-ობით ან კგ/მ<sup>2</sup>-ობით.

დინამიკური წნევის სიდიდე (როგორც ჰიდრაულიკიდანაა ცნობილი) გამოითვლება ფორმულით

$$H_{დ} = \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ კგ/მ}^2, \quad (6.1)$$

სადაც  $\gamma$  არის ჰაერსატარში მოძრავი ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ<sup>3</sup>-ობით;

$g$  — სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>-ობით;

$v$  — ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მ/წმ-ობით და გამოითვლება ფორმულით

$$v = \frac{L}{3600F} \text{ მ/წმ}, \quad (6.2)$$

სადაც  $L$  არის ჰაერსატარის აღებულ კვეთში გამავალი ჰაერის რაოდენობა, მ<sup>3</sup>/სთ-ობით;

$F$  — ჰაერსატარის კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით.

როცა ვიცით ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, შეიძლება მისი დინამიკური წნევის განსაზღვრა.

თუ ცნობილია ჰაერსატარის კვეთის ფართობი, რომელშიც გადის ჰაერი, მასში გამავალი ჰაერის რაოდენობა შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით

$$L = 3600Fv \text{ მ}^3/\text{სთ}. \quad (6.3)$$

ჩვენ განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ჰაერსატარში ხდებოდა ჰაერის დაკვირვება.

თუ ჰაერსატარში ვენტულატორის საშუალებით შევქმნით გაუხშობებს ( $P_{აბ} > P_{აგ}$ ), მაშინ მასში წარმოიქმნება ვაკუუმი (რომლის სიდიდეც იქნება  $P_{აა} = P_{აბ} - P_{აგ}$ ), რის შედეგადაც გარე ჰაერი დაიწყებს ჰაერსატარში შეწოვას. ამ დროს წნევები მანომეტრებზე  $H_{სტ}$  და  $H_{აა}$  გვიჩვენებს უარყოფით მნიშვნელობებს.

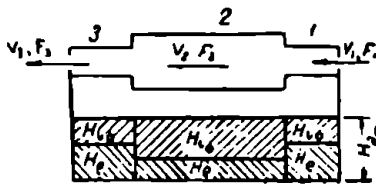
ამრიგად,

1. საჭიროა ჰაერსატარებში მთლიანი წნევა ( $H_{აა}$ ) ყოველთვის დადებითი სიდიდეა, სტატიკური წნევა ( $H_{სტ}$ ) ასევე დადებითია გარდა იმ იშვიათი შემთხვევებისა, როდესაც ჰაერის ძალიან დიდი სიჩქარეებისას ჰაერსატარის ცალკეულ უბნებზე ის შეიძლება უარყოფითი გახდეს.

2. შემწოვ ჰაერსატარებში მთლიანი და სტატიკური წნევები ყოველთვის

ჟარყოფითა, ამასთანავე, აბსოლუტურ მნიშვნელობებში მთლიანი წნევა სტატიკურ წნევაზე ნაკლებია დინამიკური წნევის სიდიდით.

სტატიკური წნევა ადვილად შეიძლება გარდაეკმნათ დინამიკურ წნევად და პირიქით, რისთვისაც საკმარისია შევცვალოთ ჰაერსატარის (რომელშიც მოძრაობს ჰაერი) კვეთი. VI.2 ნახაზზე ნაჩვენებია ცელადკვეთიანი ჰაერსატარი. ვინაიდან სამივე უბანში გადის ჰაერის ერთი და იგივე რაოდენობა, ხოლო  $F_1 < F_2$  და  $F_2 > F_3$ , ამიტომ  $v_2 < v_1$  და  $v_3 > v_1$ , შესაბამისად  $H_{e1} < H_{e2}$  და  $H_{e3} > H_{e2}$ .



ნახ. VI.2

თუ უგულვებელყოფთ წნევის დანაკარგებს (ხახუნზე და ადგილობრივ წინაღობებზე) ჰაერსატარში, მაშინ მთლიან წნევას ( $H_{e0}$ ) სამივე უბანზე ერთი და იგივე მნიშვნელობა ექნება. ამიტომ  $H_{e1}$ -ს შემცირებით იზრდება  $H_{e3}$  (იხ. ეპიურა VI.2 ნახაზზე).

მაგალითისათვის ვთქვათ  $F_2 = 2F_1$  (ნახ. VI.2), ხოლო  $v_1 = 12$  მ/წმ, მაშინ  $v_2 = \frac{12}{2} = 6$  მ/წმ.

თუ ჰაერის მოცულობითი წონა  $\gamma = 1,2$  კგ/მ<sup>3</sup>, მაშინ (6.1) ფორმულიდან მივიღებთ

$$H_{e1} = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,81} = 8,8 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$H_{e3} = \frac{1,2 \cdot 6^2}{2 \cdot 9,81} = 2,2 \text{ კგ/მ}^2.$$

ამრიგად, მე-2 უბანზე სტატიკური წნევა გაიზარდა

$$\Delta H = H_{e1} - H_{e3} = 8,8 - 2,2 = 6,6 \text{ კგ/მ}^2$$

სიდიდით.

სინამდვილეში  $\Delta H$  ოდნავ ნაკლები იქნება წნევის იმ სიდიდით, რომელიც იხარჯება ჰაერის ჰაერსატარის კედლებთან ხახუნზე და მე-2 უბანზე გადასვლისას უბად გაფართოებაზე. რაც შეეხება მთლიან წნევას, ის წინაღობების არსებობის გამო ყოველ შემდეგ კვეთში ნაკლები იქნება, ვიდრე წინაში.

ვენტილაციის გრაეიტაციულ სისტემებში მთლიანი წნევის გარდნა ჰაერსატარების სიგრძეზე ანაზღაურდება გამთბარი და ცივი ჰაერის სვეტებს შორის არსებულ წნევათა სხვაობით. ვენტილაციის მექანიკურ სისტემებში კი მთლიანი წნევის დანაკარგების ანაზღაურება ხდება სავენტილაციო ქსელში ჩართული ვენტილატორის საშუალებით.

## § 22. ქაერსატარებში ხახუნზე წნევის დანაკარგის განსაზღვრა

ნებისმიერი კვეთის ჰაერსატარში წნევის დანაკარგი ხახუნზე გამოითვლება ჰიდრაულიკიდან ცნობილი ფორმულით

$$R_{\text{ხა}} = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ კგ/მ}^2, \quad (6.4)$$

სადაც  $\lambda$  არის ხახუნის კოეფიციენტი;

$\nu$  — ჰერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ობით;

$\gamma$  — ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ<sup>3</sup>-ობით;

$g$  — სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup> ობით;

$R$  — ჰერსატარის განივი კვეთის ჰიდრავლიკური რადიუსი და წარმოადგენს განივი კვეთის  $f$  ფართობის ფარდობას მის  $P$  პერიმეტრთან, ანუ

$$R = \frac{f}{P} \text{ მ.}$$

სავენტილაციო ჰერსატარების გაანგარიშებისას, ისევე როგორც ცხელი წყლისა და ორთქლსატარების გაანგარიშების შემთხვევებში, სარგებლოდენ არა უშუალოდ საანგარიშო ფორმულებით, არამედ ამ ფორმულების საფუძველზე შედგენილი ცხრილებით ან ნომოგრამებით. ბუნებრივია, რომ შეუძლებელია ისეთი ცხრილებისა და ნომოგრამების შედგენა, რომლებიც შოიცავს არხების პრაქტიკულად შესაძლო ზომების ყველა დიაპაზონს, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეებს და სიშქისის ხარისხს. ამიტომ ჰერსატარების გაანგარიშების პროცესს ვყოფთ რამდენიმე ეტაპად. განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ჰერსატარს, რომლის დიამეტრია  $d$ , აქვს მრგვალი კვეთი და გლუვი კედლები. მაშინ შეიძლება ჩვენთვის უკვე ცნობილი (იხ. სახელმძღვანელოს I ნაწილი) ფორმულის

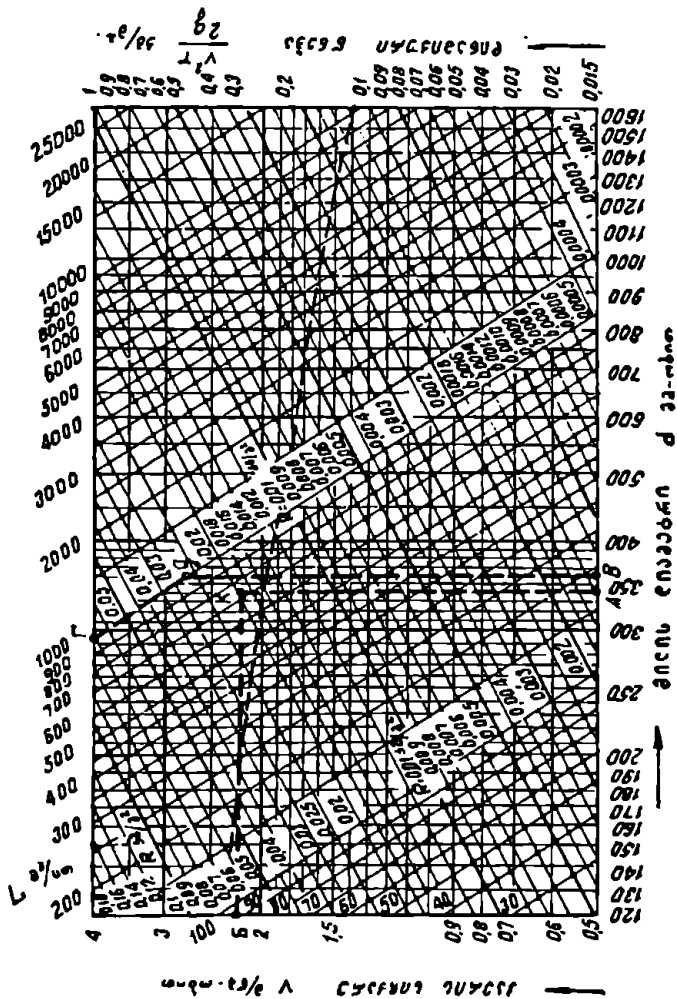
$$R_{\text{სა}} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ კგ/მ}^2 \quad (6.5)$$

და იმ ფორმულების გამოყენებით, რომლებიც ასახავენ ხახუნის კოეფიციენტის  $\lambda$  დამოკიდებულებას რეინოლდსის რიცხვზე  $Re$ , შევადგინოთ აღნიშნული სახის ჰერსატარების საანგარიშო ცხრილი ან ნომოგრამა ხახუნზე წნევის დანაკარგისა და სხვა სიდიდეების (რომლებიც ასახავენ ჰერსატარში ჰაერის მოძრაობას) განსასაზღვრავად.

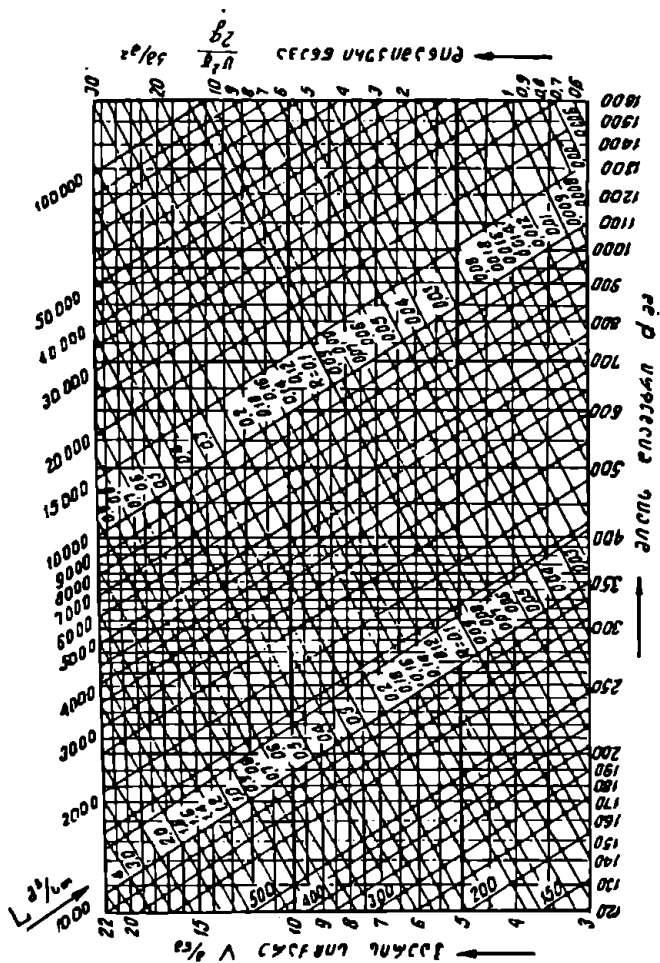
ასეთნაირად შედგენილი ნომოგრამები გლუვხედაპირებიანი მრგვალი კვეთის ჰერსატარის 1 გრძივ მეტრზე ხახუნის წინაღობის სიდიდის განსასაზღვრავად მოცემულია VI.3 და VI.4 ნახაზებზე.

იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს (6.5) ფორმულის გამოყენება არა მარტო მრგვალი კვეთის, არამედ ნებისმიერი სხვა კვეთის ჰერსატარისთვისაც, ყველაზე მეტად მიზანშეწონილი და მოსახერხებელია ვისარგებლოთ ეკვივალენტური დიამეტრის ( $d_{\text{კვ}}$ ) ცნებით. არჩევენ ეკვივალენტური დიამეტრის ორ სახეს ჰაერის სიჩქარის  $d_{\text{კვ},\text{ჰ}}$  და ჰაერის ხარჯის  $d_{\text{კვ},\text{L}}$  მიხედვით. ჰაერის სიჩქარის ეკვივალენტურ დიამეტრში იგულისხმება მრგვალი კვეთის ჰერსატარის ისეთი დიამეტრი, რომელსაც ხახუნზე წნევის კუთრი დანაკარგები ისეთივე აქვს, როგორც სწორკუთხა ან რაიმე სხვა კვეთის ჰერსატარს იმ პირობისას, როცა ორივე სახის ჰერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე ერთნაირია. ჰაერის ხარჯის ეკვივალენტურ დიამეტრში კი იგულისხმება მრგვალი კვეთის ჰერსატარის ისეთი დიამეტრი, რომელსაც ხახუნზე წნევის კუთრი დანაკარგები ისეთივე აქვს, როგორც სწორკუთხა ან რაიმე სხვა კვეთის ჰერსატარს იმ პირობის დროს, როცა ორივე სახის ჰერსატარში ჰაერის ხარჯი ერთნაირია.

ვიპოვოთ გამოსახულებები ეკვივალენტური დიამეტრებისათვის. ამისათ-



Tab. VI.3



Tab. VI.4



ვის დაეუშვათ, რომ გვაქვს  $a$  და  $\delta$  გვერდების შქონე სწორკუთხა ჰაერსატარაი. ნათელია, რომ მრგვალი კვეთის ჰაერსატარის, რომლის ჰიდრაულიკური რადიუსი ტოლია სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარის ჰიდრაულიკური რადიუსისა (მათში ჰაერის მოძრაობის ტოლი სიჩქარეებისას), ექნება ხახუნზე წნევის იგივე დანაკარგი, რაც სწორკუთხას, თუ

$$\frac{\alpha_{\text{მრგ}}}{d_{\text{ჰ.რ.}}} = \frac{\lambda_{\text{ს.კ.}}}{4R}. \quad (6.6)$$

თუ  $\alpha_{\text{მრგ}}$  და  $\lambda_{\text{ს.კ.}}$  სიდიდეების ნაცვლად ჩავსვამთ რეინოლდსის რიცხვით გამოსახულ მათ მნიშვნელობებს, დაერწმუნდებით, რომ (6.6) განტოლება ვახლება იგივეობა, როცა

$$d_{\text{ჰ.რ.}} = 4R.$$

თუ  $R$  სიდიდის ნაცვლად ჩავსვამთ ჰიდრაულიკური რადიუსის განსაზღვრავ სიდიდეებს, მივიღებთ

$$d_{\text{ჰ.რ.}} = \frac{2a\delta}{a+\delta}. \quad (6.7)$$

კერძო შემთხვევაში, როცა კვეთი კვადრატულია ( $a=\delta$ ),

$$d_{\text{ჰ.რ.}} = a.$$

მაგრამ ჰაერის მოძრაობის ტოლი სიჩქარეების დროს ჰაერსატარების კვეთები სხვადასხვა იქნება, რის შედეგადაც მათში ჰაერის ხარჯებიც სხვადასხვა იქნება. ამაში ადვილად დაერწმუნდებით, თუ ერთმანეთს შევადარებთ მრგვალი ჰაერსატარის კვეთის ფართობს და კვადრატული კვეთის ჰაერსატარის

$$d_{\text{ჰ.რ.}} = \frac{2aa}{a+a} = a, \text{ მაგრამ } a^2 > \frac{\pi}{4} d_{\text{ჰ.რ.}}^2.$$

ამიტომ ჰაერის სიჩქარეების ტოლობისას ჰაერის ხარჯი სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარში მეტი იქნება, ვიდრე მრგვალი კვეთის ჰაერსატარში.

ჰაერის ხარჯის ეკვივალენტური დიამეტრი კი შეიძლება მივიღოთ ქვემოთ მოყვანილი განტოლებიდან

$$\frac{\lambda_{\text{მრგ}}}{4R_{\text{მრგ}}} \cdot \frac{v_{\text{მრგ}}^2 \gamma}{2g} = \frac{\lambda_{\text{ს.კ.}}}{4R_{\text{ს.კ.}}} \cdot \frac{v_{\text{ს.კ.}}^2 \gamma}{2g}.$$

თუ  $\lambda$  სიდიდის ნაცვლად ჩავსვამთ მის განსაზღვრავ შესაბამის გამოსახულებებს, როგორც  $R_e$  რიცხვის ფუნქციებს, და თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$R_{e\text{მრგ}} = \frac{d}{4} \text{ და } R_{e\text{ს.კ.}} = \frac{a\delta}{2(a+\delta)},$$

მაშინ შეიძლება ზემოთ მოყვანილ განტოლებებში ჰაერის სიჩქარეების ჰაერის ხარჯებით შეცვლით და ამ უკანასკნელის ერთმანეთთან გატოლებით მივიღოთ გამოსახულება

$$d_{\text{ჰ.რ.}} = 1,265 \sqrt[5]{\frac{a^2 \delta^2}{a+\delta}}. \quad (6.8)$$

ეს არის სწორკუთხა ჰაერსატარის ეკვივალენტური დიამეტრი მრგვალ და სწორკუთხა ჰაერსატარში ჰაერის ერთნაირი ხარჯის დროს მქისეზედაპირიანი მიღებისათვის (ჰაერსატარებისთვის).

ჰიდრავლიკურად გლუვი ჰაერსატარებისათვის ვიყენებთ პროფ. გ. შაქსიმოვის ფორმულას

$$d_{\text{ავ.}L} = 1,22 \sqrt[4]{\frac{4,75}{(a+\delta)^{1,25}} \frac{a^3 \beta^2}{\dots}} \quad (6.9)$$

ამ ფორმულების გამოყენებისას ხახუნის კოეფიციენტები  $\lambda$  მრგვალი და სწორკუთხა ჰაერსატარებისთვის პირობით მიღებულია ერთნაირი.

ეს (6.8 და 6.9) ფორმულები გაცილებით უფრო რთულია ეკვივალენტური სიჩქარეების განსასაზღვრავ (6.7) ფორმულასთან შედარებით. ამიტომ სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარების გაანგარიშებისას პრაქტიკაში უმეტესად სარგებლობენ ჰაერის სიჩქარეების ეკვივალენტური დიამეტრით.

იმისათვის, რომ გავადვილოთ და დაეაჩქაროთ ეკვივალენტური დიამეტრების პოვნის პროცესი, VI დანართში მოცემულია (სიანგარიშო ფორმულების საშუალებით შედგენილი)  $d_{\text{ავ.}L}$  და  $d_{\text{ავ.}r}$  განსასაზღვრავი ნომოგრამა.

ამრიგად, სწორკუთხა ჰაერსატარებისთვის ხახუნის წინალობის სიდიდის განსაზღვრა დაუფანილია ( $d_{\text{ავ.}r}$  და  $d_{\text{ავ.}L}$ ) ეკვივალენტური დიამეტრების პოვნაზე და ხახუნზე წნევის დანაკარგების განსაზღვრაზე მრგვალი კვეთის ჰაერსატარებისთვის  $d_{\text{ავ.}r}$  და  $d_{\text{ავ.}L}$ -ის ტოლი დიამეტრით.

$d_{\text{ავ.}r}$  სიდიდით სარგებლობენ მაშინ, როდესაც საჭიროა ჰაერსატარში უზრუნველყონ არა მარტო განსაზღვრული ხარჯი, არამედ ჰაერის მოძრაობის განსაზღვრული სიჩქარეც, ხოლო  $d_{\text{ავ.}L}$  სიდიდით იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე არ არის ლიმიტირებული.

მაგალითი. ვიპოვოთ 1 გრძ. მ სიგრძეზე ხახუნზე წნევის დანაკარგი ჰაერსატარისთვის, რომლის ზომებია:  $a=250$  მმ,  $\delta=500$  მმ, ჰაერის ხარჯი  $L=1000$  მ<sup>3</sup>/სთ.

ამოხსნა. დანართში მოცემული VI ნომოგრამის საშუალებით ვპოულობთ  $d_{\text{ავ.}r}$  და  $d_{\text{ავ.}L}$  სიდიდეებს.

$d_{\text{ავ.}r}$ -ს საპოვნელად  $A-B$  სწორი ხაზით ვაერთებთ  $a=250$  მმ და  $\delta=500$  მმ წერტილებს. ამ ხაზის გადაკვეთის წერტილი ( $k$ ) ნომოგრამის შუა სკალასთან გვადლევს სიჩქარის ეკვივალენტურ დიამეტრს. ანალოგიურად  $B-F$  ხაზის გადაკვეთის წერტილი ( $g$ ) გვადლევს ხარჯის ეკვივალენტურ დიამეტრს.

მივიღეთ, რომ  $d_{\text{ავ.}r}=340$  მმ და  $d_{\text{ავ.}L}=360$  მმ. ამის შემდეგ ვსაზღვრავთ ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს

$$v = \frac{1000}{3600 \cdot 0,25 \cdot 0,5} \approx 2,2 \text{ მ/წმ.}$$

ვიცით რა, რომ  $d_{\text{ავ.}r}=340$  მმ და  $v=2,2$  მ/წმ, VI,3 ნახაზზე მოცემული ნომოგრამით ვსაზღვრავთ  $R_{\text{ახ}}$  სიდიდეს, რისთვისაც აბსცისთა ლერძზე ვპოულობთ  $d_{\text{ავ.}r}=340$  მმ სიდიდის შესაბამის წერტილს ( $A$ ) და აღვმართავთ პერპენდიკულარს. ამ ხაზისა და  $v=2,2$  მ/წმ წერტილიდან ( $B$ ) გატარებული ხაზების გადაკვეთის წერტილი ( $k$ ) იქნება საძიებელი სიდიდე და ის ტოლია  $R_{\text{ახ}}=0,02$  კვ/მ<sup>2</sup>.

ქინაიდან  $d_{\text{კლ}} = 360$  მმ და  $L = 1000$  მ/სთ, იმავე ნომოგრაფით (იხ. წერტილი  $g$ ) ეპოულობთ საძიებელ სიდიდეს  $R_{\text{კლ}} = 0,027$  კგ/მ<sup>2</sup>.

აღნიშნული ნომოგრაფით ვსარგებლობთ იმ შემთხვევაში, როდესაც ვენტილაციის ბუნებრივი სისტემა გვაქვს. თუ სისტემა მექანიკურია, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ VI.4 ნახაზზე მოცემული ნომოგრაფით.

**§ 23. ადგილობრივი წინაღობების სხვაობი. ქაერის წნავის დანაკარგები ადგილობრივ წინაღობაზე**

ცნობილია, რომ ჰაერსატარის ნებისმიერი მოყვანილობის (ფასონურ) ნაწილში, ჰაერის ნაკადის მიმართულების ან მისი განივი კვეთის შეცვლის გამო, ჰაერის გრივალისებური მოძრაობის შედეგად ადგილი აქვს (გარდა ხახუნზე წნევის დანაკარგებისა) მოძრავი ჰაერის ენერჯიის (წნევის) კარგეას, რომელსაც ადგილობრივ წინაღობებს უწოდებენ. ადგილობრივ წინაღობებს მიეკუთვნება: ჰაერსატარის ფასონური ნაწილები, ჰაერგამომშვები, ჩამკეტ-მარეგულირებელი და სხვადასხვა სავენტილაციო მოწყობილობა.

ადგილობრივი წინაღობების აეროდინამიკური დახასიათების თვალსაზრისით შემოღებულია ფრიად მოსახერხებელი უგანზომილებო სიდიდე — ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი, რომელსაც აღნიშნავენ  $\xi$  ასოთი. ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი წარმოადგენს მოცემულ ადგილობრივ წინაღობაში ჰაერის წნევის  $\rho$  დანაკარგების ფარდობას  $H_{\rho}$  დინამიკურ წნევასთან, ე. ი.

$$\xi = \frac{H_{\rho}}{H_{\rho}}$$

ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტების განსაზღვრა ხდება ცდების საშუალებით და მათი მნიშვნელობები მოცემულია ცნობარებში.

თუ ჰაერსატარის უბანზე ან ორი მომიჯნავე უბნის საზღვარზე ხდება ჰაერის დინების სიჩქარის ცვლილება, რასაც ადგილი აქვს ჰაერსატარების, სამკაპების, ჯვარედნებისა და ა. შ. კვეთების შეცვლისას, მაშინ ადგილობრივი წინაღობების  $\xi$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი კვეთისთვისაა აღებული დინამიკური წნევა — ადგილობრივ წინაღობამდე, თუ მის შემდეგ. შესაძლო შეცდომის თავიდან ასაცილებლად ასეთ შემთხვევებში საჭიროა ვაჩვენოთ, თუ რომელ კვეთს მიეკუთვნება ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი.

თუ ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი განსაზღვრულია ( $f$ ) მცირე კვეთისთვის ჰაერის  $v_f$  სიჩქარით, ხოლო გვინდა მივაკუთვნოთ ( $F$ ) დიდ კვეთს ჰაერის  $v_F$  სიჩქარით, მაშინ გადაანგარიშებისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ ფორმულით

$$\xi_F = \xi_f \frac{F}{f} = \xi_f \left( \frac{v_f}{v_F} \right)^2, \quad (6.10)$$

მრგვალი კვეთის ჰაერსატარებისათვის კი ფორმულით

$$\xi_F = \xi_f \left( \frac{d_F}{d_f} \right)^2 \quad (6.11)$$

ხოლო თუ საჭიროა  $\xi$  დიდი კვეთიდან ( $F, v_F$ ) შივაკუთუნოთ მცირე კვეთს ( $f, v_f$ ), მაშინ გვექნება უკუდამოკიდებულება

$$\xi_f = \xi_F \frac{f}{F} = \xi_F \left( \frac{d_f}{d_F} \right)^2 = \xi \left( \frac{v_F}{v_f} \right). \quad (6.12)$$

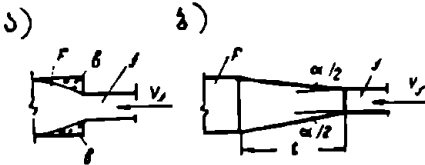
თუ ვიცით ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი და (აღებულ კვეთში) ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მაშინ შეიძლება წნევის დანაკარგი ადგილობრივ წინალობაში განესაზღვროთ ცნობილი ფორმულით

$$\tau = \xi \frac{\gamma v^2}{2g} = \xi H_e \text{ კგ/მ}^2. \quad (6.13)$$

ქვემოთ განვიხილოთ ადგილობრივი წინალობების ძირითადი სახეობები.

### ჰაერსატარის კვეთის გაფართოება

ჰაერსატარის უცბად გაფართოებისას (ნახ. VI.5, ა) ჰაერის ნაკადით მთლიანად არ შეივსება ახალი კვეთი, რის შედეგადაც კუთხეებში (ბ) წარმოიქმნება გრივალური ზონა, რაც იწვევს ენერჯის კარგვას გაფართოებაზე და აკრიველავს. იმისათვის, რომ შევამციროთ წნევის დანაკარგები, საჭიროა ჰაერსატარის კვეთის არა უცბად, არამედ მდოვრე გაფართოება, რისთვისაც იყენებენ სპეციალურ ფა-



ნახ. VI.5

სონურ ნაწილს (ნახ. VI.5, ბ), ე. წ. დიფუზორს.

უცბად გაფართოებისას ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი

$$\xi = \left( 1 - \frac{v_f}{v_F} \right)^2. \quad (6.14)$$

თუ ჰაერის სიჩქარეებს შევსებთ ჰაერსატარების შესაბამისი ფართობებით, მივიღებთ

$$\xi = \left( 1 - \frac{f}{F} \right)^2 \quad (6.15)$$

ჰაერსატარიდან ჰაერის გარეთ გამოდინებისას  $F = \infty$  და ამიტომ (6.15) ფორმულიდან მივიღებთ, რომ  $\xi = 1$ .

დიფუზორის შემთხვევაში ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი

$$\xi_f = k \left( 1 - \frac{f}{F} \right)^2. \quad (6.16)$$

$k$  კოეფიციენტი განისაზღვრება ლაბორატორიული ცდებით. VI.1 ცხრილში მოცემულია ადგილობრივი წინალობების კოეფიციენტების მნიშვნელობები მრგვალი კვეთის დიფუზორებისათვის.

დიფუზორში ჰაერის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის შემცირების შედეგად ეცემა დინამიკური წნევა და იზრდება სტატიკური წნევა. თვითონ დი-

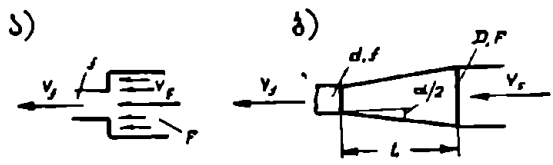
F/f	f/F	კუთხის $\alpha$ მნიშვნელობები გრადუსებით				
		10	15	20	25	30
1,25	0,9	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
1,5	0,66	0,02	0,04	0,05	0,07	0,1
1,75	0,57	0,03	0,06	0,07	0,12	0,17
2	0,5	0,04	0,09	0,1	0,15	0,21
2,25	0,44	0,04	0,09	0,12	0,21	0,28
2,5	0,4	0,06	0,1	0,14	0,24	0,31

ფუზორში გვაქვს წნევის დანაკარგები, რომლებიც გამოწვეულია დიფუზორის კედლებიდან ნაკადის მოწყვეტითა და გრივალის წარმოშობით, აგრეთვე ხახუნით. დანაკარგების არსებობის გამო დიფუზორში სტატიკური წნევა იზრდება სიდიდით, რომელიც ნაკლებია იმ სიდიდეზე, რომლითაც შვირდება დინამიკური წნევა. VI.1 ცხრილიდან ჩანს, რომ წნევის უმცირესი დანაკარგები გვექნება, როცა დიფუზორის გაშლის კუთხე შვირება ( $\alpha = 10^\circ$ ). გაშლის კუთხის გაზრდით დიფუზორში წნევის დანაკარგები შესამჩნევად იზრდება და კუთხის  $45^\circ$ -ზე მეტად გაშლის შემთხვევაში ის ფაქტიურად აღწევს სიდიდეებს, რომლებიც შეესაბამება დანაკარგებს უცბად (დიფუზორის გარეშე) გაფართოებისას.

ვენიტლატორის შემდეგ დაყენებული დიფუზორებისათვის, როცა გაშლის კუთხე  $\alpha$  ტოლია  $25 \div 55^\circ$ ,  $\xi = 0$ .

**ჰაერსატარის კვეთის შევიწროება**

ჰაერსატარის უცბად შევიწროებისას (ნახ. VI.6, ა) ჰაერის დარტყმისა და ნაკადის უცბად შეკუმშვისა და შემდგომი გაფართოების შედეგად ხდება ენერჯის დაკარგვა. რომ შევამციროთ წნევის დანაკარგები, საჭიროა ჰაერ-



ნახ. VI.6

სატარის კვეთის არა უცბად შევიწროება, არამედ მდოგრე გადასვლა ფართო კვეთიდან უფრო ვიწროსკენ, რისთვისაც იყენებენ სპეციალურ ფანონურ ნაწილს (ნახ. VI.6, ბ), ე. წ. კონფუზორს. დიფუზორისგან განსხვავებით, კონფუზორში ადგილი აქვს დინამიკური წნევის ზრდას და სტატიკური წნევის შემცირებას. სტატიკური წნევის გადასვლა დინამიკურ წნევაში თავის მხრივ

იწვევს წნევის კარგვას, თუმცა ეს სიდიდე მდოკრე კონფუზორის შემთხვევაში უმნიშვნელოა.

ჰაერსატარის უცბად შევიწროებისას ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$\xi_r = 0,5 \left(1 - \frac{f}{F}\right), \quad (6.17)$$

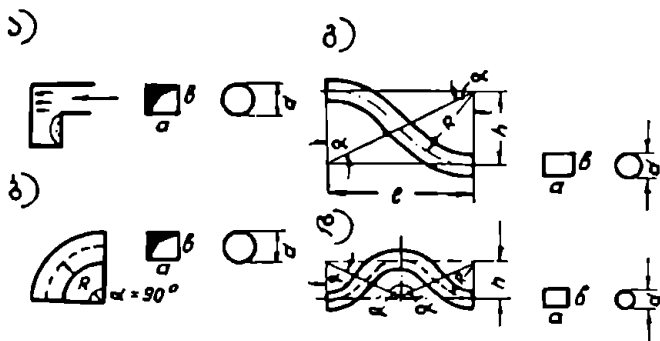
ხოლო კონფუზორის შემთხვევაში — ფორმულით

$$\xi_r = 0,5 \sin \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{f}{F}\right). \quad (6.18)$$

### ჰაერის მოძრაობის მიმართულების შეცვლა

ჰაერის მოძრაობის მიმართულების შეცვლა ხდება ფასონური ნაწილებით. VI.7 ნახ-ზე ნაჩვენებია ზოგიერთი მათგანი: ა) მუხლი, ბ) სარინი, გ) იხეკისერა, დ) შემოსაელები.

მუხლში ხდება ჰაერის ნაკადის დარტყმა, ხოლო შემდეგ მისი შემობრუნება, ამიტომ მათში წნევის დანაკარგები დიდია. მათ შესამციარებლად მუხ-



ნახ. VI.7

ლების მაგივრად იყენებენ სარინებს, რომლებშიც მდოკრედ, დარტყმების გარეშე ხდება ნაკადის მიმართულების შეცვლა. სარინის ადგილობრივი წინალობების კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია  $R$  რადიუსზე,  $\alpha$  მობრუნების კუთხეზე და ჰაერსატარის კვეთზე. შრგვალი კვეთის ჰაერსატარებისთვის შემომრგვალების  $R$  რადიუსი ჩვეულებრივ აიღება  $1,5d$ , ხოლო როდესაც გადასაადგილებელ ჰაერში ბევრი შექანიკური მინარეცია, მაშინ  $R$  აიღება 2-დან 3მ-მდე, რაც უზრუნველყოფს სარინების დაკობის უსაფრთხოებას.

სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარების სარინებისათვის მობრუნების რადიუსი აიღება ჰაერსატარის კვეთის იმ გვერდის ტოლი, რომლის სიბრტყეშიც ხდება შემობრუნება.

სარინების ადგილობრივ წინალობათა კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$\xi = C_1 C_2 C_3,$$

სადაც  $C_1$  არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შემობრუნების რადიუსს;

$C_2$  — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შემობრუნების კუთხეს;

$C_3$  — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს პერსტატარის კვეთის ფორმას.

ამ კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოცემულია VI.2 ცხრილში.

ცხრილი VI.2

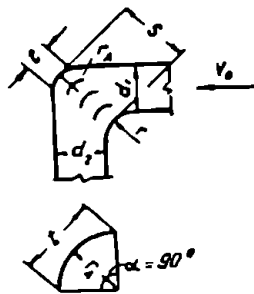
$R/d$ ან $R/b$	1	1,5	2	$\alpha$	30°	45°	60°	90°	$b/a$	0,5	0,6	1	1,5	2,0
$C_1$	0,25	0,175	0,15	$C_2$	0,46	0,62	0,72	1	$C_3$	1,5	1,3	1	0,7	0,48

შენიშვნა: მრგვალი კვეთის მუხლისათვის  $\xi=1,1$ , ხოლო სწორკუთხა კვეთის მუხლისთვის  $\xi=1,1C_3$ ;

ბშირად პერსტატარებზე მუხლების დაყენება გვიხდება ვენტრიატორის შექმნაში მიღებული ახლოს. ამ შემთხვევაში მუხლის შიგა კედელთან წარმოიქმნება გრივალური ზონა, რის შედეგადაც ვენტრიატორის თვლის ფრთებზე შეწოვილი პერსტატარის მიწოდება ხდება არათანაბრად და პერსტატარის მოძრაობისას თვლის ფრთების ნაწილი არ მუშაობს, ანუ ეცემა ვენტრიატორის მწარმოებლობა და ვენტრიატორის მიერ შექმნილი წნევა. გარდა ამისა, ეს გარემოება იწვევს დიდ ხმაურს და ვენტრიატორის უდროო ცვეთას.

ამ ხარვეზების თავიდან აცილება შეიძლება, თუ უშუალოდ მუხლში დავაყენებთ მიმართულ ფრთებს (ნახ. VI.8). მათი დაყენება ძნელია მრგვალი კვეთის მუხლებში, მაგრამ ადვილად ხორციელდება სწორკუთხა კვეთის მუხლებში. მათი დაყენებით 3—4-ჯერ და მეტად მცირდება ადგილობრივი წინაღობების კოეფიციენტები.

იხვესიერას და შემოსავლები ფასონური ნაწილების ადგილობრივ წინაღობათა კოეფიციენტების სიდიდეებიც დამოკიდებულია მობრუნების  $\alpha$  კუთხეზე მათი განივი კვეთის ფორმასა და  $R/d$  ან  $R/b$  ფარლობაზე.



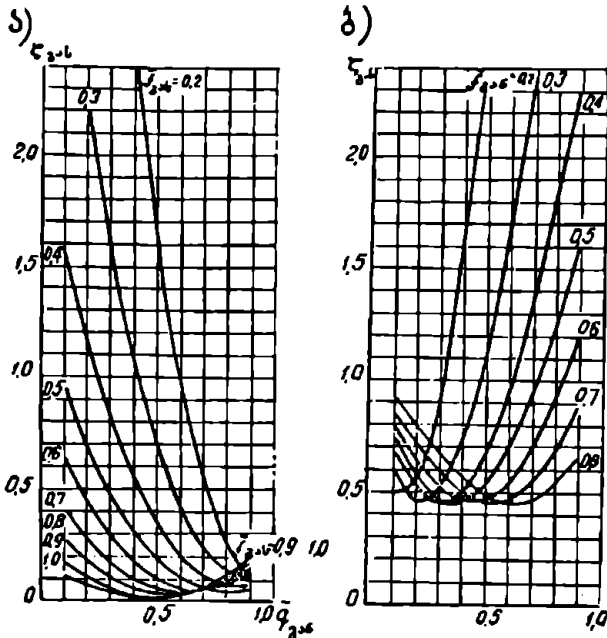
ნახ. VI.8

## § 24.

## ნაქაღების შეკვეთა და დაყოფა

პერსტატარის ნაქაღების შეკვეთას ადვილი აქვს სამკაპებსა და ჯვარედნებში პერსტატარის ამოწოვისას, ხოლო დაყოფას — დაწნების დროს. სამკაპებსა და ჯვარედნებში იხილავენ ორი სახის წინაღობას: გასვლაზე, როდესაც პერსტატარის ნაქაღი მიჰყვება სამკაპის ან ჯვარედნის ძირითადი ლულის მიმართულებას, და განშტოებაზე, როდესაც ნაქაღი გამოეყოფა მოხვევით. ცხადია, რომ ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტები ნაქაღების შეკვეთისა და დაყოფის დროს

იქნება სხვადასხვა. მათი განსაზღვრა შესაძლებელია ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შედგენილი გრაფიკებიდან და ცხრილებიდან.



ნახ. VI.9

VI. 9 ნახაზზე მოცემულია გრაფიკები, რომლებითაც განისაზღვრება ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტის სიდიდე ნაკადების დაყოფის დროს

სამკაპში (ნახ. VI.10) როგორც გასვლაზე (ნახ. VI.9, ა), ასევე განშტოებაზე (ნახ. VI.9, ბ). ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტის სიდიდე მოცემულია სამკაპის ლულაში არსებული დინამიკური წნევის მიმართ.

VI.3 და VI.4 ცხრილებში მოყვანილია ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტების სიდიდეები სამკაპებში ნაკადების შერევის დროს, რომელთა განშლის კუთხე შეადგენს 45°. ეს კოეფიციენტები აღებულია შესაბამის განშტოებაში არსებული დინამიკური წნევის მიმართ.

ზემოაღნიშნული გრაფიკები და ცხრილები შედგენილია შემდეგი ფარდობითი სიდიდეების მიხედვით:

გასასვლელის ფარდობითი განივი კვეთის ფართობი

$$\bar{f}_{გას} = \frac{f_{გას}}{f_{ც}} = \left( \frac{d_{გას}}{d_{ც}} \right)^2; \quad (6.19)$$



ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი  $\xi_{\text{გან}}$  განსტობაზე სამკაებში  
( $\alpha=45^\circ$ ) ნაკადების შერევის დროს

$\bar{f}_{\text{გან}}$	$\bar{f}_{\text{გან}} \backslash \bar{q}_{\text{გან}}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,2	0,9 0,6-1	0,4 0,3 0,5	0,8 —	1 —	1 —	1 —	— —
0,3	0,75 0,5-1	-0,6 -0,4 -0,1	0,2 0,1 0,5	0,4 0,3 0,7	0,5 0,4 0,8	0,6 0,5 0,9	0,6 0,5 0,9
0,4	0,75 0,5-1	-1,7 -2,8 -0,6	0 0 0,4	0,4 0,3 0,8	0,5 0,4 0,7	0,5 —	0,5 —
0,5	0,7 0,5-1	-2,7 -7,2 -1,9	-0,5 -1,5 0	0,3 0 0,4	0,5 —	0,5 —	0,5 —
0,6	0,39 0,2-0,8	-16 -30 -8	-4,4 -9 -2	-1,2 -2,3 -0,3	-0,1 -0,8 0,2	0,3 0,1 0,5	0,5 —

შენიშვნა.  $\xi_{\text{გან}}$  აიღება განსტობაში არსებული სიჩქარის მიმართ.

ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი  $\xi_{\text{გან}}$  ვახვლაზე სამკაებში  
( $\alpha=45^\circ$ ) ნაკადების შერევის დროს

$\bar{f}_{\text{გან}}$	$\bar{f}_{\text{გან}} \backslash \bar{q}_{\text{გან}}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,5	0,6 0,5-0,8	0,5 —	0,5 —	0,5 —	0,5 —	0,4 —	0,1 -0,1 0,4
0,6	0,34 0,2-0,6	0,3 —	0,3 —	0,2 —	0,0 -1 0,4	-0,8 -3 0,1	-3,2 -8 -0,8
0,7	0,32 0,2-0,6	0,3 —	0,3 —	0,2 -0,2 0,3	-0,2 -1,3 0,2	-1,2 -4 0	-4,5 -12 -1,3
0,8	0,32 0,2-0,6	0,3 —	0,3 0,1 0,4	0,2 -0,4 0,4	-0,3 -1,4 0,2	-1,8 -5,3 -0,4	-6,3 -16 -2,6
0,9	0,32 0,2-0,6	0,3 —	0,3 0 0,4	0,1 -0,6 0,4	-0,5 -2,4 0,2	-2,5 -7,6 -0,5	-8,3 -21 -3,2

შენიშვნა.  $\xi_{\text{გან}}$  აიღება გასასვლელში არსებული დინამიური წნევის მიმართ.

განშტოების ფარლობითი განივი კვეთის ფართობი

$$\bar{f}_{\text{გან}} = \frac{f_{\text{გან}}}{f_{\text{L}}} = \left( \frac{d_{\text{გან}}}{d_{\text{L}}} \right)^2; \quad (6.20)$$

ჰაერის ფარლობითი ხარჯი განშტოებაში

$$\bar{q}_{\text{გან}} = \frac{L_{\text{გან}}}{L_{\text{L}}}, \quad (6.21)$$

სადაც  $f_{\text{L}}$ ,  $f_{\text{გან}}$  და  $f_{\text{გან}}$  შესაბამისად არის სამკაპის ლულის, გასასვლელისა და განშტოების განივი კვეთის ფართობები.

$d_{\text{L}}$ ,  $d_{\text{გან}}$  და  $d_{\text{გან}}$  — შესაბამისად სამკაპის ლულის, გასასვლელისა და განშტოების დიამეტრები (ნახ. VI.10).

$L_{\text{გან}}$  და  $L_{\text{L}}$  — შესაბამისად ჰაერის ხარჯები განშტოებასა და ლულაში.

როგორც VI.3 და 4 ცხრილებიდან ჩანს, ნაკადების შერევის დროს ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტს შესაძლოა ჰქონდეს უარყოფითი მნიშვნელობა. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ შერევის პროცესში ერთ-ერთი ნაკადის ენერჯიის მარაგი იზრდება მეორე ნაკადის ენერჯიის მარაგის შემცირების ხარჯზე. მთლიანად ორივე ნაკადის ჯამური ენერჯიის მარაგი, ცხადია, მცირდება ჰაერის შერევით გამოწვეული აგრიგლების შედეგად.

მაგალითი. განვსაზღვროთ ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტები გასვლაზე და განშტოებაზე ამოწოვაზე მომუშავე სამკაპში (ნაკადების შერევა) შემდეგი პირობებისათვის:  $L_{\text{L}} = 8000$  მ<sup>3</sup>/სთ;  $L_{\text{გან}} = 2600$  მ<sup>3</sup>/სთ;  $d_{\text{L}} = 560$  მმ;  $d_{\text{გან1}} = 500$  მმ;  $d_{\text{გან2}} = 355$  მმ.

ამოიხსნა:

$$\bar{f}_{\text{გან1}} = \left( \frac{d_{\text{გან1}}}{d_{\text{L}}} \right)^2 = \left( \frac{500}{560} \right)^2 = 0,81;$$

$$\bar{f}_{\text{გან2}} = \left( \frac{d_{\text{გან2}}}{d_{\text{L}}} \right)^2 = \left( \frac{355}{560} \right)^2 = 0,36;$$

$$\bar{q}_{\text{გან}} = \frac{L_{\text{გან}}}{L_{\text{L}}} = \frac{2600}{8000} = 0,33.$$

მიღებული სიდიდეების მიხედვით გრაფიკებიდან ვპოულობთ

$$\xi_{\text{გან1}} = 0,15 \text{ (ნახ. VI.9, ა) და } \xi_{\text{გან2}} = 0,5 \text{ (ნახ. VI.9, ბ).}$$

გარდა ზემოთ განხილული ფასონური ნაწილებისა, სავენტილაციო პრაქტიკაში გვხვდება ფრიალ მრავალფეროვანი ადგილობრივი წინალობები, რომლებსთვისაც ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულია საცნობარო ლიტერატურაში.

ზოგიერთი მათგანი, რომლებიც შედარებით უფრო ხშირად გვხვდება სავენტილაციო სისტემების გაანგარიშების დროს, მოცემულია IX დანართში.

## § 25.

### ქაპილარების ქსლის გაანგარიშების მეთოდიკა

ვენტილაციის სისტემების ჰაერსატარების აეროდინამიკური გაანგარიშების პრაქტიკაში ჩვეულებრივ გამოიყენება წნევის კუთრი დანაკარგის მეთოდი, რომელიც პრინციპულად არ განსხვავდება გათბობის სისტემის ჰიდრაუგის

ლიკური გაანგარიშების მეთოდისაგან. მხოლოდ უნდა შეენიშნოთ, რომ ადგილობრივ წინალობებზე მოსული წნევის კარგების წილი ენტილატიის პაერსატარებში გაცილებით უფრო დიდია და ზუსტად განსაზღვრას შიოთხოვს.

სავენტილატიო სისტემების გაანგარიშება შეიძლება წარიმართოს ორი გზით:

1. მოცემული საანგარიშო წნევის სიდიდის მიხედვით განისაზღვროს პაერსატარების ზომები;

2. პაერსატარების წინასწარ დასახული კვთების მიხედვით განისაზღვროს წნევის სიდიდე, რომელიც უნდა განავითაროს ენტილატორმა, რათა უზრუნველყოს პაერსატარებში საჭირო რაოდენობის პაერის გატარება. პირველი წესი გამოიყენება ბუნებრივი არხული სისტემების გაანგარიშებისათვის, ვინაიდან ბუნებრივი წნევის სიდიდე წინასწარაა განსაზღვრული და უცვლელია. ენტილატიის შექანიკურ სისტემებში წნევის სიდიდე წინასწარ განსაზღვრული არ არის და ამიტომ უფრო მიზანშეწონილია მეორე წესის გამოყენება.

პაერსატარების კვთების წინასწარი მიღება ხდება ეკონომიურად ყველაზე მიზანშეწონილი სიჩქარის მიხედვით. შექანიკური ენტილატიის სისტემებში ოპტიმალურ სიჩქარედ მიიღება: მაგისტრალურ და შემკრებ პაერსატარებში 8—12 მ/წმ; განშტოებებში 4—8 მ/წმ; მოდინებით და ამოშწოვ შესატბენი 4—6 მ/წმ.

საზოგადოებრივ შენობებში პაერსატარების კვთების შერჩევის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მათ შერწყმას შენობის ინტერიერთან. ამიტომ მათი კვთის ხშირი ცვლა არასასურველია. ასეთ შემთხვევაში პაერსატარს აწუობენ უცვლელი კვთით, ხოლო მასში პაერის მოძრაობის სიჩქარე იცვლება. ენტილატორისაგან დაშორებულ უბნებში მიიღება უფრო დაბალი სიჩქარეები (2—4 მ/წმ) და ქენტილატორთან მიახლოებისას თანდათანობით შატულობს (8—12 მ/წმ).

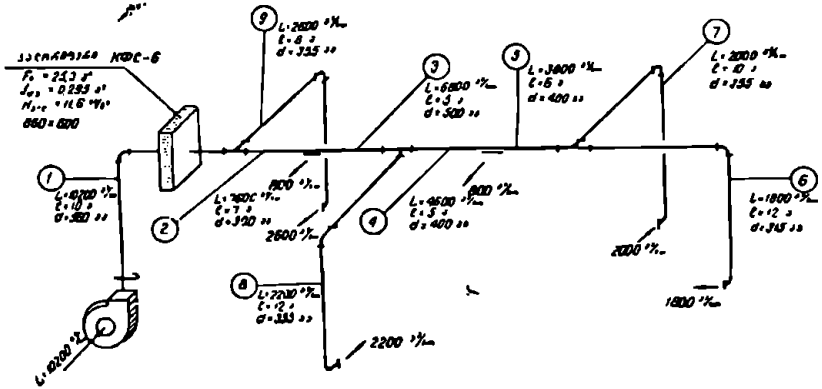
პაერსატარების გაანგარიშებას აწარმოებენ შემდეგი თანმიმდევრობით. აგებენ სავენტილატიო სისტემის აქსონომეტრიულ სქემას, ყოფენ უბნებად და საზღვრავენ მათ კვთებს. შემდეგ პოულობენ წნევის კარგებს, რომლებიც საჭიროა პაერის გადაადგილებისათვის ყველაზე გრძელი და რთული (ადგილობრივი წინალობების თვალსაზრისით) რგოლისათვის, რომელსაც პირობით ძირითად მაგისტრალს უწოდებენ. ცალკეულ უბნებზე წნევის კარგების განსაზღვრის შემდეგ პოულობენ წნევის სიდიდეებს იმ კვანძებში, საიდანაც გამოდინან განშტოებები. განშტოებაში წნევის კარგვა უნდა უდრიდეს კვანძში არსებულ წნევას. თუ წნეების სიდიდეთა შეუსაბამობა აღემატება 15%-ს, მაშინ განშტოებაზე აყენებენ დროსელ-სარქველს, რომლითაც ხდება პარბი წნევის დაზნობა.

პაერსატარების კვთების მიღება სიჩქარეების მიხედვით მოხერხებულია X დანართში მოცემული ცხრილის გამოყენებით. აქვეა მოცემული ხახუნზე წნევის კუთრი დანაკარგის სიდიდე და პაერის დინამიკური წნევა აღებული სიჩქარის დროს. წნევის კარგვები ხახუნზე, როგორც აღრე აღნიშნეთ, შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე ნომოგრამების საშუალებით (ნახ. VI.3—4). ნომოგრამები და ცხრილები შედგენილია შრგვალი კვთის პაერსატარებისათვის. სწორკუთხა პაერსატარების გაანგარიშების დროს სარგებლობენ ეკვივალენ-

ტური დიამეტრის ცნებით, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს VI დანართზე მოცემული ნომოგრამის საშუალებით.

ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტები განისაზღვრება IX დანართში მოცემული ცხრილის, VI.1—4 ცხრილებისა და VI.9 ნახაზზე მოცემული გრაფიკების საშუალებით. გაანგარიშების მონაცემები შეაქვთ სპეციალურ ბლანკში (ცხრილი VI.5).

**შეგალითი.** გავიანგარიშოთ VI.11 ნახაზზე მოცემული ჰაერსატარების ქსელი. ჰაერის საჭირო ხარჯები მოცემულია ნახაზზე.



ნახ. VI.11

ამოხსნა. სავენილაციო სისტემას ვყოფთ უზნებად, ვითვლით ჰაერის ხარჯებს, უზნის სიგრძეებს და შეგვაქვს შესაბამისად 1, 2 და 3 გრაფაში (ცხრ. VI.5).

ცხრილიდან (იხ. დანართი X) ვპოულობთ უზნის დიამეტრებს, აქედანვე ვიწერთ ჰაერის სიჩქარეს, ხახუნზე წნევის კუთრ დანაკარგს, ჰაერის დინამიკურ წნევას და შეგვაქვს შესაბამისად 4, 5, 6 და 8 გრაფაში. მე-7 გრაფაში ვწერთ ხახუნზე წნევის დანაკარგს, რომელიც წარმოადგენს წნევის კუთრი დანაკარგის ნამრავს უზნის სიგრძეზე.

მე-9 გრაფაში შეგვაქვს ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტების ჯამი, რომლებიც ქვემოთ არის მოყვანილი.

ადგილობრივი წინალობები:

№ 1 უზანი

1. კვადრატულიდან მრგვალ კვეთზე გადასვლა (დანართი IX)  $\xi=0,1$ .
2. შიბერი (დანართი IX)  $\xi=0,1$ .
3. მუხლი (ცხრ. VI.2-ის შენიშვნა)  $\xi=1,1$ .
4. დიფუზორი კალორიფერთან  $\alpha=30^\circ$  (ცხრ. VI.1)

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,56^2}{4} = 0,334;$$

$$F = 0,860 \times 0,600 = 0,516; \quad \frac{f}{F} = 0,65; \quad \xi = 0,1.$$

( $f$  და  $F$ -ის ზომებს ვიღებთ VI.11 ნახაზიდან).

5. კონფიჯური  $\alpha=60^\circ$  (ფორმულა 6.17)

$$\xi=0,08$$

---


$$\Sigma \xi=1,48.$$

№ 2 უბანი

1. გასასვლელი სამკაბი (ნახ. VI.9, ა)

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \left( \frac{500}{560} \right)^2 = 0,8; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = \frac{2600}{10200} = 0,25; \quad \xi = 0,25.$$

№ 3 უბანი

1. გასასვლელი სამკაბი (ნახ. VI.9, ა)

$$\bar{f}_{\text{გას}} = 1; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = \frac{800}{7600} = 0,09; \quad \xi = 0,11.$$

№ 4 უბანი

1. გასასვლელი სამკაბი (ნახ. VI.9, ა)

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \left( \frac{400}{500} \right)^2 = 0,64; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = \frac{2200}{6800} = 0,32; \quad \xi = 0,2.$$

№ 5 უბანი

1. გასასვლელი სამკაბი

$$\bar{f}_{\text{გას}} = 1; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = \frac{800}{4600} = 0,17; \quad \xi = 0,1.$$

№ 6 უბანი

1. გასასვლელი სამკაბი (ნახ. VI.9, ა)

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \left( \frac{315}{400} \right)^2 = 0,64; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = \frac{2000}{3800} = 0,53; \quad \xi = 0,1;$$

2. მუხლი

$$\xi = 2 \times 1,1 = 2,2;$$

3. ხერელიდან გამოსვლა, როდესაც ბადის ცოცხალი კვეთი უდრის 80%

$$\xi = 1,1$$

---


$$\Sigma \xi = 3,4$$

№ 7 უბანი

1. საბრუნე სამკაბი (ნახ. VI.9, ბ)

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \left( \frac{355}{400} \right)^2 = 0,79; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = 0,53; \quad \xi = 0,45;$$

2. მუხლი

$$\xi = 2 \times 1,1 = 2,2;$$

3. ხერელიდან გამოსვლა, როდესაც ბადის ცოცხალი კვეთი შეადგენს 80% (დანართი IX)

$$\xi = 1,1$$

---


$$\Sigma \xi = 3,75$$

№ 8 უბანი

1. საბრუნე სამკაბი

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \left( \frac{355}{500} \right)^2 = 0,5; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = 0,32; \quad \xi = 0,5;$$

უბნის №-ს	უბნის ხარისხი L კმ/სთ-ობით	უბნის სიგრძე l კმ-ით	უბნის სიგანე b კმ-ით	უბნის სიჩქარე v მ/წმ-ობით	უბნის სიღრმე h კმ-ით	უბნის სიგრძე R კმ/წმ გრ. კმ-ით	უბნის სიგანე Z კმ-ით	უბნის დანაკარგი წყვეტის კმ/წმ-ობით	უბნის დანაკარგი წყვეტის კმ/წმ-ობით	აღვილობითი წინაღობის კოეფიციენტი ანუ Σξ	წველის დანაკარგი ადგილობრივ წინაღობებზე ჯამში	წველის სრული დანაკარგი (Rl+Z) კმ/წმ-ობით	კვანძური წვევა ვანძოვების დანაკარგი Hკვ კმ/წმ-ობით	წველის მუხისაგამობა θ/წმ-ობით	შენიშვნა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		

1	10200	10	560	11,5	0,21	2,10	8,08	1,48	11,9	14,0				
2	7000	7	500	10,8	0,205	1,47	6,85	0,25	1,71	3,18				
3	6800	5	500	9,5	0,17	0,85	5,52	0,11	0,61	1,48				
4	4600	5	400	10	0,26	1,25	6,12	0,2	1,22	2,47				
5	3900	6	400	8,5	0,185	1,11	4,42	0,1	0,44	1,55				
6	1800	12	315	6,5	0,15	1,80	2,59	3,4	8,8	10,70				

$\Sigma(Rl+Z) = 93,26$

განშტოებები

7	2000	10	355	5,5	0,098	0,98	1,85	3,75	6,85	7,99	10,6	25		
8	2200	12	355	6,3	0,12	1,44	2,4	3,9	9,12	11,56	14,62	20,8		
9	2600	8	355	7,5	0,17	1,38	3,44	3,8	13,1	14,46	19,26	25		

ქსელის სრული წინაღობა

$H_{\Sigma} = \Sigma(Rl+Z) + H_{კვ} = 93,26 + 11,6 = 104,86 \text{ კმ/წმ}$

2. მუხლი
3. ხერხიდან გამოსვლა

$$\xi = 2 \times 1,1 = 2,2;$$

$$\xi = 1,1$$


---


$$\Sigma \xi = 3,3$$

№ 9 უბანი

1. საბრუნო სამკაბი (ნახ. VI.9, ბ)

$$\bar{f}_{\text{გან}} = \left( \frac{355}{560} \right)^2 = 0,4; \quad \bar{q}_{\text{გან}} = 0,25; \quad \xi = 0,5;$$

2. მუხლი

$$\xi = 2 \times 1,1 = 2,2;$$

3. ხერელიდან გამოსვლა

$$\xi = 1,1$$

$$\Sigma \xi = 3,8$$

თუ უბანზე არსებული ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტების ჯამს გავამრავლებთ დინამიკურ წნევაზე, მივიღებთ წნევის კარგეას ადგილობრივი წინალობებზე (მე-10 გრაფა). ადგილობრივი წინალობებზე და ხახუნზე წნევის დანაკარგების ჯამი გვაძლევს უბანზე წნევის სრულ დანაკარგებს (მე-11 გრაფა).

ძირითადი შაგისტრალის უბნებზე წნევის სრული დანაკარგების ჯამი  $\Sigma(Rl + Z)$  კალორიფერის წინალობასთან  $H_{კლ}$  ერთად გვაძლევს ქსელის სრულ წინალობას  $H_{კს}$ ; ამ უკანასკნელის მიხედვით ხდება ვენტილატორის შერჩევა.

ძირითადი შაგისტრალის გაანგარიშების შემდეგ ვითვლით წნევების სიდიდეს კვანძებში, საიდანაც იწყება განშტოებები და შეგვაქვს მე-12 გრაფაში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, წნევის შეუსაბამობა განშტოებებში აღემატება 15%, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ან უნდა შემცირდეს განშტოებების დიამეტრები, ან კარბი წნევის დასახშობად უნდა დაეაყენოთ დროსელ-სარქველები.



### ქანვილატორები

მექანიკური ვენტილაციის დროს ჰაერის გადასაადგილებლად გამოყენებულია სპეციალური ჰაერმბერი მანქანები (საჰიხხები), რომლებსაც ვენტილატორები ეწოდება.

ვენტილატორის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს მუშა თვალი, რომელიც შედგება მთელი რიგი ერთმანეთთან დაკავშირებული ნიჩბებისაგან. ნიჩბიანი თვლის საშუალებით ხდება ჰაერის მოძრაობაში მოყვანა და მისი ნაწილობრივი კუმშვა.

სპეციალური კურსიდან ცნობილია, რომ ვენტილატორის მიერ გადასაადგილებელი ჰაერის მოცულობა და განვითარებული წნევა დამოკიდებულია მუშა თვლის წრიულ სიჩქარეზე, ვენტილატორის გეომეტრიულ ზომებსა და აირის ფიზიკურ თვისებებზე. ამ დამოკიდებულებათა მათემატიკური აღწერა მიღებულია ეილერის მიერ და მოცემულია შემდეგი განტოლებით

$$P = \rho \psi U^2, \tag{7.1}$$

სადაც  $\rho$  არის სიმკვრივე, კგ წმ<sup>3</sup>/მ<sup>3</sup>-ობით;

$\psi$  — წნევის კოეფიციენტი;

$U = \frac{\pi D n}{60}$  — წრიული სიჩქარე, მ/წმ-ობით.

წნევის კოეფიციენტი  $\psi$  დამოკიდებულია ნიჩბების გეომეტრიულ ფორმაზე, მათს რაოდენობასა და განსაკუთრებით ნიჩბების გამოსვლის  $\beta_2$  კუთხეზე (ნახ. VII.1).

სავენტილაციო ტექნიკაში ძირითადად გამოიყენება ცენტრიდანული და ღერძული ვენტილატორები.

ცენტრიდანული ვენტილატორები გამოიყენება მაღალი წნევის სავენტილაციო სისტემებში. ღერძული ვენტილატორის გამოყენება კი რეკომენდებულია ჰაერის დიდი რაოდენობის მისაწოდებლად დაბალი წნევის დროს. ამ ორი ტიპის ვენტილატორის გამოყენების სფეროს კრიტერიუმად მიღებულია ხედრითი ბრუნთა რაოდენობის გარკვეული ზღვრული მნიშვნელობები



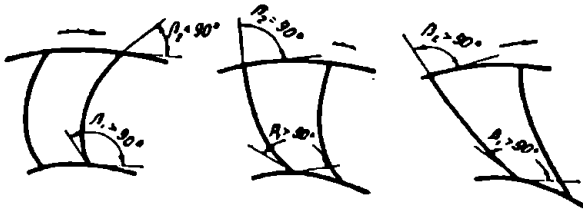
$$n_{\Sigma} = c \frac{Q^{1/4} \pi}{\left(\frac{P}{\rho}\right)^{3/4}} \quad (7.2)$$

ადაც  $c$  არის პროპორციულობის კოეფიციენტი და ვენტილატორებისთვის  $c=1$ ;

- $Q$  — ვენტილატორების მწარმოებლობა, მ<sup>3</sup>/წმ ობით;
- $\pi$  — ვენტილატორის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ-ობით;
- $P$  — ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, კგ/მ<sup>2</sup>-ობით;
- $\rho$  — ჰაერის სიმკვრივე, კგ წმ<sup>3</sup>/მ<sup>3</sup>-ობით.

ცენტრიდანული ვენტილატორის შერჩევა მიზანშეწონილია მაშინ, თუ მისი ხედრითი ბრუნთა რიცხვი  $n_{\Sigma} < 100$  და, პირაქით, თუ  $n_{\Sigma} > 100$  — რეკომენდებულია ღერძული ვენტილატორების გამოყენება.

ვინაიდან ცენტრიდანული ვენტილატორების წნევის კოეფიციენტი ბევრად მეტია ( $\psi = 0,4-1,5$ ) ღერძული ვენტილატორების წნევის კოეფიციენტზე



ნახ. VII.1

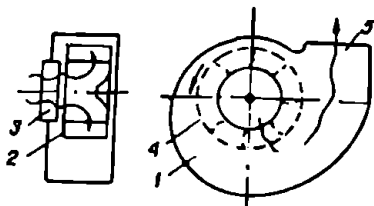
( $\psi = 0,04-0,2$ ), ამიტომ წნევების ერთი და იმავე მნიშვნელობების მისაღებად ღერძული ვენტილატორები უნდა მუშაობდნენ მაღალი წრიული სიჩქარეებით. ეს უკანასკნელი გამოიწვევს მუშა თვლის მასალაში დიდ დაძაბულობას და ჰაერდინამიკურ ხმაურს. ამ ხმაურის შესამცირებლად სამოქალაქო სავენტილაციო სისტემებში რეკომენდებულია მუშა თვლის წრიული სიჩქარეების მნიშვნელობები ავილოთ 25 მ/წმ, ხოლო სამრეწველო სისტემებისთვის კი — 40—50 მ/წმ.

**§ 26. ცენტრიდანული ვენტილატორები**

ჩვეულებრივი ცენტრიდანული ვენტილატორი წარმოადგენს სპირალურ გარსაცმში 1 (ნახ. VII.2) მოთავსებულ ნიჩბიან თვალს 2, რომლის მოძრაობის დროს ჰაერი შესაავალი ხერხლით 3 მიეწოდება ნიჩბებს შორის არხებს 4. ამ არხებში წარმოებს ენერჯის გადაცემა და ჰაერი ცენტრიდანული ძალების ზემოქმედებით ნიჩბების წართობულად გადაადგილდება სპირალურ გარსაცმში 5.

ცენტრიდანული ვენტილატორი (ნახ. VII.3) შედგება სამი ძირითადი ელემენტისაგან. ნიჩბიანი მუშა თვლისაგან, სპირალური გარსაცმისა და სადგარისაგან, რომლის ნაწილებია ლილვი, შკივი და საქისრები. ვენტილატორის მუშა თვალი კი შედგება ნიჩბებისაგან, უკანა დსკოსა, შორჯვისა და წი-

ნა რგოლისაგან. ნიჩბიანი თქალი ღილზე მაგრდება მორავის საშუალებით, რომელიც თვითონ უშუალოდ ხისტად დაკავშირებულია უკანა დისკოსთან.



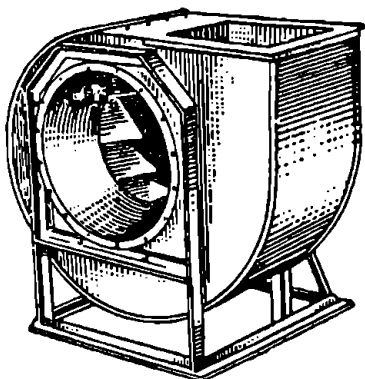
ნახ. VII.2

ცალკეული ჰაერის ქაველები, რომლებიც ნიჩბებს შორის მოძრაობენ, სპირალურ გარსაცმში ერთდებიან საერთო ნაკადად. მიღებული ნაკადი გაფართოებული არხის საშუალებით მიემართება ვენტოლატორის გამომშვები ხერეისაკენ. სპირალურ გარსაცმში ჰაერის ნაკადის გაფართოების შედეგად დინამიკური წნევა ნაწილობრივ გარდაიქმნება სტატიკურ წნევად.

ცენტრიდანულ ვენტოლატორებში წნევის კოეფიციენტის  $\phi$  მნიშვნელობა იცვლება 4-ჯერ (0,4-დან 1,5-მდე). კოეფიციენტის ასეთი ცვლილება ძირითადად გამოწვეულია ნიჩბების პირის გამოსვლის  $\beta_2$  კუთხის ცვლილებით. მაგალითად, ნიჩბის პირი (ნახ. VII.1) შეიძლება იყოს წინ მოღუნული ( $\beta_2 < 90^\circ$ ), რადიალური ( $\beta_2 = 90^\circ$ ) და უკან მოღუნული ( $\beta_2 > 90^\circ$ ). ამის გამო ცენტრიდანულ ვენტოლატორებში გამოსვლის  $\beta_2$  კუთხის მნიშვნელობა იცვლება 0-დან (რისინის ტიპის ვენტოლატორები) 150°-მდე. ცხადია, წინ მოღუნული ნიჩბებით შეიძლება წნევის კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობების მიღება.

ცენტრიდანული ვენტოლატორები დაყოფილია დაბალი (100 კგ/მ<sup>2</sup>-მდე), საშუალო (300 კგ/მ<sup>2</sup>-მდე) და მაღალი წნეების ვენტოლატორებად.

დაბალი წნევის ვენტოლატორები ძირითადად გამოიყენება დიდი მოცულობის ჰაერის გადასადგილებლად (100 კგ/მ<sup>2</sup>-მდე). მაგალითად, სამოქალაქო და სამრეწველო მომდენი და ამომწოვი ვენტოლატორის დანადგარებში. მათი გეომეტრიული ზომები საკმაოდ დიდია. ამ ზომების შესამცირებლად დაბალი წნევის ვენტოლატორებს ნიჩბები მოღუნული აქვთ წინ და მათი რაოდენობა გაზრდილია მაქსიმალურად (48—64 ცალი). სიმტკიცისა და აეროდინამიკური ხმაურის თვალსაზრისით ნიჩბიანი თვლის ცენტრიდანული სიჩქარეების მნიშვნელობანი არ აღემატება 30 მ/წმ.



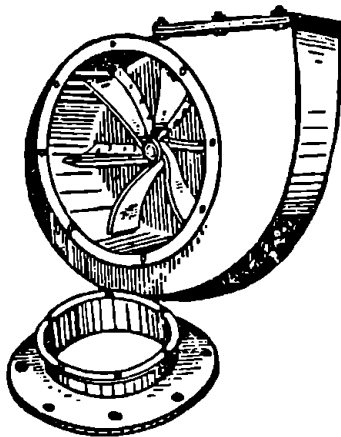
ნახ. VII.3

საშუალო წნევის ვენტოლატორის გეომეტრიული ზომები ნაკლებია დაბალი წნევის ვენტოლატორის გეომეტრიულ ზომებზე. ნიჩბების რაოდენობა არ აღემატება 24-ს და აქვს ტრაპეციისებრი ფორმა. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფს მუშა თვლის კონსტრუქციის სიხისტეს. საშუალო წნევის ვენტოლატორები განსაკუთრებით გამოიყენება დაქვეითებული ჰაერის გასაწოვად (II ტიპის ვენტოლატორები, ნახ. VII.4). ექვსი გრძელი ნიჩბი ერთი ბოლოთი მაგრდება უშუალოდ მორავზე, ხოლო მეორე ბოლო თავისუფალია,

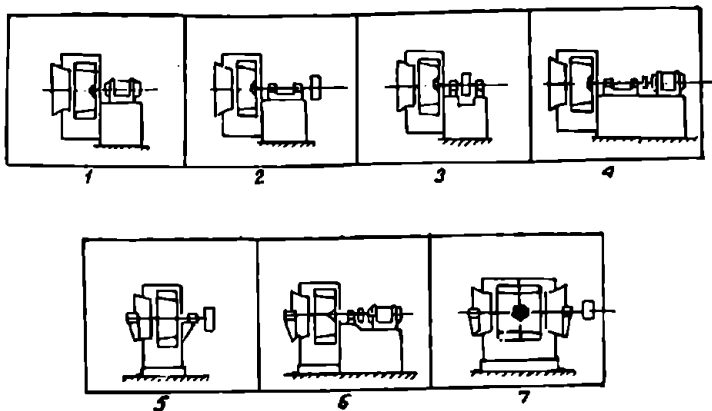
შათი პირი მოღუნულია წინ. მიღებული კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ ვენტილატორის გამოგნესა მექანიკური მინარევებისაგან (ნახერბი, ბურბუშელა, მინერალური ბოქვო და სხვა), უზრუნველყოფს მუშა თელის საკმაო სიმტკიცეს და ამარტივებს ვენტილატორის კონსტრუქციას.

მტვრის ვენტილატორების გამოყენება, როგორც საერთოდ საშუალო წნევის ვენტილატორებისა, შეიძლება აგრეთვე მომდენი და ამოშვოვი ვენტილაციის დანადგარებში და ნაწვი აირების გასაწოვად (კვამლსაწოვები). სიმტკიცის თვალსაზრისით საშუალო წნევის ვენტილატორებში ნიჩბიანი თელის წრიული სიჩქარის ზღვარი არ უნდა აღემატებოდეს 50 მ/წმ-ს.

მაღალი წნევის ვენტილატორები სხვა ტიპის ვენტილატორებისაგან განსაკუთრებით გამოირჩევა გარსაცმის გეომეტრიული ზომებით. გარსაცმის სიგანე, ჰაერის შესვლისა და გამოსვლის კვეთების დიამეტრები ბევრად უფრო ნაკლებია დაბალი და საშუალო წნევის ვენტილატორების აღნიშნულ გეომეტრიულ ზომებზე. მაღალი წნევის BB ტიპის ვენტილატორებს აქვთ 10—12 ცალი შედარებით ვიწრო და გრძელი წინ მოღუნული ნიჩბები. მუშა თელის დასაშვები ცენტრიდანული სიჩქარეები მიღებულია 100 მ/წმ. სავენტი-



ნახ. VII.4



ნახ. VII.5

ლაციო ტექნიკაში მაღალი წნევის ვენტილატორებმა გამოყენება ჰპოვეს პნევმოტრანსპორტში, როგორც ჰაერმზებმა მანქანებმა.

ცენტრიდანული ვენტილატორების ძრავებთან შეერთების კონსტრუქციული სქემები მოცემულია VII.5 ნახაზზე. ვენტილატორის შეერთება ძრავ-

ვასთან ლველური გადაცემით შესაძლებელია ლილვზე საკისრებს შორის (ნახ. VII.5, პოზიცია 3) ან კონსოლურად (ნახ. VII.5, პოზიცია 2) შეკვების ჩამოცმით. სავენტილაციო ტექნიკაში იშვიათად გამოიყენება მეორე სქემა.

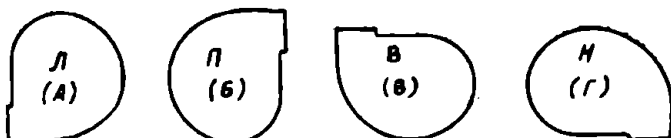
მუშა თელის დამაგრება ორ საყრდენს შორის (ნახ. VII.5, პოზიციები 5, 6, 7) უზრუნველყოფს ვენტილატორის თანაბარ მუშაობას, მაგრამ ართულებს კონსტრუქციას, მონტაჟს და ქსელთან შეერთებას.

ვენტილატორი, რომლის მუშა თვალი უშუალოდაა შეერთებული ძრავას ლილვთან, ეკონომიური, კომპაქტური და უხმაურია (ნახ. VII.5, პოზიცია 1). თელის ამგვარი დამაგრება ლილვთან შესაძლებელია მხოლოდ დაბალი მწარმოებლობის ვენტილატორებში. მაღალი მწარმოებლობის ვენტილატორებში კი მუშა თვალი ძრავას ლილვთან შეერთებულია შუალედური ქუროთი (ნახ. VII.5, პოზიცია 4).

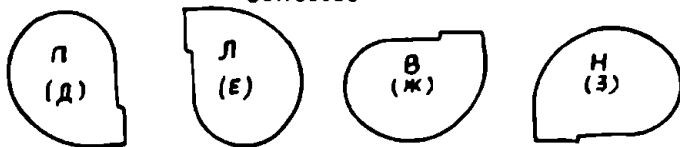
ცენტრიდანული ვენტილატორი შეიძლება იყოს როგორც მარჯვენა, ისე მარცხენა ბრუნვით. მარჯვენა ვენტილატორებში მუშა თვალი ბრუნავს საათის ისრის მიმართულებით (როდესაც ვენტილატორს უცქერით ძრავას ან შეკვის მხრიდან), ხოლო მარცხენა ბრუნვისას მუშა თვალი მოძრაობს საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ცენტრიდანული ვენტილატორების გარსაცმის მდგომარეობა აღინიშნება ლიტერებით (ნახ. VII.6). გარსაცმის ჰაერის გამოსვლის კეთი, რომელიც მი-

ბა ა ვ ვ ა ა



მარცხენა



ნახ. VII.6

მართულია ზემოთ, აღინიშნება B ლიტერით, ქვემოთა — H-ით, მარჯვნივ — II-ით, მარცხნივ — F ლიტერით. შესაძლოა არსებობდეს შუალედური მდგომარეობებიც: BII, BII, HII, HII. გარდა ამისა, საჭიროა აღინიშნული იყოს მუშა თელის ბრუნვის მიმართულება.

1952 წლიდან ცენტრიდანული ვენტილატორებისათვის შემოღებულია ახალი ტექნიკური სტანდარტი ГОСТ 5976—51, რომელშიც მოცემულია ვენტილატორების ძირითადი გეომეტრიული ზომები, მათი ნომენკლატურები, ფორმა, შეერთების სქემები და სხვ.

ახალი ნიშანდების მიხედვით, ვენტილატორებს ენიჭება ინდექსი, სადაც აღინიშნულია:

1) ვენტილატორის ჯგუფი (დაბალი, საშუალო ან მაღალი წნევის; ასოებით „ღწ“, „სწ“ და „მწ“).

2) ვენტოლატორის კლასი (ჩვეულებრივი ცენტრიდანული — ასოთი II, სპეციალური მტერის „II“) და ა. შ.

3) წნევის კოეფიციენტი, ოპტიმალური რეჟიმის დროს, აღნიშნულია ციფრით, რომელსაც შეესაბამება ამ კოეფიციენტის 10-ჯერადი მნიშვნელობა.

4) სწრაფმავლობა, ოპტიმალური რეჟიმის დროს (ხვედრითი ბრუნვების მნიშვნელობა), აღნიშნულია ციფრით.

5) ვენტოლატორის ნომერი აღნიშნულია ციფრით, მას შეესაბამება მუშა თვლის დიამეტრის ზომა დეციმეტრებში.

6) კონსტრუქციული სქემის შესრულება — სიტყვით „შესრულება“ და ციფრით VII.6 ნახაზის მიხედვით.

7) ბრუნვის მიმართულება — სიტყვით „მარჯვენა“ ან „მარცხენა“.

8) სტანდარტის ნომერი — ГОСТ 5976—51.

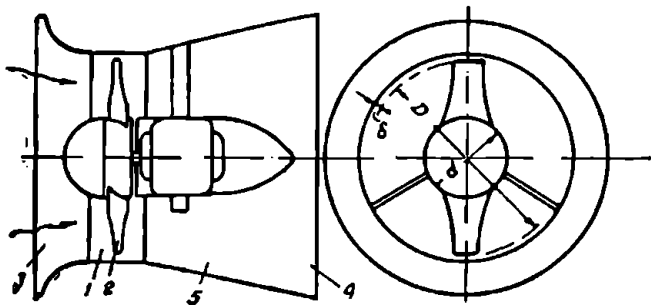
მაგალითად, დაბალი წნევის ცენტრიდანული ვენტოლატორი № 4 წნევის კოეფიციენტით 0,5, ხვედრითი ბრუნთა რაოდენობით (სწრაფმავლობით) 49, მუშა თვლის უშუალო შეერთებით ელექტროძრავთან, მარცხენა ბრუნვით ნიშანდებული უნდა იყოს შემდეგი ინდექსით: „ვენტილატორი დ. წ. II 5—49, № 4, შესრულება 1, მარცხენა ГОСТ 5976—51“.

## § 27.

## ღერძული ვენტოლატორი

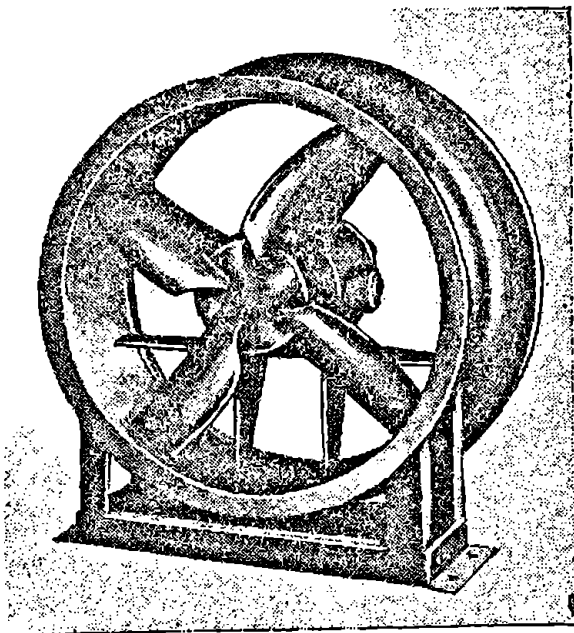
ჩვეულებრივი ღერძული ვენტოლატორი წარმოადგენს (ნახ. VII.7) ცილინდრულ გარსაცმში 1 მოთავსებულ ნიჩბიან თვალს 2, რომლის ბრუნვის დროს ქაერი ნიჩბების ზემოქმედებით გადაადგილდება ღერძული მიმართულებით.

მუშა თვალი, რომელიც წარმოადგენს ლითონის მილისაზე ჩამოცმულ ან მიღვლებულ ნიჩბებს, უმეტეს შემთხვევაში უშუალოდაა დამაგრებული ძრავ-



ნახ. VII.7

ვას ლილვზე (ნახ. VII.8), მაგალითად „MII“, „OMII“ ტიპების ყველა ვენტოლატორში. ზოგ შემთხვევაში ძრავა გატანილია ქაერის ნაკადიდან და თვალთან შეერთებულია ღვედური გადაცემით; მაგალითად „У“ ტიპის ვენტოლატორში,

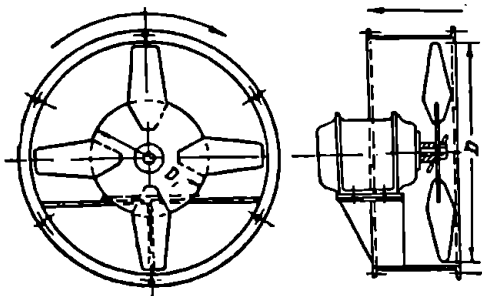


ნახ. VII.8

ღერძული ვენტლატორის ნორმალური ჰაერის დინამიკური მახასიათებლის შესაქმნელად საჭიროა მუშა თვალსა და ცილინდრულ გარსაცმს შორის დაცული იქნეს ღრეჩო  $\delta$ . ამ ღრეჩოს მწაშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს ნიჩბის სიგრძის 1,5%-ს, ე. ი.  $\delta < 0,015 \frac{D-d}{2}$ , სადაც  $D$  მუშა თვლის დიამეტრი,

ბრუნვის მიმართულება

ჰაერის მოძრაობის მიმართულება



ნახ. VII.9

მეტრია,  $d$  — მილისის დიამეტრი.

ღერძული ვენტლატორი, ცენტრიდანული ვენტლატორი-საგან განსხვავებით, რევერსიულია, რადგანაც თვლის ბრუნვის მიმართულებას ცვლილება იწვევს ჰაერის ნაკადის მიმართულების შეცვლას. თუ ნიჩბის პროფილი არასიმეტრიულია, მაშინ მკვეთრად იცვება ვენტლატორის მწარმოებლობა.

ზოგიერთ სერიაში, მგალითად „V“ ტიპის ვენტლატორის მწარმოებლობა.

ტილატორში, ნიჩბებს სიმეტრიული პროფილი აქვთ. ცხადია, ასეთი საჭირხნების მწარმოებლობა არ არის დამოკიდებული თელის ბრუნვის მიმართულებაზე.

ღერძული ვენტილატორის გამოყენება რეკომენდებულია ჰაერის დიდი მოცულობების მისაწოდებლად დაბალი წნეების შემთხვევებში ( $10 - 30 \text{ კგ/მ}^2$ ). მისი მკვ მეთია ცენტრიდანული ვენტილატორის მკვ ზე.

ერთი სერიის ღერძულ ვენტილატორებს ერთმანეთისაგან არჩევენ მუშა თელის დიამეტრის ზომებით. ისე როგორც ცენტრიდანულ ვენტილატორებში, აქაც ნომერი აღნიშნავს ნიჩბიანი თელის დიამეტრის ზომას დეციმეტრებში. სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით სავენტილაციო ტექნიკაში გამოყენებულია „ЦАГИ“, „МЦ“, „ОВМ“ და „У“ სერიის ღერძული ვენტილატორები (ნახ. VII.7, 8 და 9).

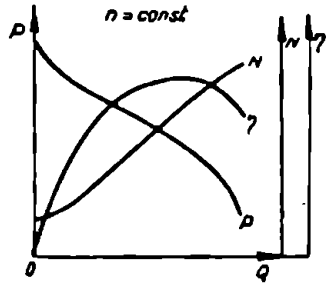
§ 28.

ვენტილატორის მახასიათებელი

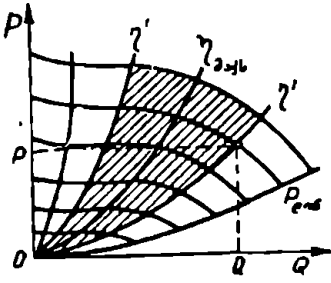
ვენტილატორის მახასიათებელი გრაფიკულად გამოსახავს კავშირს მისი მუშაობის ძირითად პარამეტრებს შორის. ჩვეულებრივ, სავენტილაციო ტექნიკაში მახასიათებლები მოცემულია გრაფიკების სახით (ნახ. VII.10), სადაც აბსცისთა ღერძზე დატანილია ვენტილატორის მწარმოებლობა, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — წნევის, სიმძლავრისა და მკვ-ების მნიშვნელობები.

თანამედროვე ჰიდროაეროდინამიკის მდგომარეობა საშუალებას არ გვაძლევს თეორიული გაანგარიშებით მივიღოთ ვენტილატორის მახასიათებლის მნიშვნელობები; ამასთან დაკავშირებით მათი აგება ლაბორატორიულ პირობებში წარმოებს ვენტილატორის გამოცდის მონაცემებით.

მახასიათებლები დაყოფილია ორ ძირითად ჯგუფად: ინდივიდუალური და განყენებული მახასიათებლები. ამგებად ტექნიკაში გამოყენებულია ინდივიდუალური (უნივერსალური) მახასიათებლები, რომელთა აგება წარმოებს PQ კოორდინატთა სისტემაში (ნახ. VII.11). კოორდინატთა ბაღეზე დატანილია წნევის მრუდები სხვადასხვა ბრუნთა რაოდენობისათვის და მარჯი კმედების კოეფიციენტის მუდმივი მნიშვნელობები. ზედა წნევის მრუდს შეესაბამება ვენტილატორისთვის დასაშვები ბრუნთა რაოდენობა (წრიული სიჩქარე), ხოლო ქვედა წარმოადგენს დინამიკური დაწნევის მაქსიმალური მნიშვნელობის მრუდს ( $P = P_{\text{დინ}}$  და  $Q = Q_{\text{მაქ}}$ ). როგორც VII.12 და VII.13 ნახაზე-



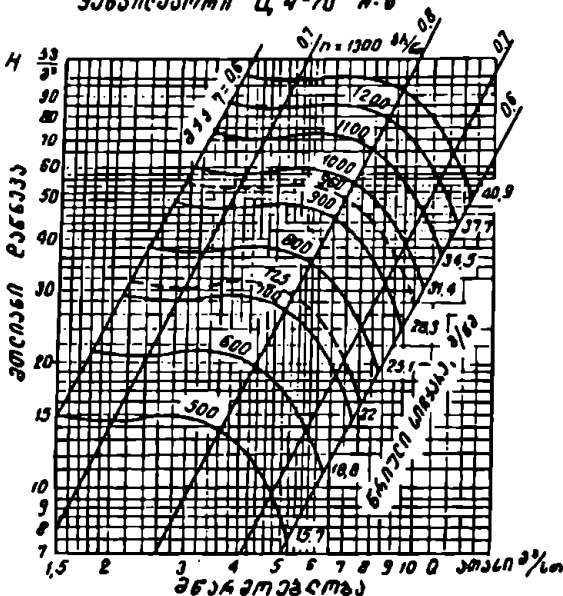
ნახ. VII.10



ნახ. VII.11

ნელობის მრუდს ( $P = P_{\text{დინ}}$  და  $Q = Q_{\text{მაქ}}$ ). როგორც VII.12 და VII.13 ნახაზე-

ვენტილატორი Ц 4-70 № 6



2,4 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 15 20 მ³/წმ  
საშუალო სიჩქარე მამოსწინაზე

0,4 0,5 1 2 3 4 5 6 8 10 20 30 მ³/წმ  
ღონეშიჩქარი წნევა მამოსწინაზე

ნახ. VII.12

ბიდან ჩანს, მახასიათებლების აბსციუსთა ლერაზე დატანილია ვენტილატორის მწარმოებლობა (მ³/სთ), ხოლო ორდინატთა ლერაზე — წნევის მნიშვნელობები (კგ/მ²).

მახასიათებლების გადასათვლელად დადგენილია შემდეგი კანონზომიერებანი:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1} \left( \frac{D}{D_1} \right)^3; \quad (7.3)$$

$$\frac{P}{P_1} = \left( \frac{n}{n_1} \right)^2 \left( \frac{D}{D_1} \right)^2 \frac{\rho}{\rho_1}; \quad (7.4)$$

$$\frac{N}{N_1} = \left( \frac{n}{n_1} \right)^3 \left( \frac{D}{D_1} \right)^5 \frac{\rho}{\rho_1}; \quad (7.5)$$

სადაც  $Q$  არის ვენტილატორის მწარმოებლობა, მ³/სთ-ობით;

$P$  — ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, კგ/მ²-ობით;

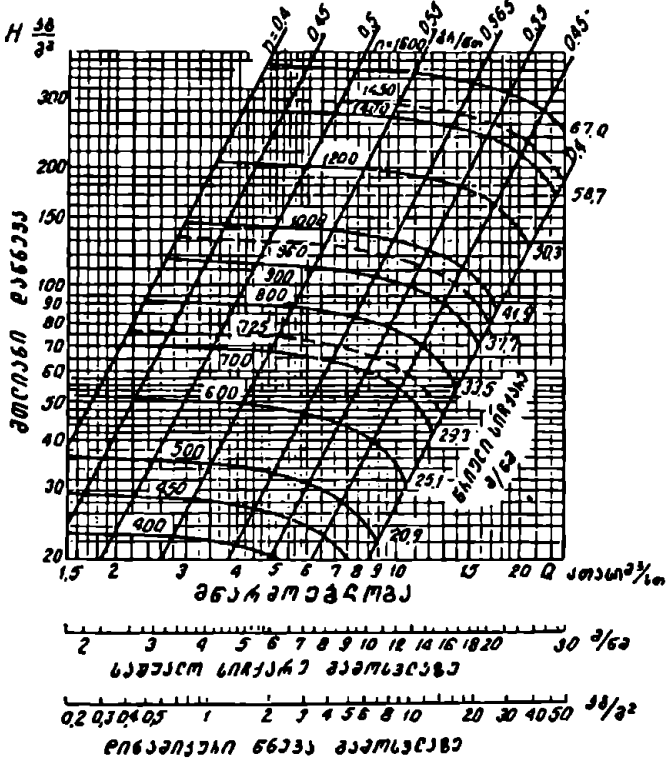
$n$  — ბრუნთა რაოდენობა, ბრ/წთ-ობით;

$D$  — მუშა თელის დიამეტრი, მ-ობით;

$\rho$  — ჰაერის სიმკვრივე, კგ. წმ³/მ³-ობით.



ჰენზილატორი 40 7-40 № 8



ნა. VII.13

ზემომოყვანილი განტოლებები საშუალებას გვაძლევს სერიის მოელი რი-  
გი გეომეტრიულად მსგავსი ვენტილატორებისთვის. ( $\psi = \text{const}$  და  $\eta = \text{const}$ )  
გამოეთვალათ წნევა და სიმძლავრე ძირითადი პარამეტრების ცვლილების მი-  
ხედვით. მაგალითად, თუ საჭიროა ვენტილატორის მიერ გადასაადგილებელი  
ჰაერის მოცულობა გაიზარდოს 50%-ით, ე. ი. 1.5-ჯერ, მაშინ (7.3) ფორმუ-  
ლის თანახმად ბრუნთა რიცხვი გაიზარდება 1,5-ჯერ, ვენტილატორის მიერ  
განვითარებული წნევა (7.4) ფორმულით გაიზარდება  $1,5^2 = 2,25$ -ჯერ, ხოლო  
სიმძლავრე, (7.5) ფორმულით, გაიზარდება  $1,5^3 = 3,25$ -ჯერ და ა. შ. პირო-  
ბის თანახმად, გეომეტრიული ზომები ( $D$ ) უცვლელია და გაანგარიშებას ვა-  
ჭარმობთ ჰაერის მუდმივი სიმკვრივისთვის.

§ 29.

ქსელის მახასიათებელი და ჰენზილატორის პარამეტრები

ვენტილატორის მახასიათებლის განხილვიდან ჩანს, რომ ერთსა და იმა-  
ვე სერიის ვენტილატორებს მუდმივი ბრუნთა რიცხვის შემთხვევაში შეიძლე-  
ბ. გ. ღარჩია

ბა ქონდეთ სხეადასხვა მწარმოებლობა და შეუძლიათ სხეადასხვა მნიშვნელობის წნევის შექმნა. მეორე მხრივ, ვენტოლატორის მწარმოებლობა და წნევა დამოკიდებულია არა მარტო მუშა თვლის ბრუნთა რიცხვსა და მის გეომეტრიულ ზომებზე, არამედ აგრეთვე სავენტილაციო ქსელზე (ჰაერსადენებზე). ქსელში ჰაერის მოძრაობის დროს წარმოიშობა წინალობა, რომლის გადასალახადაც იხარჯება ნაკადის მექანიკური ენერჯია. ენერჯიის ის რაოდენობა, რომელიც იხარჯება 1 მ<sup>3</sup> სითხის გადაადგილებაზე, ჩვეულებრივ, გამოისახება წნევის ეარდნილით  $\Delta P$  კგ/მ<sup>2</sup>. როგორც ცნობილია, წნევის ეარდნილი განისაზღვრება ქსელის ჰიდრაულიკური გაანგარიშების შედეგად. მიღებულ შედეგს  $P-Q$  კოორდინატთა სისტემაში შეესაბამება გარკვეული წერტილი. მოცემულ ქსელში ხარჯის სხეადასხვა მნიშვნელობა იძლევა წნევის კარგვის ცვალებად სიდიდეებს, რომელთა გამოსახვა შეიძლება შემდეგი ფორმულით

$$P = KQ^n, \quad (7.6)$$

- სადაც  $P$  არის წნევის კარგვა ქსელში, კგ/მ<sup>2</sup> ობით;  
 $Q$  — ქსელში ჰაერის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/სთ-ობით;  
 $K$  — კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ქსელის კონფიგურაციასა და მისი შიგა ზედაპირის მდგომარეობაზე;  
 $n$  — კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ქსელში სითხის მოძრაობის ხასიათზე.

წნევის დანაკარგის ძირითადი განტოლების ელემენტარული გარდაქმნით შეიძლება  $K$  და  $n$  კოეფიციენტების ფიზიკური არსის დადგენა. ცნობილია, რომ

$$\begin{aligned} \Delta P &= \left( \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) v^2 \frac{\rho}{2} = \left( \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) \left( \frac{4Q}{\pi d^2} \right)^2 \frac{\rho}{2} = \\ &= \left[ \left( \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) \left( \frac{4}{\pi d^2} \right)^2 \frac{\rho}{2} \right] Q^2 = KQ^2, \end{aligned} \quad (7.7)$$

სადაც  $v$  არის ჰაერის საშუალო სიჩქარე ქსელში მ/წმ-ობით და ტოლია

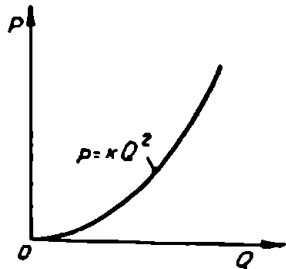
$$v = \left( \frac{4Q}{\pi d^2} \right)^2$$

- $l$  — ქსელის სიგრძე, მ-ობით;  
 $d$  — ჰაერსადენის განივიკვეთის ეკვივალენტური დიამეტრი, მ ობით;  
 $\lambda$  — ხახუნის წინალობის კოეფიციენტი;  
 $\xi$  — ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი.

ამ განტოლებაში  $K = \left( \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) \left( \frac{4}{\pi d^2} \right)^2 \frac{\rho}{2}$  მოცემული ქსელისთვის

მრღმვი სიდიდეა. რაც უფრო რთულია ქსელი, მით უფრო მეტია კოეფიციენტის მნიშვნელობა. როგორც (7.7) განტოლებიდან ჩანს, მწარმოებლობის ხარისხის მაჩვენებელი  $n$  სავენტილაციო სისტემებისთვის ტოლია  $n \approx 2$ , ე. ი. ქსელის შახსიათებელი წარმოდგენს  $P-Q$  კოორდინატთა სისტემის სათადიდან გამომავალ კვადრატულ პარაბოლას (ნახ. VII.14). განხილული კანონზომიერება  $P$ -სა და  $Q$ -ს შორის საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ვენტოლატორის მწარმოებლობა მოცემულ ბრუნთა რიცხვის დროს დამოკიდებულია ქსელის ჰიდრაულიკურ მახასიათებელზე. ამასთან დაკავშირებით ვენტოლატორის შერჩევის დროს საჭიროა ქსელის ჰიდრაულიკური გაანგარიშება,

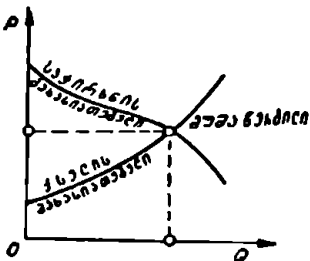
ქსელის მახასიათებლის შეთავსება საჭირხნის მახასიათებელთან იძლევა მუშა წერტილს (ნახ. VII.15), რომელიც განსაზღვრავს მოცემული საჭირხნის მწარმოებლობას და წნევას ქსელში. მეორე მხრივ, მუშა წერტილს შეესაბამება ჰაერის ხარჯი ქსელში (რომელიც საჭირხნის მწარმოებლობის ტოლია) და წნევის კარგვა, რომელიც საჭირხნის წნევის ტოლია. თუ ცნობილია მწარმოებლობა, მაშინ საჭირხნის ინდივიდუალური მახასიათებლით ადვილად განისაზღვრება სიმძლავრე და მარგი ქმედების კოეფიციენტი. ვენტილატორის უნივერსალური მახასიათებლის შეთავსება ქსელის მახასიათებელთან იძლევა მწარმოებლობას; წნევისა და მქკ-ის მნიშვნელობებს სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვისათვის. ამ შემთხვევაში სიმძლავრე იანგარიშება ცნობილი ფორმულით



ნახ. VII.14

$$N = \frac{QP}{102 \eta_{\text{გა}} 3600}, \quad (7.8)$$

სადაც  $Q$  არის ვენტილატორის მწარმოებლობა, მ<sup>3</sup>/სთ-ობით;  
 $P$  — ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, კგ/მ<sup>2</sup>-ობით.



ნახ. VII.15

ვენტილატორების მახასიათებლები შედგენილია ჰაერის ნორმალური პირობებისთვის, ე. ი. როდესაც  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $\gamma = 1,2$  კგ/მ<sup>3</sup>,  $B = 760$  მმ ვერცხ. წყ. სვ. და  $\varphi = 50\%$ . იმ შემთხვევაში, თუ აირის პარამეტრები განსხვავებულია ნორმალური პირობებისაგან, მაშინ სრული წნევა  $P_1$  იანგარიშება ფორმულით

$$P_1 = P \cdot \frac{273+t}{293} \cdot \frac{760}{13} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$$

სადაც  $P$  არის ქსელის საანგარიშო წინალობა კვ/მ<sup>2</sup>-ობით;  
 $t$  — აირის ტემპერატურა;  
 $B$  — ბარომეტრული წნევა, მმ ვერცხ. წყ. სვ.-ობით;  
 $\gamma_1$  — ჰაერის ხვედრითი წონა ნორმალურ პირობებში;  
 $\gamma_2$  — აირის ხვედრითი წონა იმავე პირობებში.

7.8 ფორმულაში  $\eta_{\text{გა}}$  ვენტილატორის მქკ, ხოლო  $\eta_{\text{გა}}$  გადაცემის მქკ-ია, რომლის რიცხობრივი მნიშვნელობები მოცემულია VII.1 ცხრილში.

ცხრილი VII.1

გადაცემის დასახელება	$\eta_{\text{გა}}$ მქკ მნიშვნელობა
1. ძრავასთან უშუალო შეერთებით	1,0
2. ძრავასთან ქერის საშუალებით შეერთებით	0,98
3. სოლდკედური გადაცემით	0,95
4. ბრტყლკედური გადაცემით	0,90

ელექტროძრავას დადგმული სიმძლავრის განსასაზღვრავად საჭიროა 7.8 ფორმულა შესწორდეს მარაგის კოეფიციენტით, მაშინ

$$N_{\text{გა}} = KN, \quad (7.9)$$

სადაც  $K$  არის მარაგის კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა მოცემულია VII.2 ცხრილში.

ცხრილი VII.2

ელექტროძრავის ღირებულება სიმძლავრის მნიშვნელობა კილოვატებით	მარაგის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი	
	ცენტრიდანული ვენტრატორები	ღერძული ვენტრატორები
$\leq 0,8$	1,5	1,2
$0,81 < 1$	1,3	1,15
$1,01 < 2$	1,2	1,1
$2,01 < 5$	1,15	1,05
ნ-ზე ზევით	1,1	1,03

ელექტროძრავის ტიპი უნდა შეირჩეს საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინებით (ტემპერატურა, ტენიანობა, მტვერი, ორთქლი და სხვ.).

ცენტრიდანული ვენტრატორის შერჩევას მაგალითი.

საჭიროა შეირჩეს II 9—55 ტიპის ცენტრიდანული ვენტრატორი მაქსიმალური მარგი ქმედების კოეფიციენტით, თუ მწარმოებლობა  $Q = 60000$  მ<sup>3</sup>/სთ და წნევა  $P = 100$  კგ/მ<sup>2</sup>, ჰაერის ტემპერატურა  $t = 20,0^{\circ}\text{C}$ .

ზემოთ მოცემულ პირობებს აკმაყოფილებს II 9—55 ტიპის № 16 ცენტრიდანული ვენტრატორი, რომელსაც  $Q = 60000$  მ<sup>3</sup>/სთ და  $P = 100$  კგ/მ<sup>2</sup> დროს შპკ-ის მნიშვნელობა აქვს  $\eta = 0,62$ -ის ტოლი (ეილებზე გრაფიკებიდან ნახ. VII.13). როგორც მახასიათებელიდან ჩანს, ამ ნომრის ვენტრატორის მაქსიმალური შპკ  $\eta_{\text{მაქ}} = 0,64$ . მოცემულ მწარმოებლობას შეესაბამება ქსელში ჰაერის ხარჯი, ხოლო წნევას — ჰაერის წინაღობა ქსელში. ამასთან დაკავშირებით მე-12 ნომრის ვენტრატორის მახასიათებელზე ეპოპულობით მწარმოებლობისა და წნევის გადაკვეთის წერტილს; მიღებული მუშა წერტილის საშუალებით ეპოპულობით ბრუნთა რიცხვს  $n = 400$  ბრ/წთ და ვენტრატორის მუშა თელის წრიულ სიჩქარეს  $U = 29,3$  ბრ/წთ. გარდა ამისა, დამატებითი პორიზონტალური რკალეებით შესაძლოა განისაზღვროს ჰაერის საშუალო სიჩქარე ვენტრატორის გამოსვლის კვეთში, რომელიც ჩვენი შემთხვევისთვის ტოლია  $v = 18$  მ/წმ, ხოლო ამავე კვეთში სრული წნევის მნიშვნელობა  $P_{\text{კ}} = 19$  კგ/მ<sup>2</sup>.

სოლდვედური გადაცემის შემთხვევისთვის ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N = \frac{60000 \cdot 1000}{3600 \cdot 102 \cdot 0,62 \cdot 0,95} = 28 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავის დადგმული სიმძლავრე

$$N_{\text{გა}} = N K = 28,0 \cdot 1,1 = 30,8 \text{ კვტ.}$$

მიღებული სიმძლავრის მიხედვით კატალოგებიდან ხდება ელექტროძრავის შერჩევა.

კაპის განმარტება

§ 30.

კაპის განმარტების მნიშვნელობა

ჰაერის გაწმენდას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს იმ ღონისძიებათა შორის, რომლებიც მიმართულია სათაფსის ჰაერისა და ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების საჰაერო აუზის სისუფთავის დასაცავად.

გაწმენდას საჭიროებს: 1) სათაფსიდან ამოწოვილი ჰაერი, რომელიც შეიცავს მტერის დიდ კონცენტრაციას ან ტოქსიკურ მანევობებს; 2) სათაფსში მისაწოდებელი გარე ჰაერი, თუ მასში მტერის კონცენტრაცია დასაშვებზე მეტია; 3) შიგა ჰაერი, თუ იგი სითბოს ეკონომიის მიზნით ერევა სათაფსში შესაყვან გარე ჰაერს.

არსებული სანიტარული ნორმების თანახმად დადგენილია სათაფსიდან ამოწოვილი და მიწოდებული ჰაერის გაწმენდის პირობები. სათაფსიდან ამოწოვილი ჰაერის მტერისაგან გაწმენდა დამოკიდებულია სამრეწველო შენობების მუშა ზონის ჰაერში მტერის დასაშვებ კონცენტრაციაზე, რომელთა მნიშვნელობები მოცემულია VIII.1 ცხრილში. სამრეწველო შენობების მუშა ზონის ჰაერში მტერის დასაშვები კონცენტრაცია კი დამოკიდებულია იმ მტერის სახეობაზე, რომელიც გამოიყოფა ტექნოლოგიური პროცესების დროს. მაგალითად, თუ მუშა ზონის ჰაერში არის მტვერი, რომელიც 70%-ზე მეტ კრისტალურ SiO<sub>2</sub>-ს შეიცავს, მტერის დასაშვები კონცენტრაცია 1-ის ტოლია; თუ SiO<sub>2</sub>-ის შემცველობა 10%-დან 70%-მდეა, მაშინ მტერის დასაშვები კონცენტრაცია 2-ის ტოლია; ცემენტის, თიხის, მინერალებისა და მათი შენაერთების არსებობის დროს — 6-ისა და ა. შ.

ცხრილი VIII.1

სამრეწველო შენობების მუშა ზონის ჰაერში მტერის დასაშვები კონცენტრაცია, მკ/მ <sup>3</sup> -ობით	ატმოსფეროში გატყორცნილ ჰაერში მტერის დასაშვები კონცენტრაცია, მკ/მ <sup>3</sup> -ობით
2 და ნაკლები	30
2-დან 4-მდე	60
4-დან 6-მდე	80
6-დან 10-მდე	100

სათავსიდან გაწოვილი ჰაერის გაწმენდა ტოქსიკური მავნეობებისაგან (მომწამლაეი ვაზი ან ორთქლი) ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს ამ მავნეობების დიდი რაოდენობით ერთად თავმოყრას. ასეთ შემთხვევაში ჰაერის გაწმენდის პირობებს ათანხმებენ სანიტარული ზედამხედველობის ადგილობრივ ორგანოებთან. იმ შემთხვევაში, როდესაც საქმე გვაქვს ისეთ მძლავრ მომწამლაე მავნეობებთან, როგორცაა ვერცხლისწყალი, ქრომი, ტყვია და თუთია, არსებობს სპეციალური მითითებები ამოწოვილი ჰაერის აუცილებელ გაწმენდაზე. ზოგჯერ ტექნიკური პირობების გამო შეუძლებელი ხდება სათავსიდან გაწოვილი ჰაერის ტოქსიკური მავნეობებისაგან გაწმენდა. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა გაუწმენდავი ჰაერი ე. წ. აქველური გატყორცნით“ გავიყვანოთ ატმოსფეროს მძლავრ ფენებში.

სათავსში მისაწოდებელი ვარე ჰაერის გაწმენდა მტერისაგან აუცილებელია ისეთი სამრეწველო შენობებისათვის, რომელთაც აქვთ განსაკუთრებული ტექნოლოგიური მოთხოვნები (ზუსტი ხელსაწყოებისა და მანქანათმშენებლობის, ქიმიური წარმოების ქარხნები და სხვ), და იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაყვან ჰაერში მტერის კონცენტრაცია სათავსის მუშა ზონის ჰაერში მტერის დანაშვები კონცენტრაციის 30%-ზე მეტია. საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში შესაყვანი ჰაერის გაწმენდა უნდა იყოს დანაშუთებული. ტბებისა და ზღვების სანაპიროზე, მთიან ადგილებში, სადაც ჰაერი თავისთავად სუფთაა, სათავსებისათვის მისაწოდებელი ჰაერი გაწმენდას არ საჭიროებს.

## 9 31.

## ჰაერის განმწმენის კოეფიციენტი

მტერი შეიძლება იყოს მშრალი, ბოჭკოვანი, წებვადი, ჰიგროსკოპული და სხვ. მტერის ნაწილაკების სიდიდის, ანუ დისპერსიულობის მიხედვით მტერს პირობითად ყოფენ შემდეგ კატეგორიებად:

წვრილი მტერი 100 მიკრონამდე სიდიდის ნაწილაკებით,  
საშუალო მტერი 100—200 მიკრონამდე სიდიდის ნაწილაკებით,  
მსხვილი მტერი 200 მიკრონზე მეტი სიდიდის ნაწილაკებით.

ჰაერის მტერგამწმენდი მოწყობილობები შეირჩევა შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით: ა) მტერის ნაწილაკების სიდიდით, ბ) ჰაერის გაწმენდის საჭირო ხარისხითა და მტერის თვისებებით, გ) ჰაერის საწყისი მტერ-შემცველობით. მტერგამწმენდი მოწყობილობები შეიძლება იყოს: ჰაერის უხეში გაწმენდის, როდესაც მას შეუძლია მტერის 100 მიკრონზე მეტი სიდიდის, საშუალო გაწმენდის — 10 ÷ 100 მიკრონამდე სიდიდისა და წმინდა გაწმენდის — 10 მიკრონამდე სიდიდის ნაწილაკების დაჭერა.

მტერგამწმენდი მოწყობილობების გაწმენდის კოეფიციენტი, ანუ გაწმენდის ხარისხი ეწოდება მის მიერ დაჭერილი მტერის წონის შეფარდებას გასაწმენდ ჰაერში არსებული მტერის საწყის წონასთან, გამოსახულს პროცენტებში. იგი გამოითვლება ფორმულით

$$\eta = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\%, \quad (8.1).$$

სადაც  $G_1$  არის გასაწმენდ ჰაერში არსებული მტერის წონა მგ/მ<sup>3</sup>-ობით,  
 $G_2$  — გაწმენდილ ჰაერში დარჩენილი მტერის წონა მგ/მ<sup>3</sup>-ობით.

ზოგ შემთხვევაში, როდესაც საკმე გვაქვს ტოქსიკური მტერის გაწმენდასთან, გაწმენდის ხარისხი უნდა იყოს 99,0—99,5% ფარგლებში. ასეთ დროს მიმართავენ ჰაერის გაწმენდის ორრიგიან ან სამრიგიან სისტემას. ჰაერის გაწმენდის ორრიგიანი სისტემის დროს გაწმენდის საერთო კოეფიციენტი გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$\eta_{\text{საერ}} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \cdot \eta_2 \quad (8.2)$$

სადაც  $\eta_1$  და  $\eta_2$  არის ჰაერის გაწმენდის კოეფიციენტები შესაბამისად პირველი და მეორე რიგისათვის.

ჰაერის მტერსაწმენდი მოწყობილობები მტერის დაჟერის ხერხის მიხედვით შეიძლება პირობითად დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

1) მტერსალექი კამერები, სადაც მტერის დალექვა ხდება სიმძიმის ძალის მოქმედებით;

2) ციკლონები და როტაციული მტერგამომყოფები, რომელთა მუშაობა დამყარებულია ცენტრიდანული ძალების გამოყენებაზე;

3) ფილტრები, სადაც მტერის დაჟერა ხდება მტერის ნაწილაკების გაჩხირვისა და მიკროს საშუალებით;

4) ელექტროფილტრები, რომელთა მუშაობის პრინციპი დამყარებულია მტერის ნაწილაკების იონიზაციაზე;

5) სკრუბერები და ქაფიანი ფილტრები, სადაც ჰაერის გაწმენდა მტერის ან ტოქსიკურ მავნეობებისაგან ხდება კონტაქტური წესით.

მტერისალექი კამერა. მტერსალექი კამერა საგრძობლად დიდი ზომისაა, რაც გამოწვეულია მასში ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარის საპირობით. ჰაერის მცირე სიჩქარის დროს მტერის ნაწილაკები ისე უნდა გადაადგილდეს, რომ მათ მოასწრონ კამერის ძირზე დალექვა მანამდე, ვიდრე ჰაერი გავიდოდეს კამერიდან. მტერის ნაწილაკების კამერის ძირზე დალექვის შემდეგ ჰაერის მოძრაობა ფენა ველარ წარიტაცებს მათ, ვინაიდან მტერის ნაწილაკებს დაკარგული აქვთ სიჩქარე და, გარდა ამისა, მტერის ნაწილაკებსა და კამერის ძირს (ფსკერს) შორის წარმოიქმნება ხაზუნის ძალა.

თუ კამერის სიმაღლეს აღვნიშნავთ  $H$  ასოთი (ნახ. VIII.1), მაშინ მტერის ნაწილაკების დალექვის დრო

$$t = \frac{H}{v_{\text{ვარდ}}}, \quad (8.3)$$

სადაც  $v_{\text{ვარდ}}$  არის მტერის ნაწილაკების ვერტიკალური ვარდნის სიჩქარე.

ამ დროის განმავლობაში მტერის ნაწილაკები ჰაერის მოძრაობის სიჩქარით გაივლის ჰორიზონტალურ მანძილს, რომელიც კამერის სიგრძის ტოლია

$$l = v \cdot t, \quad (8.4)$$

სადაც  $l$  არის კამერის სიგრძე, მ-ობით;

$v$  — კამერაში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე.

თუ ამ (8.4) ტოლობიდან  $t$ -ს მნიშვნელობას ჩავსვამთ წინა (8.3) ტოლობაში, მივიღებთ

$$\frac{H}{v_{\text{ვარდ}}} = \frac{l}{v}. \quad (8.5)$$

ამ გამოსახულებიდან ჩანს, რომ კამერის სიმაღლის შემცირებით შეიძლება შევამციროთ კამერის სიგრძე. მაგალითად, თუ კამერას ტიხრებით მო-

რიზონტალურად დაეყოფთ 5 ტოლ უბნად, თითოეული უბნის სიგრძე ტოლი იქნება  $l' = \frac{l}{5}$ . ჰაერის ერთი და იმავე ხარჯის დროს თითოეულ დანაყოფში გავლილი ჰაერის რაოდენობა 5-ჯერ ნაკლები იქნება. ამ დროს კამერის სიგანე უცვლელი რჩება.

თუ კამერის სიგანეს აღვნიშნავთ  $b$ -თი, მასში გავლილი ჰაერის ხარჯი

$$Q = b \cdot H \cdot v \text{ მ}^3/\text{წმ.} \quad (8.6)$$

საქიროა აღვნიშნოთ, რომ მტერის ნაწილაკების ვერტიკალურად ვარდნა ხდება არათანაბრად. ამ თვალსაზრისით VIII.1 ნახ-ზე განხილულია კამერაში მტერის ნაწილაკის მოძრაობის ტრაექტორიები. პროფ. ბუტაკოვის მონაცემებით, იმისათვის რომ მივალწიოთ მტერის ნაწილაკების ლამინარულ მოძრაობას, საჭიროა კამერის განივკვეთი იყოს დიდი ზომების.

კამერის საწყისი სიგრძის განსაზღვრა ხდება პროფ. ბუტაკოვის ფორმულით

$$l_{საყ} = 0,115 \frac{H^2 v}{\nu} \quad (8.7)$$

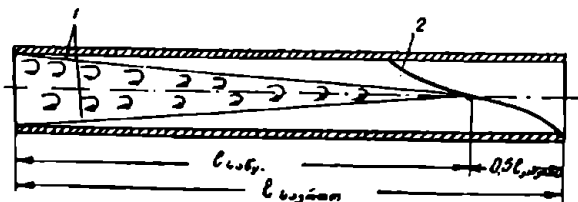
სადაც  $\nu$  ჰაერის კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი.

VIII.2 ნახ-ზე მოცემულია კამერის საწყისი უბნის სიგრძე, რომლის ბოლოდანაც იწყება მტერის ნაწილაკების დაღეკვა. ეს წერტილი შეკეთილ ჩანს გრაფიკულად (ტურბულენტური გულის საზღვრების 1 მტერის ნაწილაკის ტრაექტორიის მრუდთან 2 გადაკვეთის ადგილი).

მტერსალექი კამერის საერთო სიგრძე ადვილად განისაზღვრება ფორმულიდან

$$l_{საერ} = l_{საყ} + \frac{l_{კამ}}{2} \quad (8.8)$$

სადაც  $l_{კამ}$  არის კამერის სიგრძე, რომელიც განისაზღვრება (8.5) ტოლობიდან.

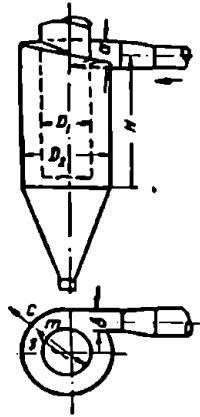


ნახ. VIII.2

მტერსალექი კამერის დადებითი მხარეებია: მცირე წინაღობა გამავალი ჰაერის მიმართ და მომსახურების სიმარტივე. უარყოფითი მხარეებია — საგრძნობლად დიდი ზომები და ხანძარსაშიშროება. ასეთი კამერები წინათ უმთავრესად საფეიქრო მრეწველობაში გამოიყენებოდა.



ცრკლონი. საეენტილაიო ტექნიკაში არსებობს მრავალი სახის ციკლონი. ისინი გამოიყენება სათაესიდან ამოწოვილი ჰაერის მტერისაგან გასაწმენდად. მათი დაღებითი მხარეებია: კომპაქტურობა, კონსტრუქციის სიმარტივე და, რაც მთავარია, გაწმენდის დიდი ხარისხი. VIII.3 ნახ.ზე მოცემულია ერთერთი ციკლონის საერთო ხედი. გასაწმენდი ჰაერი ციკლონში შესვლისას ეხება რა მის ხრახნულ სახურავს, თვითონაც ლებულობს ხრახნისებურ მოძრაობას, რომელსაც გამგდებ მილში გასულამდე ინარჩუნებს. ჰაერში არსებული მტერის ნაწილაკები ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით მოძრაობენ ციკლონის გარე ზედაპირისაკენ და მასთან დაჯახების შედეგად ეცემიან ქვემოთ. ციკლონის ძირითადი ზომების დასადგენად მიღებულია შემდეგი დაშვებები:



ნახ. VIII.3

- 1) მტერის ნაწილაკები არის სფერული ფორმის;
  - 2) სფეროების მოძრაობის ტრაექტორია ბრტყელია;
  - 3) ცენტრიდანული ძალა მიმართულია ციკლონის რადიუსის გასწვრივ;
  - 4) ჰაერიდან მტერის განცალკევება ხდება ციკლონის გარე კედელთან ჰაერის დაჯახების შემდეგ.
- ჰაერის წინალობა მასში მოძრაე სხეულთან ერთად გამოისახება შემდეგნაირად

$$S = K \cdot F \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma_1 = K \cdot F \cdot \frac{v^2}{2} \rho_1, \quad (8.9)$$

სადაც  $K$  არის წინალობის კოეფიციენტი;

$F$  — სხეულის განივკვეთის ფართობი მისი მოძრაობის მიმართულების პერპენდიკულარულად.

ჩვენს შემთხვევაში

$$F = \frac{\pi d^2}{4},$$

სადაც  $d$  არის ნაწილაკის დიამეტრი.

$v$  — ნაწილაკის მოძრაობის სიჩქარე;

$\gamma_1$  — ჰაერის კუთრი წონა,  $\gamma_1 = \frac{\rho_1}{g}$ ;

$\rho_1$  — ჰაერის სიმკვრივე.

ცენტრიდანული ძალა, რომელიც წარმოიქმნება ნაწილაკის ბრუნვის დროს,

$$c = \frac{m \omega^2}{x}, \quad (8.10)$$

სადაც  $m$  არის ნაწილაკის მასა,

$\omega$  — ნაწილაკის ბრუნვის სიჩქარე,

$x$  — ნაწილაკის დაცილება ციკლონის ცენტრიდან.

ნაწილაკის ბრუნვის სიჩქარე ამ შემთხვევაში შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით

$$\omega = \Omega \cdot r, \quad (8.11)$$

სადაც  $\Omega$  ნაწილაკის ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა.

ბოლო ნაწილაკის მასა

$$m = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_2, \quad (8.12)$$

სადაც  $\rho_2$  ნაწილაკის სიმკვრივეა.

თუ (8.10) ფორმულაში შევიტანთ  $\omega$ -სა და  $m$ -ის მნიშვნელობებს (8.11) და (8.12) ფორმულებიდან, მივიღებთ

$$c = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_2 \cdot \Omega^2 x. \quad (8.13)$$

თუ ნაწილაკი ცილინდრის შიგა ზედაპირიდან გარე ზედაპირამდე განიცდის თანაბარ მოძრაობას, მაშინ ცენტრიდანულ ძალასა და ჰაერის წინალობას შორის არსებობს წონასწორობა. ამიტომ (8.9) და (8.13) გამოსახულებების ერთმანეთთან გატოლების შედეგად მივიღებთ

$$\frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_2 \cdot \Omega^2 x = k \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{v^2}{2} \rho_1, \quad (8.14)$$

საიდანაც

$$\frac{4}{3} d \Omega^2 x \rho_2 = k \cdot \rho_1 v^2. \quad (8.15)$$

წინალობის  $k$  კოეფიციენტი წარმოადგენს რეინოლდსის კრიტერიუმის ფუნქციას. როდესაც ნაწილაკის მოძრაობის დროს  $Re \ll 1$ , მაშინ წინალობის კოეფიციენტი გამოისახება სიდიდით

$$k = \frac{24}{Re}. \quad (8.16)$$

ამ გამოსახულებაში თუ ჩავსვამთ რეინოლდსის კრიტერიუმის მნიშვნელობას  $Re = \frac{vd}{\nu}$ , მივიღებთ

$$k = \frac{24 \nu}{v \cdot d}, \quad (8.17)$$

სადაც  $\nu$  არის ჰაერის კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი მ<sup>2</sup>/წმ-ობით.

ციკლონის შიგა და გარე ცილინდრებს შორის მტვრის ნაწილაკების მოძრაობა ხდება  $Re$ -ის რიცხვის მცირე მნიშვნელობების დროს.

ციკლონის გაანგარიშების დროს წინასწარ უშვებენ  $Re$ -ის სიდიდეს და შემდეგ ამოწმებენ. დაეუშვათ, რომ  $Re \ll 1$ , მაშინ (8.17) ფორმულის (8.15) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ

$$\frac{4}{3} d \Omega^2 x \rho_2 = \frac{24 \nu}{v \cdot d} v^2 \rho_1 = \frac{24 \nu}{d} v \rho_1,$$

საიდანაც

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d^2 \Omega^2}{18 \nu} \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot x$$

ან

$$dt = \frac{18}{d^2} \cdot \frac{\nu}{\Omega^2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{dx}{x}.$$

თუ ამ გამოსახულებას გავაინტეგრირებთ ცვლადი რადიუსების  $R_1$ -დან  $R_2$ -ის ფარგლებში, მივიღებთ

$$t = \frac{18v}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dx}{x} = \frac{18v}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}.$$

სიმკვრივეების ფარდობა შეიძლება შევცვალოთ კუთრი წონების ფარდობით, მაშინ ყველაზე არახელსაყრელ მდგომარეობაში მყოფი (ციკლონის შიგა ცილინდრთან) ნაწილაკის ციკლონში გავლის დრო

$$t = \frac{18v}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}. \quad (8.18)$$

თუ ა ასოთი აღვნიშნავთ ციკლონში ჰაერის ნაკადის წრიულ სიჩქარეს, მაშინ ჰაერის ნაკადის სიგრძე  $\omega \cdot t$ -ს ტოლი იქნება. ციკლონის საშუალო რადიუსი ტოლია  $R_0 = \frac{R_1 + R_2}{2}$ . ციკლონში ჰაერის ნაკადის ბრუნთა რიცხვს თუ აღვნიშნავთ  $n$ -ით, შეგვიძლია დავწეროთ

$$2\pi R_0 n = \omega t,$$

საიდანაც

$$t = \frac{2\pi R_0 n}{\omega} = \frac{2\pi n}{\Omega}. \quad (8.19)$$

ეს მნიშვნელობა ჩავსვათ (8.18) განტოლებაში

$$\frac{2\pi n}{\Omega} = \frac{18v}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}.$$

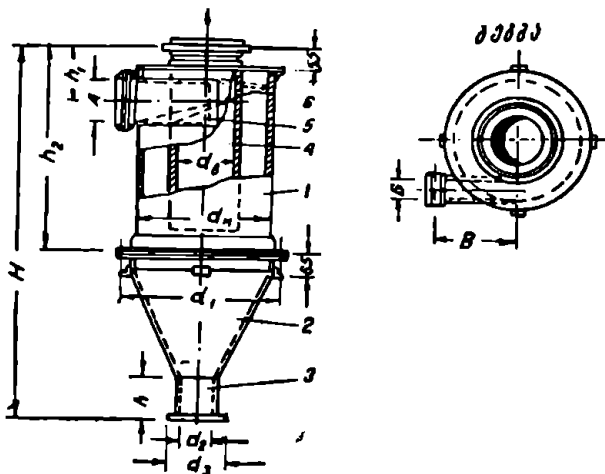
ამ გამოსახულებიდან მივიღებთ ციკლონში დალექილი მტერის ნაწილაკების მინიმალურ დიამეტრებს

$$d = 3 \sqrt{\frac{v}{\pi n \Omega} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}} \quad (8.20)$$

ციკლონის გაანგარიშებისას ციკლონის გამგდებ ხერხეში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს პირობითად უშვებენ (დაახლოებით აიღება 6 მ/წმ ტოლი); ჰაერის ხარჯის მიხედვით ხდება  $R_0$ -ის მნიშვნელობის განსაზღვრა, ხოლო შემდეგ დამჭირხნი მილის ზომების მიხედვით განსაზღვრავენ  $R_1$ -ს. (8.18) და (8.20) ფორმულების დახმარებით განისაზღვრება ციკლონის დანარჩენი ზომები და მისი გაწმენდის კოეფიციენტი.

ЛН03Т-ის ტიპის ციკლონი. ეს ციკლონი დამუშავებულია ლენინგრადის შრომის ორგანიზაციისა და ეკონომიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ. იგი გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ისეთი ჰაერის მშრალი მტერისაგან გასაწმენდად (ბოქვოვანი და ხის მტერის გარდა), რომელშიც მტერის ნაწილაკების სიდიდე 25 მიკრონზე მეტია. ამ ციკლონის დაყენება შეიძლება როგორც შემწოვ, ისე დამჭირხნ ჰაერსატარებზე. VII.4 ნახ-ზე მოცემულია ЛН03Т-ის ტიპის ციკლონის გეგმა და საერთო ხედი. იგი შედგება კორპუსისაგან 1, კონუსური ნაწილის 2, მტერის გამოსაყვანი მილულის 3, გამგდები მილის 4, შემყვანი მილულისა 5 და ხრახნისაგან 6. ციკლონში ჰაერი შედის შემყვანი მილულით, ეხება ხრახნს და ღებულობს ხრახნულ მოძრაობას, რომელსაც ინარჩუნებს გამგდებ მილში გასვლამდე. კორპუ-

სის კვლევებთან დაჯახების შემდეგ მტერის ნაწილაკების მოგროვება ხდება ციკლონის კონუსურ ნაწილში, საიდანაც მტერის გამოსაყვანი მილუელის სა-



ნახ. VIII.4

შუალებით ხდება მისი დროდადრო ამოღება. VIII.2 ცხრილში მოცემულია ამ ციკლონის ზომები, ხოლო VIII.3 ცხრილში — ტექნიკური მონაცემები (არასრულად). საერთოდ ამ ტიპის ციკლონები არის 16-10-მდე, პაერის 17500 მ<sup>3</sup>/სთ მწარმოებლობით.

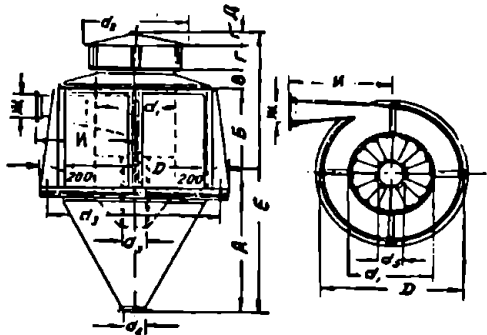
ცხრილი VIII.2

ციკლონის ნომერი	H	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	d <sub>B</sub>	d <sub>H</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	A	B	B	წონა, კგ-ობით
1	1745	140	185	840	325	557	600	140	174	206	112	320	83
2	2470	195	228	1210	465	795	865	194	230	292	161	440	120
3	3010	240	261	1475	570	974	1044	240	275	383	198	530	213
4	3455	275	288	1705	655	1118	1190	275	310	412	228	600	280

ცხრილი VIII.3

ციკლო- ნის ნომერი	მწარმოებლობა, მ <sup>3</sup> /სთ-ობით	შესვლის სიჩქარე, მ/წმ-ობით	წინალობა, კგ/მ <sup>3</sup> -ობით		აღვილობრივი წინალობის კოეფიციენტი	
			დაკირხნაზე	შეწოვაზე	დაკირხნაზე	შეწოვაზე
1	1200--1700	15--20	95--6'	59--65	2,5	2,8
2	2500--3400					
3	3900--5200					
4	5000--6700					

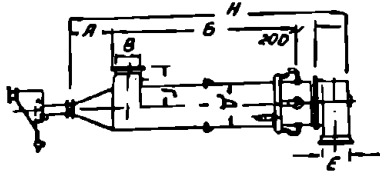
Гидродрევ-ის ტიპის ციკლონი. ეს ციკლონი გამოიყენება სა-  
თაესიდან ამოწოვილი ჰაერის ხის მტერისაგან გასაწმენდად. ციკლონის გაწ-  
მენდის ხარისხია 80—85%, ჰაერის მიმართ წინაღობა კი  $H=25$  კგ/მ<sup>2</sup>. ციკ-  
ლონის ადგილობრივი წინა-  
ლობების კოეფიციენტი  $\xi=$   
 $=1,3$ . VIII.5 ნახაზზე მო-  
ცემულია ამ ტიპის ციკლო-  
ნის გეგმა და საერთო ხედი,  
ხოლო VIII.4 ცხრილში —  
ციკლონის ზომები და მწარ-  
მოებლობა. ციკლონები არ-  
სებობს № 20-მდე, ჰაერის  
40500 მ<sup>3</sup>/სთ მწარმოებლო-  
ბით. ამ ციკლონის დაყენება  
შეიძლება მხოლოდ დამ-  
პირხნ ჰაერსატარზე. გარდა  
ამ ორი ტიპის ციკლონისა,



ნახ. VIII.5

არსებობს მრავალი სახის სხვა ციკლონი, რომელთა გამოყენების არც ერთ-  
ერთი მათგანის ანალოგიურია. ამ ციკლონებიდან აღსანიშნავია СНОТ,  
НИОГАЗ ПН 15, კასრისებრი ციკლონი, დამუშავებული „პრომსტროი-  
პროექტის“ მეერ, მულტიციკლონი და სხვ.

წყლისათესიანი ციკლონი ЛНОТ გამოიყენება სათაესიდან გაწოვილი  
ჰაერის გასაწმენდად, როდესაც მტერის (გარდა ბოქვოვანი და წებვადი  
მტერისა) კონცენტრაცია მასში დიდია, იგი მიეკუთვნება ჰაერის საშუალო  
და წმინდა მტერგაწმენდ მოწყობილობას. გაწმენდის კოეფიციენტი ამ ციკ-  
ლონისათვის საკმაოდ მაღალია  
და 95%-ს აღწევს.



ნახ. VIII.6

VIII.6 ნახაზზე მოცემულია  
ამ ციკლონის საერთო ხედი, ხო-  
ლო VIII.5 ცხრილში მისი ტექ-  
ნიკური მახასიათებლები და ზო-  
მები. ცხრილი წარმოდგენილია  
არასრულად.

წყლისათესიანი ციკლონი  
ЛНОТ წარმოადგენს ვერტიკალურ ცილინდრს, რომლის ქვედა ნაწილში  
მილყელით შედის გასაწმენდი ჰაერი. ცილინდრის ზედა ნაწილში ზოწყო-  
ბილია წყლის ფრქვევანები, რომელთა საშუალებითაც მის კედლებზე იკმ-  
ნება წყლის აფსკი. მტერშემცველი ჰაერი, ეხება რა წყლის აფსკს, იწმინ-  
დება და გადის ცილინდრის ზედა ნაწილიდან. ციკლონის ნორმალურ მუ-  
შაობისათვის ჰაერის სიჩქარე ცილინდრის განივკვეთში უნდა იყოს 5—6 მ/წმ,  
ხოლო ფრქვევანების წინ წყლის წნევა უნდა იყოს 3—4 მ-ის ფარგლებში.  
ამ ციკლონის დაყენება შეიძლება როგორც დამპირხნ, ისე შემწოვ ჰაერსა-  
ტარზე, მაგრამ სასურველია დაიდგას დამპირხნ ჰაერსატარზე. ანალო-  
გიური ტიპის მტერგაწმენდი მოწყობილობაა ცენტრიდანული სარეცხე-  
ლი ВТЦ.

ცხრილის №	ფართობი, კვადრატული მეტრი	D	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	შენიშნული რაოდენობა	შენიშნული რაოდენობა	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	A	B	B	Г	Д	Е	Ж	И	ჩანა. კვადრატული მეტრი
1	6000	1900	1200	1600	2100	2160	960	200	1640	1500	195	300	160	3615	300	1280	660
2	7000	2100	1300	1600	2300	2460	960	200	1750	1690	290	325	195	4190	390	1440	754
3	8000	2250	1400	1700	2450	2510	420	250	1880	1750	310	350	210	4500	350	1520	770
4	9500	2400	1500	1800	2600	2660	450	250	2020	1870	330	375	225	4820	380	1620	845
5	11000	2600	1600	1900	2800	23 0	480	250	2160	2200	360	400	240	5160	415	1750	940
6	12000	2700	1700	2000	2900	2960	510	300	2400	2120	370	425	255	5470	430	1820	1300
7	13500	2900	1800	2100	3100	3160	540	300	2430	2250	385	450	270	5790	460	1960	1420
8	15000	3000	1900	2200	3200	3260	570	300	2560	2370	410	475	285	6100	490	2060	1555

საქონლის მფლობელი	ფაქტობრივი მფლობელი D, მლნ-ადონი	პერიოდის ბაზის, მლნ-ადონი	საქონლის შეფასების მეთოდი	წინააღმდეგობა, კვ/მლნ-ადონი		წინააღმდეგობის კოეფიციენტი	საქონლის მფლობელი	საქონლის მფლობელი	საქონლის მფლობელი	საქონლის მფლობელი	საქონლის მფლობელი	საქონლის მფლობელი	წინააღმდეგობის კოეფიციენტი						საქონლის მფლობელი
				A	B								B	B	Γ	E	И		
1	916	1600 1900	18 21	55 76	50 68	0,14	9	0,025	224	1275	204	260	122	1903	69	72			
2	443	3200 3700	18 21	55 76	50 68	0,20	4	0,049	914	1785	255	970	165	2591	101	120			
3	510	4500 5250	18 21	55 76	50 68	0,24	5	0,070	405	2260	952	450	202	9237	164	197			
4	634	5800 6800	18 21	55 76	50 69	0,27	6	0,090	450	2540	382	490	228	9592	183	220			

როტაციული მტვერგამოყოფი წარმოადგენს სპეციალური კონსტრუქციის ცენტრიდანულ ვენტილატორს, რომლის საშუალებითაც ხდება ჰაერიდან მტერის განცალკევება მის გადაადგილებასთან ერთდროულად. იგი გამოიყენება ჰაერის მსხვილი ან საშუალო დიამეტრის მტერისაგან გასაწმენდად მშრალ მდგომარეობაში.

მტერის ნაწილაკების დიამეტრი, რომლებიც როტაციული მტვერგამოყოფით მთლიანად გამოეყოფა ჰაერს,

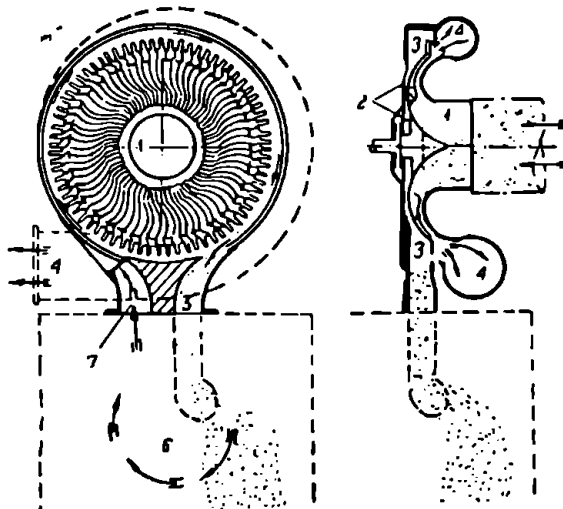
$$d = \sqrt[3]{18 \tau \cdot \frac{\mu}{\gamma}} \text{ გ მიკრონი,} \quad (8.21)$$

სადაც  $\tau$  არის მტვერგამოყოფის ეფექტურობა და დამოკიდებულია მუშა თელის კინემატიკურ და გეომეტრიულ პარამეტრებზე;

$\mu$  — ჰაერის სიბლანტის კოეფიციენტი;

$\gamma$  — მტერის ნაწილაკების კუთრი წონა.

როტაციული მტვერგამოყოფის კონსტრუქციების შექმნა დაიწყო უკანასკნელ ხანებში. შექმნილია სამი ტიპის მტვერგამოყოფი: KII-2—320 ჰაერის მწარმოებლობით 1600 მ<sup>3</sup>/სთ, KII-2 ჰაერის მწარმოებლობით 6500 მ<sup>3</sup>/სთ და KII-3 მწარმოებლობით 20000 მ<sup>3</sup>/სთ. მათი გაწმენდის კოეფიციენტი დაშოკიდებულია მტერის დისპერსიულობაზე და იცვლება 70% დან 98%-მდე.



ნახ. VIII.7

VIII.7 ნახ.ზე მოცემულია ერთ-ერთი სახის როტაციული მტვერგამოყოფი. მტვერშემცველი ჰაერი შენწოვს ხერხელის საშუალებით 1 შედრს რა მუშა თელის სივრცეში, მოძრაობს ფრთათა შორის არსებულ არხში. ამ დროს მტერის ნაწილაკები ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით ეკვრიან თელის დისკოს ზედაპირს და ფრთების ამაველ მხარეს. მტვერი უმნიშვნელო რაოდენობის ჰაერთან ერთად ფრთებსა და თვალს

შორის არსებული ღრეჩოს 2 საშუალებით ხედება მტერის მიმღებში 3. გაწმენდილი ჰაერი ხედება დამკირხნ მილყელში 4, ხოლო მტვერი მილყელით 5 მიემართება ბუნკერისაკენ 6. ბუნკერში მტვერი ილექება და მისგან განთავისუფლებული ჰაერი, რომელიც წარმოადგენს მთელი შეწოვილი ჰაერის 3—5%-ს, ხერხელის 7 საშუალებით უკან უბრუნდება როტაციულ მტვერგამოყოფს.



დანიშნულების მიხედვით არსებობს ფილტრის მრავალი სახეობა. ფილტრის გამოიყენება როგორც სათაესიდან ამოწოვილი და მიწოდებული ჰაერის შტერისაგან გასაწმენდად, ასევე სათაესის შიგა ჰაერის გასაწმენდად, თუ ხდება მისი (სითბოს ეკონომიის თვალსაზრისით) შერევა მისაწოდებელ გარე ჰაერთან. არსებობს მშრალი და ზეთიანი ფილტრები.

ფილტრის საკვირო ფართობი გამოითვლება ფორმულით

$$F_{\text{ფილტ.}} = \frac{L}{q_{\text{ფილტ.}}} \text{ მ}^2, \quad (8.22)$$

სადაც  $q_{\text{ფილტ.}}$  არის საფილტრავი ფართობის ხვედრითი დატვირთვა  $\text{მ}^3/\text{მ}^2$  სთ-ობით,

$L$  — ჰაერის საათური ხარჯი  $\text{მ}^3/\text{სთ-ობით}$ .

VIII.6 ცხრილში მოყვანილია ზოგიერთი ფილტრის გამოყენების არც, ნორმალურად ხვედრითი დატვირთვა, გაწმენდის კოეფიციენტი და მისი წინაღობა ჰაერის მიმართ.

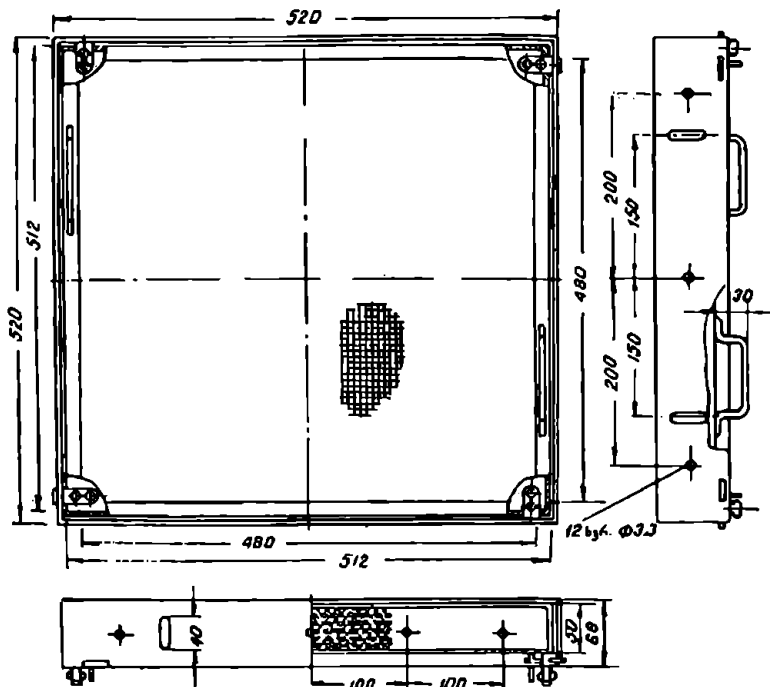
ცხრილი VIII.6

ფილტრის ტიპი	გამოყენების არე	საწესის შტერი- უწყველობა, მკ/მ <sup>3</sup>	ნორმალური ხვე- დრითი დატვირ- თვა, მკ/მ <sup>3</sup> სთ	გაწმენდის კოე- ფიციენტი, %	ფილტრის წინა- ღობა, კმ/მ <sup>3</sup>
ჟ. ე. ტიპის კონსტრუქციის უკრულოანი ზეთიანი ფილტრი (რკინის რგოლებით, რომელთა ზომებია $d=7$ მმ, $l=12$ მმ)	მისაწოდებელი, ამოწოვილი და შიგა ჰაერის გასაწმენდად (ბოქოვანი შტერის გარდა)	10-მდე	400-300	95-90	12-15
მინერალის კონსტრუქციის თეთვაწმენდი ზეთიანი ფილტრი	მისაწოდებელი და შიგა ჰაერის გასაწმენდად (ბოქოვანი შტერის გარდა)	40-მდე	10000	99	14
ФВ ტიპის ქსოვილიანი ფილტრი. დამზადებული ეკონომიის სახ. ქარხნის შიგარ (ГОСТ 7715-55)	ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად (ბოქოვანი შტერის გარდა)	200 და ზემოთ	150-170	99	60-90
„ტექსტილპროექტის“ კონსტრუქციის ФВ ტიპის ქსოვილიანი ფილტრი	ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად ბოქოვანი შტერისაგან	200 და ზემოთ	170	99	40
ФПН ტიპის რგოლური ფილტრი ФВН სახის გამაფილტრავი მასალით	შიგა (რეცირკულირებული) ჰაერის გასაწმენდად ბოქოვანი შტერისაგან	—	10000	90-95	30-40

ზეთიანი ფილტრი. ზეთიანი ფილტრი წარმოადგენს ჰაერის წმინდა მტვერგამწმენდ მოწყობილობას. იგი გამოიყენება ძირითადად სათავსში მისაწოდებელი და შიგა (რეციკულირებული) ჰაერის მტერისაგან გასაწმენდად (ბოკოვანი მტერის გარდა), როდესაც მტერის დისპერსიულობა გასაწმენდ ჰაერში მცირეა. მისი გამოყენება შეიძლება აგრეთვე სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის მტერისაგან გასაწმენდად გაწმენდის ორრიგანი სისტემის გამოყენებისას. ამ შემთხვევაში იგი წარმოადგენს მეორეულ მტვერგამწმენდ მოწყობილობას.

VIII.8 და VIII.9 ნახ-ზე სათანადოდ მოცემულია ე. ვ. რეკის კონსტრუქციის უჯრედოვანი და მინჩრემეტის კონსტრუქციის თვითგამწმენდი ზეთიანი ფილტრები.

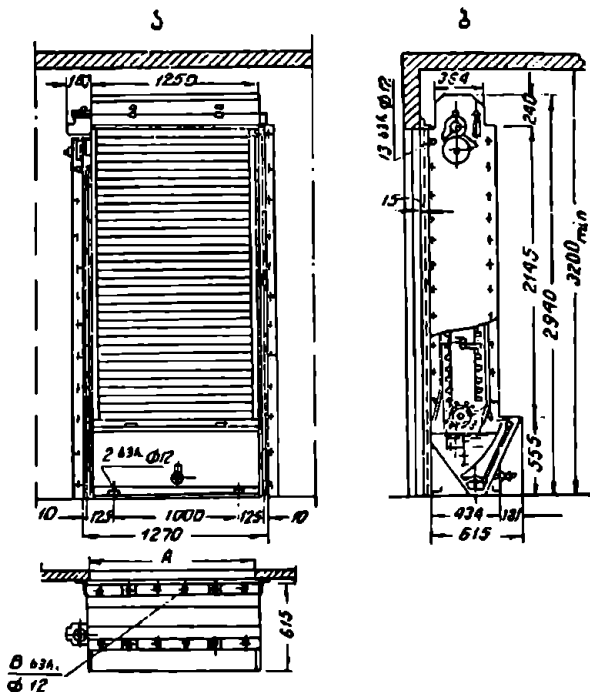
ე. ვ. რეკის უჯრედოვანი ფილტრის ყველაზე გავრცელებული ზომებია 500×500 მმ. კარკასში ათავსებენ ამ ზომის რამდენიმე უჯრედს (გაანგარიშე-



ნახ. VIII.8

ბის მიხედვით), რომელთაც აქვთ ჰაერის გავლის მიმართ ჰორიზონტალური, ვერტიკალური, დახრილი ან კლაკნილი მდგომარეობა. ფილტრის კასეტს ავსებენ სპილენძის ან ფაიფურის რგოლებით, რომელთა დიამეტრია 7 მმ, ხოლო სიგრძე 12 მმ. მას ამოაკლებენ პარაფინური ან ვაზელინის ზეთში და ამოღების შემდეგ, ზედმეტი ზეთის მოსაშორებლად, რამდენიმე ხანს გააჩერებენ ვერტიკალურ მდგომარეობაში. ამ სახით ფილტრი მზადაა ჰაერის გასაწმენდად. მტვერგამწმენდი ჰაერი ფილტრის რგოლებს შორის გავლის დროს

ყოველთვის იცვლის მიმართულებას და მტერი, ეხება რა ზეთიან ზედაპირს, ეკერის მას. მუშაობის მსვლელობაში, ზედაპირთან მტერის ნაწილაკების მიკვრის გამო, ფილტრის ცოცხალი განივკვეთის ფართობი თანდათან მცირდება და იზრდება მისი წინაღობა. ამიტომ დროთა განმავლობაში გაბინძურებულ ფილტრს ცვლიან სათადარიგო სუფთა ფილტრით. გაბინძურებულ ფილტრს რეცხავენ სოლიან ცხელ წყალში, აშრობენ, ამოავლებენ ზეთში და კვლავ ამზადებენ გამოსაყენებლად. ასეთი სამუშაოს ჩატარება აძნელებს ფილტრის მომსახურებას. ამ თვალსაზრისით უმჯობესია თვითსაწმენდი ზეთიანი ფილტრის გამოყენება (ნახ. VIII.9). ამძრავ და ამჟოლ კბილანა თვლებზე გადაკეტილია რამდენიმე ცალი წვრილუჯრედოვანი რკინის ბადე. მათი ბრუნვა ელექტროძრავის საშუალებით ხდება ისე, რომ მოძრაობის დროს ჰაერს უხდება რამდენიმე უჯრედის გადაკვეთა. რკინის ბადის ზედაპირის ზეთით დაფარვა ხდება ფილტრის ქვედა ნაწილში მოთავსებულ აბაზანაში, რომელშიც



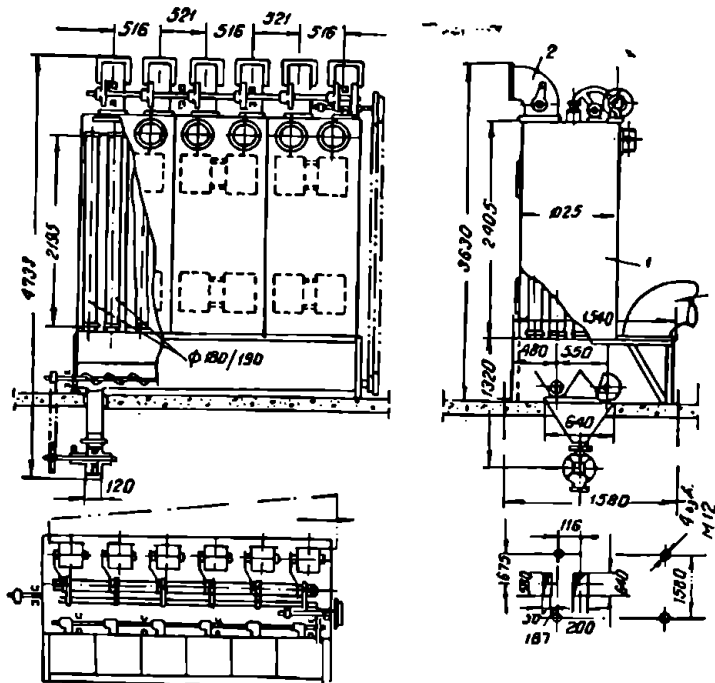
ნახ. VIII.9

ჩასხმულია მაღალბარიისხოვანი ზეთი. თვითსაწმენდი ფილტრის გარეცხვა არ მოითხოვს მის მოხსნას ან შეცვლას და წარმოებს მარტივი წესით — ზეთის გამოცვლით. მინჩრემეტის კონსტრუქციის ფილტრის ანალოგიურია K.I ტიპის ზეთიანი თვითსაწმენდი ფილტრი, რომლის კონსტრუქცია, მუშაობის პრინციპი და მწარმოებლობა განხილულია ჰაერის კონდიცირების განყოფილებაში.

ქსოვილიანი ფილტრი. ქსოვილიანი ფილტრში მტერის ნაწილა-

კების ჰაერიდან განცალკევება ხდება საფილტრავ ქსოვილში მათი გაჩხერის წესით. საფილტრავ ქსოვილად უმთავრესად გამოყენებულია სხვადასხვა არტიკულის მალდი. ქსოვილიანი ფილტრი წარმოადგენს ჰაერის წმინდა და საშუალო მტვერსაწმენდ მოწყობილობებს. ისინი გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის როგორც ბოქვოვანი, ისე არაბოქვოვანი მტვერისაგან გასაწმენდად.

VIII.10 ნახაზზე მოცემულია ვორობიოვის სახელობის ქარხნის მიერ დამზადებული  $\Phi B$  ტიპის ქსოვილიანი ფილტრი. ეს ფილტრი კომპლექტდება



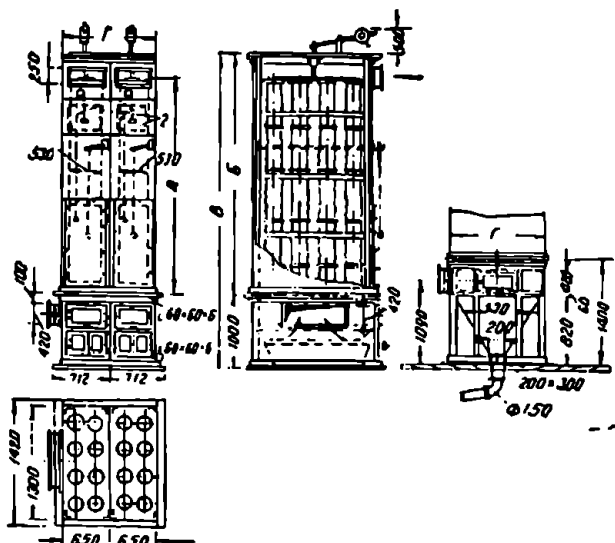
ნახ. VIII.10

სამი, ოთხი ან ექვსი სექციისაგან. თითოეული სექცია შედგება ქსოვილის რვა გრძელი სახელოსაგან 9,6 მ<sup>2</sup> საერთო საფილტრავი ფართობით. სექციების რიცხვისაგან დამოუკიდებლად ფილტრს აქვს უცვლელი სიგანე და სიმაღლე, მხოლოდ სექციების რიცხვზე დამოკიდებულებით იცვლება მისი სიგრძე.

ფილტრს აყენებენ შემწვავ ჰაერსატარზე. დამტვერიანებული ჰაერი შეიწოვება ფილტრის ბოქერში 1, რომელშიაც განლაგებულია ქსოვილის სახელურები. სახელურები მოწყობილია ისე, რომ მათი შიგა სივრცე დაკავშირებულია ზედა კოლოფთან, საიდანაც მუხლის 2 საშუალებით ფილტრი უკავშირდება ვენტილატორს. სახელურებში ჰაერის შეწოვის დროს მტერის ნაწილაკები ეჩხირება ქსოვილის უჯრედებში და გასუფთავებული ჰაერი გადადის ზედა ბოქერში. ფილტრის სექციების გასუფთავება წარმოებს შემდეგნაირად:

პერიოდულად (8—10 წუთი) ხდება ფილტრის ერთ-ერთი სექციის სისტემიდან გამოთიშვა მუხლზე 2 დაყენებული სარქელის საშუალებით. ამ დროს შექანიზმების საშუალებით ავტომატურად ხდება სახელურების დაბერტყვა და ზოკერში 1 შექმნილი გაიშვიათების გამო სათავისსი ჰაერი გაივლის სახელურებში, რის გამოც ხდება ფილტრის საერთო ბუნკერში შტერის მოგროვება და საფილტრაჟი ქსოვილის აღდგენა. ვინაიდან ქსოვილიანი ფილტრი დიდი ზომისაა და მრავალი საძრომელი აქვს, ამიტომ ღრეჩობიდან ხდება დამატებითი ჰაერის შეწოვა, რომლის გასათვალისწინებლად საჭიროა ენტილატორის საანგარიშო მწარმოებლობა გაიზარდოს 10—15% -ით.

VIII.11 ნახ ზე მოცემულია „ტექსტილპროექტის“ შიერ დამუშავებული ანალოგიური კონსტრუქციის ქსოვილიანი ფილტრი, რომლის დანიშნულებაა



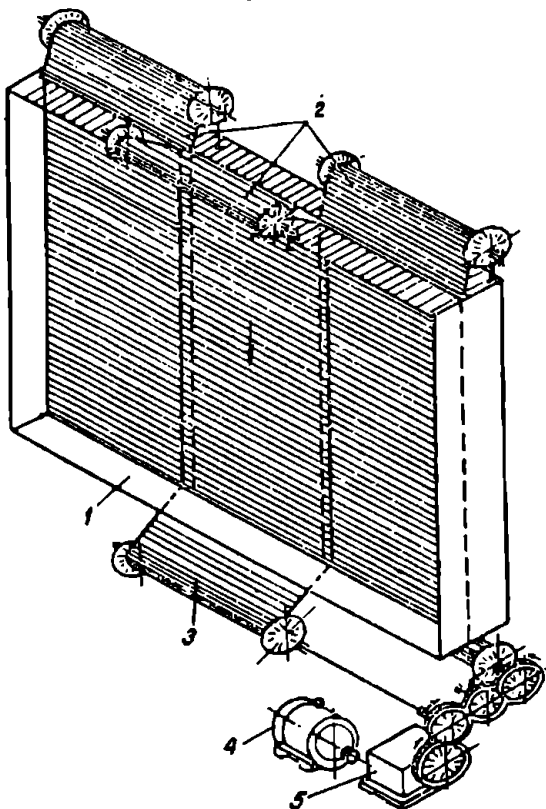
ნახ. VIII.11

სათავისიდან ამოწოვილი ჰაერის გაწმენდა ბოკოვანი შტერისაგან. ამ ფილტრის ზომები და ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია VIII.7 ცხრილში.

ცხრილი VIII.7

ფილტრის მარკა	სახელურების რიცხვი	გამფილტრაჟი ზედაპირი, მ <sup>2</sup> -ით	შარბოვობა 1 მ <sup>2</sup> -ზე, მ <sup>3</sup> -ით	წინაღობა, H კმ/წ-ობით	შ-ობით				წონა, კგ-ით				
					A	B	B	2 სექცია	3 სექცია	4 სექცია	ზედა კოლოფის	შტერის	ბუნკერი
ΦB-2,5	8	13,8	170	40	2255	2500	3500	1300	1950	2800	482 418	207	285
ΦB-3,0	8	16,8	170	40	2755	3000	4000	1300	1950	2000	528 468	207	285

ФРП ტიპის რულონური ფილტრი. ФРП რულონური ფილტრის კონსტრუქცია დამუშავებულია ბოლო წლებში. იგი გათვალისწინებულია შიგა (რეცირკულირებული) ჰაერის ბოქვოვანი მტერისაგან გასაწმენდად. ამ ფილტრს დიდი პერსპექტივა ექნება საფეიქრო წარმოებაში, სადაც ამ მიზნით დღემდე იყენებდნენ არაეფექტურ ლითონის ბადეებს (8—40% ვაწმენდის კოეფიციენტი). დამუშავებულია 20000—120000 მ<sup>3</sup>/სთ შწარმოებლობის



ნახ. VIII.12

ფილტრები, რომელთა განივკვეთის ზომები შეესაბამება КД ტიპის თვითგაწმენდ ზეთიან ფილტრებს.

VIII.12 ნახ-ზე მოცემულია შრაველ-რულონიანი ФРП ფილტრის აქსონომეტრიული სკემა. ფილტრს აქვს ფურცლოვანი ფოლადის კორპუსი 1, რომლის ზედა ნაწილში მოთავსებულია კოქა სუფთა საფილტრავი მასალით 2, ხოლო მის ქვედა ნაწილში — კოქა ნამუშევარი მასალით 3. თითოეულ კოქაზე საფილტრავი მასალის რულონის სიგრძე 100 მ აღწევს. როდესაც ფილტრის წინალობა გადააქარბებს დასაშვებს, ავტომატურად საფილტრავი მასალა გადაეხვევა ზედა კოქიდან ქვედაზე. ამ დროს ჰაერის ნაკადში შეყავთ სუფთა საფილტრავი მასალა

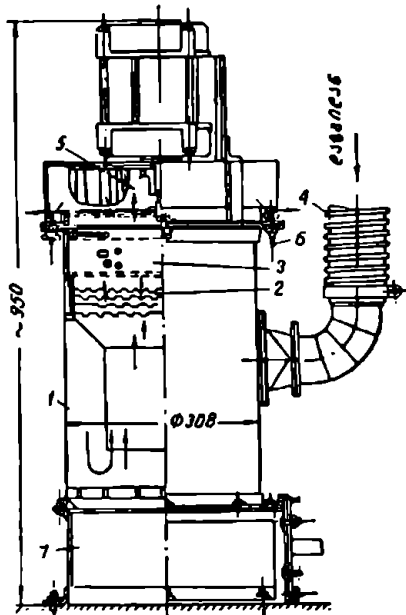
და ფილტრის წინალობა დაიწყებს შემცირებას. მასალის გადახვევა წარმოებს ქვედა კოქის ბრუნვით, რომელსაც ემსახურება ელექტრომძრავი 4 და რომელიც უზრუნველყოფს რულონების 5 საშუალებით კოქასთან დაკავშირებული კბილანური გადაცემით.

რულონურ ფილტრებში წინათ იყენებდნენ სხვადასხვა სახის საფილტრავ მასალას, რომლებიც ვერ აკმაყოფილებდნენ მათდამი წაყენებულ მოთხოვნებს. ბოლო ხანს კი მიღებულია ახალი სახის არაქსოვილური მასალა ФВН, რომლის შედგენილობაში ძირითადად შედის ბოქვოვანი ფენები, კაპრონი, ბამბა და მათი შემკერელი ნივთიერებები. უნდა აღინიშნოს, რომ შემკერელი ნივ-

თიერებების კონცენტრაცია დიდ გავლენას ახდენს საფილტრაციე მასალის თვისებებზე. ამ თვალსაზრისით ლაბორატორიული და ქარხნული წესით გამოსცადეს მრავალი არაქსოვილური მასალა სხვადასხვა კონცენტრაციის შემკველი ნივთიერებებით, რის შედეგადაც შეარჩიეს სამი სახის საუკეთესო თვისებების არაქსოვილური საფილტრაციე მასალა:  $\Phi BH-I$ ,  $\Phi BH-II$  და  $\Phi BH-III$ , რომლებსაც ახასიათებს ჰაერის გაწმენდის მაღალი ეფექტურობა, ნაკლები წინაღობა და ადვილად ემორჩილებიან გაწმენდას; დამტვერიაინებული  $\Phi BH$  ტიპის საფილტრაციე მასალის აღდგენა (მტვერისაგან გაწმენდა) შესაძლებელია 5—7-ჯერ მტვერსასრუტი მოწყობილობის საშუალებით.

ინდივიდუალური მტვერსაწმენდი  $MIOT$ -ის ტიპის აგრეგატი. ბევრ წარმოებაში, ტექნოლოგიურ პროცესებთან დაკავშირებით, ინსტრუმენტების სახეხი, საღესი, საჩორტნი ან საპრაილეზელი ჩარხები განლაგებულია ძალიან გაბნეულად. მათი ასეთი განლაგება ჰაერსატარების დიდი სიგრძისა და ტექნიკური პირობების გამო ძალიან აძნელებდა ამ ჩარხებიდან ადგილობრივი ამომწოვი ვენტილაციის მოწყობას.

მოსკოვის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის კოლექტივმა დაამუშავა ინდივიდუალური აგრეგატი  $MIOT-57$  (ნახ. VIII.13), რომელიც მცირე გაბარიტული ზომების გამო შეიძლება უშუალოდ ჩარხთან დაიდგას. ეს აგრეგატი წარმოადგენს ჰაერის გაწმენდის სამსაფეხურიან მტვერგამწმენდ მოწყობილობას. ჰაერის გაწმენდის პირველ საფეხურად გამოყენებულია ციკლონი 1, მეორე საფეხურად — პერფორირებული ფურცლებისაგან შემდგარი ფირფიტოვანი ფილტრი 2, ხოლო მესამე საფეხურად — ზეთიანი



ნახ. VIII.13

ფილტრი რკინის ან ფაიფურის რგოლებით 3. გაწმენდის სამსაფეხურიანი სისტემის მოწყობა განაპირობა ორმა გარემოებამ: 1) გასაწმენდი ჰაერის საწყისმა დიდმა მტვერშემცველობამ (300 მგ/მ<sup>3</sup>-მდე) და 2) გაწმენდილი ჰაერის უკან სათავსში დაბრუნებამ (სრული რეციკულაცია).

$MIOT-57$ -ს აქვს მცირე გაბარიტული ზომები: მისი დიამეტრია 308 მმ, ხოლო სიმაღლე 950 მმ. ჩარხი ამ აგრეგატს უკავშირდება მოქნილი შლანგის 4 საშუალებით. მტვერშემცველი ჰაერი ჩარხიდან შეიწოვება ვენტილატორით 5, რომელიც აგრეგატზე დამაგრებულია გადასახსნელი ხრახნების 6 საშუალებით. მტვერის ძირითადი მასა (85%-მდე) გროვდება მტვერსალექ საკანში 7, ხოლო დარჩენილი მტვერის ნაწილი იწმინდება ფირფიტოვან და ზეთიან

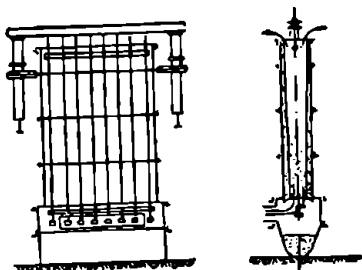
ფილტრებში, რომელთა გაელის შემდეგ გაწმენდილი ჰაერი ვენტილატორის საშუალებით უბრუნდება საამქროს.

ამ აკრეგატის მწარმოებლობა 500 მ<sup>3</sup>/სთ, ხოლო მისი გაწმენდის კოეფიციენტი 99,9%-ს აღწევს. აკრეგატის მუშაობის ხანგრძლივობა, როდესაც გასაწმენდ ჰაერში მტერის შემცველობა 300 მგ/მ<sup>3</sup>-მდეა, დაახლოებით 50 საათია, რის შემდეგაც საჭირო ხდება ფილტრების გაწმენდა.

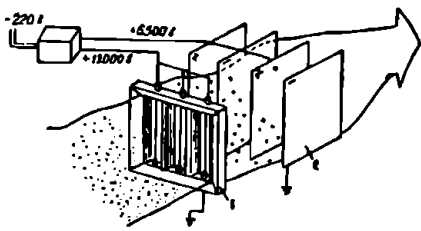
არსებობს ამ აკრეგატის მსგავსი ინდივიდუალური მტერგააწმენდი აკრეგატები ჰაერის უფრო დიდი მწარმოებლობით (1000—3000 მ<sup>3</sup>/სთ), ასეთებია ПСП, ГДЗ და სხვ.

**ელექტროფილტრი.** ელექტროფილტრის მუშაობის პრინციპი დამყარებულია მტერის ნაწილაკების იონიზაციაზე. ამ ფილტრში ჰაერიდან მტერის ნაწილაკების გამოყოფა წარმოებს მძლავრ ელექტრულ ველში, სადაც

ხდება მტერის დამუხტვა და დაღიჭვა ელექტროდებზე. ელექტროდებზე შოკოვებული მტერი თვითღინებით იყრება ბუნკერებში, საიდანაც ხდება მისი გამოტეირთვა.



ა



ბ

ნახ. VIII.14

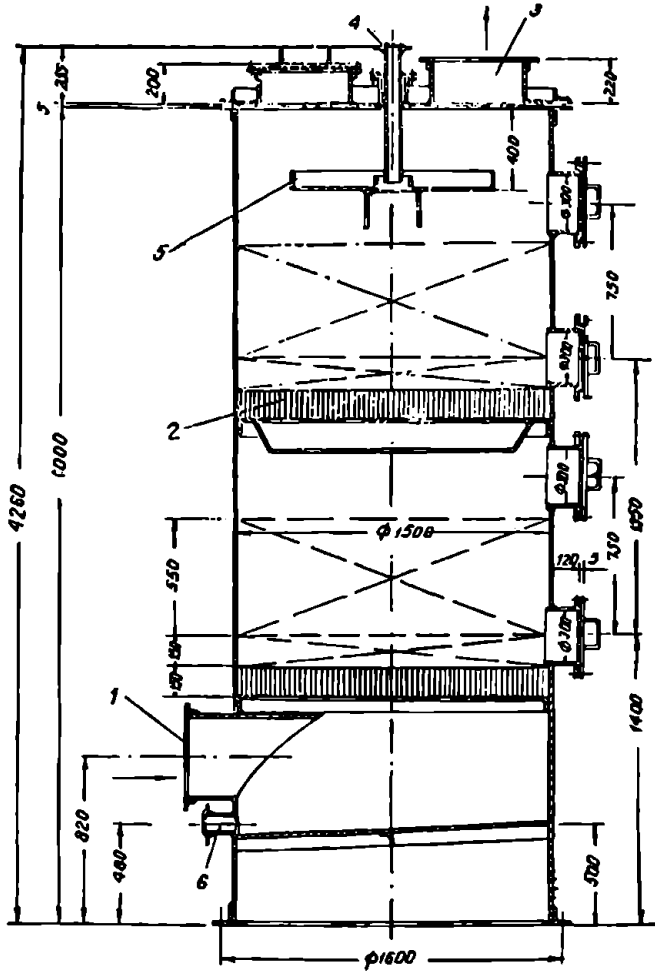
VIII.14 ნახ.ზე მოცემულია ერთ (ა) და ორზონიანი (ბ) ელექტროფილტრების პრინციპული სქემები. ერთზონიანი ფილტრისაგან განსხვავებით, ორზონიან ფილტრში მტერის ნაწილაკები დაიონიზებულ ზონაში 1 თავდაპირველად იმუხტებიან, ხოლო შემდეგ ილიქებიან ელექტროდებზე 2. ელექტროფილტრების ელექტრონერგიით კვება წარმოებს მაღალი ძაბვის მუდმივი პულსირებული დენით, რომლის სიდიდე ერთზონიანი ფილტრისთვის არის 45000—70000 ვოლტი, ხოლო ორზონიანისათვის — 12000—13000 ვოლტი. ორზონიან ფილტრებში გამარტივებულია მათი ელექტრო-

ნერგიით კვება და ამავ დროს, შედარებით დაბალი ძაბვის დენით კვების გამო, აღვილი არა აქვს არასასურველი პროდუქტების (აზოტის ეანგი, ოზონი) გამოყოფას. ამ მოსაზრებებით ორზონიანი ელექტროფილტრები უფრო პერსპექტიულია.

არსებობს ელექტროფილტრების რამდენიმე სახეობა (მაგალითად, ДВН, УВН და სხვ.), რომლებსაც აქვთ დიდი გაბარიტული ზომები (სიმაღლე დაახლოებით 15 მ და იკავებს დაახლოებით 10 მ<sup>3</sup> ფართობს). მათი ღირებულება ძალიან დიდია და ამიტომ ისინი გამოიყენება მხოლოდ ძვირფასი მტერის (ცემენტი, თამბაქო, თუთიის ეანგი და სხვ.) დასაქვრად.

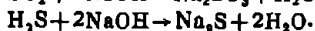
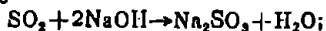


სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ტოქსიკურ მანეოზებს, არსებობს გაუვნებლებისა და აბსორბირების მეთოდები. გაუვნებლების მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის შემცველი სხეულასხვა გაზი და ორთქლი რეაქციაში შედის ხსნარებთან ან წყალთან. მაგალითად, გოგირდოვანი აირი ან წყალბადგოგირდი რეაქციაში შედის მწვანე ნატრიუმის ხსნართან, რის შედეგადაც მიიღება მა-



ნახ. VIII.15

რილი და წყალბ; ე. ი. ხდება მისი გაუენებლება. ეს რეაქციები წარისპართება ცნობილი ტოლობებით:



VIII.15 ნახაზზე შოკეგულია 1500 მმ დიამეტრის სარწყავი სარეცხელი, რომელიც გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გოგირდოვანი აირის ან წყალბადგოგირდისაგან გასაწმენდად. გასაწმენდი ჰაერი მილყელით 1 შედის სარეცხელის ქვედა ნაწილში, გაიელის მწვავე ნატრიუმის ხსნარით დასველებულ ცხაურებს 2, რის შედეგადაც ხდება მისი გაუენებლება და ატმოსფეროში 3 გაუენა. მწვავე ნატრიუმის ხსნარის მომზადება წარმოებს სპეციალურ ავზებში, საიდანაც ტუმბოს საშუალებით მილყელით 4 სარეცხელს ზედა ნაწილში მიეწოდება. ხსნარის განაწილება და გაფრქვევა სარეცხლის სივრცეში წარმოებს სპეციალური საცრის 5 საშუალებით. რეაქციაში შესული მწვავე ნატრიუმის ხსნარი, რომლის კონცენტრაცია შემცირდა, მილყელით 6 თვითდინებით ჩაეღინება მოსამზადებელ ავზში, საიდანაც იგი კვლავ მიეწოდება სარეცხელში. ხსნარის კონცენტრაციის ამაღლება ხდება მოსამზადებელ ავზში მწვავე ნატრიუმის დამატებით. დროთა განმავლობაში (ერთი ან ორი დღე) იგი საჭიროებს მთლიან განახლებას. ამ სარწყავი სარეცხელის ჰაერის მწარმოებლობაა 4000—5000 მ<sup>3</sup>/სთ. არსებობს სარეცხელის ისეთი კონსტრუქციები, რომელთა მწარმოებლობა გაცილებით დიდია (30000—40000 მ<sup>3</sup>/სთ). სარეცხელები უმთავრესად გამოიყენება გაღვანური სააპქროების აბაზანებიდან ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად.

ჰაერის გაწმენდის აბსორბირების მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერში შემცველი აგზები და ორთქლი შთაინთქმება მუარი ნიეთიერებების მიერ. მაგალითად, სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად, რომელშიც შედის ნახშირბადი, გამოიყენება მუარი ნიეთიერება — მანანუმის ენგი. აბსორბირების მეთოდის დიდი ნაკლია მშთანთქმელი ნიეთიერების თვისებების, შთანთქმის უნარის მკვეთრი დაქვეითება მუშაობის ხანგრძლივობის მიხედვით.

## § 35.

## სამაჰსიღან ამონოჰილი ჰაერის ჭავლეკი გაჰყორინა

იმ შემთხვევაში, როდესაც შეუძლებელი ხდება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გაწმენდა, საჭიროა ჰაერი გავიყენათ ატმოსფეროს შალა ფენებში, ე. წ. ჰაელური გატყორცნით. ამ დროს სავენტილაციო დანადგარების გამო-საბოლქე შილს ბოლოში უყეთდება კონფუზორი, რომელიც მთავრდება ცილინდრული ფორმის საცმით. შილის განივეყეთის ფართობის შემცირებასთან დაკავშირებით სათანადოდ იზრდება ჰაერის გამოსვლის სიჩქარე და ექმნება შორისმოქმედი ჰაელი.

ცილინდრული საცმის ზემოთ ჰაელის აწევის სიმაღლე შეიძლება ზუსტად განისაზღვროს წყნარი ამინდის დროს, რომელიც მ. ს. მოლჩანოვის თეორიული გაანგარიშებებით, VIII.16 ნახ ის შესაბამისად, ტოლია

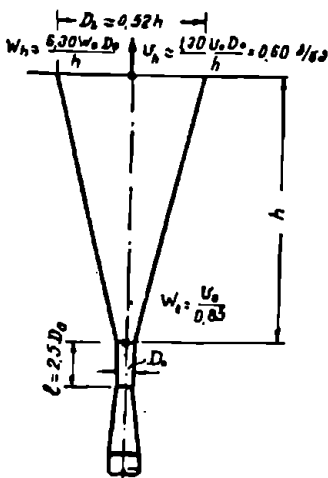
$$h = 2,17 v_0 \cdot D_0 \text{ მ}, \quad (8.23)$$

სადაც  $v_0$  არის საცმიდან ჰაერის გამოსვლის სიჩქარე მ/წმ-ობით;

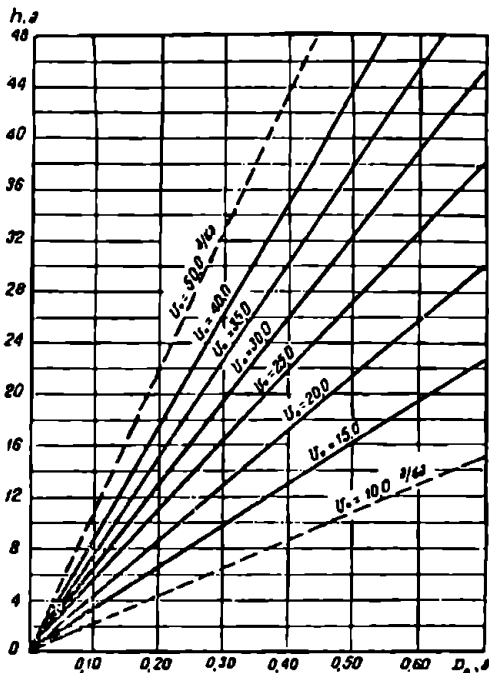
$D_0$  — საცმის დიამეტრი მ-ობით.

ქარის უმოქმედობის პირობებში ჰაელის აქტიური სიმაღლის დასადგენად ამ ფორმულის მიხედვით აგებულია გრაფიკი (ნახ. VIII.17). აქ აბსცისთა ღერძზე გადაზომილია საცმის დიამეტრები (0,1—0,78), ხოლო ორდინატთა ღერძზე აღნიშნულია ჰაელის აქტიური სიმაღლეები სხვადასხვა სიჩქარის დროს.

ქარის მოქმედების დროს მდგომარეობა მკვეთ-



ნახ. VIII.16



ნახ. VIII.17

რად იცვლება — ჰაელური გატყორცნის ეფექტურობა საგრძნობლად მცირდება. ქარი ხელს უშლის ჰაელის აღზავლობას, ახდენს მის ვარდატებას.

წლების განმავლობაში მკვლევარები სწავლობდნენ ქარის მოქმედების გავლენას ჰაელური ნაკადის ხასიათზე. მათ მოგვეცეს ჰაელის აწევის სიმაღლის ბევრი თეორიული და ექსპერიმენტული ფორმულა. არსებულ მასალათა გადამუშავების საფუძველზე რეკომენდებულია ბ. ს. მოლჩანოვის ფორმულა

$$h = 2,60 \cdot D_0 \sqrt[3]{v_0^2} \text{ მ}, \quad (8.24)$$

სადაც  $h$  არის ჰაელის აწევის სიმაღლე ქარის მოქმედების დროს მ-ობით, სავენტილაციო ჰაელურ გატყორცნებში ქარის საანგარიშო სიჩქარედ მიღებულია  $v = 2,5$  მ/წმ;

$D_0$  — საცმის დიამეტრი მ-ობით,

$v_0$  — საცმიდან ჰაერის გამოსვლის სიჩქარე მ/წმ-ობით.

ძლიერი ქარის დროს, როდესაც მისი სიდიდე აღწევს 10—15 მ/წმ, ჰაელი არ წარმოიქმნება. ამ დროს ხდება საცმიდან გამოსული ჰაერის ნაკადის სწრაფი გაზრდა და ჰაერში მყოფი მავნეობების კონცენტრაციის უეცარი შემ-

ცირება. საცმიდან ჰაერის გამოსვლის  $v_0$  სიჩქარე შეიძლება დიდ ზღვრებში შევარჩიოთ (15—40 მ/წმ). რაც უფრო დიდია ეს სიჩქარე, მით უფრო ეფექტურია ქველური გატყორცნა. სიჩქარის გაზრდასთან ერთად იზრდება საცმში და კონფუზორში წნევის დანაკარგები. ქველური გატყორცნის წინააღმდეგ საერთო კოეფიციენტი ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით ტოლია

$$\xi = 1,15.$$

ქველურ გატყორცნაზე წნევის დანაკარგები საცმიდან გამოსული ჰაერის სიჩქარის მიხედვით მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

ცხრილი VIII

$v_0$ მ/წმ	$H$ კგ/მ <sup>2</sup>	$v_0$ მ/წმ	$H$ კგ/მ <sup>2</sup>	$v_0$ მ/წმ	$H$ კგ/მ <sup>2</sup>	$v_0$ მ/წმ	$H$ კგ/მ <sup>2</sup>
16	16	22	34	29	59	35	86
17	20	24	41	30	63	37	98
19	25	25	44	32	72	39	107
20	28	27	51	34	81	40	113

სათავესიდან ამოწოვილი ჰაერის ქველური გატყორცნისას საჭიროა, რომ გამოსაბოლქვი მილის საცმი დიდად იყოს დაცილებული შენობის სახურავიდან. ეს მანძილი მინიმუმ 10—15 მ-ის ტოლი უნდა იყოს.



## ქაეკის მდგომარეობის სწდა წყადთან კონტაქტის დროს იძულებითი მოქარობის პირობებში

ვენტილაციის ტექნიკაში ჰაერის გასათბობად და დასატენიანებლად ან მის გასაცივებლად და გასაშრობად ფართოდაა გამოყენებული წყალი. მაგალითად, ცნობილია, რომ ჰაერის დატენიანება ხდება ჰაერში უშუალოდ წყლის აორთქლებით, გაშრობა კი — ჰაერიდან წყლის ორთქლის კონდენსაციით. ცხადია, რომ აღნიშნული პროცესები დამოკიდებული იქნება წყლის ტემპერატურაზე. მაგალითად, თუ წყლის ტემპერატურა ჰაერთან შეხების პერიოდში ნაკლებია ნაშის წერტილის ტემპერატურაზე, მაშინ მიმდინარეობს ჰაერის გაშრობის პროცესი, ხოლო თუ წყლის ტემპერატურა მეტია ნაშის წერტილის ტემპერატურაზე, მაშინ ადგილი აქვს ჰაერის დატენიანების პროცესს.

როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, ჰაერის იძულებითი მოძრაობისას ჰაერის მდგომარეობის ცვლა წყალთან კონტაქტის დროს წარმოადგენს საკმაოდ რთულ პროცესს, რომლის დროსაც ჰაერისა და წყლის ურთიერთშეხების სასაზღვრო შრე შედგება როგორც ჰაერის, ისე წყლის მოლეკულებისაგან, რის გამოც შერევის სასაზღვრო შრეში წარმოიქმნება წყლის ორთქლით გაჯერებული ჰაერი (ჰაერის ეს მდგომარეობა  $1-d$  ლიავრამაზე დახასიათებულია სრული გაჯერების შრედით  $\varphi = 100\%$ ). მიღებული მოდელი საშუალებას გვაძლევს ჰაერსა და წყალს შორის სითბოსა და ტენციის პროცესი წარმოვიდგინოთ, როგორც განსაზღვრულპარამეტრებიანი ჰაერის შერევა წყლის ტემპერატურის მქონე გაჯერებულ ჰაერთან.

### § 36. ქაეკსა და წყალს შორის უშუალო კონტაქტის დროს ადგილი აქვს სითბოსა და ტენიის გადასვლას ერთი გარემოდან მეორეში. სითბოს გადასვლა ხასიათდება გათბობითა და გაცივებით, ტენიისა კი — აორთქლებით და კონ-

ჰაერსა და წყალს შორის უშუალო კონტაქტის დროს ადგილი აქვს სითბოსა და ტენიის გადასვლას ერთი გარემოდან მეორეში. სითბოს გადასვლა ხასიათდება გათბობითა და გაცივებით, ტენიისა კი — აორთქლებით და კონ-

დენსაციით. ამ პროცესების დროს სრული თბოგადაცემა იანგარიშება განტოლებით

$$dQ = dQ_{\text{აჰ}} + dQ_{\text{ფარ}}, \quad (9.1)$$

სადაც  $dQ$  არის სითბოს საერთო რაოდენობა;

$dQ_{\text{აჰ}}$  — აშკარა სითბოს რაოდენობა;

$dQ_{\text{ფარ}}$  — ფარული სითბოს რაოდენობა.

აშკარა თბოგადაცემა მიმდინარეობს თბოგამტარობით, კონვექციითა და გამოსხივებით. ელემენტის მცირე ზედაპირიდან გადაცემული აშკარა სითბოს რაოდენობა

$$dQ_{\text{აჰ}} = GC_p dt = \alpha (t - t_{\text{ფ}}) dF, \quad (9.2)$$

სადაც  $G$  არის ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

$C_p$  — ჰაერის თბოტევადობა მუდმივი წნევის დროს, კკალ/კგ გრ-ობით;

$\alpha$  — ჰაერსა და წყალს შორის თბოგადაცემის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს კონვექციით, თბოგამტარობითა და გამოსხივებით გადაცემულ სითბოს რაოდენობას, კკალ/მ<sup>2</sup> გრ. სთ-ობით;

$t$  — ჰაერის ტემპერატურა, °C;

$t_{\text{ფ}}$  — წყლის ტემპერატურა, °C;

$dF$  — თბოგაყვანის ზედაპირი, მ<sup>2</sup>-ობით.

(9.2) განტოლებაში სითბოს ნაკადის დადებით მიმართულებად მიღებულია მიმართულება ჰაერიდან წყლისაკენ.

წყალს და განსაკუთრებით ჰაერს აქვთ უმნიშვნელო თბოგამტარობის კოეფიციენტი, რომელიც პრაქტიკულად არ მოქმედებს თბოგაყვანის კოეფიციენტის სიდიდეზე. უმნიშვნელოა აგრეთვე გამოსხივებით გადაცემული სითბოს რაოდენობა ისეთ თბომცველ აპარატებში, რომლებშიც ჰაერის სიჩქარე არ აღემატება 3—4 მ/წმ და ტემპერატურათა სხვაობა იცვლება მხოლოდ 5—6°-ით.

ვინაიდან კონდიციონერებში ჰაერის მოძრაობა იქულებითია, ამიტომ ბუნებრივი კონვექციით გადაცემული სითბოს რაოდენობაც შეიძლება უგულებელვყოთ. ამრიგად, აშკარა თბოგადაცემა, რომელიც მიმდინარეობს კონდიციონერების თბომცველ აპარატებში, დამოკიდებული იქნება მხოლოდ იძულებით კონვექციაზე და წარმოადგენს ჰაერის სიჩქარის ფუნქციას

$$\alpha = cf(v \gamma).$$

სადაც  $v \gamma$  არის ჰაერის წონითი სიჩქარე, კგ/მ<sup>2</sup>. წმ-ობით.

ფარული თბოგადაცემა მიმდინარეობს ჰაერის მიერ აორთქლების ფარული სითბოს შთანქმით ან გამოყოფით. ეს პროცესი დამოკიდებულია ჰაერის ძირითად ნაკადში და მის სასაზღვრო შრეში წყლის ორთქლის პარციალური წნევების სხვაობაზე. აირების დიფუზიის კანონის საფუძველზე ტენციელა ჰაერსა და წყალს შორის შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით

$$dW = Gd \left( \frac{d}{1000} \right) = c_1 dF (P - P_{\text{ფ}}), \quad (9.3)$$

სადაც  $d \left( \frac{d}{1000} \right)$  არის ჰაერის უსასრულოდ მცირე ტენშემცველობათა სხვაობა

ბა კგ/კგ-ობით;

$\epsilon$  — პროპორციულობის კოეფიციენტი;  
 $P$  და  $P_{\Sigma}$  — შესაბამისად წყლის ორთქლის პარციალური წნევები  
 ჰაერის ძირითად მასაში და ჰაერის სასაზღვრო შრე-  
 ში, მშ წყ. სვეტობით.

მრავალი ცდის საფუძველზე დადგენილია, რომ პარციალური წნევების  
 სხვაობის ფარდობა ტენზომეტრებთან სხვაობასთან პრაქტიკულად მუდმივი  
 სიდიდისა და დაახლოებით 1,5 ტოლია; თუ მხედველობაში მივიღებთ ამ თა-  
 ნაფარდობას, მაშინ (9.3) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dw = Gd \left( \frac{d}{1000} \right) = \sigma dF \frac{d - d_{\Sigma}}{1000}, \quad (9.4)$$

სადაც  $\sigma$  არის ტენზოდასვლის კოეფიციენტი, კგ/მ<sup>2</sup> სთ-ობით;

$d$  — ჰაერის ძირითადი მასის ტენზომეტრებთან, გ/კგ-ობით;

$d_{\Sigma}$  — ჰაერის ტენზომეტრებთან სასაზღვრო შრეში, გ/კგ-ობით.

ფარული სითბოს რაოდენობა, რომელიც წყალს გადაეცემა მის ზედა-  
 პირზე ორთქლის კონდენსაციის შედეგად, განისაზღვრება დაკონდენსირებუ-  
 ლი წყლის რაოდენობის ნამრავლით აორთქლების სითბოზე, ანუ

$$dQ_{\text{ფარ}} = d w r = Gd \left( \frac{d}{1000} \right) r = \sigma dF \frac{d - d_{\Sigma}}{1000} r, \quad (9.5)$$

სადაც  $r$  არის აორთქლების ფარული სითბო და უდრის 595 — 0,54  $t_{\Sigma}$ ,  
 კკალ/კგ-ობით.

თუ (9.1) განტოლებაში ჩავეყვამთ (9.2) და (9.5) განტოლებების მნიშუ-  
 ნელობებს, მივიღებთ

$$dQ = GdI = \sigma dF \left[ \frac{\alpha}{\sigma_{\Psi}} (t - t_{\Sigma}) + (595 - 0,54 t_{\Sigma}) \frac{d - d_{\Sigma}}{1000} \right], \quad (9.6)$$

სადაც  $dI = d(I - I_{\Sigma})$  არის უსასრულოდ მცირე თბომეტრებთან სხვაობა,  
 კკალ/კგ-ობით.

აორთქლების პროცესის დროს თბოგადაცემის კოეფიციენტსა და ტენ-  
 ცვლის კოეფიციენტს  $\sigma$  შორის არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება, რო-  
 მელიც, ლუისის ფორმულის თანახმად, ჰაერისა და წყლის სისტემისთვის  
 (ტურბულენტური დინების შემთხვევაში) იქნება

$$\frac{\alpha}{\sigma} \approx C_p 0,24 \cdot 0,47 \frac{d}{1000}, \quad (9.7)$$

ჰაერის ლამინალური დინებისათვის კი

$$\frac{\alpha}{\sigma} \approx 0,92 C_p.$$

მსგავსობის თეორიის ანალიზი და ჩატარებული ექსპერიმენტები გვიჩვენ-  
 ებს, რომ დაბალი თბური დატვირთვის შემთხვევაში, რომლითაც ხასიათ-  
 დება კონდიციონერების თბომცვლელი აპარატები,  $\frac{\alpha}{\sigma}$  თანაფარდობა შეიძ-  
 ლება დაახლოებით მივიღოთ ტენიანი ჰაერის სითბოტეფადობის ტოლად.

თუ (9.6) განტოლებაში  $\frac{\sigma}{\sigma}$  გამოსახულების მნიშვნელობას ჩავსვათ (9.7) განტოლებიდან და მხედველობაში მივიღებთ ტენიანი ჰაერის ტენზომეცვლელობას (1.25) განტოლებიდან, გვექნება

$$GdI = \sigma dF \left[ (I - I_{\Sigma}) - \frac{d - d_{\Sigma}}{1000} t_{\Sigma} \right]. \quad (9.8)$$

(9.8) განტოლებაში (9.4) განტოლებიდან  $d\omega$  მნიშვნელობის ჩასმით მიიღება სრული სითბოს საბოლოო რაოდენობა

$$dQ = GdI = \sigma dF (I - I_{\Sigma}) - d\omega t_{\Sigma}, \quad (9.9)$$

სადაც  $I$  არის ტენიანი ჰაერის სითბომეცვლელობა მის დამუშავებამდე, კკალ/კგ-ობით;

$I_{\Sigma}$  — ტენით გაჯერებული ჰაერის სითბომეცვლელობა, კკალ/კგ-ობით.

$$d\omega t_{\Sigma} = \frac{d - d_{\Sigma}}{1000} t_{\Sigma} \sigma dF \text{ გამოსახულება წარმოადგენს ასაორთქლებელი}$$

ან კონდენსირებული სითხის სითბომეცვლეობას, რომლის მნიშვნელობა მეტად მცირეა (დაახლოებით 0,5%)  $\sigma dF (I - I_{\Sigma})$  მნიშვნელობასთან შედარებით და ამიტომ შეიძლება მისი უგულებელყოფა. ამრიგად, (9.9) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dQ = GdI = \sigma dF (I - I_{\Sigma}). \quad (9.10)$$

მიღებული (9.10) განტოლება თბოგადაცემის განტოლების მსგავსია, რის გამოც ის, თავისი მნიშვნელობის მიხედვით, შეიძლება მიღებულ იქნეს ძირითად თბოგაცვლის დიფერენციალურ განტოლებად ჰაერსა და წყალს შორის უშუალო კონტაქტის დროს.

როდესაც თბოგადაცემა მიმდინარეობს გამყოფი ზედაპირის საშუალებით (ზედაპირული თბომცვლელები) და ამ ზედაპირზე არ წარმოებს აგრეგაციული მდგომარეობის ცვლილება, (9.10) განტოლება შეიძლება აღვიღად გარდაექმნათ (9.2) განტოლებად.

(9.10) განტოლება  $Q$ ,  $I$  და  $F$  სასრული სიდიდეებისათვის შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგ სახით

$$Q = G \Delta I = \sigma F \Delta I, \quad (9.11)$$

სადაც  $\Delta I$  არის ჰაერსა და წყალს შორის საშუალო ლოკალიზებულ სითბომეცვლელობათა სხვაობა, კკალ/კგ-ობით.

### § 37. ჰაერსა და წყალს შორის თბომცვლის პროცესის ანალიზი

მიღებული ძირითადი დიფერენციალური განტოლებები მხოლოდ რაოდენობრივად ახასიათებენ ჰაერსა და წყალს შორის თბომცვლის პროცესს. ამ განტოლებების საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს ჰაერის სითბომეცვლელობის მნიშვნელობა, მაშინ როდესაც ჰაერის მდგომარეობის დასახასიათებლად საჭიროა ორი პარამეტრის ცოდნა.



შეორე პარამეტრის მნიშვნელობა ადვილად შეიძლება მიღებულ იქნეს (9.10) განტოლების (9.4) განტოლებაზე გაყოფით

$$\frac{dI}{d\left(\frac{d}{1000}\right)} = 1000 \frac{I - I_{\text{ფკ}}}{d - d_{\text{ფკ}}} \quad (9.12)$$

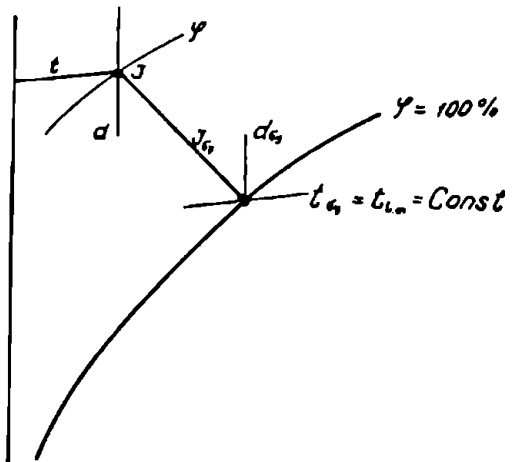
მიღებული (9.12) დიფერენციალური განტოლება გამოსახავს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილებას. ეს განტოლება  $I-d$  დიაგრამაზე წარმოადგენს წრფეს (ნახ. IX.1), რომელიც გადის ჰაერის საწყის  $I, d$  და საბოლოო პარამეტრებზე  $I_{\text{ფკ}}, d_{\text{ფკ}}$ . აღსანიშნავია, რომ ამ განტოლების მარჯვენა ნაწილში შედის ცნობილი სითბოსა და ტენიის თანაფარდობის მასშტაბის მნიშვნელობა

$$e = 1000 \frac{I - I_{\text{ფკ}}}{d - d_{\text{ფკ}}}$$

(9.12) განტოლება დაშვებითაა მიღებული, რომელიც იმ პირობებისათვის, როდესაც თბოცვლის პროცესი წყალსა და ჰაერს შორის მიმდინარეობს მხოლოდ წყლის მუდმივი ტემპერატურის დროს. წყლის ტემპერატურის მუდმივობა კი დატულია იმ ერთადერთ შემთხვევაში, როდესაც იდეალურ თბომცვლელ აპარატში სრული სითბოს ჩაოდნობა ნულის ტოლია. ამ უკანასკნელ პირობას  $dQ=0$  აკმაყოფილებს ადიაბატური პროცესი, რომლის დროსაც აირის მდგომარეობა ისე იცვლება, რომ აირი გარეგანად სითბოს არც ღებულობს და არც გასცემს, ე. ი. სისტემისათვის ჰაერი — წყალი, იდეალურ პროცესში, აშკარა თბოცვლის კომპენსაცია ხდება ფარულით, ხოლო ფარულისა — აშკარათი. ამგვარად, (9.1) განტოლება შეიძლება გადაიწეროს შემდეგი სახით

$$dQ_{\text{ფკ}} = -dQ_{\text{ფკ}} \quad (9.13)$$

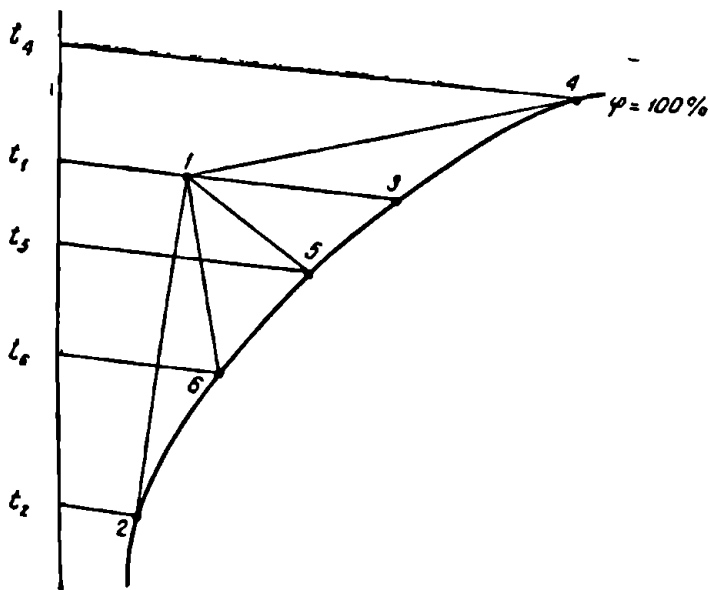
როგორც განტოლებიდან ჩანს, ადიაბატურ პროცესში ჰაერის სითბომცვლელობისა და ტენშემცველობის მნიშვნელობები იცვლება. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ტენშემცველობის ცვლილება, რომელიც ვადაშვებითაა ჰაერის დატენიანების დროს. წყლის ტემპერატურას, რომლის დროსაც მიმდინარეობს ჰაერის დატენიანება სრული სითბოს ნაზარდის უცვლელად  $dQ=0$ , ეწოდება სველი თერმომეტრის ტემპერატურა  $I_{\text{ფკ}} = I_{\text{ს.მ}} = \text{const}$ , ხოლო პროცესს — ადიაბატური დატენიანების პროცესი. ამ პროცესში წყლის აორთქლებაზე იხარჯება ჰაერის აშკარა სითბო, რის გამოც ჰაერი ტენიანდება და მისი ტემპერატურა მცირდება. ამრიგად, აორთქლებაზე დახარჯული აშკარა სითბო ჰაერს კვლავ უბრუნდება ფარული სითბოს (წყლის ორთქლის) სახით. ამის გა-



ნახ. IX.1

შო პაერის სითბოშემცველობა პრაქტიკულად რჩება მუდმივი და, ცხადია, თბოცელის პროცესი წყალსა და ჰაერის შორის ადიაბატური დატენიანების დროს იქნება მუდმივი სითბოშემცველობით  $I = \text{const}$  (ნახ. IX.1).

იმ პროცესებს, სადაც ჰაერსა და წყალს შორის ურთიერთქმედების დროს ადგილი აქვს გარემოდან სითბოს ართმევას ან მიწოდებას, ე. ი. ხელოვნურად გათბობას ან გაცივებას, პოლიტროპულ პროცესებს უწოდებენ. ამ რეალურ პროცესებში წყლის ტემპერატურა არ არის მუდმივი და მისი ცვლადობა დამოკიდებულია თბოცელის ინტენსივობაზე. ამრიგად, პოლიტროპული პროცესებისთვის (9.12) განტოლების გამოყენება შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევებისთვის, როდესაც წყლის ტემპერატურის გარკვეული



ნახ. IX.2

მნიშვნელობა მიღებული იქნება მუდმივ სიდიდედ. რეალური თბომცველი აპარატებისათვის დადგენილია წყლის ტემპერატურის მნიშვნელობის ფუნქციური დამოკიდებულება მის საწყის და საბოლოო ტემპერატურაზე  $t_{\text{ს}} = (t_{\text{ს.ს}} + t_{\text{ს.ბ}})$ . მაგალითად, ვერტიკალური აპარატებისთვის წყლის საძიებელი ტემპერატურა ტოლია ამ წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობებისა

$$t_{\text{ს}} = \frac{t_{\text{ს.ს}} + t_{\text{ს.ბ}}}{2} \tag{9.14}$$

სადაც  $t_{\text{ს.ს}}$  და  $t_{\text{ს.ბ}}$  შესაბამისად არის წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები.

ზემოაღნიშნული დაშვების საფუძველზე, ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება  $I-d$  დიაგრამაში აიგება სწორი ხაზით (ნახ. IX.2). პირველ წერტილს

შესაბამება ჰაერის საწყისი პარამეტრები, ხოლო მეორეს — ჰაერის საბოლოო პარამეტრები. ცხადია, მიღებულ ზოგად პროცესებში და, კერძოდ, 1—2 პოლიტროპულ პროცესში ჰაერის შუალედური პარამეტრების მნიშვნელობა განგარნიშებისთვის სრულიად არ არის საინტერესო.

ჰაერსა და წყალს შორის შესაძლო პროცესების ანალიზისათვის მე-6 განტოლებაში  $\frac{\sigma}{\sigma}$  ნაცვლად შევიტანოთ მისი მნიშვნელობა  $C_p$ . მაშინ განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dQ = \sigma dFC_p (1 - t_{\infty}) + \sigma dF (595 - 0,54 t_{\infty}) \frac{d - d_{\infty}}{1000} \quad (9.15)$$

(9.15) განტოლების პირველი წევრი წარმოადგენს აშკარა სითბოს, ხოლო მეორე — ფარულ სითბოს. ცხადია, თითოეული წევრი შეიძლება იყოს დადებითი, უარყოფითი ან ნულის ტოლი. მაგალითად, თუ ჰაერის ტემპერატურა მერტია წყლის ტემპერატურაზე, მაშინ პირველი წევრი დადებითი იქნება, რაც ნიშნავს თბური ნაკადის მიმართულებას ჰაერიდან წყლისაკენ. ამ შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურა მცირდება (პროცესი 1—2, ნახ. IX.2). იზოთერმულ პროცესში ჰაერისა და წყლის ტემპერატურები ერთმანეთის ტოლია, ე. ი. აშკარა თბოცვლა არ მიმდინარეობს და განტოლების პირველი წევრის მნიშვნელობა ამ შემთხვევაში ნულის ტოლი იქნება (პროცესი 1—3, ნახ. IX.2). როდესაც წყლის ტემპერატურა მერტია ჰაერის ტემპერატურაზე, თბური ნაკადის მიმართულება იქნება წყლიდან ჰაერისაკენ, ამას გამო პირველი წევრი უარყოფითი იქნება. ამ შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურა იზრდება (პროცესი 1—4, ნახ. IX.2).

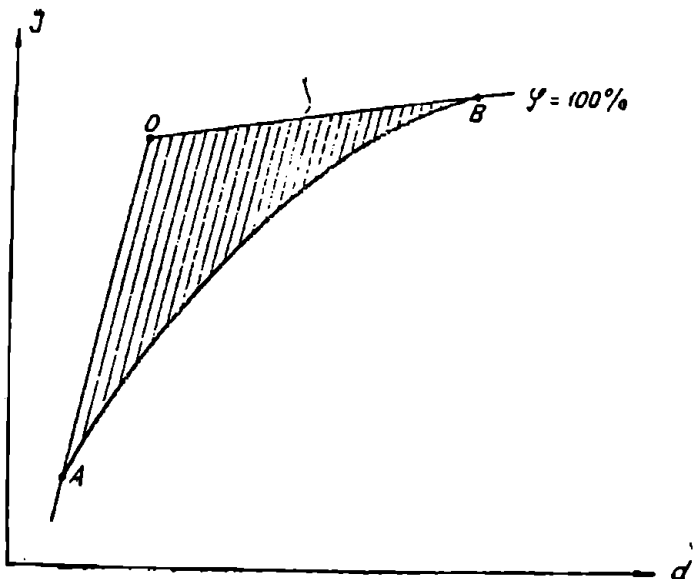
როგორც აღვნიშნეთ, (9.15) განტოლების მეორე წევრი წარმოადგენს ფარულ სითბოს, რომელიც მონაწილეობას იღებს საერთო თბოცვლაში. მისი მნიშვნელობა დადებითი იქნება მაშინ, როდესაც არსებობს უტოლობა  $d > d_{\infty}$ . ამ შემთხვევაში წყლის ზედაპირზე ტენიანი ჰაერიდან მოხდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია და ჰაერის ტენშემცველობა მცირდება (პროცესი 1—2, ნახ. IX.2). თუ  $d < d_{\infty}$ , მაშინ წყლის ზედაპირიდან მიმდინარეობს აორთქლება, რის შედეგადაც წარმოებს ჰაერის დატენიანება (პროცესი 1—5, ნახ. IX.2). ტენშემცველობათა ტოლობის შემთხვევაში  $d = d_{\infty}$ , განტოლების მეორე წევრი უტოლდება ნულს, ამ დროს პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი ტენშემცველობის პირობებში (პროცესი 1—6, ნახ. IX.2).

სითბოსა და ტენცილის საერთო ბალანსში შესაძლებელია ზემოაღწერილი პროცესების კომბინაცია.  $I-d$  დიაგრამაში ამ კომბინაციების შესაძლო შემთხვევები თავსდება  $OAB$  მრუდხაზოვანი სამკუთხედის საზღვრებში (ნახ. IX.3). ამ სამკუთხედის  $AB$  გვერდი წარმოადგენს ტენიანი ჰაერის სრული გაჯერების მრუდს  $\varphi = 100\%$ . დანარჩენი ორი გვერდი კი წარმოადგენს ამ მრუდის მივებს, გავლებულს ჰაერის საწყისი მდგომარეობის  $O$  წერტილიდან.

განვიხილოთ  $I-d$  დიაგრამაში შეიდი დამახასიათებელი პროცესი:

1. წყლის ტემპერატურა ნაკლებია ნამის ტემპერატურაზე  $t_{\infty} < t_{\infty a}$ . ამ შემთხვევაში ინტენსიურად მიმდინარეობს ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის პოლიტროპული პროცესი. ჰაერის აშკარა და ფარული სითბო მთლიანად გადაეცემა წყალს (პროცესი 1—2, ნახ. IX.4).

2. წყლის ტემპერატურა ნამის ტემპერატურის ტოლია. ამ შემთხვევაში



ნახ. IX.3

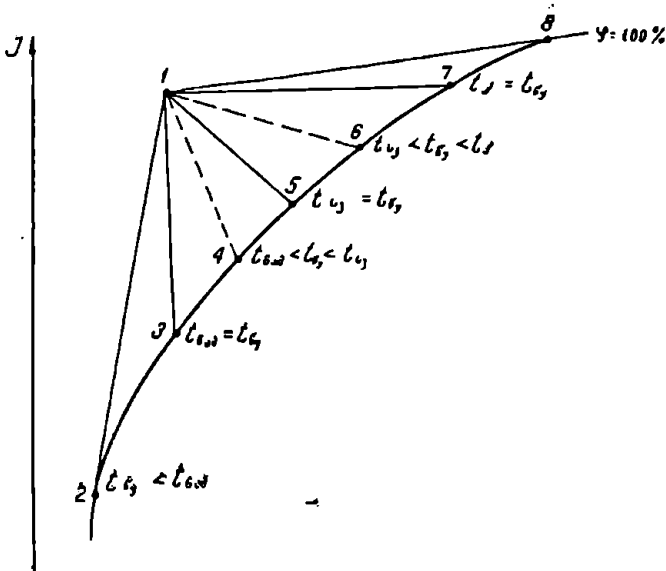
მიმდინარეობს ჰაერის გაცივების პოლიტროპული პროცესი მუდმივი ტენ-  
 ზემცველობით  $d = \text{const}$ . პროცესში მხოლოდ აშკარა სითბო გადაეცემა წყალს,  
 ფარული სითბოს მნიშვნელობა კი ნულის ტოლია (პროცესი 1—3, ნახ. IX.4);

3. როდესაც წყლის ტემპერატურა მეტია ნამის წერტილის ტემპერატურა-  
 რაზე და ნაკლებია სველი თერმომეტრის ტემპერატურაზე და  $t_{\text{ნა}} < t_{\text{სვ}} < t_{\text{ს.თ.}}$ ,  
 მაშინ აშკარა სითბოს ნაწილი იხარჯება წყლის აორთქლებაზე, რის გამოც  
 ჰაერი პოლიტროპულად ცივდება და ტენიანდება, ხოლო ჰაერის სითბოშემც-  
 ველობა მცირდება (პროცესი 1—4, ნახ. IX.4).

4. როდესაც წყლის ტემპერატურა სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემ-  
 პერატურის ტოლია, მაშინ პროცესი ჰაერსა და წყალს შორის მიმდინარეობს  
 მუდმივი სითბოშემცველობით, ადიაბატურად. ამ პროცესში აორთქლებაზე  
 დახარჯული აშკარა სითბო კვლავ უბრუნდება ჰაერს ფარული სითბოს (ორთქ-  
 ლის) სახით. ჰაერის ტემპერატურა მცირდება სველი თერმომეტრის ჩვენე-  
 ბამდე, ხოლო მისი ტენშემცველობა — იზრდება (პროცესი 1—5, ნახ. IX.4);

5. პოლიტროპულ პროცესში, როდესაც წყლის ტემპერატურა მეტია  
 სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემპერატურაზე და ნაკლებია ჰაერის ტემპე-  
 რატურაზე  $t_{\text{ს.თ.}} < t_{\text{სვ}} < t_{\text{ჰ}}$ , ჰაერის ტენშემცველობა და სითბოშემცველობა იზრ-  
 დება, ხოლო მისი ტემპერატურა მცირდება. ამ პროცესში ფარული სითბოს  
 მნიშვნელობა მეტია იმ აშკარა სითბოზე, რომელსაც ჰაერი გადასცემს წყალს  
 (პროცესი 1—6, ნახ. IX.4).

6. წყლის ტემპერატურა ტოლია ჰაერის ტემპერატურისა  $t_{\text{სვ}} = t_{\text{ჰ}}$ . პრო-  
 ცესი იზოთერმულია, რომლის დროსაც თბოცელა ჰაერსა და წყალს შორის  
 არ მიმდინარეობს. იზოთერმული დატენიანების დროს ჰაერის სითბოშემცვე-



ნახ. IX.4

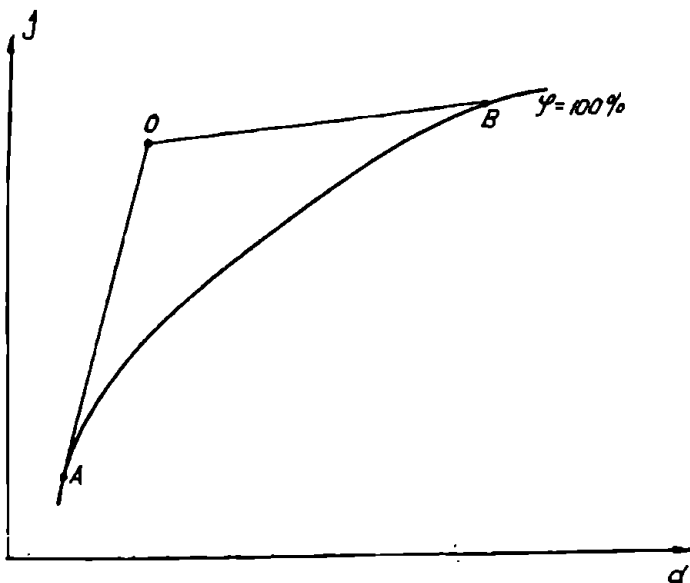
ლობისა და ტენშემცველობის ზრდა დამოკიდებულია გარემოდან ბოლინებულ სითბოს ხარჯზე (პროცესი 1—7, ნახ. IX.4).

7. როდესაც წყლის ტემპერატურა მეტია ჰაერის ტემპერატურაზე,  $t_{6y} > t_a$ , მაშინ სრული სითბო მთლიანად გადაეცემა ჰაერს, რის გამოც ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და ტენშემცველობა მკვეთრად იზრდება (პროცესი 1—8, ნახ. IX.4) (შეიღიფე პროცესის დახასიათება მოცემულია IX.1 ცხრილში).

ზემოთ განხილული სითბოს და ტენცილის პროცესების საფუძველზე შეიძლება ზოგადად დაფასვენათ:

ჰაერის გაშრობის პროცესები მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც წყლის ტემპერატურა ნამის წერტილის ტემპერატურაზე ნაკლებია და, პირიქით, თუ  $t_{6y} > t_{a0}$ , მაშინ ყველა პროცესი ხასიათდება ჰაერის დატენიანებით.

წყალსა და ჰაერს შორის ურთიერთქმედების დროს არსებობს სამი კომბინირებული პროცესი, რომლის განხორციელება თბომცვლელ აპარატებში შეუძლებელია. ასეთი პროცესებია: ერთდროულად ჰაერის გაშრობა და გათბობა, ჰაერის გათბობა მუდმივი ტენშემცველობით და ჰაერის გაშრობა მუდმივი ტემპერატურით. ყველა ეს პროცესი, რომელიც I—d დიაგრამაზე სწორი ხაზით გამოისახება, მდებარეობს ზღვრული OAB სამკუთხედის გარეთ (ნახ. IX.5) და მისი განხორციელება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ წყლის ნაცვლად გამოვიყენებთ სხვა საშუალებებს. მაგალითად, ჰაერის გათბობა მუდმივი ტენშემცველობით მარტივად წყდება კალორიფერების გამოყენებით ან ჰაერის გაშრობა მუდმივი ტემპერატურით შესაძლებელია მარილიანი წყლის საშუალებით. ჰაერის გაშრობა და გათბობა კი შეიძლება წარმოებდეს ჰაერის უშუალო კონტაქტით აბსორბენტებთან, მაგალითად, სილიკაგელთან.



ნახ. IX.5

ცხრილი IX.1

პერის პარამეტრების ცვლილება			პროცესის დაწყების პირობა	პროცესის მიმართულება	I-d ლიაგრამის სექტორი	თბოცულის პროცესის დახასიათება	
ტემპერატურა	ტენზომედილობა	სითბოშემცველობა					
1	შემცირება	გაშრობა	შემცირება	$f_{\Sigma} < f_{\text{ნაგ.ნ}}$	$r < \varepsilon < \infty$	III	გაცივება და გაშრობა
2	შემცირება	უცვლელია	შემცირება	$f_{\Sigma} = f_{\text{ნაგ.ნ}}$	$\varepsilon = \infty$	IV	პერის გაცივება
3	შემცირება	ზრდა	შემცირება	$f_{\text{ნაგ.ნ}} < f_{\Sigma} < f_{\text{ს.თ}}$	$-\infty < -\varepsilon < 0$	IV	პერის გაცივება და დატენიანება
4	შემცირება	ზრდა	უცვლელია	$I = \text{const}$ $f_{\Sigma} = f_{\text{ნაგ.ნ}}$	$\varepsilon = 0$	I	პერის გაცივება და დატენიანება
5	შემცირება	ზრდა	ზრდა	$f_{\text{ს.თ}} < f_{\Sigma} < f_{\text{ნაგ.ნ}}$	$0 < \varepsilon < r$	I	პერის გაცივება და დატენიანება
6	უცვლელია	ზრდა	ზრდა	$f_{\Sigma} = f_{\text{ნაგ.ნ}}$	$\varepsilon = r$	I	თბოცული არ მიმდინარეობს
7	ზრდა	ზრდა	ზრდა	$f_{\Sigma} > f_{\text{ნაგ.ნ}}$	$r < \varepsilon < \infty$	I	პერის გათბობა და დატენიანება

სითბოს და ტენქცლის პაროქცები წყალსა და ქაერს შორის, გარდა ადიბატურისა, პოლიტროპულიქა, ვინაიდან თითო პაროქცში იქცეება თბოქცემქცელობა.

როგორქ აღვნიშნეთ, პოლიტროპული პაროქცებისთვის ქაერის პარაქტრების ქვლილება  $I-d$  დიაგრამაში მიმდინარეობს სწორი ხაზით, როქექლიქ აერტებს ქაერის საწყის და საბოლოო მდგომარეობების მნიშვნელობებს სრული გაქქრების მრუდზე. ამ პაროქცების განხორქცილება შესაქმნებელია მხოლოდ მაშინ, თუ წყლის ტემქერატურა ქაერის მდგომარეობის ქვლილების დროს მუდმივ სიქიდედ რჩება. უქანასქნელი პირობის დაცვა შესაქმნებელია მხოლოდ მაშინ, თუ წყლის რაოდენობა უსასრულოდ დიღია ქაერის რაოდენობასთან შედარებით. ვინაიდან პარაქტიქაში ასეთი შემთხვევა შეუქმნებელია, ამიტომ აღნიშნულ პაროქცებს შეიქლება პირობითი ვუწოდოთ.

გაქრქვეული წყლის რაოდენობა აღვნიშნოთ  $g \frac{ქ}{სთ}$ , ხოლო ქაერის წონი-

თი რაოდენობა —  $G$  ქგ./სთ. მაშინ მათი თარღობა  $\frac{ქ}{G} = \mu$  გვიჩვენებს 1 ქგ ქაერისათვის წყლის გაქრქვეულ რაოდენობას. ამ  $\mu$  სიდიდეს მორწყვის ქოქფიქციენტს უწოდებენ. პირობითი პაროქცებისთვის მორწყვის ქოქფიქციენტრიოლია  $\mu = 0$ . რეალური პაროქცებისთვის  $\mu$  მისი მნიშვნელობა  $\mu \neq 0$  და იქვლება 0,2-დან 3 ქგ/ქგ-მდე.

განვიხილოთ ისეთი იდეალური პაროქცი, როდესაქ მორწყვის ქოქფიქციენტს  $\mu$ -ს აქვს სასრული მნიშვნელობა, ხოლო ქაერსა და წყალს შორის ქონტაქტის დრო უსასრულოდ დიღია.

მორწყვის ქოქფიქციენტის სასრული მნიშვნელობისათვის იდეალურ პაროქცში დაცული უნდა იყოს თბური ბალანსის განტოლება

$$Q = G (I_2 - I_1) = g C_r (t_{\text{წყ } 2} - t_{\text{წყ } 1}), \tag{9.16}$$

სადაც  $I_1$  და  $I_2$  არის ქაერის საწყისი და საბოლოო სითბოქცემქცელობები, ქკალ/ქგ-ობით;

$t_{\text{წყ } 1}$  და  $t_{\text{წყ } 2}$  — წყლის საწყისი და საბოლოო ტემქერატურები, °C;  
 $C_r$  — წყლის სითბოქცეადობა ქკალ/ქგ. გრ-ობით.

თუ (9.16) განტოლებაში შევიტანთ მორწყვის ქოქფიქციენტის მნიშვნელობას  $\mu = \frac{ქ}{G} \frac{ქ}{სთ}$ , თბური ბალანსი დაიწერება შემდეგი სახით

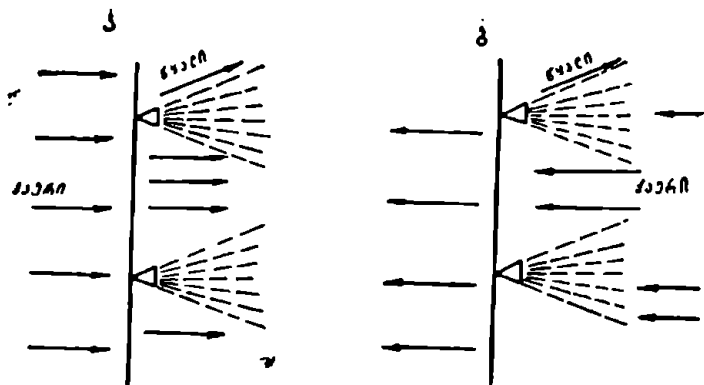
$$I_2 - I_1 = \mu (t_{\text{წყ } 2} - t_{\text{წყ } 1}) \tag{9.17}$$

ან

$$\Delta I = \mu \Delta t, \tag{9.18}$$

სადაც  $\Delta I$  არის ქაერის სითბოქცემქცელობათა ნაზარდი;

$\Delta t$  — წყლის ტემქერატურის ნაზარდი.



ნახ. IX.6

ჰაერსა და წყალს შორის თბოცელის პროცესი მიმდინარეობს წყლის მოძრაობის ორი სქემით (ნახ. IX.6).

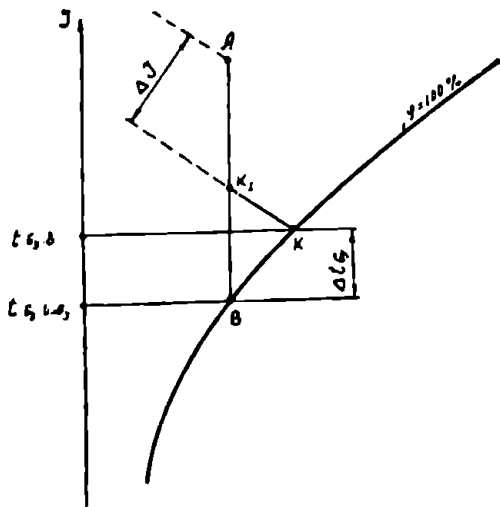
ა) ჰაერისა და წყლის ნაკადები თანხედენილია, ე. ი. ჰაერი და წყალი ერთი მიმართულებით მოძრაობს (პარალელური დინება);

ბ) წყლის ნაკადი მოძრაობს ჰაერის ნაკადის საწინააღმდეგოდ (შემხედარი დინება).

განვიხილოთ  $I-d$  დიაგრამაში ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების პოლიტროპული პროცესები (ნახ. IX.7) პარალელური დინების შემთხვევისათვის. შივიდით, რომ ჰაერის საწყის მდგომარეობას ეთანადება  $A$  წერტილი, ხოლო

წყლის საწყის მდგომარეობას —  $B$  წერტილი.

ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება განისაზღვრება  $A$  და  $B$  წერტილებს შორის სწორი შემეერთებელი ხაზით. წყალთან შეხების დროს ჰაერი გადასცემს მას აშკარა სითბოს, რის გამოც ჰაერის ტემპერატურა და სითბოშემცველობა მცირდება. წყალი ამ სითბოს ხარჯზე თბება და მისი ტემპერატურა იზრდება; მიაღწევს რა ნაშის წერტილის ტემპერატურას, წყლის ზედაპირიდან იწყება აორთქლება, ჯერ ცვალებადი და შემდეგ მუდმივი ტემპერატურების პირობებში. წყალსა და



ნახ. IX.7

ჰაერს შორის თბური წონასწორობა დამყარდება მაშინ, როდესაც ჰაერიდან გადაცემული აშკარა სითბო დაუბრუნდება ისევე ჰაერს ფარული სითბოს სა-



ხით. ამ დროს წყლის ტემპერატურა მუდმივია და ნაშის წერტილის ტემპერატურის ტოლია.

*I-d* დიაგრამაზე (ნახ. IX.7) ამ პროცესის მსვლელობას შემდეგი სახე ექნება: *AB* სწორ ხაზზე დაიტანება ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების დამახასიათებელი წერტილები. ამ დროის შუალედში წყლის მდგომარეობის ცვლილება იანგარიშება (9.18) განტოლებით და დაიტანება სრული გაჯერების მრუდზე (*BK* სწორი ხაზი). როდესაც ჰაერის სითბოშემცველობა  $IK_1$  გაუტოლდება წყლის სითბოშემცველობას ( $K$  წერტილი), მაშინ მათ შორის დამყარდება თბური წონასწორობა.

ამრიგად, პარალელური დინების დროს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება გამოისახება  $AK_1K$  მრუდით, ხოლო წყლისა — *BK* სწორი ხაზით.

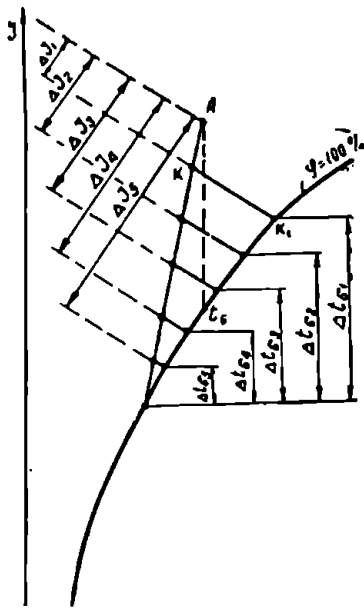
$K$  წერტილი განსაზღვრავს როგორც ჰაერის, ისე წყლის მდგომარეობას, მაშინ როდესაც  $KK_1$  ხაზი წარმოადგენს ადიბატას, ე. ი. პარალელური დინების შემთხვევაში ყველა პოლიტროპული პროცესი მთავრდება ადიბატური ბოლოთი.

ცხადია, რაც უფრო მეტია მორწყვის კოეფიციენტი  $\mu$ , შით უფრო მეტი იქნება  $\Delta I$ , წყლის ტემპერატურების სხვაობის მნიშვნელობებთან შედარებით. როგორც (IX.8) ნახაზიდან ჩანს, მცირე მორწყვის კოეფიციენტის დროს ჰაერი შეიძლება დატენიანდეს გაშრობის ნაცვლად (პროცესი  $AKK_1$ ),  $\mu$  ს გაზრდის შემთხვევაში კი შეიძლება ადიბატური პროცესის ბოლო მთლიანად მოიხსნას.

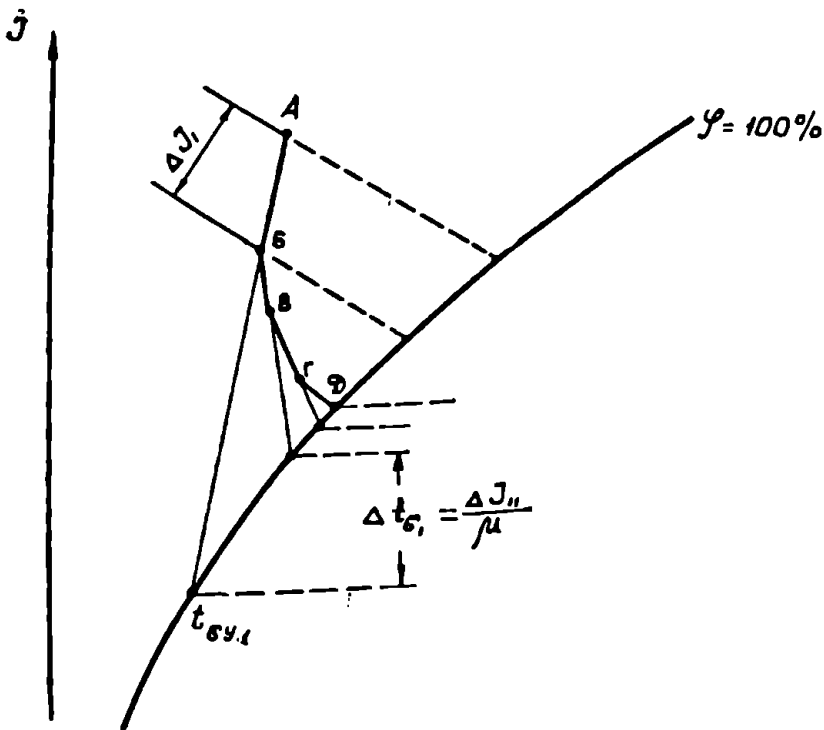
შემოაღწერილი მაგალითიდან გამომდინარეობს, რომ (9.12) განტოლების გამოყენება შეიძლება არა მარტო ადიბატური პროცესებისათვის, არამედ პოლიტროპული პროცესებისათვისაც. ამრიგად, ჰაერის ხარისხობრივი მდგომარეობის ცვლილებები პოლიტროპული პროცესებისთვის *I-d* დიაგრამის კოორდინატა სისტემაში (9.12) განტოლების გამოყენებით შეიძლება აიგოს მრუდების სახით.

პარალელური და შემხვედრი დინების დროს თბოცვლის პოლიტროპული პროცესები განვიხილოთ *I-d* დიაგრამაში.

პარალელური დინების დროს (ნახ. IX.9) თბოშემცველ აპარატში ჰაერი შედის  $I_A$ ,  $d_A$  და  $t_A$  პარამეტრებით და კონტაქტშია წყალთან, რომლის საწყისი ტემპერატურაა  $t_{\text{წყ}}$ . ჰაერის ნაკადის გადაადგილებით მისი პარამეტრების მნიშვნელობები მცირდება, წყლის ტემპერატურა კი — იზრდება. ცხადია, რომ ჰაერის ყველა შუალედურ თბო და ტენცილის პროცესში მოცემულ პა-



ნახ. IX.8



ნახ. IX.9

რამეტრებს შეესაბამება წყლის გარკვეული ტემპერატურა. ამასთან დაკავშირებით, იდეალური პროცესების ასაგებად ჰაერის ცელილების მდგომარეობის პროცესი იყოფა  $n$  თანატოლ ნაწილად (ნახ. IX.9). (9.12) განტოლების თანახმად, თითოეულ ელემენტარულ ჰაერის ცვლადობის პროცესს შეესაბამება სწორი ხაზის საწყისი ნაწილი, რომელიც ჰაერის მდგომარეობის დამახასიათებელ წერტილს აერთებს გაჯერების მრუდზე ( $\varphi=100\%$ ) მდებარე წყლის ტემპერატურის წერტილთან. ამრიგად, ჰაერის საწყისი მდგომარეობის  $A$  წერტილი სწორი ხაზით უერთდება წყლის საწყის ტემპერატურას  $t_{св,1}$ , *ი. ი.* საწყისი პერიოდისთვის ამ სწორი ხაზით მიმდინარეობს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება. ვინაიდან ჰაერის სითბოშემცველობა იცვლება  $\Delta I$ , მნიშვნელობით ( $B$  წერტილი), ამიტომ წყლის ტემპერატურაც შეიცვლება  $\Delta t_{с,1}$ -ით და გახდება

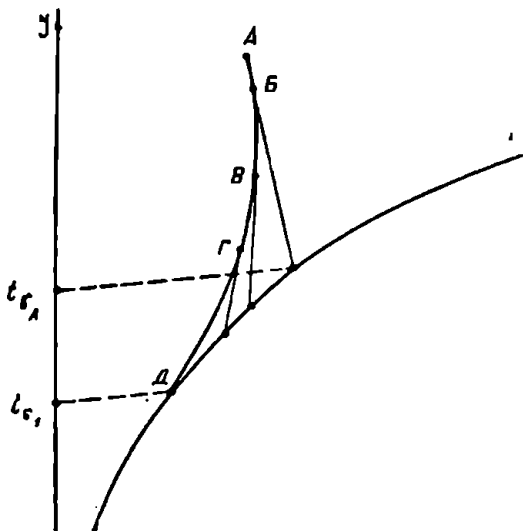
$$t_{св,A} + \Delta t_{с,1} = t_{св,B} \quad (9.19)$$

პროცესის მრუდის აგება გრძელდება ჰაერის მდგომარეობის შემდგომი მახასიათებელი  $B$  წერტილიდან, რომელიც სწორი ხაზით უერთდება წყლის ტემპერატურის  $t_{св}$  წერტილს. ანალოგიური ხერხით შესაძლოა აიგოს თითოეული ელემენტარული პროცესისათვის ჰაერის მდგომარეობის მახასიათებელი

ბელი წერტილები, რომელთა შერთებით მივიღებთ საერთო პროცესის გამომსახველ  $ABFD$  პრუდს.

როგორც (IX.9) ნახაზიდან ჩანს, თავდაპირველად მიმდინარეობს ჰაერის გაშრობა და გაცივება ( $A$  წერტილიდან  $F$  წერტილამდე), ხოლო შემდეგ — ჰაერის დატენიანება ( $F$  წერტილიდან  $D$  წერტილამდე) ადიაბატური პროცესით. ამ პროცესში წყლის ტემპერატურა  $t_D$  აღწევს მაქსიმუმს, რის შემდეგაც მისი მნიშვნელობა რჩება მუდმივ სიდიდედ. ამრიგად, პოლიტროპული პროცესების დროს, თუ საჭიროა ჰაერის მხოლოდ გაშრობა, მიზანშეწონილია პროცესი შეწყდეს იმ მომენტში, როდესაც იწყება ადიაბატური დატენიანება ( $B$  წერტილი).

შემხვედრი დინების დროს (ნახ. IX.10) საწყის მომენტში ჰაერი ( $I_A$ ,  $t_A$  და  $d_A$  პარამეტრებით) კონტაქტში მოდის წყალთან, რომლის ტემპერატურა  $t_A$ -ს ტოლია. წყლის ნაყადის საწინააღმდეგო მიმართულებით ჰაერის შემდგომი გადაადგილებით მისი ტემპერატურა მცირდება და თბომცვლედიდან გამოსვლის მომენტში ჰაერის ტემპერატურა უტოლდება წყლის საწყის ტემპერატურას, ე. ი. შემხვედრი დინების დროს, თუ ჰაერსა და წყალს შორის სრული თბოცვლის პროცესი მიმდინარეობს, მაშინ, ზემოხსენებულის თანახმად,  $I-d$  დიაგრამაში პოლიტროპული პროცესის ასაგებად ჰაერის საწყისი პარამეტრების მახასიათებელი  $A$  წერტილი უნდა შეუერთდეს წყლის საბოლოო ტემპერატურის მქონე მახასიათებელ  $t_A$  წერტილს. საწყისი პერიოდისათვის ამ სწორი ხაზით მიმდინარეობს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება. ისე როგორც პარალელური დინების დროს, შემხვედრი დინებისთვისაც იდეალური პროცესის ასაგებად ჰაერის ცვლილების მდგომარეობის პროცესი იყოფა თანატოლ ნაწილად (ნახ. IX.10). ჰაერის სითბოშემცველობათა  $\Delta I$  ცვლილებას ეთანადება წყლის ტემპერატურის ცვლილების მნიშვნელობა



ნახ. IX.10

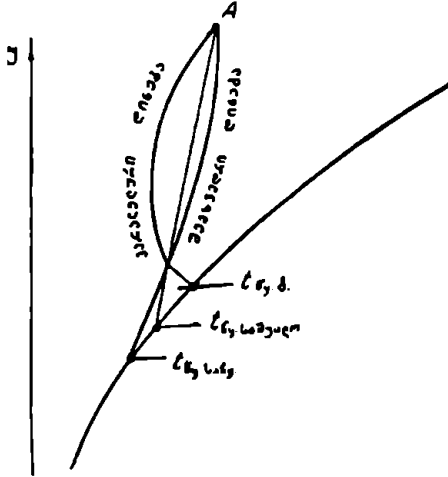
წყლის საბოლოო ტემპერატურის მქონე მახასიათებელ  $t_A$  წერტილს. საწყისი პერიოდისათვის ამ სწორი ხაზით მიმდინარეობს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება. ისე როგორც პარალელური დინების დროს, შემხვედრი დინებისთვისაც იდეალური პროცესის ასაგებად ჰაერის ცვლილების მდგომარეობის პროცესი იყოფა თანატოლ ნაწილად (ნახ. IX.10). ჰაერის სითბოშემცველობათა  $\Delta I$  ცვლილებას ეთანადება წყლის ტემპერატურის ცვლილების მნიშვნელობა

$$\Delta I_{\text{წყ } 1} = \frac{\Delta I_1}{\mu}$$

ამ შემთხვევაში ჰაერის მდგომარეობა იცვლება, იგი გადაადგილდება  $B$  წერტილში და პროცესი განვითარდება სწორი ხაზით, რომელიც  $E$  წერტილს აერ-

თებს წყლის ტემპერატურის მახასიათებელ წერტილთან  $t_{\Sigma B} = t_{\Sigma A} - \Delta t_{\Sigma}$ . ანა-  
ლოგიურად აიგება თითოეული ელემენტარული პროცესისათვის ჰაერის მდგო-  
მარეობის ცვლილების მახასიათებელი წერტილები, რომელთა შეერთება მოგვ-  
ცემს სრული თბოცელის პროცესის  $ABFGD$  შრულს.

როგორც (IX.9) და (IX.10) გრაფიკებიდან ჩანს, იდეალური პროცესე-  
ბისათვის პარალელური დინების დროს ჰაერის



ნახ. IX.11

მდგომარეობის ცვლილების მსახლფრელ პარამეტრად შეიძლება მიღებულ იქნეს წყლის საბოლოო ტემპერატურა. შემხვედრი დინების შემთხვევაში კი — წყლის საწყისი ტემპერატურა.

პრაქტიკაში ჰაერსა და წყალს შორის თბოცელის პროცესი ძირითადად ერთდროულად წარმოებს როგორც პარალელური, ისე შემხვედრი დინების პირობებში. ამგვარ სქემას ხშირად შერეულ დინებას უწოდებენ.

შერეული დინების პროცესში (ნახ. IX.11) ჰაერის მდგომარეობის მსახლფრელ პარამეტრად შეიძლება მი-

ღებულ იქნეს წყლის საშუალო ტემპერატურა  $t_{\Sigma, \text{ორბ}} = \frac{t_{\Sigma 1} + t_{\Sigma 2}}{2}$ .

წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურების გაანგარიშებისათვის შერეული დინების შემთხვევაში საჭიროა მორწყვის კოეფიციენტის ცოდნა. ცნობილია, რომ

$$\Delta t_{\Sigma} = \frac{\Delta I}{\mu} \tag{9.20}$$

ვინაიდან

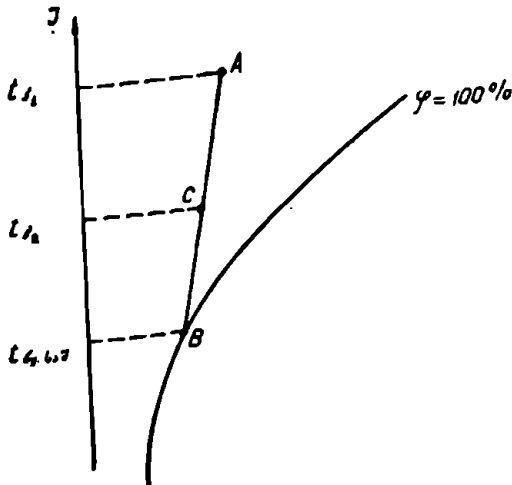
$$t_{\Sigma 1} = t_{\Sigma, \text{ორბ}} + \frac{\Delta t_{\Sigma}}{2} \tag{9.21}$$

ამიტომ

$$t_{\Sigma 1} = t_{\Sigma, \text{ორბ}} + \frac{\Delta I}{2\mu} \tag{9.22}$$

შემოთ განხილულ პროცესებში ჰაერსა და წყალს შორის ურთიერთკონტაქტის დროს მიღებული იყო, რომ თბო- და ტენგადაცემა მიმდინარეობს ჰაერის სრულ გაჯერებამდე, ე. ი. ტემპერატურების გათანაბრებამდე (იდეალური პროცესი). მიღებული იდეალური პროცესი შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევებში, თუ წყლისა და ჰაერის შეხების დრო უსასრულოდ დიდ სიდიდეა. ვინაიდან პრაქტიკაში რეალური კონტაქტის დრო  $\tau < \infty$  და შეად-

გენს მხოლოდ რამდენიმე წამს, ამიტომ თბო და ტენზადაცემის პროცესი ვერ ასწრებს დამთავრებას. ამის გამო რეალურ პროცესებში ჰაერის საბოლოო პარამეტრები არ შეესაბამება იდეალური პროცესის პარამეტრებს, ე. ი. რეალურ პროცესებში ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობა სრული გაჯერების მრუდზე იქნება არა  $B$  წერტილი (ნახ. IX.12), არამედ მისგან დაშორებით მდებარე  $C$  წერტილი.



ნახ. IX.12

თბო და ტენციის გამოყენების ხარისხი შეიძლება შეფასდეს რეალური და იდეალური პროცესების თანაფარდობის მნიშვნელობით. ამ ფარდობას ეწოდება ეფექტურობის კოეფიციენტი და იგი მიიღება

$$E = \frac{AC}{AB} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{2s}} = \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d_{2s}} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_{2s}} \quad (9.23)$$

სადაც  $t_1$ ,  $d_1$  და  $I_1$  არის ჰაერის საწყისი პარამეტრები;

$t_2$ ,  $d_2$  და  $I_2$  — რეალურ პროცესში ჰაერის საბოლოო პარამეტრები;

$t_{2s}$ ,  $d_{2s}$  და  $I_{2s}$  — იდეალურ პროცესში ჰაერის საბოლოო პარამეტრები.

ლიტერატურაში პარალელური დინებისათვის გვხვდება ეფექტურობის კოეფიციენტის სხვა მნიშვნელობანიც (ნახ. IX.13).

$$E_0 = 1 - \frac{t_{s,2} - t_{s,1}}{t_{s,1} - t_{s,2}} \quad (9.24)$$

აქ  $t_{s,1}$  და  $t_{s,2}$  არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემპერატურები;

$t_{s,1}$  და  $t_{s,2}$  — წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები.

$E_0$  კოეფიციენტი მიიღება შემდეგი მონაკვეთების ფარდობით (ნახ. IX.13)

$$E_0 = \frac{(NN') + (MM')}{NM}$$

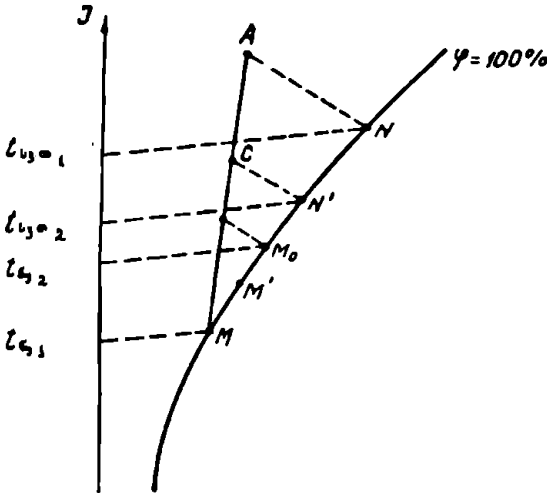
თუ უგულებელვყოფთ  $NM$  ხაზის სიძრულეს და ჩავთვლით სწორ ხაზად, მივიღებთ

$$E_0 = \frac{(t_{s,1} - t_{s,2}) + (t_{s,2} - t_{s,1})}{t_{s,1} - t_{s,2}} \quad (9.25)$$

ალგებრული გარდაქმნების შედეგად (9.25) განტოლება მიიღებს (9.24) განტოლების სახეს.

უნდა აღინიშნოს, რომ პრაქტიკაში პარალელური დინება გამოყენებულია ვერტიკალურ თბომცვლელ აპარატებში.

ჰორიზონტალურ თბომცვლელ აპარატებში წყლის წვეთების ვარდნის გამო მიიღება როგორც პარალელური, ისე ჯგერედინი დინება.



ნახ. IX.13

ვინაიდან თბო-  
ცვლა პარალელური  
დინების დროს ნაკლებად ინტენსიურია, ვიდრე სხვა რომელიმე კომბინაციის შემთხვევაში, ამიტომ ზოგიერთი მკვლევარის მიერ რეკომენდებულია ჰორიზონტალური თბომცვლის აპარატების გაანგარიშებისათვის ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობის გამოყენება (9.24) განტოლებით.

აღიაბატური დინების დროს რეალური პროცესის მიმართ

თულება ემთხვევა იდეალური პროცესის მიმართულებას, მაგრამ ჰაერის საბოლოო ტემპერატურა არ უტოლდება სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემპერატურას; ამის გამო პროცესისათვის ეფექტურობის კოეფიციენტი

$$E_0 = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{s.თ}} \quad (9.26)$$

ეს სიდაღე შეიძლება წარმოვიდგინოთ კიდევ შემდეგი სახით

$$E_0 = 1 - \frac{t_2 - t_{s.თ}}{t_1 - t_{s.თ}} \quad (9.27)$$

ამგვარად, ეფექტურობის კოეფიციენტის საშუალებით ხასიათდება ჰაერსა და წყალს შორის ის ძირითადი თბო და ტენციის პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს სპეციალურ თბომცვლელ აპარატებში. სავენტილაციო ტექნიკაში ასეთ აპარატებს კონდიციონერებს უწოდებენ.

§ 39.

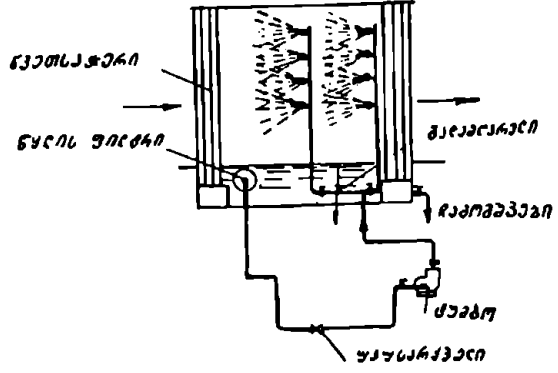
კონდიციონერების ძირითადი ელემენტები და მათი განაგარიშების მეთოდები

ჰაერის კონდიციონერების სისტემაში ძირითად აგრეგატად გამოყენებულია კონდიციონერი, რომელიც რთული სხეადასხვა ტიპის თბომცვლელი აპარატების კომბინაციას წარმოადგენს.

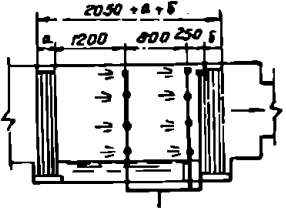
კონდიციონერის თბომცვლელი აპარატი იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: 1) აპარატი, სადაც ჰაერი და წყალი უშუალო კონტაქტშია ერთმანეთთან (სველი ტიპის აპარატი); 2) აპარატი, სადაც თბოცვლა ჰაერსა და წყალს შორის მიმდინარეობს გამყოფი ზედაპირების საშუალებით („მშრალი“ ანუ ზედაპირული აპარატი).

პირველი ჯგუფის აპარატებს მიეკუთვნება: სარწყავი კამერები, ორთქლისა და ადგილობრივი დამატე ნივთიერების აპარატები.

მეორე ჯგუფის აპარატებს მიეკუთვნება გლუვილოვანი და გაწიბოვებული ჰაერგამციელებლები და გლუვილოვანი და გაწიბოვებული ჰაერშემთბობები (კალორიფერები). სავენტილაციო ტექნიკაში დიდი გამოყენება ჰპოვა პირველი ტიპის თბომცვლელმა აპარატებმა და, კერძოდ, სარწყავი კამერებმა. ამ „სველი ტიპის“ თბომცვლელში ჰაერსა და წყალს შორის თბო და ტენციის პროცესები მიმდინარეობს უშუალო კონტაქტის პირობებში. აღნიშნული პროცესების თბოცვლის პირაზები განხილული იყო წინა პარაგრაფში. ქვემოთ განვიხილავთ სარწყავი კამერების გათვლის მეთოდებს.



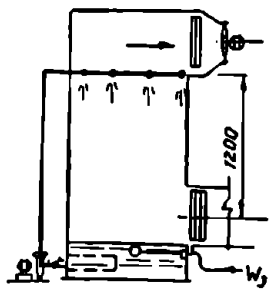
ნახ. IX.14



ნახ. IX.15

სარწყავი კამერა (ნახ. IX.14) შედგება: ლითონის გარსაცმისაგან, რომელშიც მოთავსებულია წყლის გამფრქვევი სისტემის მოწყობილობა და წვეთსაქერები. წყლის გამფრქვევი სისტემა შედგება: ფრქვევანების, მილსადენების, მარეგულირებელი არმატურისა და წყლის ფილტრისაგან. გარსაცმის ქვედა ნაწილი მთავრდება ქვევით, სადაც ხდება გაფრქვეული (დამუშავებული წყლის შეგროვება).

სარწყავი კამერა შეიძლება იყოს როგორც მორიზონტალური, ისე ვერტიკალური (ნახ. IX.15 და IX.16), ორივე ვარიანტში თბო და ტენციის პროცესები წყალსა და ჰაერს შორის შესაძლოა მიმდინარეობდეს პარალელური, შემხვედრი ან შერეული დინების პირობებში. მოძრაობის ძირითადი მიმართულება მორიზონტალურ კამერებში [გართულებულია ჯვარედინი დინების გამო,



ნახ. IX.16

სარწყავი კამერების თბო და ტენცილის პროცესების შესათასებლად მიღებულია ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობის დადგენა. უკანასკნელი სიდიდე თავისთავად ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაშია მორწყვის კოეფიციენტთან

$$\mu = \frac{E}{G}, \quad (9.28)$$

სადაც  $E$  არის გაფრქვეული წყლის რაოდენობა, კგ-ობით;

$G$  — ჰაერის რაოდენობა, კგ-ობით.

მეორე მხრივ, ეფექტურობის კოეფიციენტი დამოკიდებული უნდა იყოს კამერის კონსტრუქციისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე. თუ მივიღებთ ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას პროცესში მოცემულ სიდიდედ, მაშინ საანგარიშო მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეიძლება გამოისახოს ფრქვევანების განლაგების სიმჭიდროვით, მათი მწარმოებლობით და ფრქვევანების რიგის მიხედვით, ე. ი.

$$\mu = f(\nu\gamma; Z, P_1, E), \quad (9.29)$$

სადაც  $\nu\gamma$  არის ჰაერის წონითი სიჩქარე სარწყავი კამერაში;

$Z$  — ფრქვევანების რიგის რაოდენობა;

$P$  — წყლის წნევა ფრქვევანების წინ, ჰარბი ატ-ობით.

მრავალი გამოკვლევის საფუძველზე ვერტიკალური კამერებისთვის მიღებულია მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა

$$\mu = c \frac{(\nu\gamma)^m}{z^k p^r} \lg \left( \frac{1}{1-E} \right)^e, \quad (9.30)$$

სადაც  $m, k, r, e$  არის ემპირიული ხარისხის მაჩვენებლები;

$c$  — ემპირიული პროპორციულობის კოეფიციენტი.

ვინაიდან (9.30) ფორმულაში არ შედის ფრქვევანას გამოსვლის დიამეტრი  $d$ , რომელზედაც დამოკიდებულია მისი მწარმოებლობა, ამიტომ მისი გამოყენება შეიძლება მხოლოდ გარკვეული ტიპისა და დიამეტრის ფრქვევანებისათვის. ფრქვევანას მწარმოებლობა გაიანგარიშება შემდეგი ემპირიული ფორმულით

$$g_0 = c_1 d^m P^n \text{ კგ/სთ}, \quad (9.31)$$

სადაც  $c_1$  და  $n$  ემპირიული სიდიდეებია. სხვადასხვა ტიპის ფრქვევანასათვის  $n$ -ის მნიშვნელობა იცვლება 0,47-დან 0,53-მდე და საშუალოდ მიიღება 0,5-ის ტოლი.  $e$ -ს მნიშვნელობა იცვლება საკმაოდ დიდ ზღვრებში.

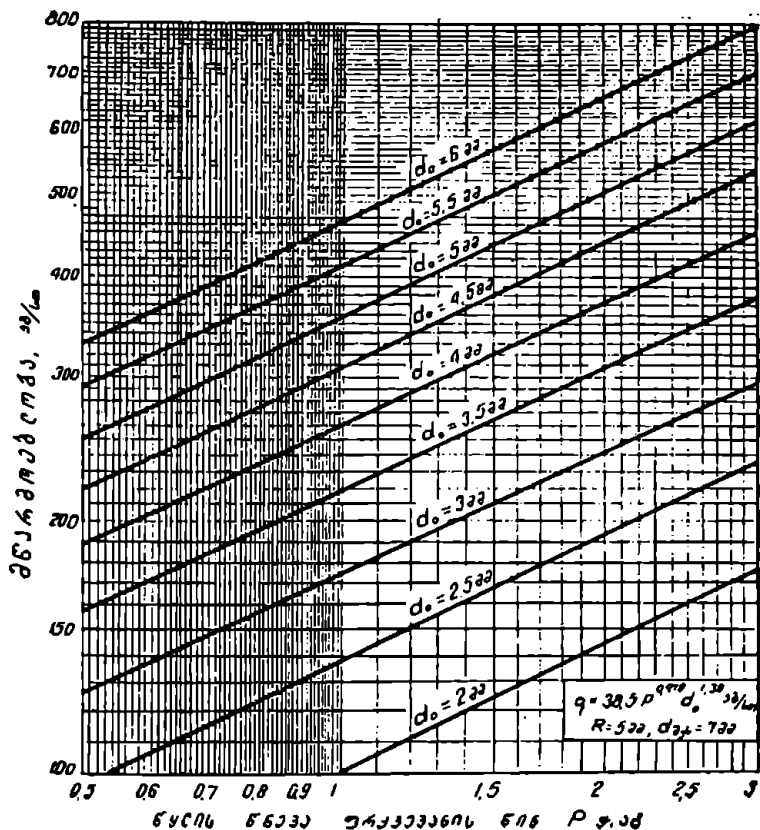
გაფრქვევის ინტენსივობის მიხედვით სარწყავი კამერები იყოფა სამ ჯგუფად:

1) უბეში გაფრქვევის კამერები  $Y-1$  ტანგენციალური ტიპის ფრქვევანებით. ფრქვევანას გამოსვლის დიამეტრი  $d$  იცვლება 4 მმ-დან 6 მმ-მდე, ხოლო წყლის წნევა — 0,5 ჰარბი ატმოსფეროდან 1,6 ჰარბ ატმოსფერომდე.

2) საშუალო გაფრქვევის კამერები  $Y-1$  ტიპის ფრქვევანებით. ფრქვევანების დიამეტრი იცვლება 2,5 მმ-დან 3 მმ მდე, ხოლო წყლის წნევა ტოლია 2 ჰარბი ატმოსფეროსი.

3) წმინდა გაფრქვევის კამერები  $Y-1$  ტიპის ფრქვევანებით. ფრქვევანას გამოსვლის დიამეტრი 2,3 მმ-ზე ნაკლებია, ხოლო წყლის წნევა 2,5 ჰარბი ატმოსფეროს ტოლია.





ნახ. IX.17

Y—1 ტიპის ფრქვევანების გარდა, სარწყავ კამერებში გამოყენებულია Y—2 და Y—3 ტანგენციალური ფრქვევანები და აგრეთვე წინდენითი  $\pi$ —1,  $\pi$ —2 და  $\pi$ —3 ტიპის ფრქვევანები. საინტერესოა ტექნიკაში ფართოდ არის გამოყენებული Y—1 ტიპის ფრქვევანა, როგორც ყველაზე უნივერსალური.

IX. 17 ნახაზზე მოცემულია Y—1 ტანგენციალური ფრქვევანის მწარმოებლობა წნევისა და დამატრის მიხედვით. ეს ფუნქციონალური დამოკიდებულება აგებულია ე. კარპისის ემპირიული ფორმულით

$$\xi_0 = 8,85 \Delta P^{0,48} d_0^{1,38} \text{ კგ/სმ.} \quad (9.32)$$

უხეში გაფრქვევის კამერისთვის (9.30) ფორმულიდან ბ. ბარკალოვის მიერ მიღებულია მორწყვის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულა ჰაერის გაციებისა და გაშრობის პირობებისათვის

$$\mu_{\text{შ}} = 2,92 K (\nu \gamma)^{-0,535} \left( \lg \frac{1}{1-F} \right)^{1,175} \quad (9.33)$$

აქ შემასწორებელი კოეფიციენტი  $K$  დამოკიდებულია ფრქვევანას დია-  
მეტრზე და მისი ექსპერიმენტული მნიშვნელობა მოცემულია IX.2 ცხრილში.

ცხრილი IX.2

მმ	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
$K$	0,830	0,823	0,913	1,0	1,048	1,138

წმინდა გაფრქვევის კამერებისათვის იგივე (9.30) ფორმულიდან პარის  
გაცივებისა და გაშრობის პირობებისათვის რეკომენდებულია შემდეგი ფორ-  
მულა

$$\mu_{50} = 1,56S \left( \frac{\sigma \tau}{P} \right)^{0,371} \left[ \lg \frac{1}{1-E} \right]^{1,61} \quad (9.34)$$

სადაც  $S = 1,281$  — ორრიგიანი ფრქვევანებისათვის;

$S = 1$  — სამრიგიანი ფრქვევანებისათვის;

$P$  — წყლის წნევა ფრქვევანების წინ.

ცდებით მიღებულია, რომ შორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა პაე-  
რის აღიზაბტური დატენიანების დროს წმინდა გაფრქვევის შემთხვევაში შე-  
საძლებელია გამოითვალოს (9.34) ფორმულით. ამ შემთხვევაში საანგარიშო  
ფორმულაში უნდა შევიტანოთ შემასწორებელი ემპირიული კოეფიციენტი  
 $\tau_1 = 0,17$ . ამრიგად,

$$\mu_{50} = \mu_{50} \tau_1, \quad (9.35)$$

უხეში გაფრქვევისათვის აღიზაბტური რეჟიმის დროს შორწყვის კოეფიციენტი  
იანგარიშება (9.33) განტოლებით და შემასწორებელი კოეფიციენტით  
 $\tau_R = 0,44$ , ე. ი.

$$\mu_{50} = \mu_{50} \tau_R. \quad (9.36)$$

პოლიტროპული პროცესებისთვის, რომლებიც მიმდინარეობს IV სექ-  
ტორში (ნახ. IX.18), მუდმივ ტენშემცველობასა და მუდმივ თბოშემცველობა-  
თა პროცესებს შორის, შორწყვის კოეფიციენტის საინტერპოლაციო კოეფი-  
ციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$\mu_{IV} = \mu \frac{Y_6 - \tau r}{\varepsilon - r}. \quad (9.37)$$

პოლიტროპული პროცესებისთვის, რომლებიც მიმდინარეობს I სექტორ-  
ში (ნახ. IX.18), მუდმივ სითბოშემცველობათა და მუდმივ ტემპერატურათა  
პროცესებს შორის, შორწყვის კოეფიციენტის საინტერპოლაციო კოეფიციენ-  
ტი იანგარიშება ფორმულით

$$\mu_1 = \mu \frac{Y_6 - \tau(\varepsilon - r)}{r}, \quad (9.38)$$

სადაც  $\tau$  არის ცნობილი შემასწორებელი კოეფიციენტი; წმინდა გაფრქვევი-  
სათვის  $\tau = 0,17$ , უხეში გაფრქვევისათვის  $\tau = 0,44$ ;

$$\varepsilon = \frac{I_1 - I_2}{d_1 - d_2} \text{ — კუთხური მასშტაბი,}$$

$$r = 597,3 - 0,56t - \text{აორთქლების ფარული სითბო, } \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}};$$

$Y$  — შემასწორებელი ემპირიული კოეფიციენტი; მშალსენკარატობიანი ჰორიზონტალური კამერებისათვის  $Y = 0,86$ , ხოლო ვერტიკალური კამერებისთვის  $Y = 1$ .

სავენტილაციო ტექნიკაში უხეში და საშუალო გაფრქვევის კამერებისათვის მიღებულია ფრქვევანების ორი და სამი რიგი. ორრიგიაში წყლის მიმართულება შეიძლება ასეთი იყოს: ერთი რიგი ჰაერთან თანხედენილი, ხოლო მეორე — შემხვედრი, ანდა ორივე რიგი შემხვედრი. სამრიგიაში ერთი თანხედენილია, ხოლო ორი — შემხვედრი.

უხეში და საშუალო შორწყვეის კამერებში ჰაერის საშუალო წონითი სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს  $2,4 \text{ კგ/მ}^2 \text{ წმ-დან } 3,6 \text{ კგ/მ}^2 \text{ წმ-მდე}$ ; სიჩქარის შეზღუდვა გამოწვეულია ჰაერის მიერ წყლის წვეთების ინტენსიური გატაცებით კამერიდან.

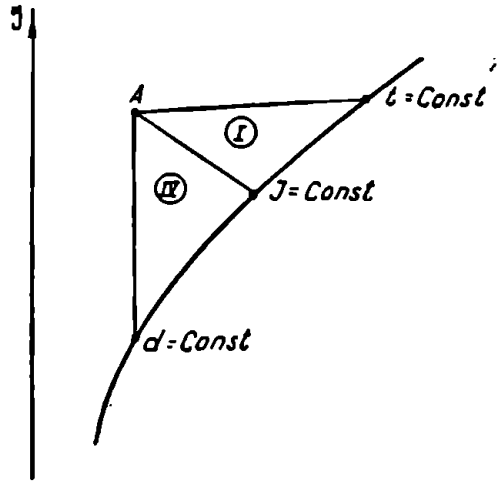
წმინდა გაფრქვევის კამერებში წყლის მიმართულება ყველა შემთხვევისათვის თანხედენილი უნდა იყოს ჰაერთან. წონითი სიჩქარე ამ ტიპის კამერებისთვის არ უნდა აღემატებოდეს  $v_r 2,4 \text{ კგ/მ}^2 \text{ წმ}$ .

წონითი სიჩქარის მიხედვით წარმოებს სარწყავი კამერების კვეთის შერჩევა, ე. ი. მისი დაპროექტების დროს წონითი სიჩქარის მნიშვნელობები მიღებულია ცნობილ სიდიდედ, რის მიხედვითაც ხდება სარწყავი კამერების კონსტრუქციული და თბოტექნიკური გაანგარიშება.

ჰაერის კონდიციონების სისტემებში უხეში და საშუალო გაფრქვევის სარწყავი კამერები გამოყენებულია როგორც ჰაერის გაციელებისა და გაშრობისათვის, ისე ჰაერის დატენიანებისათვისაც, წმინდა გაფრქვევის კამერები კი გამოყენებულია მხოლოდ ჰაერის დასატენიანებლად.

ყველა ტიპის სარწყავ კამერაში ფრქვევანები განლაგებულია ისე, რომ აქტიური სივრცის ფარგლებში ფრქვევანების ქაელები მთლიანად აფხებენ კამერის განივიკვეთს. პრაქტიკაში ფრქვევანების განლაგების სიმპიდროვე მიღებულია  $10 \frac{\text{კალ}}{\text{კვ}^2}$ -დან  $24 \frac{\text{კალ}}{\text{კვ}^2}$ -მდე.

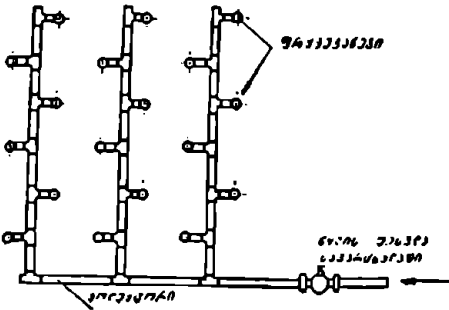
ფრქვევანები მაგარდება მიღებისაგან შემდგარ სავარცხელზე, მცირე მწარმოებლობის კამერებისათვის წყლის მიწოდება წარმოებს ქვემოდან. ამ შემთხვევაში ფრქვევანები დამაგრებულია ჩხბურ დგარებზე (ნახ. IX.19). მაღალი მწარმოებლობის კამერებში წყლის თანბარი განაწილებისათვის მიღსა-



ნახ. IX.18

დენების სისტემა, რომელზედაც დამაგრებულია ფრქვევანები, შეკრულია ერთ რგოლურ სისტემად (ნახ. IX.20).

სარწყავ კამერებში გაფრქვეული წყლის წვეთების დასაქერად მოთავსებულია ორი წვეთსაქერი აპარატი (სეპარატორი). პირველი (პაერის მიმართულების მხრიდან) იღვმება კამერაში შესვლის, მეორე კი — გამოსვლის კეტეში. სეპარატორები წარმოადგენს ფირფიტებისაგან შემდგარ ლაბირინთულ სისტემას. პაერის მიმართულების მკვეთრად შეცვლის გამო წყლის წვეთები გამოეყოფა მთლიან ნაქადს და რჩება ფირფიტების კედელზე, რის შემდეგაც ჩამოედინება კამერის ქვეშე (ნახ. IX.21).

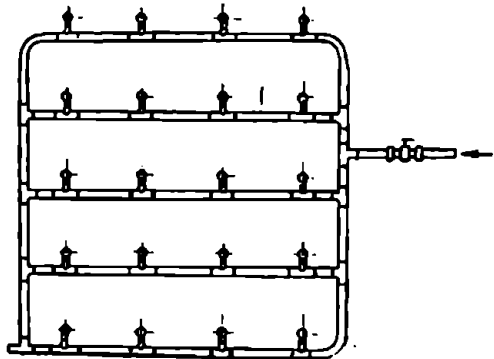


ნახ. IX.19

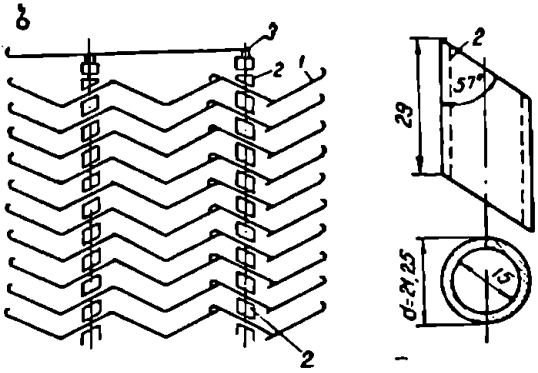
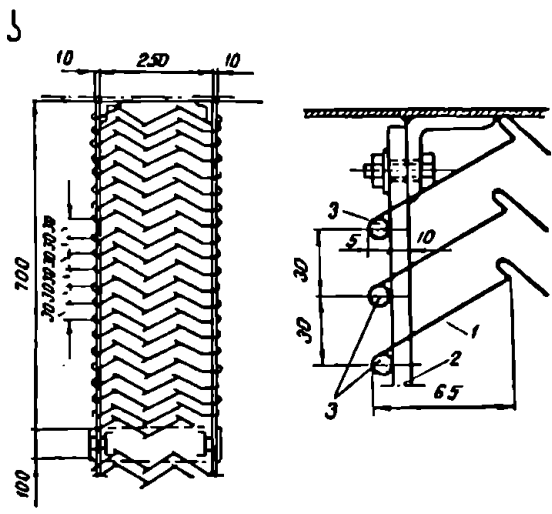
დებულია კამერის დანიშნულებსა და მის გეომეტრიულ ზომებზე. წყლის მიწოდების უველახე უნივერსალური სქემა მოცემულია IX.22 ნახაზზე. ამ სქემით შესაძლებელია წყლის ხარისხობრივი რეგულირების განხორციელება. ამასთან დაკავშირებით სქემა ითვალისწინებს საციკულაციო ტუმბოთი წყლის მუდმივი რაოდენობის —  $W$  კგ/სთ მიწოდებას. ტუმბოს წინ მოთავსებულია სამსულებანი შემრევი ვენტილი, სადაც წარმოებს ქვეშიდან შემთბარი  $W_1$ -ის რაოდენობის რეციკულირებული წყლის შერევა ცივ  $W_2$  რაოდენობის წყალთან. წყლის ნარევი ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება ფრქვევანებს. მიღებულ სისტემაში საჭიროა განისაზღვროს ტუმბოს მიერ მიწოდებული წყლის საერთო რაოდენობა  $W$  და სამაცივრო დანადგარიდან მიწოდებული ცივი წყლის რაოდენობა  $W_2$ .

IX.23 ნახაზზე მოცემულია სავენტილაციო ტექნიკაში საკმაოდ გავრცელებული წყლის მიწოდების სქემები, რომლებიც გამოიყენება ადიაბატური დატენიანების დროს. ამ სქემაში ტუმბო მუშაობს ქვეშიდან წყლის მუდმივი რეციკულაციით  $W$  კგ/სთ.

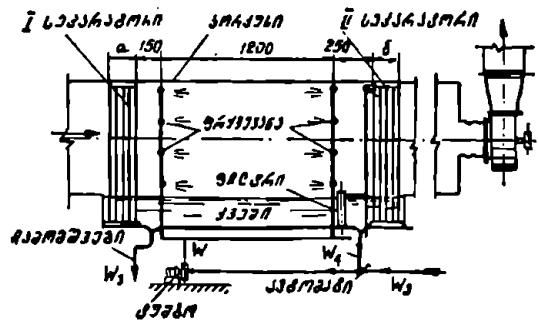
სარწყავი კამერების გაანგარიშების ზუსტი თეორია ჯერ კიდევ არ არის დამუშავებული, რის გამოც კამერების თანამედროვე გაანგარიშება ძირითადად აგებულია ექსპერიმენტულ მონაცემებზე. ჩატარებული გაანგარიშება შარ-



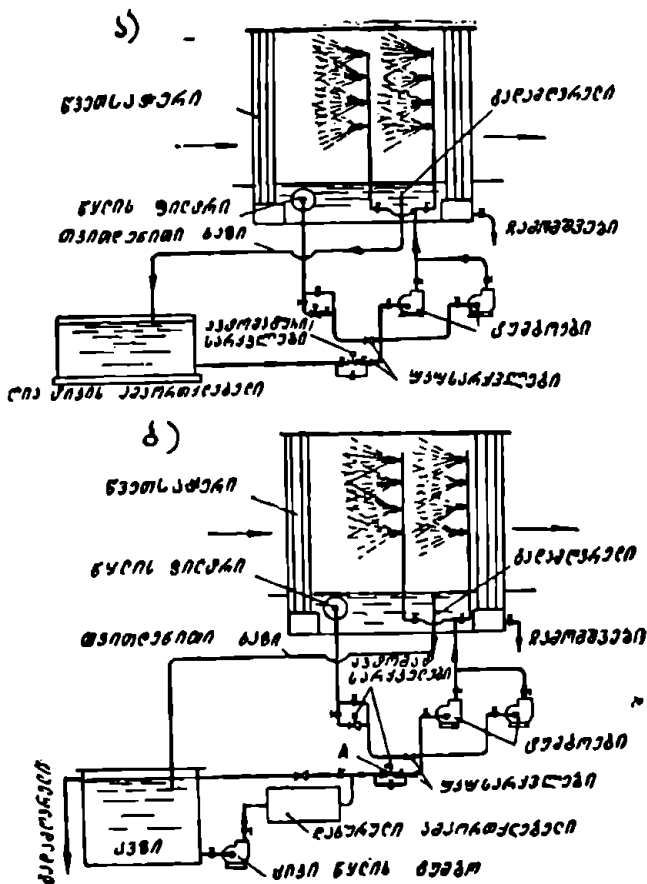
ნახ. IX.20



6б. IX.21



6б. IX.22



ნახ. IX.23

თებულია მხოლოდ იმ ტიპის კონდიციონერებისათვის, რომლებსთვისაც მიღებული იყო ცდების მონაცემები. შრავალი ცდა მსგავსების თეორიის აპარატით ჩატარებულყო ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადება, უშედეგოდ დამთავრდა. ამასთან დაკავშირებით ჰაერსა და წყალს შორის თბო და ტენცივის დაპროექტების მეთოდები საჭიროა აიხსნას კონკრეტულ შავალითებზე.

1. სარწყავი კამერის გაანგარიშება ბ. ბარკალოვის მეთოდით

ბ. ბარკალოვის მეთოდს საფუძვლად უდევს თბო და ტენცივის პროცესების დამახასიათებელი ეფექტურობის კოეფიციენტი, რომელიც (9.23) განტოლებით განისაზღვრება

$$E = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_{\Sigma}} \approx \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{\Sigma}} \approx \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d_{\Sigma}}$$

ამ კოეფიციენტის ზღვრული მნიშვნელობები ჰაერით გაციელებისა და გაშრობის III შეთხედში სხვადასხვა ტიპის სარწყავი კამერებისთვის მოცემულია IX.3 ცხრილში.

პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის მიღებულია, რომ დასამუშავებელი ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობა განისაზღვრება სითბოსა და ტენის თანაფარდობის სხივის მიმართულების (კუთხური მასშტაბის) გადაკვეთით მრუდთან  $\varphi = 90-95\%$ .

მაგალითი 1. ჰორიზონტალურ სარწყავ კამერაში საჭიროა გაციედეს და გაშრეს ტენიანი ჰაერი, რომლის მშრალი ნაწილი იწონის 20300 კგ/სთ. ჰაერის საწყისი პარამეტრებია: ტემპერატურა  $t_1 = 26,1$ , ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi = 60\%$ , ტენშემცველობა  $d = 12,68$  გ/კგ, სითბოშემცველობა  $I_1 = 14,0$   $\frac{\text{კპალ}}{\text{კგ}}$  და სველი თერმომეტრით ტემპერატურა  $t_{m1} = 20,7^\circ\text{C}$ . ჰაერის საბოლოო პარამეტრებია:  $t_2 = 18,8^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_2 = 90\%$ ,  $d_2 = 12,2$  გ/კგ,  $I_2 = 12,0$   $\frac{\text{კპალ}}{\text{კგ}}$  და  $t_{m2} = 17,5^\circ\text{C}$ .

ცხრილი IX.3

№ რიგ.	სარწყავ კამერების ტიპები	ეფექტრობის კოეფიციენტი
1	ფრქვევანების ერთი რიგით, დაყენებული ჰაერის მიმართულებით	0,6-0,7
2	ფრქვევანების ერთი რიგით, დაყენებული ჰაერის საწინააღმდეგ მიმართულებით	0,65-0,76
3	ფრქვევანების ორი რიგით, დაყენებული ერთი ჰაერის მიმართულებით, მეორე — მის საწინააღმდეგოდ	0,9-0,95
4	ფრქვევანების ორი რიგით, ორივე დაყენებული ჰაერის მიმართულებით	0,85-0,9
5	ფრქვევანების ორი რიგით, ორივე დაყენებული ჰაერის საწინააღმდეგ მიმართულებით	0,9-0,95
6	ფრქვევანების სამი რიგით, დაყენებული ერთი ჰაერის მიმართულებით, ორი — მის საწინააღმდეგოდ	0,99

ამოხსნა. ვაპროექტებთ ჰორიზონტალურ სარწყავ კამერას უხეში ფრქვევანების სამი რიგით. აგებთა ვაწარმოებთ გრაფოანალიზური შეთოდით.  $I-d$  დიაგრამაში (ნახ. IX.24) ვაგებთ პოკესს, სადაც  $A$  წერტილს შეესაბამება ჰაერის საწყისი პარამეტრები, ხოლო  $B$  წერტილს — ჰაერის საბოლოო პარამეტრები.  $A$  და  $B$  წერტილის შემაერთებელი სწორი ხაზის გადაკვეთა სრული გაჯერების მრუდთან  $\varphi = 100\%$  მოგვცემს წყლის საბოლოო ტემპერატურას (წერტილი  $B$ )  $t_{B2} = 17^\circ\text{C}$ . ჰაერის დანარჩენი პარამეტრების მნიშვნელობებია  $d_B = 12,2$  გ/კგ,  $I_B = 11,5$   $\frac{\text{კპალ}}{\text{კგ}}$ .

კამერის განიკვეთის საანგარიშოდ მივიღოთ ჰაერის წონითი სიჩქარის მნიშვნელობა  $v = 2,5$  კგ/მ<sup>2</sup> წმ, მაშინ

$$f_{კამ} = \frac{20300}{3600 \cdot 2,5} = 2,25 \text{ მ}^2 \quad (1,5 \times 1,5).$$

კამერაში ესაზღვრავთ გაშრობისა და გაცივების პროცესის სხვის, რომელიც ტოლია

$$\epsilon = 1000 \frac{14,0 - 12,0}{12,68 - 12,2} = 4160.$$

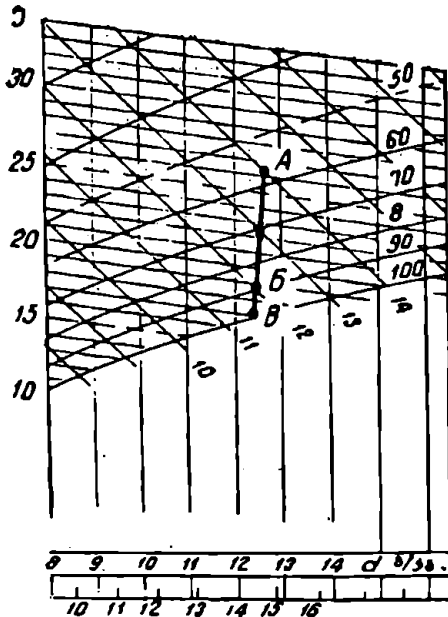
პროცესი მიმდინარეობს  $I-d$  დიაგრამის III მეოთხედში (ნახ. IX.24). ამ მეოთხედში ეფექტურობის კოეფიციენტი ტოლი იქნება

$$E = \frac{26,1 - 18,8}{26,1 - 17,0} = \frac{14,0 - 12,0}{14,0 - 11,5} = \frac{12,68 - 12,2}{12,68 - 12,0} = 0,8.$$

$Y-1$  ტიპის უხეში ფრქვევანებისათვის, რომელთა გამოსვლის დიამეტრით  $d = 4-6$  მმ, შორწყვიის კოეფიციენტი იანგარიშება (9.33) განტოლებით

$$\mu_{\text{უ}} = 2,92 \cdot 2,5^{-0,535} \left[ 1 - \frac{1}{1 - 0,8} \right]^{1,175} = 1,17 \text{ კგ/კგ.}$$

ვინაიდან პროექტდება ჰორიზონტალური კამერა „მშრალი“ სეპარატორებით, ამიტომ შორწყვიის კოეფიციენტის მნიშვნელობაში უნდა შევიტანოთ შემასწორებელი კოეფიციენტი  $Y = 0,86$ .



ნახ. IX.24

$$\mu = Y \mu_{\text{უ}} =$$

$$= 0,86 \cdot 1,17 \approx 1,0 \text{ კგ/კგ.}$$

ფრქვევანებზე მიწოდებული წყლის რაოდენობა

$$W = 1,0 \cdot 20300 = 20300 \text{ კგ/სთ.}$$

ავილოთ  $Y-1$  ტიპის ფრქვევანა გამოსვლის დიამეტრით  $d = 4,0$  მმ-ს და წყლის წნევა ფრქვევანების წინ  $P = 0,7$  კგ/სმ<sup>2</sup>. IX.17 ნახაზიდან ესაზღვრავთ ფრქვევანების მწარმოებლობას, რომელიც ტოლია  $\epsilon_0 = 225$  კგ/სთ, მაშინ საჭირო ფრქვევანების რაოდენობა

$$n = \frac{20300}{225} \approx 90 \text{ ცალს.}$$

IX.3 ცხრილის თანახმად, მიღებული ეფექტურობის კოეფიციენტის მიხედვით,  $E = 0,8$ .

საჭიროა შეირჩეს ორიგინალი კამერა ორივე ჰაერის მოძრაობის მიმართულებით. თითოეულ რიგში ვაყენებთ 45 ფრქვევანას.

ფრქვევანების სიშპილროვე

$$z = \frac{4,5}{2,25} \approx 20 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2},$$



რაც აკმაყოფილებს მოთხოვნას. სითბო, რომელსაც ჰაერი წყალს გადასცემს, ტოლია

$$Q = 20300 (14,0 - 12,0) = 40600 \frac{\text{ქკალ}}{\text{სთ}}$$

კამერის ქვეშეში წყლის ტემპერატურა ტოლია  $t_{\text{ფ}} = 17^{\circ}\text{C}$ , მაშინ წყლის საწყისი ტემპერატურა იანგარიშება თბური ბალანსიდან და ტოლია

$$t_{\text{ფ}} = 17 - \frac{40600}{20300} \cong 15^{\circ}\text{C}$$

მივიღოთ წყლის მიწოდების უნივერსალური სქემა. IX.22 ნახაზის თანახმად, ამ სქემით ცივი წყალი სარწყავ კამერას საშატივრო დანადგარიდან მიეწოდება მუდმივი ტემპერატურით და მისი შერევა ხდება საშსელიან სარკველში ქვეშიდან რეცირკულირებულ წყალთან. ავიღოთ ცივი წყლის ტემპერატურა  $t_{\text{ფ}} = 5^{\circ}\text{C}$ , მაშინ საშატივრო სადგურიდან ცივი წყლის ხარჯი

$$W_3 = \frac{40600}{17,0 - 5,0} = 3400 \text{ კგ/სთ.}$$

ამრიგად სარწყავ კამერას ქვეშიდან მიეწოდება  $W = 20300 - 3400 = 16900$  კგ/სთ დამუშავებული წყალი  $t_{\text{ფ}} = 17^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურით.

## II. სარწყავი კამერის გაანგარიშება ე. კარპისის მეთოდით

უკანასკნელი 10 წლის მანძილზე საკავშირო სანიტარული ტექნიკის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში შეიქმნა და დაინერგა ახალი, ტიპური ცენტრალიზებული, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კონდიციონერები. ამ ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების მიერ, ე. კარპისის ხელმძღვანელობით, ექსპერიმენტებით გამოკვლეულ იქნა ტიპური სარწყავი კამერებისთვის თბოგაცემის ეფექტურობა. მათ მიერვეა დამუშავებული ამ კამერების გაანგარიშების მეთოდიკა.

ე. კარპისის მეთოდს საფუძვლად უდევს ისეთი ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც იდეალურ კამერაში ჰაერის ტემპერატურა, სველი თერმომეტრის ჩვენებით, ტოლია წყლის საბოლოო ტემპერატურისა. წინა პარაგრაფში ასეთი კოეფიციენტის მნიშვნელობა მიღებული იყო პარალელური დინების შემთხვევაში (ნახ. IX.13 და (9.24) განტოლება). გამოკვლევებში მხედველობაში მიღებული იყო ეფექტურობის კოეფიციენტის შემდეგი ფუნქციონალური დამოკიდებულება

$$E = f[(\nu \gamma), \mu, n, d_0],$$

სადაც  $\nu \gamma$  არის წონითი სიჩქარე, კგ/მ<sup>2</sup> წმ-ობით;

$\mu$  — მორწყვის კოეფიციენტი, კგ/სმ-ობით;

$n$  — ფრქვევანების სიმჭიდროვე,  $\frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$  -ობით;

$d_0$  — ფრქვევანას გამოსვლის დიამეტრი, მ-ობით.

ამ დამოკიდებულების საფუძველზე მიღებული იყო III და IV მეთოდებში ეფექტურობის კოეფიციენტების მნიშვნელობანი შემდეგი პროცენტებისთვის: გაცივება და გაშრობა, გაცივება მუდმივი ტენშემცველობით, გაცი-

ვება და დატენიანება. რეკომენდებულია ეფექტურობის კოეფიციენტის შემდეგი მნიშვნელობა

$$E_0 = 1 - \frac{t_{\Sigma 2} - t_{\Sigma 1}}{t_{\Sigma 1} - t_{\Sigma 2}} \quad (9.39)$$

ადიამატური პროცესისათვის

$$E_{ad} = 1 - \frac{t_2 - t_{\Sigma 2}}{t_1 - t_{\Sigma 2}} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{\Sigma 2}} \quad (9.40)$$

I მეოთხედის პროცესებისთვის — გაცივება და დატენიანება თბოშემცველობის ზრდით, იზოთერმული დატენიანება და ჰაერის გათბობა მისი ერთდროული დატენიანებით — მიღებულია ეფექტურობის კოეფიციენტის შემდეგი მნიშვნელობა

$$E_H = 1 - \frac{t_{\Sigma 2} - t_{\Sigma 1}}{t_{\Sigma 1} - t_{\Sigma 2}} \quad (9.41)$$

სადაც  $t_1$  და  $t_2$  არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა შშრალი თერმომეტრით;

$t_{\Sigma 1}$  და  $t_{\Sigma 2}$  — ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა სველი თერმომეტრით;

$t_{\Sigma 1}$  და  $t_{\Sigma 2}$  — წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა.

IX.4 ცხრილში მოცემულია თბოგადაცემის ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი ტიპური სარწყავი კამერებისთვის.

ეფექტურობის კოეფიციენტის განსასაზღვრავად ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო ორ და სამრიგიანი ტიპური სარწყავი კამერების სექციებისთვის. ჰაერის შწარმოებლობა სხვადასხვა კამერისათვის იცვლებოდა  $10^4$  მ<sup>3</sup>/სთ-დან  $22 \cdot 10^4$  მ<sup>3</sup>/სთ-მდე. ორრიგანი კამერებში წყლის მიმართულება მიღებული იყო შემდეგნაირად: ერთი რიგი ჰაერთან თანხედენილი, ხოლო მეორე — შემხვედარი; სამრიგანში ერთი რიგი თანხედენილი იყო, ხოლო დანარჩენი ორი — შემხვედარი.

ტიპურ კამერებში დაყენებულია  $\gamma - 1$  ტიპის ცენტრიდანული უნივერსალური ფრქვევანებ, 3 მმ-დან 5 მმ-მდე გამოსვლის დიამეტრებით. მიღებულია ფრქვევანების რაოდენობა 18 და  $24 \frac{\text{ცალი}}{\text{გ}^2}$ .

ტიპური სარწყავი სექციების კონსტრუქციული ძირითადი მონაცემები მოცემულია IX.5 ცხრილში.

ძირითად პროცესებში ე. კარბისის მეთოდის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ: წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა და აგრეთვე გაფრქვეული წყლის ხაერთო რაოდენობა, ადიამატური და იზოთერმული პროცესებისთვის კი ეფექტურობის კოეფიციენტით განისაზღვრება ჰაერის საბოლოო პარამეტრები.

მაგალითი 1. ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის პირობებისთვის უნდა განისაზღვროს წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა და აგრეთვე მისი რაოდენობა, თუ მოცემულია დასამუშავებელი ჰაერის რაოდენობა  $G_1 = 48000$  კგ/სთ და მისი პარამეტრები.

1) საწყისი პარამეტრები:

$$t_1 = 32^\circ\text{C}, \quad \varphi_1 = 40\%, \quad I_1 = 15 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}, \quad d = 12,05 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}, \quad t_{\Sigma 1} = 21,5^\circ\text{C},$$

$$P_{\text{აერ}} = 745 \text{ მმ ვერცხ. წყ. სვ.}$$

სხრილი IX.4.  
 თბოცვლის ეფექტურობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები ფრეკვენციების დაბერი კამერებისათვის მათი ზეობის მიხედვით და მნიშვნელობების დროს

თბოცვლის ეფექტურობის კოეფიციენტი	ფრეკვენციების მნიშვნელობები და რაოდენობა	ფრეკვენციის გათვალისწინებული კამერის დიამეტრი, მ.	თბოცვლის ეფექტურობის კოეფიციენტების სიდიდე ზორების კოეფიციენტის მნიშვნელობების დროს															
			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	
E <sub>0</sub>	1	5	—	—	—	—	0,68	0,57	0,6	0,63	0,66	—	—	—	—	—	—	—
	2 და 3	5	—	—	—	—	—	—	0,68	0,7	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	—	—	0,8
E <sub>0</sub>	1	3,5	0,5	0,59	0,65	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	5	—	—	0,68	0,63	0,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E <sub>0</sub>	2 და 3	3,5	—	—	—	0,71	0,76	0,8	0,82	0,86	0,89	—	—	—	—	—	—	—
	2 და 3	5	—	—	—	—	—	—	0,76	0,77	0,79	0,82	0,84	0,85	—	—	—	—
	1	5	—	—	—	0,68	0,68	0,69	0,67	0,69	0,7	0,7	0,7	—	—	—	—	—
	2 და 3	3,5	0,74	0,76	0,77	0,78	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 და 3	5	—	—	—	—	—	—	0,8	0,82	0,82	0,84	0,84	0,85	0,85	—	—	—

კამერის ინდექსი	ნომინალური მწარმოებლობა ჰაერის მიმართ, მ <sup>3</sup> /სთ-ობით	ჰაერის გასაღწეული კუბითი მოცულობა H × B, მ <sup>3</sup> -ობით	განივი კუბითი ფართობი, მ <sup>2</sup> -ობით	განივი კუბითი ჰაერის ნომინალური სიჩქარე, მ/წმ-ობით	ფრქვევანების საერთო რაოდენობა, მათი ერთ რიგში ცალი/მ <sup>2</sup> .ზე რაოდენობისას	
					18	24

ორრიგა l=1800 მმ

KD 1002 B	10000	1300 × 776	1	2,78	86	48
KD 2002 B	20000	1300 × 1536	2	2,73	72	16
KD 4002 B	40000	1800 × 2048	3,7	3	124	176
KD 6002	50000	2077 × 2577	5,32	2,0	200	260
KD 6002 A	60000	2577 × 2577	8,64	2,5	240	320
KD 8002	80000	2577 × 3077	7,1	2,8	289	384
KD 12002	120000	3952 × 3077	12,1	2,76	432	624

საბრიგა l=2425 მმ

KD 1003 B	10000	1300 × 776	1	2,78	54	72
KD 2003 B	20000	1300 × 1536	2	2,78	108	144
KD 4003 B	40000	1800 × 2048	3,7	3	192	264
KD 5003	50000	2077 × 2577	5,32	2,6	300	390
KD 6003 A	60000	2577 × 2577	8,64	2,5	360	480
KD 8003	80000	2577 × 3077	7,1	2,8	432	576
KD 12003	120000	3952 × 3077	12,1	2,76	648	864

2) საბოლოო პარამეტრები:

$$t_2 = 16^\circ\text{C}, \varphi_2 = 90\%, I_2 = 10,2 \frac{\text{ქკალ}}{\text{კგ}}, d_2 = 10,4 \frac{\text{მ}}{\text{კგ}}, t_{\text{საჩ}} = 15^\circ\text{C}.$$

პროექტის აგება I-d დიაგრამის დახმარებით წარმოებს (იხ. ნახ. IX.25) მის III შეოთხედში. ცივი წყლის ტემპერატურა, რომელიც მიიღება საშატიე-რო სადგურიდან, ტოლია t=7°C.

ამოხსნა. 1. მივიღოთ ტიპური სარწყავი კამერა ჰაერის ნომინალური მწარმოებლობით V=40000 მ<sup>3</sup>/სთ (ცხრილი IX.5) და ფრქვევანების გამოსე-ლის დიამეტრით d=5 მმ.

2. სითბო, რომელიც აერთმევა ჰაერს კამერაში, ტოლია.

$$Q_1 = G_1 \Delta t = 48000 (15 - 10,2) = 231000 \frac{\text{ქკალ}}{\text{სთ}}.$$

3. მივიღოთ წყლის წნევა ფრქვევანების წინ ΔP=1,5 კარბ ატმოსფე-როს. IX.17 ნახაზიდან ვსაზღვრავთ თითოეული ფრქვევანის მწარმოებლობას, რომელიც ტოლია g<sub>0</sub>=435 კგ/სთ.

4. მივიღოთ ორრიგიანი კამერა KD=4002 (ცხრილი IX.5), რომლის ფრქვევანების სიშვიდროვე ტოლია n=18  $\frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$ . კამერის განივიკუთი უდ-რის f=1,8·2,046=3,7 მ<sup>2</sup>. მაშინ მივიღებთ ფრქვევანების რიცხვს Σn= =3,7·2·18=132 ცალი. Σn=2·64=129 ცალს. კამერაში გაფრქვეული წყლის რაოდენობა

$$G_{\Sigma} = 435 \times 128 = 55600 \text{ კგ/სთ.}$$

მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა იანგარიშება შემდეგნაირად

$$\mu = \frac{G_{ფ_5}}{G_1} = \frac{55600}{48000} = 1,16 \text{ კგ/კგ.}$$

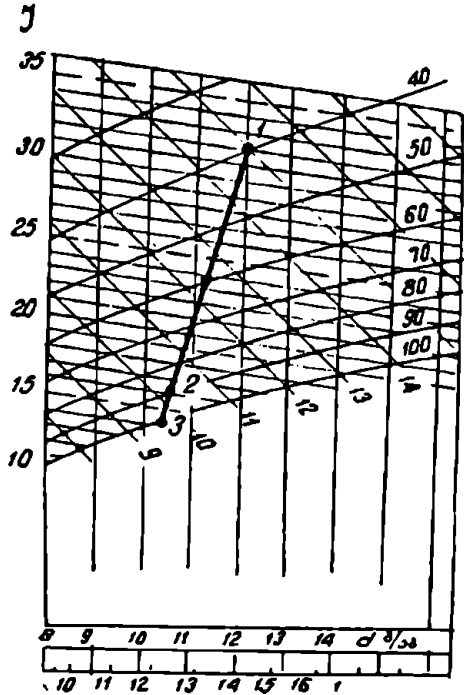
სითბოს რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა წყალს,

$$Q_5 = 55600 \cdot \frac{4,8}{\mu} = 55600 \cdot \frac{4,8}{1,16} = 230000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}$$

ე. ი.  $Q_1 \approx Q_5$ , ვინაიდან  $230000 \approx 231000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}$ .

IX.4 ცხრილიდან მორწყვის კოეფიციენტის საშუალებით ეპოულობთ ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას  $E = 0,745$ .

ანალოგიური გაანგარიშებით ეპოულობთ მორწყვისა და ეფექტური კოეფიციენტის მნიშვნელობებს: ორიგინის კამერისათვის ფრქვევანების რაოდენობით  $n = 24 \frac{\text{კალი}}{\text{გზ}}$  და აგრეთვე



ნახ. IX.25

იმავე მწარმოებლობის სამარიგინი კამერებისათვის (იხ. ცხრილი IX.6).

ცხრილი IX.6

სილიდების დასახელება	ორიგინი კამერა (KD-4002 B) ფრქვევანების რაოდენობით, კალი/მ <sup>2</sup> იოგში		სამარიგინი კამერა (KD-4003 B) ფრქვევანების რაოდენობით, კალი/მ <sup>2</sup> იოგში	
	18	24	18	24
გაფრქვეული წლის რაოდენობა კგ/სთ	55600	76500	84500	115000
მორწყვის კოეფიციენტი $\mu$ კგ/კგ	1,16	1,56	1,74	2,30
ეფექტურობის კოეფიციენტი $E_0$	0,745	0,3	0,8	0,8
სარწყავ კამერაში წლის ტემპერატურის ვარდნა $\Delta t = t_2 - t_1$	4,14	3,02	2,76	2,01

5. წყლის საწყისი ტემპერატურის განსასაზღვრავად (9.40) ფორმულაში ჩავსვით  $E_0$  მნიშვნელობა, მივიღებთ:

$$ა) \text{ ორრიგიანი კამერისათვის } n=18 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$t_{\text{წყ } 1} = t_{\text{ს } 1} - \frac{t_{\text{ს } 2} - t_{\text{წყ } 2}}{1 - E_0} = 21,5 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} \cdot 4,14}{1 - 0,745},$$

საიდანაც  $t_{\text{წყ } 1} = 7,23^\circ\text{C}$ ;

$$ბ) \text{ ორრიგიანი კამერისათვის } n=24 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$t_{\text{წყ } 1} = 21,5 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} - 3,02}{1 - 0,8},$$

საიდანაც  $t_{\text{წყ } 1} = 9,6^\circ\text{C}$ ;

$$გ) \text{ სამრიგიანი კამერისათვის } n=18 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$t_{\text{წყ } 1} = 21,5 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} - 2,76}{1 - 0,8},$$

საიდანაც  $t_{\text{წყ } 1} = 9,8^\circ\text{C}$ ;

$$დ) \text{ სამრიგიანი კამერისათვის } n=24 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$t_{\text{წყ } 1} = 21 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} - 2,01}{1 - 0,8},$$

საიდანაც  $t_{\text{წყ } 1} = 10,85^\circ\text{C}$ .

6. შესაბამისად წყლის საბოლოო ტემპერატურები იქნება:

$$ა) t_{\text{წყ } 2} = 7,23 + 4,14 = 11,37^\circ\text{C};$$

$$ბ) t_{\text{წყ } 2} = 9,6 + 3,02 = 12,6^\circ\text{C};$$

$$გ) t_{\text{წყ } 2} = 9,8 + 2,76 = 12,6^\circ\text{C};$$

$$დ) t_{\text{წყ } 2} = 10,85 + 2,01 = 12,86^\circ\text{C}.$$

7. ცივი წყლის ხარჯი სამაცივრო დანადგარიდან შეადგენს:

$$ა) \text{ ორრიგიანი კამერებისთვის } n=18 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$G_{\text{წყ}} = \frac{231000}{11,37 - 7,0} = 53100 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}};$$

$$ბ) \text{ ორრიგიანი კამერებისთვის } n=24 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$G_{\text{წყ}} = \frac{231000}{12,6 - 7,0} = 41200 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}};$$

$$გ) \text{ სამრიგიანი კამერებისათვის } n=18 \frac{\text{ჯალი}}{\text{გ}^2};$$

$$G_{\text{წყ}} = \frac{231000}{12,6 - 7,0} = 41200 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}};$$

$$\text{დ) სამრიგიანი კამერებისათვის } n=24 \frac{\text{ცალი}}{\text{გა}};$$

$$G_{\Sigma} = \frac{231000}{12,85-7,0} = 39500 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}}.$$

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რეკომენდებულ უნდა იქნეს ორრიგიანი სარწყავი კამერა ფრქვევანების სიმჭიდროვით  $24 \frac{\text{ცალი}}{\text{გა}}$ . ამ შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მიღებულ კამერას აქვს ნაკლები გეომეტრიული ზომები და გასაფრქვევი წყლის რაოდენობა ბევრად უფრო მცირეა, ვიდრე სამრიგიანი კამერებში.

ეფექტურობის კოეფიციენტის სიმცირის გამო ორრიგიანი კამერა, ფრქვევანების რაოდენობით  $18 \frac{\text{ცალი}}{\text{გა}}$ , რეკომენდებული არ არის.

$$\text{მაგალითი 2. ჰაერი } G=49000 \text{ კგ/სთ რაოდენობით და } I_1=9 \frac{\text{ქალ}}{\text{კგ}},$$

$d_1=5 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}$ ,  $\varphi_1=25\%$ ,  $t_1=25^\circ\text{C}$ ,  $t_{\Sigma 1}=13,2$  საწყისი პარამეტრებით აღიბატურად ტენიანდება.

სარწყავ კამერაში ჰაერის საბოლოო მდგომარეობა განისაზღვრება პარამეტრებით:

$$I_2=9,0 \frac{\text{ქალ}}{\text{კგ}}, \quad d_2=9,3 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}, \quad \varphi_2=90\%, \quad t_2=14,2^\circ\text{C}, \quad t_{\Sigma 2}=13,2.$$

საქიროა შეირჩეს: ტიპური სარწყავი კამერა, ფრქვევანების რიგების რიცხვი, ფრქვევანების გამოსვლის დიამეტრი და წყლის წნევა ფრქვევანების წინ.

ამოხსნა. ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას ვსაზღვრავთ (9.40) განტოლებით

$$E_{\text{აღ}} = 1 - \frac{14,2-13,2}{25-13,2} = 0,845.$$

IX.3 ცხრილთ მიღებულ  $E=0,845$  შეესაბამება ორ და სამრიგიანი კამერები  $Y-1$  ტიპის ფრქვევანებით, რომელთა დიამეტრებია 3,5 მმ. ამავე ცხრილადან შორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ტოლია  $\mu=0,85 \frac{\text{კგ}}{\text{კგ}}$ .

თითოეული ფრქვევანის მწარმოებლობა და წნევის მნიშვნელობა სხვადასხვა ტიპის სარწყავი კამერისათვის მოცემულია IX.7 ცხრილში.

მივიღოთ ორრიგიანი კამერა ფრქვევანების სიმჭიდროვით  $n=18 \frac{\text{ცალი}}{\text{გა}}$ .

ფრქვევანების წინ წყლის წნევის სიმცირის გამო დანარჩენი სარწყავი კამერების რეკომენდება არ არის მიზანშეწონილი. ცნობილია, რომ აღიბატურ პროცესში ვრცელ ატმოსფეროზე ნაკლები წნევის დროს ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეკეთრად მცირდება.

სოლიდუების დასახელება	ორარივიანი კამერა KD-2002 B		სამარივიანი კამერა KD--3003 B	
	n=18	n=24	n=18	n=24
ერთი ფრქვეანას მწარმოებლობა ქ.ლ/სთ	$\frac{19000 \cdot 0.075}{72} = 224$	$\frac{19000 \cdot 0.15}{96} = 170$	$\frac{180 \cdot 0.095}{108} = 150$	$\frac{1900 \cdot 0.085}{144} = 112$
წყლის წნევა ფრქვე- ვანების წინ (გაან- გარიშებული (9.32) ფორმულით) კარბი ატ	1.0	0.7	0.5	—

III. ხარწყავი კამერის გაანგარიშება ლ. ზუსმანოვიჩის მეთოდით

ლ. ზუსმანოვიჩის მიერ თბო და ტენეკლის განტოლების ანალიზის შედეგად მიღებულია სითბოშემცველობისა და ტემპერატურების კრიტერიუმები. სითბოშემცველობის კრიტერიუმი

$$\Delta \bar{T} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_6} = \Phi \left[ \left( 1 + \frac{t_{61} - t_{62}}{t_1 - t_{61}} \right); \frac{H_w}{\sigma \gamma} \right]; \quad (9.42)$$

ტემპერატურის კრიტერიუმი

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{61}} = \psi \left[ \left( 1 + \frac{t_{61} - t_{62}}{t_1 - t_{61}} \right); \frac{H_w}{\sigma \gamma} \right]; \quad (9.43)$$

სადაც  $I_1, I_2, I_6$  არის ჰაერის სითბოშემცველობები მორწყვამდე, მორწყვის შემდეგ და ნამის წერტილის ტემპერატურის დროს, კვადრატული;

- კვადრატული
- $t_1, t_2$  — ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა;
  - $t_{61}$  — ჰაერის ნამის წერტილის ტემპერატურა მორწყვამდე;
  - $H_w$  — მორწყვის სიმჭიდროვე, კგ/მ<sup>2</sup> წმ.ობით;
  - $\sigma \gamma$  — ჰაერის წონითი სიჩქარე, კგ/მ<sup>2</sup> წმ.ობით;
  - $t_{62}$  — წყლის საწყისი ტემპერატურა.

პირველი და მეორე კრიტერიული განტოლებები სათანადოდ ახასიათებს სრული და აშკარა თბოცელის ინტენსიუმიკაციას სარწყავი კამერაში.

როგორც განტოლებებიდან ჩანს,  $\Delta I$  და  $\Delta t$  მნიშვნელობები დამოკიდებულია ტემპერატურულ კრიტერიუმზე

$$M_1 = \frac{t_{61} - t_{62}}{t_1 - t_{62}} \quad (9.44)$$

და თანათარღობაზე

$$\frac{H_w}{\sigma \gamma} = B. \quad (9.45)$$



ტემპერატურული კრიტერიუმი  $M_1$  წარმოადგენს მასათა ცვლის შიდა რაი ძალის ტემპერატურული ანალოგიის ( $t_{s_1} - t_{s_2}$ ) ფარდობას ჰაერის ჰიგრომეტრულ ტემპერატურათა სხვაობასთან ( $t_1 - t_{s_1}$ ).

ფუნქციონალური დამოკიდებულების სახე  $\Delta I$  და  $\Delta t$ -ს შორის ლაბორატორიაში ექსპერიმენტულად განისაზღვრა ორრიგიან სარწყავ კამერაში. 0,306 მ<sup>2</sup> განივკვეთის კამერა აღქვრევილი იყო  $\gamma = 1$  ტიპის ფრქვევანებით, სიშვიდროვით  $10 \frac{\text{კალ}}{\text{მ}^2}$  -დან  $19 \frac{\text{კალ}}{\text{მ}^2}$  -მდე.

ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემების საფუძველზე მიღებული იყო სითბოსა და ტენციის შემდეგი დამოკიდებულებანი:

1. ფრქვევანების სიშვიდროვის ზრდით  $\left( 10\text{-დან } 19,6 \frac{\text{კალ}}{\text{მ}^2} \right)$  უმნიშვნელოდ შეიცვლება ფარდობითი სიდიდეები  $\Delta \bar{I}$  და  $\Delta \bar{t}$  (დაახლოებით 9%-ით).

2. ჰაერის წონითი სიჩქარეების ცვლილება კამერაში 1,6 კგ/მ<sup>2</sup> წმ-დან 2,8 კგ/მ<sup>2</sup> წმ-მდე არ იძლევა  $\Delta \bar{I}$ -სა და  $\Delta \bar{t}$ -ს საგრძნობ ცვლილებას.

ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადების საფუძველზე მიღებულია ნომოგრამა, რომლის საშუალებითაც გაციეებისა და გაშრობის პროცესების გაანგარიშება წარმოებს III შეოთხედში (ნახ. IX, 26).

ნომოგრამის გამოყენება ჰიგრომეტრულ ტემპერატურათა სხვაობით შეზღუდულია ფარგლებში

$$11^\circ\text{C} \leq t_1 - t_{s_1} \leq 23^\circ\text{C}.$$

მაგალითი 1. მოცემულია ჰაერის ხარჯი  $G_1 = 84000$  კგ/სთ, რომლის საწყისი პარამეტრებია  $t_1 = 27,5^\circ\text{C}$ ;  $t_{s_1} = 13,7^\circ\text{C}$ ;  $d_1 = 10$  გ/კგ;  $I_1 = 12,75 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ ; წყლით დამუშავების შემდეგ მისი საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობა შემდეგია  $t_2 = 13,9^\circ\text{C}$ ;  $d_2 = 9,6$  გ/კგ;  $I_2 = 9,1 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ ;  $P_{\text{არ}} = 745$  მმ.

საჭიროა განისაზღვროს წყლის როგორც საწყისი, ისე საბოლოო ტემპერატურა.

ამოხსნა. ვირჩევთ სამრიგიან სარწყავ კამერას  $KD - 6003$ , ფრქვევანებს დიამეტრით  $d = 4$  მ და მათ რაოდენობას  $18 \frac{\text{კალ}}{\text{მ}^2}$ .

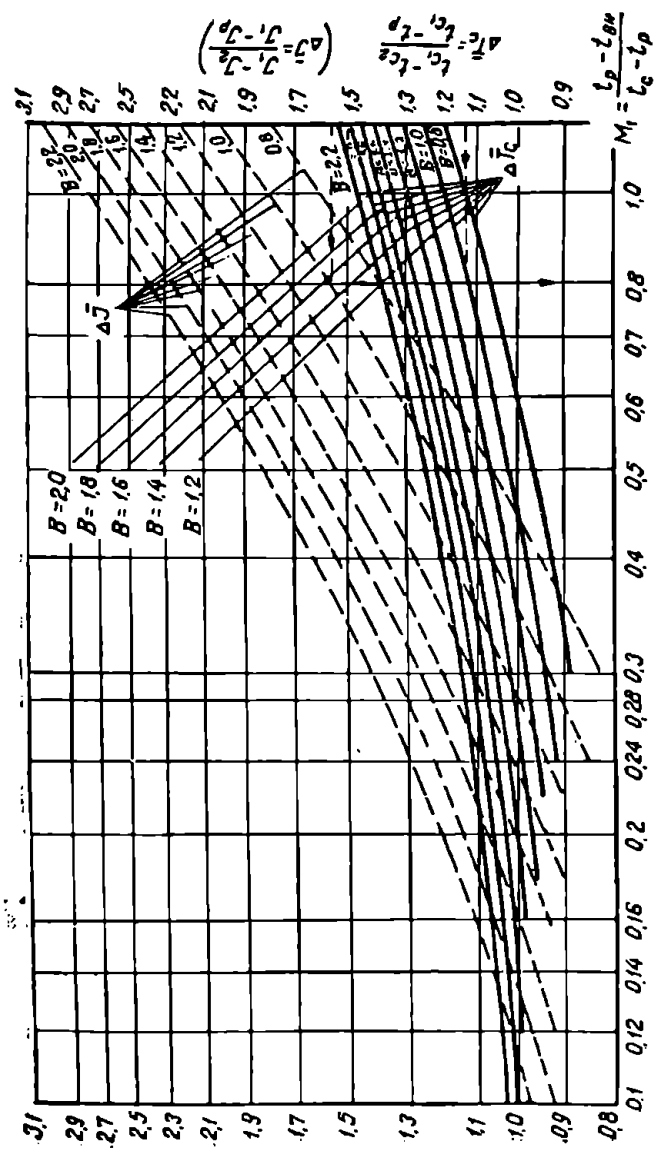
მიღებული კამერისთვის ცხრილებიდან ეპოულობთ მის განივკვეთს  $f = 6,64$  მ<sup>2</sup> და ფრქვევანების რაოდენობას  $n = 360$  ცალი. მივიღოთ აგრეთვე, რომ წყლის წნევა ფრქვევანების წინ  $P = 2,5$  ატ. ამ შემთხვევისთვის გრაფიკის საშუალებით ესაზღვრავთ წყლის ხარჯს თითოეული ფრქვევანისთვის  $g_0 = 400$  ლ/სთ.

საერთო წყლის რაოდენობა

$$G_2 = 0,4 \cdot 3600 = 144 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

სათანადოდ მორწყვის კოეფიციენტი განისაზღვრება

$$\mu = \frac{144}{84} = 1,72 \text{ კგ/კგ}.$$



Tab. IX.26

ვანგარიშობთ ჰაერის ფარდობით სითბოშემცველობათა ცვლილებას

$$\Delta \bar{t} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - t_{\epsilon_1}} = \frac{I_1 - I_2}{0,24(t_1 - t_2)} = \frac{12,75 - 9,1}{0,24(24,5 - 13,9)} = 1,12 \frac{\text{კალ}}{\text{კგ}}$$

ტემპერატურათა ფარდობითი ცვლილება

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{\epsilon_1}} = \frac{27,5 - 13,9}{27,5 - 13,7} = 1,01.$$

ნომოგრამიდან (ნახ. IX.26) ტემპერატურული კრიტერიუმი

$$\Delta t' = 0,28.$$

წყლის საწყის ტემპერატურას ეპოულობთ გამოსახულებიდან

$$M_1 = \frac{t_{\epsilon_1} - t_{\epsilon_2}}{t_1 - t_2},$$

საიდანაც  $t_{\epsilon_2} = 10^\circ\text{C}$ .

წყლის საბოლოო ტემპერატურა

$$t_{\epsilon_2} = t_{\epsilon_1} + \frac{I_1 - I_2}{\mu} = 10 + \frac{12,75 - 9,1}{1,72} = 12,1^\circ\text{C}.$$

სარწყავი კაპერის სიცივის მწარმოებლობა

$$Q_{\text{სიცი}} = G_{\epsilon_2} (I_1 - I_2) = 84000 (12,75 - 9,1) = 306000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

შემოწმება. წყლის მიერ შეთვისებული სითბო

$$Q_{\epsilon_2} = G (t_{\epsilon_2} - t_{\epsilon_1}) = 145000 (12,1 - 10) = 304000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

თბური ბალანსი წყალსა და ჰაერს შორის

$$Q_{\text{სიცი}} \cong Q_{\epsilon_2} = 306000 \cong 304000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

#### § 40.

#### ჰაერის დატენიანება მოთქლით

ჰაერის დატენიანება ორთქლით ყველაზე მარტივ საშუალებად შეიძლება ჩაითვალოს. მიუხედავად ამისა, სპენტილატოო ტექნიკაში ორთქლით დატენიანებამ ვერ კპოვა ფართო გავრცელება, ვინაიდან დატენიანებულ ჰაერს ახსიათებენ ორთქლის ქებას უსიააოუნო სპეციფიკური სენი.

უშუალოდ ორთქლის შეყვანა ჰაერში შესაძლებელია როგორც სპეციალურ ტექნოლოგიურ კამერებში, ისე სათავსებში, სადაც საჭიროა გარკვეული ტენიანობის შენარჩუნება.

სითბოსა და ტენის თანაფარდობის მასშტაბი ორთქლით დატენიანების დროს შეიძლება აგებულ იქნეს სითბოსა და ტენის ბალანსის განტოლებებიდან:

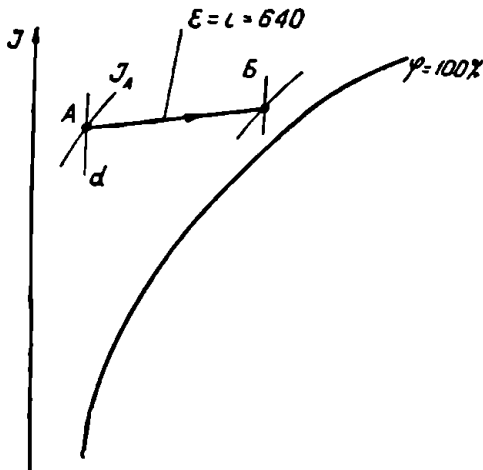
$$GI_2 = GI_1 + G_{\text{ირი}}; \quad (\text{ა})$$

$$G \frac{d_2}{1000} = G \frac{d_1}{1000} + G. \quad (\text{ბ})$$

(ა) განტოლება გავეთხო (ბ)-ზე, მივიღებთ

$$\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} 1000 = i_{\text{ოპ}}, \quad (9.46)$$

ე. ი. ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება ორთქლით დატენიანების დროს მიმართული იქნება ნაჯერი ორთქლის სითბომეცველობის სხივით —  $i_{\text{ოპ}}$ . ერთი ატმოსფეროსათვის ამ სხივის მიმართულების მნიშვნელობა დაახლოებით შეიძლება აღებულ იქნეს  $i_{\text{ოპ}} = \varepsilon = 640$  ტოლად.



ნ.ხ. IX.27

ვინაიდან სავენტილაციო ტექნიკაში ჰაერის დატენიანება მოითხოვს წყლის ორთქლის მცირე რაოდენობას, ამიტომ პირველი მიახლოებით შეიძლება ჰაერის ორთქლით დატენიანება ჩაითვალოს იზოთერმულ პროცესად.

ჰაერის საბოლოო პარამეტრები ორთქლით დატენიანების დროს ადვილად განისაზღვრება  $I-d$  დიაგრამით. თუ ცნობილია ორთქლის რაოდენობა  $\Delta d$ , რომელიც უნდა შევიროს

1 კილოგრამ ტენიან ჰაერს, რომლის ტენუმეცველობა  $d_1$ -ის ტოლია, მაშინ ჰაერის საბოლოო ტენუმეცველობის მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით  $d_2 = d_1 + \Delta d i_{\text{ოპ}}$ ,  $I-d$  დიაგრამაზე (ნახ. IX.27) ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მდგომარეობის წერტილი მიიღება  $i_{\text{ოპ}} = 640$  სხივის გადაკვეთით  $d_2 = \text{const}$  ხაზთან (წერტილი B).

იმ შემთხვევაში, თუ მოცემულია ჰაერის ტენუმეცველობის  $d_2$  ან ფარდობითი ტენიანობის  $\varphi_2$  საბოლოო მნიშვნელობები,  $d$  წერტილიდან (ნახ. IX.27), რომელსაც შეესაბამება ჰაერის საწყისი პარამეტრები, გაელვებული სხივის  $\varepsilon = i = 640$  გადაკვეთა ცნობილ სიდიდეებთან —  $d_2$ -თან ან  $\varphi_2$ -თან — მოგვცემს ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობებს (B წერტილი).

ორთქლის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ჰაერის დასატენიანებლად, იანგარისდება ფორმულით

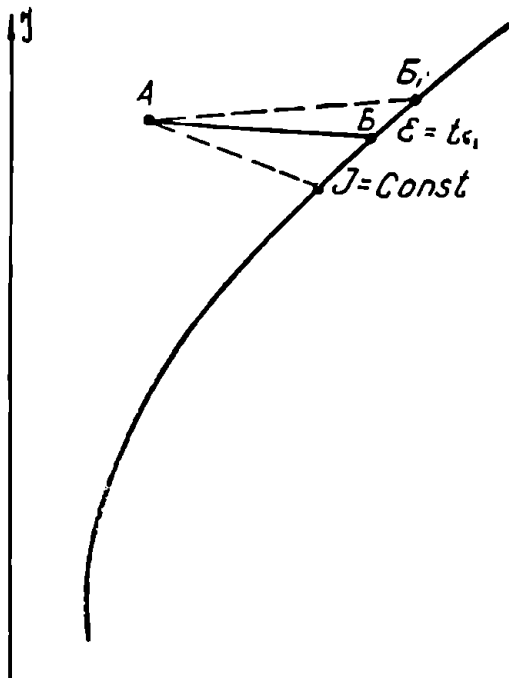
$$G_{\text{ოპ}} = G_1 (d_2 - d_1) 10^{-3} \text{ კგ/სთ.}$$

§ 41.

ჰაერის დატენიანება გადახურებული წყლით

ზოგიერთ განსაკუთრებულ შემთხვევაში ჰაერის დასატენიანებლად და „გასაცივებლად“ გამოიყენება გადახურებული წყალი.

გადახურებული წყლით „გაცივების“ პრინციპი დამყარებულია მაღალი წნევის წყლის აორთქლების ეფექტზე. ცნობილია, რომ გადახურებული წყლის



ნახ. IX.26

გაფრქვევა ატმოსფერულ გარემოში იწვევს წნევის მკვეთრად შემცირებას. ამის გამო წყლის გარკვეული რაოდენობა სწრაფად ორთქლდება. აორთქლებზე იხარჯება ბევრად მეტი სითბო, ვიდრე პორტენციულად გააჩნია თვით გადახურებულ წყალს. ამასთან დაავსირებით სითბოს ის ნაწილი, რომელიც დააკლდა წყლის აორთქლებს, აერთმევა ჰაერს, რის გამოც მისი ტემპერატურა მცირდება.

ერთი კილოგრამი მშრალი ჰაერისთვის თბური ბალანსის განტოლება გადახურებული წყლით დატენიანების შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით

$$I_1 + \mu t_{\epsilon_1} = I_2 + \left( \mu - \frac{\Delta d}{1000} \right) t_{\epsilon_2} \quad (9.47)$$

სადაც  $I_1$  და  $I_2$  არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო სითბოშემცველობები, კკალ/კგ-ობით;

$t_1$  და  $t_2$  — გადახურებული წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა;

$\Delta d$  — ჰაერის ტენშემცველობის ნაზარდი, გ/კგ-ობით.

თუ იდეალური პროცესისათვის ჰაერის საბოლოო ტემპერატურას მივიღებთ წყლის ტემპერატურის ტოლად და სიმციროს გამო უგულებელვყოფთ

$\frac{\Delta d}{1000}$  მნიშვნელობას, მივიღებთ შემდეგ განტოლებას

$$I_1 - I_2 = \mu (t_{\epsilon_1} - t_2) \quad (9.48)$$

სიტბოსა და ტენის თანაფარდობის (კუთხური მასშტაბის) კოეფიციენტი  $\epsilon$  განხილული საკითხისათვის ტოლია

$$\epsilon = \frac{E_0 l_{\text{ფ}_1}}{E_0} = l_{\text{ფ}_1} \quad (9.49)$$

სადაც  $E_0$  არის გადახურებული წყლის რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

$l_{\text{ფ}_1}$  — გადახურებული წყლის საწყისი ტემპერატურა.

როგორც  $I-d$  დიაგრამიდან ჩანს (ნახ. IX.28), გაფრქვეული წყლის რაოდენობის გაზრდით იზრდება ჰაერის ტენშემცველობა —  $B$  წერტილი და მცირდება მისი ტემპერატურა. იმ შემთხვევაში, თუ ჰაერის ტენშემცველობა გადააქარბებს  $d$  მნიშვნელობას, რომელიც შეესაბამება სრული გაჯერების მდგომარეობას ( $B$  წერტილი), მაშინ ჰაერის ტემპერატურა (მშრალი თერმომეტრის ჩვენებით) იზრდება. მაგალითად, ტენშემცველობის ზრდა  $d_1$ -მდე გამოიწვევს ჰაერის ტემპერატურის გაზრდას მის საწყის ტემპერატურამდე. დიაგრამაზე ეს მდგომარეობა აღნიშნულია  $B_1$  წერტილით. გაფრქვეული წყლის რაოდენობის შემდგომი გაზრდა გამოიწვევს ჰაერის ტემპერატურის ზრდას, რომელიც მეტი იქნება მის საწყის ტემპერატურაზე ( $B$  წერტილი) და ა. შ.

გაღამებურებული წყლის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$G_{\text{გაღ}} = \frac{G_{\text{არბ}}}{\text{'''}} = \frac{G_1(d_2 - d_1) 10^{-3}}{\text{'''}} \quad (9.50)$$

სადაც  $\text{'''}$  აორთქლებული და გაფრქვეული წყლის თანაფარდობაა.

საკითხის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, რაც უფრო მაღალია ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, მით უფრო ნაკლებია „გაცივების“ ეფექტი.

████████████████████

## მოქონებელი კაპიტლის გათბობა

§ 42.

კაპიტლის გათბობის ხარხარი

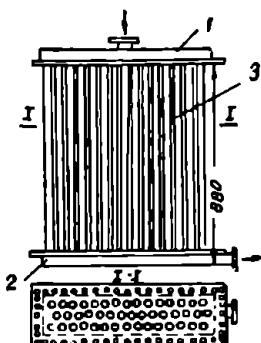
ჰაერის გათბობა შეიძლება განხორციელდეს ცხელ ზედაპირებთან მისი შეხებით ან შედარებით უფრო მაღალი ტემპერატურის ჰაერთან შერევით. ჰაერის გათბობა საჭიროა ჰაერით სათბობი სისტემებისათვის, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება საწარმოო დანიშნულების შენობებში მომდენი ვენტილაციის სისტემებთან შეთავსებით და, ნაწილობრივ, საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების გათბობისათვის.

გათბობის კურსიდან ცნობილია, რომ ჰაერის გათბობა შეიძლება ეაწარმოთ ცენტრალიზებული მეთოდით (ჰაერის მოსამზადებელ ე. წ. მოდინებით კამერაში) და დეცენტრალიზებულად (ცალ-ცალკე სათბობი აგრეგატების საშუალებით). ძირითადი ხელსაწყო, რომელშიც ხდება ჰაერის გათბობა, არის კალორიფერი. იგი, ჩვეულებრივ, შედგება გლუვი ან წიბოვანი მილების რეგისტრებისაგან. რეგისტრებში მოძრაობს მაღალი ტემპერატურის წყალი ან ორთქლი, ხოლო რეგისტრების გაცხელებულ გარე ზედაპირებს ეხება გასათბობი ჰაერი, რომელიც თბება და შემდეგ კი გასათბობ სათავსებს მიეწოდება.

სავენტილაციო ტექნიკის განვითარების შესაბამისად სახეს იცვლის კალორიფერების კონსტრუქციებიც. ამჟამად არსებობს კალორიფერების მრავალი ნაირსახეობა: ცეცხლური, გლუვი და წიბოვანი მილებისაგან შემდგარი, სპირალხეულიანი და სხვა.

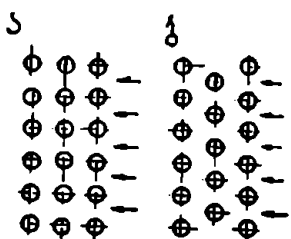
ცეცხლური კალორიფერი. მე-19 საუკუნის დამდეგს დიდი მოცულობის შენობების გასათბობად იყენებდნენ აგურის ცეცხლურ კალორიფერებს. თავდაპირველად გამოთბარ ჰაერს სათავსებს აწვდიდნენ ჰაერის მოცულობითი წონების სხვაობის ხარჯზე წარმოქმნილი წნევის გამოყენებით (გრაფიტაციული სისტემები). ცეცხლური კალორიფერები დიდი ზომის იყო, მის მშენებლობაზე იხარჯებოდა დიდძალი აგური. შემდგომში გამოთბარი ჰაერის ცენტრიდანული ვენტილატორების საშუალებით მიწოდებასთან დაკავშირებით (მექანიკური სისტემები), ცეცხლური კალორიფერების ზომები შეამცირეს. მიუხედავად ამისა, ცეცხლური კალორიფერებს მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები აქვთ, რომელთაგან აღსანიშნავია დიდი გაბარიტული ზომები, კვარტლისგან გაწმენდის სიძნელე, სითბოს გადაცემის მცირე კოეფიციენტები.

გლუვი მიღების რეგისტრებისაგან შემდგარი კალორიფერი. ეს კალორიფერი გამოიყენება შედარებით შიდა რაოდენობის ჰაერის გასათბობად.



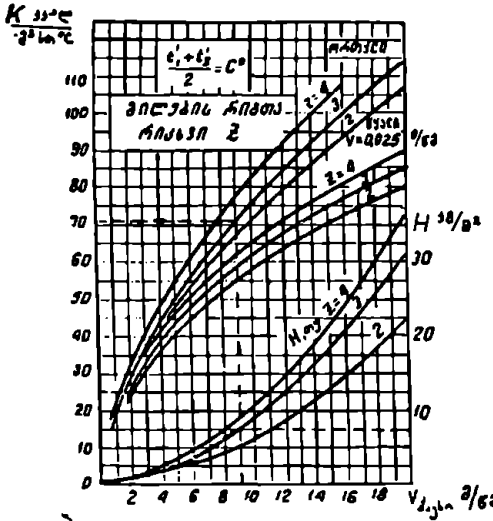
ნახ. X.1

X.1 ნახაზზე მოცემულია ერთ ერთი ასეთი კალორიფერის კონსტრუქცია. იგი შედგება თბომატარებლის გამანა-



ნახ. X.2

წილებელი და შეშერები 2 კოლექტორებისაგან, გლუვი მიღებისაგან 3, რომლებიც კოლექტორებს უკავშირდებიან კორიდორული წესით (ნახ. X.2 ა) ან პადრაკული (ნახ. X.2 ბ), გასათბობი ჰაერი, მოძრაობს რა გლუვი მიღებს შორის დატოვებულ არეში, ეხება მიღების ცხელ ზედაპირებს, თბება და მიეწოდება სათაესებს. X.3 ნახაზზე მოცემულია გლუვი მიღების რეგისტრებისაგან შემდგარი კალორიფერების შესარჩევი გრაფიკი, ხოლო X.1 ცხრილში — კალორიფერის ბურების ფართობისა და ჰაერის გავლაზე წნევის დანაკარგების შემასწორებელი კოეფიციენტები  $m_1$  და  $m_2$ . გრაფიკზე (ნახ. X.3) გამოყენებული სითბოშემცველის სახეობაზე და გლუვი მიღების რაოდენობაზე დამოკიდებულად მოცემულია ჰაერის



ნახ. X.3

მოძრაობის სიჩქარის შესაბამისი სითბოს გადაცემის კოეფიციენტები K კკალ/მ² სთ °C და ჰაერის გავლაზე წნევის დანაკარგები H კვ/მ².

ცხრილი X.1

კოეფიციენტები	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა °C					
	0	10	20	30	40	50
$m_1$ ბურების ფართობისათვის	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9
$m_2$ წნევის დანაკარგებისათვის	1	0,95	0,83	0,9	0,87	0,84





კალორიფერის ნომერი	ხერების ზედაპირი, მ <sup>2</sup> -ობით		კოცხალი კეთი, მ <sup>2</sup> -ობით				წონა, კგ-ობით				
	KΦC ლა KMC	KΦB ლა KMB	ჰაერის მიზართ KΦC ლა KMB	სითბოშემცველის მიზართ				KΦC	KΦB	KMC	KMB
				KΦC	KΦB	KMC	KMB				
2	9,9	12,7	0,115	0,0046	0,0061	0,00231	0,00305	37	67	58,4	68,1
3	13,2	10,9	0,154	0,0061	0,0092	0,00152	0,00203	71,2	87,2	70,7	89,3
4	16,7	21,4	0,195					80,7	106,5	85	109,2
5	20,9	26,8	0,244	0,0078	0,0112	0,0019	0,00254	100,4	192,4	107,2	134,8
6	25,3	32,4	0,295					116,8	156,8	128,7	160,4
7	30,4	39,8	0,354	0,0092	0,0112	0,00231	0,00305	143,1	189,5	144,1	192,2
8	35,7	45,7	0,416					161,4	218,2	175,9	221,7
9	41,6	53,3	0,466	0,0107	0,0143	0,00178	0,00237	110	253,5	203	257,9
10	47,8	61,2	0,554					215	285,5	210	291,7
11	54,6	69,9	0,638	0,0122	0,0163	0,00203	0,00271	244,5	324,6	201,2	329,4

ბი, ხოლო X.3 ცხრილში — ტექნიკური მახასიათებლები. 1, 12, 13 და 14 ნომრის კალორიფერების არასერიულ გამოშვებასთან დაკავშირებით მათი ზომები ცხრილში მოცემული არ არის.

სპირალხვეულიანი კალორიფერი. სპირალხვეულიანი კალორიფერი ორი მოდელისაა: საშუალო KΦCO და დიდი KΦBO. კოლექტორების დამაკავშირებელი მილები განლაგებულია ქადრაკულად. კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტის გაზრდის მიზნით მილებს უკეთდება ფურცლოვანი ფოლადის ზოლებისაგან შემდგარი ხვეულები. ხვეულ წიბოებს შორის მანძილი 4 მმ-ის ტოლია.

§ 43.

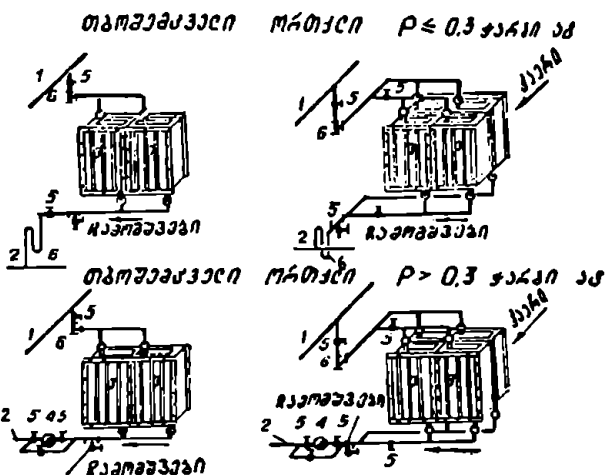
ქალრიფერების რეყენება

მოდინებით კამერაში კალორიფერი იდგმება სპეციალურ ლითონის კონსტრუქციის ქვესადგამზე, რაც აადვილებს საჭირო ჩაშყეტი მარეგულირებელი არმატურის განლაგებას და დაყენებას. კალორიფერების დაყენება გასათბობი ჰაერის რაოდენობისა და ტემპერატურის მიხედვით შეიძლება იყოს პარალელური ან მიმდევრობითი. თუ გასათბობი ჰაერის რაოდენობა მცირეა და საჭიროა მისი გათბობა მაღალ ტემპერატურამდე, მაშინ კალორიფერებს მიმდევრობით აყენებენ, ხოლო როცა საჭიროა დიდი რაოდენობის ჰაერის გათბობა შედარებით დაბალ ტემპერატურამდე, მაშინ კალორიფერებს პარალელურად აყენებენ.

გასათბობი ჰაერის ტემპერატურის რეგულირების მიზნით კალორიფერებს (ჯგუფურ დანადგარს) უკეთდება შემომვლელი სარქველი. შემომვლელი სარქველის სიმაღლე დასაყენებელი ტიპის კალორიფერის სიმაღლის ტოლია, ხოლო მისი სიგანე, ჰაერის რაოდენობის მიხედვით, 200—400 მმ-ის ტოლი. შემომვლელი სარქველის ხელით ან ავტომატურად რეგულირების საშუალებით ექმნით სათავსში მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრებს.

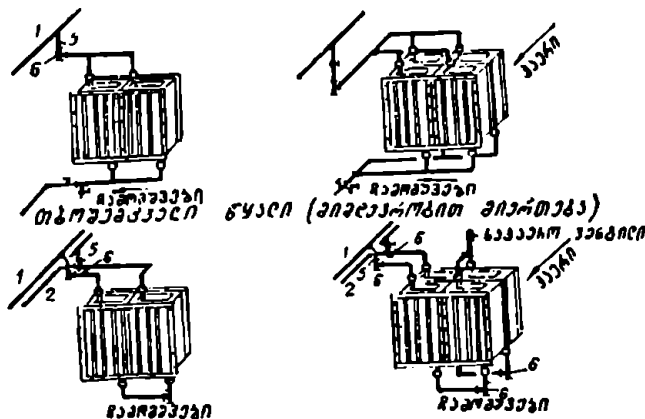
კალორიფერის სითბოთი მომარაგება ორთქლით ან მაღალპარამეტრუ-  
ბიანი ( $130^{\circ}-70^{\circ}$ ,  $150^{\circ}-70^{\circ}$ ) წყლით.

X.6 ნახაზზე მოცემულია კალორიფერის მიერთების სქემები ორთქლსა-  
დენებთან, ხოლო X.7 ნახაზზე — მაღალპარამეტრებიან წყლის მაგისტრალზე-



ნახ. X.6

**თბოშემცველი წყალი (კარაქლეური მიერთება)**



ნახ. X.7

თან. ორთქლი ან წყალი მილსადენით მიეწოდება კალორიფერებს 3, ხოლო კონდენსატი ან ნამუშევარი წყალი მილსადენით 2 უბრუნდება საკონდენსა-  
ციო ხაზს ან უკუმილსადენს.

იქისათვის, რომ მაღალი წნეების ორთქლსადენიდან უალორიფერის გაე-  
 ლით ორთქლი არ შეიჭრას საკონდენსაციო მაგისტრალში, კალორიფერის გა-  
 მომყვან მილსადენზე იდგმება საკონდენსაციო ქოთანის 4. კალორიფერში  
 სითბოშემცველის რაოდენობის რეგულირების მიზნით და აგრეთვე კალორი-  
 ფერების მოხსნისა და შეკეთების თვალსაზრისით სითბოშემცველის შემყვან  
 და გამომყვან მილსადენებზე იდგმება ჩამყვით არმატურა 5 (ვენტილი ან ურ-  
 დული), ხოლო ქუქყისა და ნალექებისაგან გასაწმენდად — საცობიანი სამკაპი  
 6. კალორიფერების მიერთება მაღალპარამეტრებიან წყლის მაგისტრალთან  
 შეიძლება (ნახ. X.7) პარალელურად ან მიმდევრობით.

**§ 44. კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი**

კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი  $K$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ  
 ეწოდება სითბოს იმ რაოდენობას კკალ-ში, რომელსაც მისი 1 მ<sup>2</sup> ფართობი  
 1 საათში გადასცემს გასათბობ ქაერს, როდესაც ტემპერატურათა სხვაობა  
 კალორიფერის ზედაპირსა და გასათბობ ქაერს შორის 1°-ის ტოლია. მისი  
 რიცხვითი მნიშვნელობები დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: სითბო-  
 შემცველის სახეობაზე, კალორიფერის ტიპზე, კალორიფერში სითბოშემცვე-  
 ლისა და ქაერის მოძრაობის წონით სიჩქარეზე და სხვა.

სითბოს გადაცემის კოეფიციენტების სიდიდეები განისაზღვრება ექსპე-  
 რიმენტული გზით, მათი მნიშვნელობები ცნობარებში მოცემულია გრაფიკებ-  
 ზე ან ცხრილებში. ქვემოთ, X.4 ცხრილში მოცემულია RDC და KMC ტიპის,  
 ხოლო X.5 ცხრილში — KFB და EMB ტიპის კალორიფერების სითბოს გა-  
 დაცემის კოეფიციენტები. ამევე ტიპის კალორიფერების წინააღობის მნიშვნე-  
 ლობები ქაერისა და წყლის ვასვლაზე მოცემულია X.6 ცხრილში.

ცხრილი X.4

სითბოშემცველ	სითბო- შემცველ მოძრაო- ბის სიჩქარე $w$ მ/წმ-ობით	K-ის მნიშვნელობა ცოცხალ კეთში ქაერის წონითი სიჩქარის $v$ კგ/მ <sup>2</sup> წმ დროს															
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ორთქ- ლი	—	15,6	18,2	20,1	21,8	23,3	24,8	25,9	27,4	28,1	29,4	30	31	31,8	32,6	33,4	
წყალი	0,02	9,8	10,9	11,7	12,3	12,8	13,4	13,8	14,2	14,8	14,9	15,2	15,5	15,9	16,1	16,7	
	0,03	10	11,1	12	12,7	13,3	13,8	14,4	14,7	15,1	15,5	15,9	16,3	16,6	16,9	17,9	
	0,04	10,2	11,4	12,3	13	13,6	14,3	14,8	15,2	15,6	16,1	16,5	16,8	17,3	17,6	17,9	
	0,05	10,4	11,8	12,7	13,5	14,1	14,8	15,4	15,9	16,4	16,9	17,3	17,7	18,1	18,3	18,5	
	0,06	10,6	12	13	13,9	14,5	15,2	15,9	16,4	16,9	17,5	17,9	18,3	18,8	18,9	19,4	
	0,07	10,8	12,3	13,3	14,2	14,9	15,7	16,4	16,9	17,4	18	18,5	19	19,4	19,7	20,2	
	0,08	11	12,6	13,7	14,6	15,3	16,1	16,8	17,4	18,1	18,8	19,1	19,8	20,1	20,3	21	
	0,09	11,2	12,8	14	14,8	15,7	16,6	17,3	18,1	18,6	19,1	19,7	20,2	20,7	21	21,8	
	0,1	11,4	13,1	14,3	15,3	16,1	17	17,8	18,6	19,1	19,7	20,2	20,8	21,4	21,7	22,8	
	0,2	12,6	14,7	16,4	17,6	18,7	19,9	20,9	21,7	22,5	23,3	24	24,9	25,6	26,1	26,9	
	0,3	13,2	15,5	17,5	18,7	19,8	21,2	22,2	23,2	24	24,9	25,7	26,7	27,4	28	28,9	

სიბრტყე	მლაკში სიბრტყის მოცულობის სიჩქარე მ/კვ.მ-ით	K-ს მნიშვნელობა ცოცხალ კეთში ჰაერის წონითი სიჩქარის v <sub>კვ</sub> /მ <sup>2</sup> წმ დროს															
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ორტყე	—	13,4	15,7	17,9	19,5	21,8	22,5	24	25,2	26,3	27,9	28,4	29,6	30,9	31,3	32	
წყალი	0,02	9,4	10,4	11,9	12	12,6	13,2	13,7	14,3	14,8	15	15,1	15,7	16	16,4	16,9	
	0,03	9,5	10,6	11,8	12,4	13,1	13,7	14,3	14,8	15,2	15,6	16,1	16,5	16,9	17,2	17,5	
	0,04	9,7	10,9	11,9	12,7	13,4	14	14,7	15,1	15,6	16,1	16,6	17	17,5	17,9	18,2	
	0,05	9,8	11,2	12,2	13,1	13,8	14,5	15,1	15,6	16,2	16,7	17,2	17,5	18,1	18,5	18,9	
	0,06	9,9	11,4	12,5	13,4	14,2	14,9	15,5	16,1	16,7	17,2	17,8	18,4	18,9	19,1	19,5	
	0,07	10,1	11,6	12,8	13,7	14,5	15,3	16	16,5	17,2	17,8	18,4	18,9	19,4	19,9	20,2	
	0,08	10,2	11,8	13	14,1	14,9	15,7	16,5	17	17,7	18,3	19	19,4	20,1	20,5	20,9	
	0,09	10,4	12,1	13,9	14,4	15,3	16,1	16,9	17,5	18,2	18,9	19,6	20,0	20,7	21,2	21,6	
	0,1	10,5	12,3	13,6	14,7	15,6	16,5	17,3	18	18,9	19,4	20,2	20,6	21,4	21,8	22,3	
	0,2	11,5	13,7	15,2	16,8	18	19,1	20,3	21,1	22,1	23	24	24,6	25,6	26,1	26,8	
	0,3	11,9	14,3	16,2	17,7	19,1	20,3	21,5	22,5	23,6	24,5	25,7	26,4	27,4	28	28,8	

კალორიფერის ტიპი	ერთი რიგი კალორიფერის წინაღობა ჰაერის მიმართ, H კვ/მ <sup>2</sup>												კალორიფერის წინაღობა წყლის მიმართ, h კვ/მ <sup>2</sup>						
	ჰაერის წონითი სიჩქარე, კვ/მ <sup>2</sup> . წმ												მილებში წყლის სიჩქარე, მ/წმ						
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35			
KFC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
ლა	1,4	2,1	2,9	3,8	4,8	5,8	7,0	8,3	9,7	6,5	29	61	104,5	156	218	298			
KMC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
KFB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
ლა	1,0	2,8	3,8	5,0	6,2	7,7	9,2	10,8	12,7	4,3	17	37	68	106	146,6	193			
KMB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

შენიშვნა. KMC და KMB კალორიფერებისათვის წინაღობა წყლის მიმართ დამოკიდებული მათ ნომრებზე.

§ 45. კალორიფერის გაანგარიშება და შერჩევა

არსებობს კალორიფერის გაანგარიშების რამდენიმე ხერხი. ქვემოთ მოგეყავს გაანგარიშების ანალიზური ხერხი. უპირველეს ყოვლისა, მოდინებული ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$Q = L \cdot \gamma \cdot 0,24 (t_{საბ} - t_{საფ}) \text{ კკალ/სთ,} \quad (10.1)$$

სადაც L არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, მ<sup>3</sup>/სთ ობით;

γ — სათაესის შიგა ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ-ობით;

0,24 — ჰაერის კუთრი წონითი სითბოტევადობა, კკალ/კგ. გრ-ობით;

$t_{\text{სა}}$  — გამთბარი ჰაერის საბოლოო ტემპერატურა, გრ.-ობით;

$t_{\text{საგ}}$  — გასათბობი ჰაერის საწყისი ტემპერატურა, გრ.-ობით;

შემდეგ კალორიფერების ხურების ფართობი განისაზღვრება ფორმულით

$$F = \frac{Q}{K(t_{\text{სა}} - t_{\text{საგ}})} \text{ მ}^2, \quad (10.2)$$

სადაც  $Q$  არის მოღინებული ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ.-ობით;

$K$  — კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი, კკალ/მ<sup>2</sup>სთ.გრ.-ობით;

$t_{\text{სა}}$  — თბოშემცველის საშუალო ტემპერატურა, გრ.-ობით;

$t_{\text{საგ}}$  — ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, გრ.-ობით.

კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი კალორიფერის ტიპის, სითბოშემცველის სახეობისა და მასში ჰაერის წონითი სიჩქარის მიხედვით აიღება X.1, X.4 და X.5 ცხრილებიდან. კალორიფერებისათვის ჰაერის ეკონომიური წონითი სიჩქარე აიღება 7—10 კგ/წმ. მ<sup>2</sup>-ის ტოლი.

სითბოშემცველის საშუალო ტემპერატურა მაღალპარამეტრებიან წყლის შემთხვევაში მიიღება კალორიფერში შესული და გამოსული წყლის საშუალო არითმეტიკულის ტოლი, ე. ი.  $t_{\text{სა}} = \frac{t_{\text{გზ}} + t_{\text{გამ}}}{2}$ , დაბალი წნევის ორთქლის

შემთხვევაში  $t_{\text{სა}} = 100^\circ$ , ხოლო მაღალი წნევის ორთქლის შემთხვევაში ორთქლის საშუალო ტემპერატურა მიიღება გაჯერებული ორთქლის ტემპერატურის ტოლი (იხ. „გათბობა და ვენტილაცია“, ნაწ. I, დანართი V). კალორიფერში გამავალი ჰაერის საშუალო ტემპერატურა გასათბობი და გამთბარი ჰაერის საშუალო არითმეტიკულის ტოლია, ე. ი.

$$t_{\text{სა}} = \frac{t_{\text{საგ}} + t_{\text{საბ}}}{2}.$$

(10.2) ფორმულით განსაზღვრული კალორიფერის ხურების ფართობის მიხედვით და X.3 ცხრილის დახმარებით შეირჩევა კალორიფერები, გაიგება მათი ცოცხალი კვეთი ჰაერისა და წყლის გავლის მიმართ.

შერჩეული კალორიფერების ცოცხალ კვეთში ფაქტიური ჰაერის წონითი სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით

$$v \gamma = \frac{G}{3600 \cdot f} \text{ კგ/მ}^2 \cdot \text{წმ}, \quad (10.3)$$

სადაც  $G$  არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ.-ობით;

$f$  — კალორიფერის ცოცხალი კვეთის ფართობი ჰაერის გავლაზე, მ<sup>2</sup>-ობით (აიღება X.3 ცხრილიდან);

თუ ფაქტიური ჰაერის წონითი სიჩქარე გამოვა ეკონომიურ წონით სიჩქარეზე მეტი, საჭიროა კალორიფერების რაოდენობის გაზრდა და ხელშეორედ გაანგარიშება. კალორიფერის შილებში წყლის მოძრაობის სიჩქარის გასაგებად შეიძლება ვისარგებლოთ ფორმულით

$$w = \frac{Q}{3600 \cdot 1000 \cdot f_{\text{შილ}}(t_{\text{გზ}} - t_{\text{გამ}})} \text{ მ/წმ}, \quad (10.4)$$

სადაც  $Q$  არის მოდინებული ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ობით;

$f_{\text{ჩილ}}$  — კალორიფერის მილაკების ცოცხალი კვეთის ფართობი წყლის გავლის მიმართ, მ<sup>2</sup>-ობით (აიღება X.3 ცხრილიდან);

$t_{\text{ჩეს}}$  — კალორიფერში შესული წყლის ტემპერატურა, გრ-ობით;

$t_{\text{გა}}$  — კალორიფერიდან გამოსული წყლის ტემპერატურა, გრ-ობით.

(10.3) ფორმულით განსაზღვრული ჰაერის წონითი სიჩქარის და (10.4) ფორმულით განსაზღვრული წყლის მოძრაობის სიჩქარის მიხედვით, X.6 ცხრილიდან შერჩეული ტიპის კალორიფერებისათვის ვიგებთ წინალობებს ჰაერის მიმართ  $H$  კგ/მ<sup>2</sup> და წყლის გავლის მიმართ  $h$  კგ/მ<sup>2</sup>.

კალორიფერების შერჩევასას უნდა გაეთუვალისწინოთ სათანადოგო მარაგი კალორიფერების სითბოს გაცემაზე, 15—20%, ხოლო ჰაერისა და წყლის გავლის მიმართ წინალობებზე სათანადოდ 10 და 20%.

მაგალითი 1. სათავეში მისაწოდებელი გასათბობი ჰაერის რაოდენობა  $L=15000$  მ<sup>3</sup>/სთ, რომელიც თბება  $t_{\text{ჩაგ}} = -8^{\circ}$ -დან  $t_{\text{გა}} = +25^{\circ}$ -მდე. სათავესა ჰაერის შიგა ტემპერატურა  $t_{\text{გ}} = +16^{\circ}$ . კალორიფერების სითბოთი მომარაგება წარმოებს წყლით, რომლის პარამეტრებია 130—70°. გავიანგარიშოთ და და შევარჩიოთ ამ პირობებისათვის ჰაერის გასათბობად საჭირო კალორიფერები.

ამოხსნა: (10.1) ფორმულით ვსაზღვრავთ სათავეში მისაწოდებელი ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობას

$$Q = 15000 \cdot 1,22 \cdot 0,24 (25 + 8) = 145000 \text{ კკალ/სთ,}$$

სადაც  $\gamma = 1,22$  არის ჰაერის მოცულობითი წონა  $+16^{\circ}$  ტემპერატურის დროს. ჰაერის გასათბობად ეილებთ  $K\Phi B$  ტიპის კალორიფერებს, რომლის ცოცხალ კვეთში ეუშვებთ ჰაერის ეკონომიურ წონით სიჩქარეს  $v\gamma = 8$  კგ/წმ. მ<sup>2</sup>.

X.5 ცხრილიდან ჰაერის ეკონომიური წონითი სიჩქარის მიხედვით ვიგებთ  $K\Phi B$  ტიპის კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტს  $k = 16$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ, რომლისთვისაც წყლის მოძრაობის სიჩქარე კალორიფერის მილებში  $w = 0,07$  მ/წმ.

(10.2) ფორმულით ვიგებთ კალორიფერის ხურების ფართობს

$$F = \frac{145000}{16 \left( \frac{130 + 70}{2} - \frac{-8 + 25}{2} \right)} = 99 \text{ მ}^2.$$

X.3 ცხრილიდან შევარჩევთ 2 ცალ  $K\Phi B$  № 10 ტიპის კალორიფერს, თითოეულს 61,2 მ<sup>2</sup> ხურების ფართობით. კალორიფერებს ვაყენებთ თანაბნდევრობით როგორც ჰაერის, ისე წყლის გავლის მიმართ. ამავე ცხრილიდან ეილებთ  $K\Phi B$  № 10 კალორიფერის ცოცხალი კვეთის ფართობს ჰაერისა და წყლის გავლის მიმართ —  $f = 0,558$  მ<sup>2</sup> და  $f_{\text{ჩილ}} = 0,0143$  მ<sup>2</sup>.

(10.3) ფორმულით ვიგებთ შერჩეული კალორიფერების ცოცხალ კვეთში ფაქტიურ ჰაერის წონით სიჩქარეს

$$v\gamma = \frac{15000 : 1,22}{3600 \cdot 0,558} = 9,11 \text{ კგ/მ}^2 \cdot \text{წმ,}$$

რაც ეკონომიური წონითი სიჩქარეების ფარგლებშია,

(10.4) ფორმულის საშუალებით ესაზღვრავთ კალორიფერის მიღებში წყლის მოძრაობის ფაქტიურ სიჩქარეს (კალორიფერების წყლით მომარაგების მიმდევრობითი სქემის დროს)

$$\omega = \frac{145000}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0143 (130 - 70)} = 0,05 \text{ მ/წმ.}$$

ჩვენ დაშვებული გეჰონდა კალორიფერის ცოცხალ კვეთში ჰაერის წონითი სიჩქარე  $\nu \gamma = 8 \text{ კგ/მ}^2$ . წმ და მიღებში წყლის მოძრაობის სიჩქარე  $\omega = 0,07 \text{ მ/წმ}$ ; კალორიფერების შერჩევის შემდეგ კი ფაქტიური სიდიდეები შეიღვთ  $\nu \gamma = 9,11$  და  $\omega = 0,05$ . ამიტომ საჭიროა ამ ფაქტიური სიდიდეების მიხედვით X 5 ცხრილიდან ხელმეორედ გავიგოთ სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი და შევამოწმოთ შერჩეული კალორიფერების ხურების ფართობის სისწორე. სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი გამოვიდა  $k_{\text{ჰაგ}} = 15,6 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ}$  (ნაცვლად დაშვებული  $k = 16 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ}$ ) ტოლი. ამ სიდიდის გათვალისწინებით (10.2) ფორმულით ხელმეორედ ვიგებთ კალორიფერის ხურების ფართობს, რომელიც ტოლია  $F = 102 \text{ მ}^2$ . შერჩეული ორი ცალი K4B № 10 ხურების ფართობით  $61,2 \times 2 = 122,4 \text{ მ}^2$  საესებით აკმაყოფილებს ჰაერის გათბობის პირობებს.

სათადარიგო მარაგი შერჩეული კალორიფერების სითბოს გაცემაზე ტოლია

$$\frac{15,6 \cdot 122,4 \left( \frac{130 + 70}{2} - \frac{-8 + 25}{2} \right) - 145000}{15,6 \cdot 122,4 \left( \frac{130 + 70}{2} - \frac{-8 + 25}{2} \right)} \cdot 100 \pm 17\%$$

რაც დასაშვებ ფარგლებშია.

შერჩეული კალორიფერების წინაღობა ჰაერისა და წყლის გაელის მიმართ სათადარიგო მარაგის კოეფიციენტების გათვალისწინებით გაიგება X.6 ცხრილით

$$H = 1,1 \cdot 2 \cdot 7,85 = 17,27 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$h = 1,2 \cdot 2 \cdot 4,3 + h_{\text{აილ}} = 10,32 + h_{\text{აილ}} \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც  $h_{\text{აილ}}$  არის წნევის დანაკარგები კალორიფერის შემაერთებელ მილსაღენებში.

მაგალითი 2. გავიანგარიშოთ და შევარჩიოთ კალორიფერები შემდეგი პირობებისათვის: სათავსში მისაწოდებელი გასათბობი ჰაერის რაოდენობა  $L = 30000 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ , რომელიც თბება  $t_{\text{საგ}} = -1^\circ$ -დან  $t_{\text{საა}} = +22^\circ$ -მდე. სათავსის ჰაერის შიგა ტემპერატურა  $t_{\text{გ}} = +18^\circ$ . კალორიფერების სითბოთი მომარაგება წარმოებს მაღალი წნევის გაჯერებული ორთქლით, რომლის წნევა  $P = 3,5 \text{ კგ/სმ}^2$ .

ამოხსნა. (10.1) ფორმულით ვიგებთ ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობას

$$Q = 30000 \cdot 1,21 \cdot 0,24 (22 + 1) = 200000 \text{ კკალ/სთ,}$$

სადაც  $\gamma = 1,21$  ჰაერის მოცულობითი წონაა  $+18^\circ$  ტემპერატურის დროს. ჰაერის გასათბობად ვიღებთ KΦC ტიპის კალორიფერს, რომლის ცოცხალ კვეთში ვუშვებთ ჰაერის ეკონომიურ წონით სიჩქარეს  $\nu \gamma = 8 \text{ კგ/მ}^2$ . წმ. X.4 ცხრილიდან ჰაერის დაშვებული ეკონომიური სიჩქარის მიხედვით ვიგებთ



KΦC ტიპის კალორიფერის სითბოგაცემის კოეფიციენტს, რომელიც ტოლია  $k=25,9$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ.

(10.2) ფორმულით ვსაზღვრავთ კალორიფერების ხურების ფართობს

$$F = \frac{200000}{25,9 \left( 138,19 - \frac{-1+22}{2} \right)} = 60,58^2,$$

სადაც  $T_{\text{вн}} = 138,19^\circ$  არის გაჯერებული ორთქლის ტემპერატურა.

$P = 3,5$  კგ/სმ<sup>2</sup> წნევის დროს (იხ. „გათბობა და ვენტილაცია“, 1 ნაწ., დანართი V);

X.3 ცხრილიდან შევარჩევთ KΦC № 8 ტიპის 2 ცალ კალორიფერს, თითოეულს 37,5 მ<sup>2</sup> ხურების ფართობით.

კალორიფერებს ვაყენებთ პარალელურად. ამგვარ ცხრილიდან ვიგებთ ერთი ცალი კალორიფერის ცოცხალი კვეთის ფართობს ჰაერის გავლის მიმართ, რომელიც ტოლია  $f = 0,416$  მ<sup>2</sup>.

(10.3) ფორმულით ვიგებთ შერჩეული კალორიფერების ცოცხალ კვეთში ჰაერის ფაქტიურ წონით სიჩქარეს

$$v_{\text{г}} = \frac{30000 \cdot 1,21}{3600 \cdot 2 \cdot 0,416} = 12 \text{ კგ/მ}^2 \cdot \text{წმ.}$$

X.4 ცხრილიდან ჰაერის წონითი სიჩქარის მიხედვით  $v_{\text{г}} = 12$  ვგებულობთ ფაქტიურ თბოგადაცემის კოეფიციენტს  $k_{\text{ფაქტ}} = 30,0$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ და (10.2) ფორმულით ხელშეორედ ვიგებთ კალორიფერის ხურების ფართობს, რომელიც ტოლია  $F = 54$  მ<sup>2</sup>. შერჩეული ორი ცალი KΦC № 8 კალორიფერი საერთო ხურების ფართობით  $35,7 \times 2 = 71,4$  მ<sup>2</sup> საესებით აკმაყოფილებს ჰაერის გათბობის პირობებს.

შერჩეული კალორიფერების სითბოს გაცემის მარაგი

$$\frac{37 \cdot 71,4 \left( 138,19 - \frac{-1+22}{2} \right) - 200000}{30 \cdot 71,4 \left( 138,19 - \frac{-1+22}{2} \right)} \cdot 100 = 27\%.$$

შერჩეულ კალორიფერების წინააღმდეგობას ჰაერის გავლის მიმართ მარაგის კოეფიციენტის გათვალისწინებით ვგებულობთ X.6 ცხრილით

$$H = 1,1 \cdot 9,7 = 10,67 \text{ კგ/მ}^2.$$

მაგალითი მ. განვსაზღვროთ გლუვი მილებისაგან შემდგარი კალორიფერის ხურების ფართობი 3800 მ<sup>3</sup>/სთ ჰაერის გასათბობად  $t_{\text{вн}} = +5$ -დან  $t_{\text{вн}} = +15$ -მდე.

სითბოს წყაროდ გამოყენებულია დაბალი წნევის ორთქლი. სათავისი ჰაერის ტემპერატურა  $t_{\text{в}} = +16$ .

ამოხსნა. (10.1) ფორმულით ვიგებთ ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობას

$$Q = 3800 \cdot 1,22 \cdot 0,24 (15 - 5) = 11200 \text{ კკალ/სთ.}$$

ვიღებთ ჰაერის მიმართ გლუვი მილების საშრივიან კადრაკულ განლაგებას, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს ეუშვებთ  $v = 9$  მ/წმ ტოლს.

X.3 ნახაზზე მოცემული გრაფიკიდან ვგებულობთ ამ პირობებისათვის თბოგადაცემის კოეფიციენტს, რომელიც 72 კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრ-ის ტოლია.

(10.2) ფორმულით ვსაზღვრავთ გლუვი მილების საჭირო ხურების ფართობს

$$F = \frac{11200}{72 \left( 100 - \frac{5+15}{2} \right)} = 1,73 \text{ მ}^2.$$

თუ ავიღებთ 3/4 დიამეტრის მილებს ( $d_{გარ} = 26,75$  მმ) და განესაზღვრავთ მის საჭირო სიგრძეს, მივიღებთ

$$l = \frac{F}{\pi d_{გარ} m_1} = \frac{1,73}{3,14 \cdot 0,02675 \cdot 0,98} = 21,0 \text{ მ},$$

სადაც  $m_1 = 0,98$  ხურების ფართობის შემასწორებელი კოეფიციენტი (იხ. ცხრილი X.1).

თუ კალორიფერებში გლუვი მილების სიგრძეს ავიღებთ 0,7 მ ტოლს, მაშინ მილების საერთო რაოდენობა იქნება  $21 : 0,7 = 30$  ცალი. სამ რიგად განლაგებისას თითოეულ რიგში იქნება  $30 : 3 = 10$  ცალი მილი. წნევის დანაკარგები პაერის გავლაზე განისაზღვრება X.3 ნახ-ზე მოცემული გრაფიკიდან, რომელიც შემასწორებელი კოეფიციენტის  $m_2 = 0,95$  (იხ. ცხრ. X.1) გათვალისწინებით ტოლია

$$H = 0,95 \cdot 7,5 = 7,13 \text{ კგ/მ}^2.$$



## ქაერის მხარად გასივება და გაზრობა

### § 46. ქაერის გათვრა და გასივება გამყურე ზედაპირების საშუალებით

სავენტილაციო ტექნიკაში ფართო გამოყენება ჰპოვა თბომცვლელმა აპარატებმა, სადაც ჰაერსა და წყალს შორის თბომცვლა მიმდინარეობს გამყოფი ზედაპირების საშუალებით. ასეთ აპარატებს ხშირად მშრალ ზედაპირულ თბომცვლელ აპარატებს უწოდებენ. დანიშნულების მიხედვით ისინი ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა: ჰაერსაციფრებად და კალორიფერებად. X თავში აღნიშნული იყო, რომ კალორიფერები გამოიყენება გამთბობ ხელსაწყოებად. მათი კონსტრუქციები და გამოყენების სფერო საკმაოდ დეტალურად იყო განხილული. ამასთან დაკავშირებით ქვემოთ გაანალიზებული იქნება ძირითადი თბომცვლის პროცესები ზედაპირულ აპარატებში და აგრეთვე ჰაერსაციფრების გამოთვლის მეთოდები.

როგორც აღვნიშნეთ, კალორიფერებში ტენიანი ჰაერის უშუალოდ ზედაპირთან შეხების დროს მას კედლის საშუალებით მიეწოდება სითბოს გარკვეული რაოდენობა. ჰაერის ტემპერატურა იზრდება მუდმივი ტენშემცველობით. სითბოსა და ტენის თანათარღობა ამ შემთხვევაში ტოლია

$$\epsilon = \frac{Q}{G} = +\infty.$$

ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების პროცესი  $I-d$  დიაგრამაში გამოისახება  $d$  ღერძის მართობულად (ნახ. XI.1, პროცესი 1-2), სადაც 1-ელ წერტილს შეესაბამება ჰაერის საწყისი მდგომარეობა, ხოლო მე-2 წერტილს — მისი საბოლოო პარამეტრები, რომელაც შეიძლება განისაზღვროს თბური ბალანსის განტოლებით

$$Q = G(I_2 - I_1) = kF \left( t_{\text{სა}} - \frac{t_2 + t_1}{2} \right), \quad (11.1)$$

სადაც  $G$  არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ.ობით;

$I_1$  და  $I_2$  — ჰაერის საწყისი და საბოლოო სითბომეცველობა, კკალ/კგ.ობით;

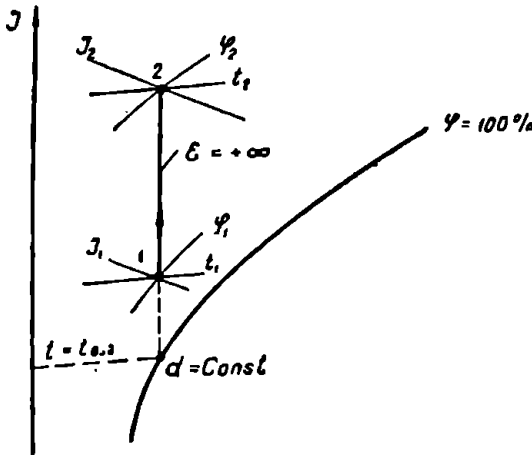
$k$  — კალორიფერის თბოგადაცემის კოეფიციენტი,  $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2 \text{სთ.გრ}}$ .ობით;

$F$  — კალორიფერის ხურების ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$t_{\text{სა}}$  — სითბოშემცველის საშუალო ტემპერატურა, °C-ობით;

$t_1$  და  $t_2$  — ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა.

როდესაც ზედაპირის ტემპერატურა ნაკლებია ჰაერის ტემპერატურაზე, მაშინ სითბოს ნაკადი ჰაერიდან მიმართული იქნება გამყოფი ზედაპირისაკენ.



ნახ. XI.1

ვათბობისაგან იმ განსხვავებით, რომ ვაცივების პროცესი მიმართული იქნება გაყვრების მრუდისკენ, ქვემოთ. განხილულ შემთხვევაში ზედაპირის ტემპერატურა ტოლი ან მეტია ნაშის წერტილის ტემპერატურაზე  $t_{\text{ზედ}} \geq t_{\text{სა}}$ .

სითბოს ბალანსის განტოლება შეიძლება გადაიწეროს შემდეგი სახით

$$Q_1 = G(I_2 - I_1) = kF \left( \frac{t_2 + t_1}{2} - t_{\text{სა}} \right), \quad (11.2)$$

სადაც  $Q_1$  არის ართმეული სითბოს რაოდენობა,

ქვემოთ-ობით.

როდესაც ჰაერსაცივრის ზედაპირის ტემპერატურა

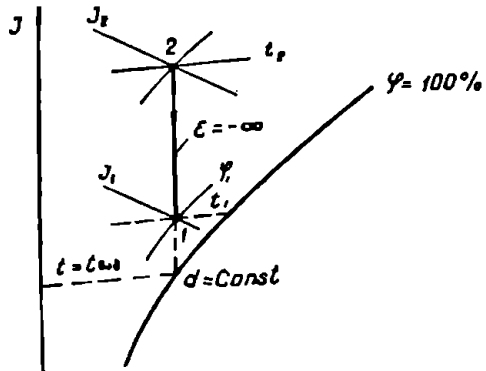
ნაკლებია ნაშის წერტილის ტემპერატურაზე  $t_{\text{ზედ}} < t_{\text{სა}}$ , ჰაერის ვაცივებას თან ახლავს ზედაპირზე ჰაერიდან კონდენსატის გამოყოფა (ნახ XI.3, პროცესი 1-2). ამ პირობებისთვის (2.11) განტოლება მიიღებს უფრო რთულ სახეს

$$Q_1 = G(I_1 - I_2) = kF \left( \frac{t_2 + t_1}{2} - t_{\text{სა}} \right) + \left( \frac{d_2 - d_1}{1000} \right) i_{\text{ს}}. \quad (11.3)$$

სითბოსა და ტენის ფარდობა ტოლი იქნება

$$\epsilon = \frac{-Q}{O} = -\infty.$$

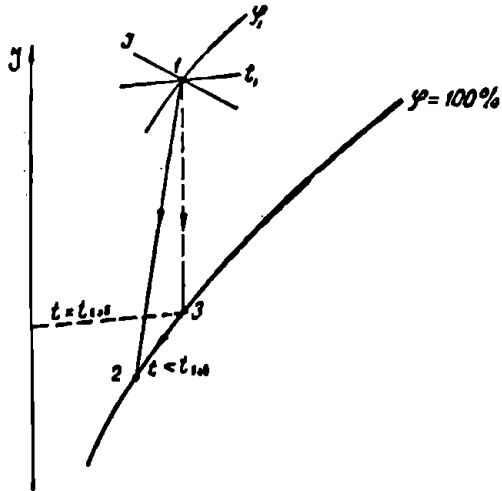
სანამ ჰაერის მდგომარეობის პარამეტრები მიაღწევს ნაშის წერტილის ტემპერატურას, ტენის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს ჰაერი, მუდმივი რჩება. ზედაპირზე ვაცივების პროცესი  $l-d$  დიაგრამაზე გამოისახება ევრტიკალური 2-1 ხაზით (ნახ. XI.2), ჰაერის



ნახ. XI.2

(11.3) განტოლებაში  $\left(\frac{d_1-d_2}{1000}\right)$   $i_2$  არის კონდენსატის სითბოშემცველობა, რომელიც ჰაერიდან გამოიყოფა ჰაერსაცხვის ზედაპირზე.

როგორც ცნობილია, სველი თბოცესის იდეალურ პროცესში სხივი მიმართულია 1—2 სწორი ხაზით (ნახ. XI.3), მაშინ როდესაც ზედაპირულ ჰაერსაცხვებში პროცესი მიმდინარეობს უკვე მუდმივი ტენშემცველობით ( $d$  ღერძის მართობულად) 1—3 სწორი ხაზით (ნახ. XI.3), ხოლო შემდეგ 3—2 გაჯერების მრუდით. რეალურ პროცესებში ჰაერის ნაკადის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი მოდის კონტაქტში ჰაერსაცხვის ზედაპირთან.



ნახ. XI.3

ამასთან დაკავშირებით პროცესის დასაწყისშივე მოსალოდნელია კონდენსატის გამოყოფა ჰაერის იმ ფენებიდან, რომლებიც უშუალოდ ეხება ცივ ზედაპირს. ვინაიდან  $d$  ტენშემცველობა მცირდება პროცესის დასაწყისშივე, ამიტომ სხივი მიმართული იქნება ისევე, როგორც სველი გაცივებისა და გაშრობის შემთხვევაში (ნახ. XI.3).

§ 47.

პეკასაბიჯების გამომტლის მეთოდაში

ჰაერის კონდიციონების ტექნიკაში გამოყენებულია გლუვი და გაწიბვებული ზედაპირული ჰაერსაცხვები. გლუვი ჰაერსაცხვების გაანგარიშებისთვის გამოყენებულია (11.2) განტოლება, სადაც თბოგადაცემის კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{d_2} \cdot \frac{1}{\alpha_2}} \quad (11.4)$$

სადაც  $\alpha_1$  არის თბოგადაცემის კოეფიციენტი ჰაერსა და ცივ ზედაპირს შორის, კვადრატ სთ. გრ.ობით;

$\xi$  — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს თბოგადაცემის კოეფიციენტის ზრდას ორთქლის კონდენსაციის გამო;

$\alpha_2$  — თბოგადაცემის კოეფიციენტი კედელსა და სამაცივრო აგენტს შორის,  $\frac{\text{კვად}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ}}$  -ობით;

$d_1$  — მილის გარე დიამეტრი, მ-ობით;

$d_2$  — მილის შიგა დიამეტრი, მ-ობით.

(11.4) განტოლებაში მხედველობაში არ არის მიღებული მილის კედლის თერპული წინაღობის მნიშვნელობა მისი სიამცირის გამო. საკმაოდ მცირეა აგრეთვე მნიშვნელის მეორე წვერი, რის გამოც პრაქტიკულ გაანგარიშებაში იგი შეიძლება უგულებელდყოთ.

მაშინ საანგარიშო (11.4) ფორმულა დაიწერება შემდეგი სახით

$$Q = \alpha_1 \xi \Theta F, \quad (11.5)$$

სადაც  $\Theta$  მილის კედელსა და ჰაერს შორის ტემპერატურული დაწნევაა.

პირობითი კოეფიციენტი  $\xi$  ანგარიშება ფორმულით

$$\xi = \frac{I_1 - I_{\text{სა}}}{C_p (t_1 - t_{\text{სა}})}. \quad (11.6)$$

თუ ცნობილია  $Q$ ,  $\alpha$  და  $t_{\text{სა}}$ , (11.5) განტოლებით შეიძლება ვიანგარიშოთ ჰაერსააციერის  $F$  ზედაპირი.

ჰაერსა და კედელს შორის თბოგაცემის კოეფიციენტი ანგარიშება მილებების განივი გარშემოღინების დროს დერეფნული ან ჰადრაკული პირობებისათვის (მათი გაანგარიშების მეთოდიკა მოცემულია თბოგადაცემის კურსში).

გაწიბოვნებული ჰაერსააციერებისთვის თბოგაცემის კოეფიციენტის დადგენა საკმაოდ რთულდება. მიღებულია, რომ ჰაერსააციერის ზედაპირზე გადაცემული მთელი სითბოს რაოდენობა ტოლია მილის გლუვი ნაწილისა და წიბოების ზედაპირების მიერ ართმეული სითბოს ჯამისა

$$Q = Q_0 + Q_1. \quad (11.7)$$

წიბოების საშუალო ტემპერატურა ბეტია მილის საშუალო ტემპერატურაზე. ამასთან დაკავშირებით ტემპერატურული დაწნევის მნიშვნელობებიც სხვადასხვაა:  $Q_1 < Q_0$ , (11.7) განტოლება გაწიბოვნებული ჰაერსააციერისათვის შეიძლება გადაიწეროს შემდეგი სახით

$$Q = \alpha_1 \xi_m (F_0 Q_0 + F_1 Q_1), \quad (11.8)$$

სადაც  $\alpha_1$  არის საშუალო თბოგაცემის კოეფიციენტი მთელი ზედაპირის-

თვის,  $\frac{\text{ქალ}}{\text{მ}^2 \text{სთ. გრ}}$  -ობით;

$\xi$  — მთელი ზედაპირისთვის თბოგაცემის ზრდის საშუალო დაყვანილი კოეფიციენტი;

$F_0$  — მილის ზედაპირი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$F_1$  — წიბოების ზედაპირი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$\Theta_0$  — ტემპერატურული დაწნევა მილის ზედაპირსა და ჰაერს შორის;

$\Theta_1$  — ტემპერატურული დაწნევა წიბოების ზედაპირსა და ჰაერს შორის.

ხშირად გაწიბოვნებული ჰაერსააციერის გაანგარიშების გასამარტივებლად გამოყენებულია ფორმულა

$$Q = \alpha_{15} \Theta \xi F, \quad (11.9)$$

სადაც  $\alpha_1 \varepsilon$  არის თბოგაცემის კოეფიციენტი გაწიბონებული ზედაპირი-

სათვის,  $\frac{\text{კვად}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ.}}$ -ობით;

$F = F_g + F_e$  — პერსაციერის სრული ზედაპირი, მ<sup>2</sup>-ობით.

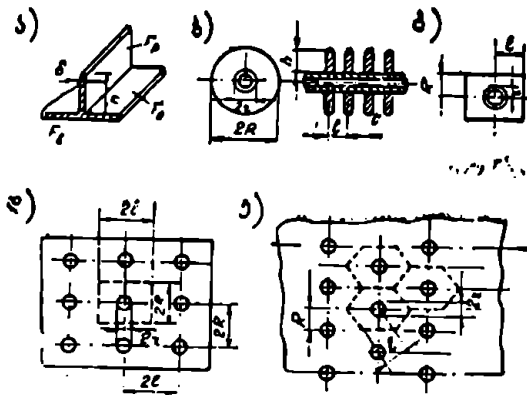
$\alpha_1 \varepsilon$  და  $\alpha_1 =$  შორის კავშირის მიღება შეიძლება შემდეგი გამოსახულებით

$$\alpha_s = \alpha_1 \left[ \frac{F_g}{F} + \left( 1 - \frac{F_g}{F} \right) \frac{\theta_s}{\theta_g} \right]. \quad (11.10)$$

(11.10) ფორმულიდან ჩანს, რომ გაწიბონებულ ზედაპირზე თბოგაცემის კოეფიციენტი ყოველთვის ნაკლებია ვლუე ზედაპირზე მიღებულ თბოგაცემის კოეფიციენტზე. ამავე ფორმულიდან შეიძლება დადგინდეს იქნეს  $\alpha_s$  და  $\alpha_g$  თანაფარდობის ფუნქციონალური დამოკიდებულება ტემპერატურათა დაწვევის თანაფარდობასთან

$$\frac{\theta_s}{\theta_g} = \frac{t_{\text{სა}} - t_s}{t_{\text{სა}} - t_g}$$

ეს ტემპერატურული კრიტერიუმი დამოკიდებულია წიბოების ფორმაზე, ზომებზე და მასალის თბოგამტარობის კოეფიციენტზე. ზემოაღნიშნული თანაფარდობა გამოსახავს წიბოს ეფექტურობის ხარისხს.



ნახ. XI.4. წიბოანი ზედაპირების ტიპები: ა—სწორი წიბოები; ბ—მრგვალი წიბოები; გ—სწორკუთხა წიბოები; დ—შეერთებული წიბოები კორიდორულად განლაგებული მილების კონფიგურაციაში; ე—შეერთებული წიბოები ჰლარაქულად განლაგებული მილების კონფიგურაციაში.

(11.10) ფორმულა მრგვალი წიბოების კონსტრუქციის პერსაციერებისათვის (ნახ. XI.4, ბ) შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით

$$\alpha_s = \alpha_g \left[ 1 - 0,18 \left( \frac{h}{l'} \right)^{0,63} \right], \quad (11.11)$$

სადაც  $h$  არის წიბოს სიმაღლე, მ-ობით;  
 $l'$  — წიბოებს შორის მანძილი, მ-ობით.

სწორ და სპირალურად დახვეული წიბოებისთვის ტემპერატურული კრიტერიუმი განისაზღვრება შემდეგი თანაფარდობით

$$\frac{t_{\text{სა}} - t_s}{t_{\text{სა}} - t_g} = \frac{th(mk)}{mh}, \quad (11.12)$$

სადაც

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_s}{\lambda \delta}} \frac{1}{\theta}; \quad (11.13)$$

$\lambda$  არის წიბოს თბოგამტარობის კოეფიციენტი,  $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ. სთ. გრ.}}$  -ობით;

$\delta$  — წიბოს სისქე, მ-ობით;

$h$  — წიბოს სიმაღლე, მ-ობით;

$h'$  — ჰიპერბოლური ტანგენსი.

სამკუთხა კვეთის წიბოებისათვის

$$\delta = \frac{3}{4} \delta_0.$$

სადაც  $\delta_0$  წიბოს ფუძის კვეთია.

მრგვალი ფორმის წიბოებისთვის (ნახ. XI.4, ბ)  $h$  სიმაღლის ნაცვლად მიღებულია  $h'$ , რომელიც ტოლია

$$h' = h(1 + 0,35 \ln p), \quad (11.14)$$

სადაც

$$p = \frac{R}{r}, \quad h = R - r.$$

სწორკუთხა წიბოებისათვის (ნახ. XI.4, ვ)  $h'$  მნიშვნელობა განისაზღვრება განტოლებით

$$h' = h(1 + 0,35 \ln p); \quad (11.15)$$

სადაც

$$p' = 1,28p \sqrt{\frac{L}{R} - 0,2}. \quad (11.16)$$

კორიდორულად განლაგებული მილების კონებისთვის, რომლებიც შეერთებულია სწორკუთხა წიბოებით,  $h'$  მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს (11.15) და (11.16) განტოლებებით.  $L$  და  $R$  მნიშვნელობები მიიღება პირველი ხაზის თანახმად, პოზიცია „გ“.

პლარაკულად განლაგებული მილების კონებისათვის (ნახ. XI.4, ე)  $p'$ -ისა და  $p$ -ს მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით

$$p' = 1,27p \sqrt{\frac{L}{R} - 0,3}. \quad (11.17)$$

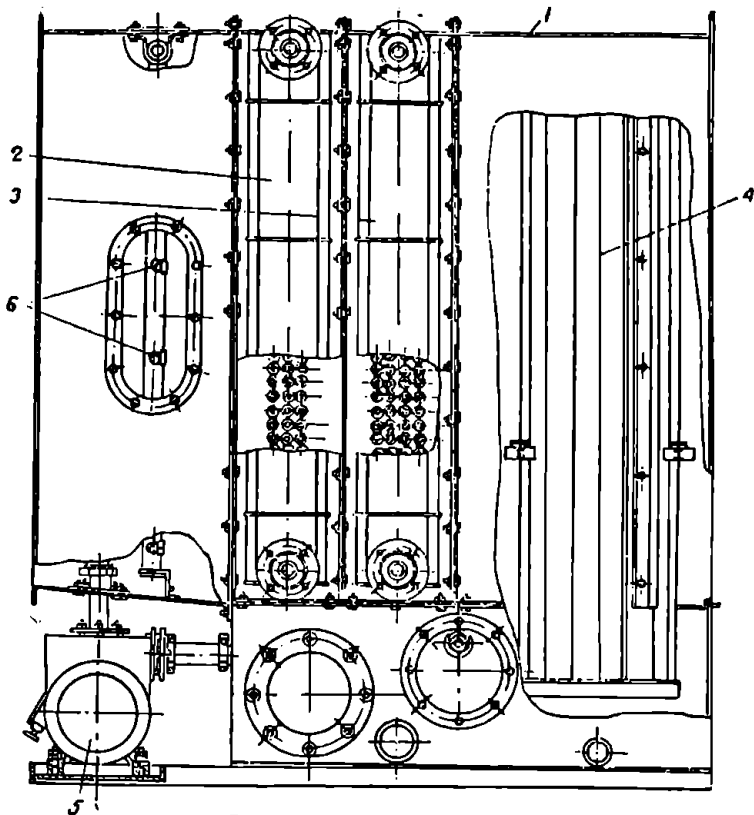
(11.12) განტოლებაში ტემპერატურული კრიტერიუმის ოპტიმალურ მნიშვნელობად მიღებულია 0,7--0,9. პრაქტიკულად დადგენილია, აგრეთვე, რომ სიმაღლისა და ბიჯის ფარდობის ოპტიმალური მნიშვნელობები იცვლება შემდეგ ზღვრებში:  $\frac{h}{l} = 3 \div 7$ .

ზედა ზღვარი მიიღება ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეების დროს, წიბოებს შორის მანძილი მიიღება არანაკლებ 5 მმ-ისა. წიბოების სისქეები ტოლია 0,2—0,4 მმ.

ამებამდ წარმოებაში ათვისებულია უნივერსალური ზედაპირული ჰაერსაცივრები.

ქვემოთ მოგვყავს საკავშირო სანიტარული ტექნიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ დამუშავებული ჰაერსაცივრის კონსტრუქცია და მისი გაანგარიშების მეთოდოლოგია.





ნახ. XI.5

ჰაერსაცივარი წარმოადგენს ტიპურ სექციას, რომელიც აიწყობა პორი-ზონტალური კონდიციონერის სხვა სექციებთან ერთად (ნახ. XI.5). იგი შედგება გარსაცმისაგან 1, რომელშიც მოთავსებულია სამრიგოანი 2 და ოთხრიგოანი 3 ზედაპირული ჰაერსაცივრები. თბოგაცემის კოეფიციენტის გასაზრდელად და აგრეთვე ჰაერის დასატენიანებლად ჰაერსაცივრების ზედაპირის წყლით მორწყვა წარმოებს ფრქვევანების 6 საშუალებით. მორწყვის ერთრიგოანი კამერა გარსაცმის ქვეშთან დაკავშირებულია წყლის ტუმბოს 5 საშუალებით. წყლის წვეთების დასაქერად სექციაში გათვალისწინებულია სეპარატორი 4. როგორც XI.5 ნახაზიდან ჩანს, ზედაპირული ჰაერსაცივრის სექცია წარმოადგენს უნივერსალურ თბოცელის აპარატს. ამ სექციაში შეიძლება ერთდროულად განხორციელდეს ჰაერის გაწრობა და გაცივება, გაცივება მუდმივი ტენშემცველობით, გათბობა და დატენიანება, გათბობა მუდმივი ტენშემცველობით და სხვა პოლიტროპული პროცესები. სითბოსა და სიცივის რაოდენობის რეგულირება წარმოებს თბოგადამცემი ზედაპირების შეცვლით. მაგალითად, ნახაზზე მოცემული სამრიგოანი და ოთხრიგოანი ჰაერსაცივრე.

ბის ნაცვლად სექციაში შეიძლება ჩაიდვას ორი ორრიგინი ჰაერსაცივარი, ნაკლები თბოგადაცემის ზედაპირით და ა. შ. გარდა ამისა, ჰაერსაცივრები შეიძლება უშუალოდ აიკრიფოს ტიპური ჰორიზონტალური კონდიციონერის სექციებთან ერთად.

ჰაერსაცივრების თბოგადაცემის ზედაპირი დამზადებულია გაწიბონებული სპილენძის ან ალუმინის მილებისაგან. როდესაც ჰაერსაცივარში მიმდინარეობს მხოლოდ ჰაერის გაცივება  $d = \text{ციმსტ}$  პროცესით, მაშინ „აშკარა“ თბოგადაცემის კოეფიციენტის განაგარიშება შეიძლება ფორმულით

$$k_{აჰ} = \frac{Q_{აჰ}}{F \Delta t_{\text{L}}} = \frac{0,24 G (t_1 - t_2)}{F \Delta t_{\text{L}}}, \quad (11.18)$$

სადაც  $t_1$  და  $t_2$  არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები;

$F$  — ჰაერსაცივრის ზედაპირი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$\Delta t_{\text{L}}$  — საშუალო ლოგარითმული ტემპერატურული სხვაობა ჰაერსა და წყალს შორის.

ამ შემთხვევაში დაყვანილი თბოგადაცემის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ჰაერსა და ჰაერსაცივრის ზედაპირს შორის განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით

$$\alpha_{აჰ} = \frac{k_{აჰ} \cdot \alpha_{\text{ფ}}}{\alpha_{\text{ფ}} - k_{აჰ} \cdot M}, \quad (11.19)$$

სადაც  $\alpha_{\text{ფ}}$  არის თბოგადაცემის კოეფიციენტი წყალსა და მილებს შორის,  $\frac{\text{ქკალ}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ.}}$  -ობით;

$M$  — გაწიბონების კოეფიციენტი  $M = \frac{F_{\text{ფ}}}{F_{\text{ჰ}}}$ .

თუ ჰაერი ცივდება და ზრება ზედაპირზე კონდენსატის გამოყოფით, მაშინ თბოგადაცემის სრული კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$K_{\text{სრ}} = \frac{Q_{\text{სრ}}}{F \Delta t_{\text{L}}} = \frac{G (I_1 - I_2)}{F \Delta t_{\text{L}}}, \quad (11.20)$$

სადაც  $I_1$  და  $I_2$  შესაბამისად ჰაერის საწყისი და საბოლოო სითბოშემცველობებია,  $\frac{\text{ქკალ}}{\text{კგ}}$  -ობით.

ჰაერის ერთდროულად გაცივებისა და გაზრობის დროს აშკარა თბოგადაცემის და თბოგადაცემის კოეფიციენტები ტემპერატურული კრიტერიუმის  $T_0 = \frac{t_{\text{სა}} - t_{\text{ფ}}}{t_{\text{სა}} - t_2}$  პირდაპირპროპორციულია, მაშინ როდესაც სრული თბოგადაცემის კოეფიციენტი კრიტერიუმის უკუპროპორციულია.

ჰაერსაცივრის ზედაპირების და ჰაერის მორწყვა სითბოსა და ტენციის პროცესების ინტენსიფიცირების საშუალებას იძლევა, ე. ი. სარწყავი ტიპის ჰაერსაცივრებში თბოგადაცემის  $\alpha_{\text{ფ}}$ , აშკარა თბოგადაცემისა  $k_{აჰ}$  და სრული თბოგადაცემის  $k_{\text{სრ}}$  კოეფიციენტები ბევრად მეტია, ვიდრე მათი მნიშვნელობები მშრალი ტიპის თბოცვლის აპარატებში. სარწყავი და მშრალი ჰაერსაცივრების ფარდობითი კოეფიციენტების მნიშვნელობებია მოცემულია XI.1 ცხრილში.

ფარდობითი კოეფიციენტები	ფარდობითი კოეფიციენტების მნიშვნელობები ჰაერ-საციურის მიღების რიგების მიხედვით			
	4		8	
	$\bar{T}_0=0,3$	$\bar{T}_0=0,5$	$\bar{T}_0=0,3$	$\bar{T}_0=0,5$
$\bar{\alpha}_F = \frac{\alpha_F \text{ სკ}}{\alpha_F \text{ მს}}$	1,65	2,03	1,3	1,4
$\bar{k}_{\text{ავ}} = \frac{k_{\text{ავ}} \text{ სკ}}{k_{\text{ავ}} \text{ მს}}$	1,5	1,76	1,16	1,21
$\bar{k}_{\text{სკ}} = \frac{k_{\text{სკ}} \text{ სკ}}{k_{\text{სკ}} \text{ მს}}$	1,63	1,71	1,2	1,2

ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო ჰაერის წონითი სიჩქარის დროს  $v_F = 6$  კგ/მ<sup>2</sup>. წმ, სპირალური გაწიბოვებული ზედაპირებისათვის ოთხ და რეარაგიანი მიღებით.

ჰაერსაციურის მწარმოებლობის რეგულირება განხორციელებულია წყლის საშველანი სარქველის საშუალებით.

უქანასქნელ წლებში ზედაპირული ჰაერსაციერები ფართოდ გავრცელდა არაავტონომიურ მცირე მწარმოებლობის კონდიციონერებში. ამ თბოცულის აპარატების გაანგარიშების მეთოდიკა ორიგინალურად დამუშავა ო. კოკორინმა. ძირითად საანგარიშო კრიტერიუმად მიღებულია პარციალურ წყევთა სხვაობების ფარდობა

$$P = \frac{p_{1 \text{ სკ}} - p_1}{p_{1 \text{ სკ}} - p_2} \quad (11.21)$$

სადაც  $p_{1 \text{ სკ}}$  არის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, გასაცივებელი ჰაერის საწყისი ტემპერატურის დროს მისი სრული გაჯერების შემთხვევაში, მმ ვერცხ. წყ. სვეტობით;

$p_1$  — წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, გასაცივებელი ჰაერის საწყისი ტემპერატურის დროს, მმ ვერცხ. წყ. სკ-ობით;

$p_2$  — წყლის ორთქლის პარციალური წნევა ჰაერის საბოლოო პარამეტრების დროს, როდესაც  $\varphi = 100\%$ .

ლაბორატორიული გამოცდების საფუძველზე კოკორინის მიერ NH<sub>3</sub>-0,3 და RHC-0,5 არაავტონომიური კონდიციონერების ტიპებისთვის მიღებულია გრაფიკები, რომელთა საშუალებითაც წარმოებს მათი შერჩევა.

ზემოთ განხილული გაცივების ეფექტით ჰაერის სრული გაშრობის მიღწევა მეტად ძნელია. ამ შემთხვევაში ჰაერის ტენშემცველობის საგრძნობი შემცირება შესაძლებელია განხორციელდეს სპეციალური შთანმთქმელების, სორბენტების გამოყენებით.



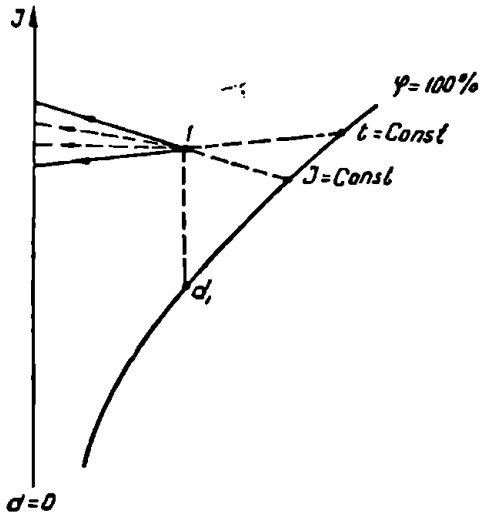
ჩაოდენობა გაუტოლდება სორბენტისა და დაბრუნებულ აშკარა სითბოს ჩაოდენობას. როგორც XI.6 ნახაზიდან ჩანს, ჰაერის ტემპერატურა სორბენტში გავლის შემდეგ მკვეთრად იზრდება. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია ჰაერის საწყისი ტემპერატურა, შესაძლებელია მისმა სიდიდემ მიაღწიოს  $40-50^{\circ}\text{C}$ . იდეალური შემთხვევისთვის მშრალი სორბენტის ეფექტურობის პროცესი ახლოა ერთთან. ამ დროს ჰაერი დამუშავების შემდეგ მთლიანად შრება და მისი ფარდობითი ტენიანობა  $\varphi=0\%$  (ნახ. XI.6, პროცესი 1—2). ცხადია, რომ რეალური პროცესი მიმდინარეობს არა მე-2 წერტილამდე, რომელსაც შეესაბამება  $d=0$  და  $\varphi=0\%$ , არამედ იგი მთავრდება უფრო ადრე, მე-3 წერტილთან (ნახ. XI.6). გარკვეული დროის შემდეგ სორბენტი ტენიანდება და მისი ეფექტურობა მკვეთრად ეცემა. ამასთან დაკავშირებით პერიოდულად წარმოებს სორბენტის რეგენერაციის (შრობის) პროცესი  $130-300^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურამდე.

თხევადი სორბენტებით შეუძლებელია ფარდობითი ტენიანობის მკვეთრი შემცირება, მაგალითად, მინიმალური ფარდობითი ტენიანობა შეიძლება მიღწეულ იქნეს ლითუმის ქლორიდის საშუალებით  $\varphi=14-23\%$ , მაგნიუმის ქლორიდით  $\varphi=37-40\%$  და კალციუმის ქლორიდით მხოლოდ  $\varphi=45-48\%$ .

თხევადი სორბენტების უპირატესობა ის არის, რომ შესაძლებელია მისი უწყვეტი რეგენერაცია. მართლაც, გაჯერებული სორბენტი ჰაერის გავლის შემდეგ შეიძლება ჯერ შეთბეს, ე. ი. მოხდეს წყლის აორთქლება, და შემდეგ გაცივდეს. დაბალი კონცენტრაციის ხსნარი ისევ მიეწოდება სარწყავ კამერას, სადაც ხდება ჰაერის ნაკადში მისი გაფრქვევა.

თხევადი სორბენტის გაცივება შეიძლება ვარჯულ-ლიროთ ღიდ ფარგლებში, ე. ი. შეიძლება პროცესში სითბოს ავართვის ნებისმიერი მნიშვნელობა. ეს ჰაერის პარამეტრების ცვლის პროცესის რეგულირების საშუალებას იძლევა ადიაბატურიდან იზოთერმულ პროცესამდე (ნახ. XI.7). როგორც ნახაზიდან ჩანს, ადიაბატური და იზოთერმული შრობის პროცესები მიმართულია მარჯვნიდან მარცხნივ, დატენიანების პროცესების საწინააღმდეგოდ.

სორბენტებით ჰაერის დამუშავების სქემების აგება I—d დიაგრამაზე ჩვეულებრივი წყლით ჰაერის დამუშავების სქემების ანალოგიურია.



ნახ. XI.7

საეკთმეო კაეაცაღის ვანჯიღაღიღის სიღვაღეღის  
ქონღსჯაღუღმიღუღი ქღღმეღწეღი

§ 49. სავანჯიღაღიღი სიღვაღეღის ქონღსჯაღუღიღი ზანჯაღღეღა სავსოღვაღეღა,  
საზოღვაღეღიღი და სავანჯიღაღიღი დანიღწეღეღიღის ზანჯიღეღიღი

საცხოვერღეღელ ზენოღბეღში ეწყოღა ბუნეღბრიღი ვენტიღლაღიღის ამოღწოღი სიღსტეღმეღი. ზენოღბეღში გარე ჰაერიღის მიწოღღეღა ქი ხორციელღღეღა სავმენეღბლო კონსტრუქციღეღის ზომღღენ არასიღმქიღროვეღეღიღან ანღდა ვენტიღლაღიღისთან ზე-თავსეღბული ჰაერიღთ გათბოღბის სიღსტეღმეღით.

ბუნეღბრიღი ვენტიღლაღიღის სიღსტეღმეღის მოქმეღღეღის რადიუსი არ უნღდა აღეღმაღტეღბოღღეს 8 მეტრს.

სანიტარული კვანღბეღის ვენტიღლაღიღის სიღსტეღმეღი არ უნღდა უკავშირღღეღ-ბოღღეს საცხოვერღეღელი ოთახეღბის ვენტიღლაღიღის სიღსტეღმეღს. მეტიღც, უნღდა ეწყო-ბოღღეს მათგან დამოღუკიღღეღლად.

თუ საცხოვერღეღელ ზენოღბეღში, გარღდა საცხოვერღეღელი ოთახეღბისა, განღღა-გეღბულია სავაკრო ან სხვა რაიღმე სბეციღლური დანიღწეღღეღის სათავსეღბი, სა-ქიროღა მათთეღის ცალკე სავენტიღლაღიღო სიღსტეღმეღის გათვღლისწინეღბა.

საზოღვაღღეღბრიღი დანიღწეღღეღის ზენოღბეღში ზეიღღღეღა ზოეწყოღს ვენტი-ღლაღიღის როგორღც ბუნეღბრიღი, ისე მექანიკური სიღსტეღმეღი; ამ უქანასკნეღლის მოქმეღღეღის რადიუსი რეკომენღღეღულია 50 მეტრამღღეღ.

საზოღვაღღეღბრიღი და სავრეწეღლო დანიღწეღღეღის ზენოღბეღში, გარღდა ამოღწოღი ვენტიღლაღიღის სიღსტეღმეღისა, ეწყოღა ვენტიღლაღიღის ზომღღენი სიღსტე-ღმეღიღც.

ზომღღენი ვენტიღლაღიღის მექანიკური სიღსტეღმეღი ზეღღეღეღა ზემღღეღი კონ-სტრუქციული ეღღემენღტეღბისგან:

- ა) ჰაერიღმიღღეღი მოწყოღბიღობეღბისგან, რომეღღთა სავუღღეღითაღც გარე ჰაერი მიეწოღღეღა სავენტიღლაღიღო სიღსტეღმას;
- ბ) ჰაერიღის მოღღინეღითი კამერიღისგან, რომეღღშიღც განღღაგეღბულია ვენტი-ღლაღიღი ეღღექტროღძრავით და ჰაერიღის დასამღუღავეღბლად სავქირო დანღღღეღეღეღ-ბი: ფიღღტრეღბი, კალოზიღღეღეღბი და მოწყოღბიღობანღი, რომეღღთა სავუღღეღითაღც ხღღეღა ჰაერიღის ტენიანობისა და ტემპერატურის რეგულირეღბა;
- გ) ჰაერიღსატარეღბის ქსეღლისგან;
- ღ) ზომღღენი ნახერიღტეღბისა და სავეღბისაგან;

ვ) მომდენ ნახვრეტებზე დასაყენებელი ტალუზებიანი გისოსებისა და ბადებისაგან;

ვ) ჰაერსატარების განშტოებებსა და ჰაერშიმღებ ნახვრეტებზე დასაყენებელი მარეგულირებელი მოწყობილობებისგან (დროსელ-სარქველები და საკვალთები);

ამომწოვი ვენტოლაციის შექანიური სისტემები შედგება შემდეგი კონსტრუქციული ელემენტებისაგან:

ა) ამომწოვი ნახვრეტებისაგან მათზე დაყენებული ტალუზებიანი გისოსებით ან ბადეებით;

ბ) ჰაერსატარებისგან, რაზელთა საშუალებითაც სათავსიდან გასაწოვი ჰაერი მიედინება ამომწოვი კამერაში;

გ) ამომწოვი კამერისაგან, რომელშიც დაყენებულია ვენტოლატორი ელექტროძრავით;

დ) ჰაერსაწმენდი მოწყობილობებისგან (ეწეობა მაშინ, როცა ხდება ჰაერის რეციკლაცია ან ჰაერი ძალიან გაქუქვიანებულია მანვნი მინარევეებით);

ე) ამომწოვი შახტისაგან, რომლიდანაც ჰაერი გაჰყავთ ატმოსფეროში;

ვ) მარეგულირებელი მოწყობილობებისგან.

ცალკეულ სავენტოლაციო დანადგარში შეიძლება არ გვექონდეს ზემოაღნიშნული ყველა ელემენტი. მაგალითად, ვენტოლაციის მომდენ სისტემებში ყოველთვის არა გვაქვს ფილტრები და ჰაერის დასატენიანებლად საჭირო მოწყობილობანი, ან მომდენ და ამომწოვი სისტემებს ყოველთვის არა აქვთ ჰაერსატარების ქსელი. ვენტოლაციის ზუნებრივ სისტემებში არა გვაქვს ვენტოლატორები და ელექტროძრავები, ჰაერის გასაწმენდად საჭირო მოწყობილობანი და სხვ.

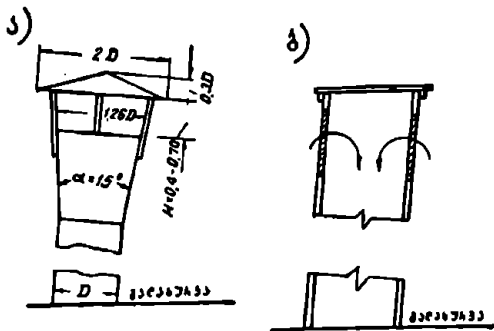
## **§ 50. პანჯილასიის სისჯავჯის კაპიტოლუმი და ამომწოვი პანჯავი**

ჰაერშიმღები მოწყობილობების კონსტრუქციული გაფორმება უნდა შეესაბამებოდეს შენობის არქიტექტურას.

ჰაერის შეწოვის ადგილის შეჩვევისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს გაბატონებული ქარების მიმართულება. ჰაერის შეწოვის ადგილი საკმაო მანძილით (10—12 მეტრით) უნდა იყოს დაცილებული იმ ადგილს, სადაც ხდება მანვნი ანაორთქლების, აირებისა და მტერის ატმოსფეროში გაყენა და საიმიდოდ უნდა იყოს დაცილებული მანვნი მინარევეების შესაწოვი ჰაერში მოხვედრისაგან. მოდინებული ჰაერის შეწოვა შეიძლება მოვასწოთ შენობის სიმაღლის ნებისმიერ დონეზე, მაგრამ თუ ჰაერის შეწოვის ადგილად შევარჩევთ შენობის ქვედა ზონას, მაშინ ჰაერშიმღები მიწის დონიდან სულ ცოტა 2 მეტრით მაინც უნდა იყოს დაშორებული, ხოლო თუ ჰაერშიმღებს ვასწოვთ შენობის სახურავს ზემოთ, ამომწოვი შახტის გვერდით, მაშინ ჰაერშიმღების პირი ამომწოვი შახტის ჰაერგამომშვები პირიდან 2—2,5 მეტრით უფრო დაბლა უნდა იყოს. შენობის სახურავზე ჰაერშიმღების მოწყობა დაიშვება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის შეწოვის ადგილას ატმოსფერულ ჰაერში მანვნი მინარევეთა კონცენტრაცია შეადგენს სათავსის მუში ზონაში ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის მხოლოდ 30%-ს.

ჰაერშიმღები მოწყობილობა წარმოადგენს ტალუზებიანი გისოსით ან ბა-

დით დახურულ უბრალო ნახევრეტებს, რომლებიც გაკეთებულია გარეთა კედლებში, ანდა შახტებს, რომლებიც ელვდება შენობის გარეთა კედლს ანდა ამოიყვანება შენობის სახურავე ზემოთ.



ნახ. XII.1

სახურავე ამოყვანილი შახტები მზადდება ბეტონისა და ფოლადისგან.

XII.1, ა ნახაზზე ნაჩვენებია შენობის სახურავე მოწყობილი ფოლადის მრგვალი კვეთის მილის სახით დამზადებული ჰაერმიმღები შახტი. შახტის ზედაპირი გადახურულია ხუფით ატმოსფერული ნალექებისაგან დასაცავად. იმავე ნახაზზე

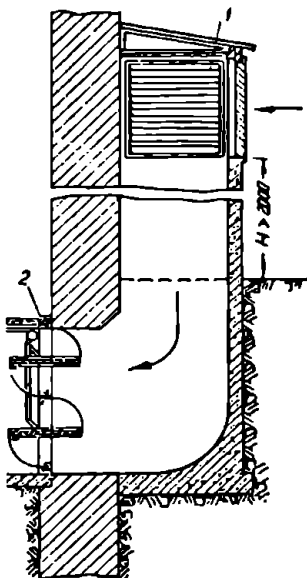
(XII.1, ბ ნახ.) ნაჩვენებია ბეტონისგან დამზადებული კვადრატული კვეთის ჰაერმიმღები შახტი უძრავი ფალუზებიანი გისოსებით.

XII.2 ნახაზზე ნაჩვენებია სარდაფში ან შენობის პირველ სართულზე განლაგებულ მოღინებით კამერასთან მოწყობილი მისადგმელი ჰაერმიმღები შახტი, რომელშიც ჰაერის შეწოვა ხდება სამი მხრიდან მოწყობილი ფალუზებიანი გისოსების 1 საშუალებით. შახტში განლაგებულია დათბუნებული დროსელ სარქველი 2.

საცხოვრებელ და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში ვენტილაციის ბუნებრივი ამომწოვი სისტემების შახტები, მათში წყლის ორთქლის კონდენსაციის შესაძლებლობის თავიდან აცილების მიზნით. დათბუნებულია, კეთდება ხისაგან, რომელსაც შიგნიდან ჯერ ეკვრება თიხაში გაელენთილი ქეჩა, ხოლო შემდეგ — ფურცლოვანი ფოლადი, გარედან კი ილესება. შეიძლება გაუკეთდეს ქაფმინისგან დამზადებული წყალუქონადი და ხანძარსაწინააღმდეგობრივი. ასეთი ჰაერამომწოვი შახტი ნაჩვენებია XII.3 ნახაზზე.

გარდა ზემოაღწერილი კონსტრუქციისა, ჰაერამომწოვი შახტი შეიძლება დამზადდეს მსუბუქი ბეტონისგან (ასეთი კონსტრუქციის შახტი მოცემულია XII.4 ნახაზზე). ეს შახტი მთავრდება დეფლექტორით 1, მასში მოთავსებულია დროსელ-სარქველი 2, აქვს სპეციალური საძრომი 3 დროსელ-სარქველის შესაძლო უწყსიფრობის შესაკეთებლად.

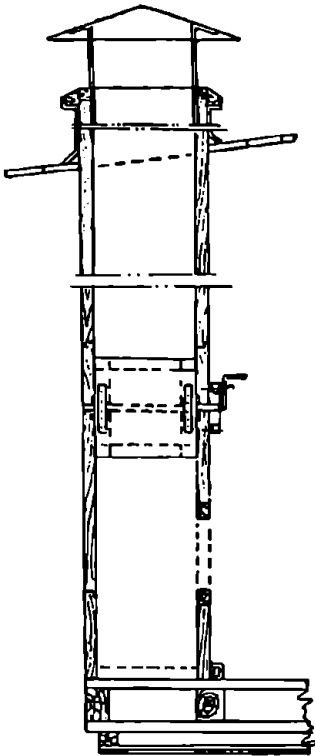
სამრეწველო დანიშნულების შენობებში ვენტილაციის მექანიკური სისტემების გამოყენების შემთხვევებში ამომწოვი შახტებს, ჩვეულებრივ, აკეთებენ



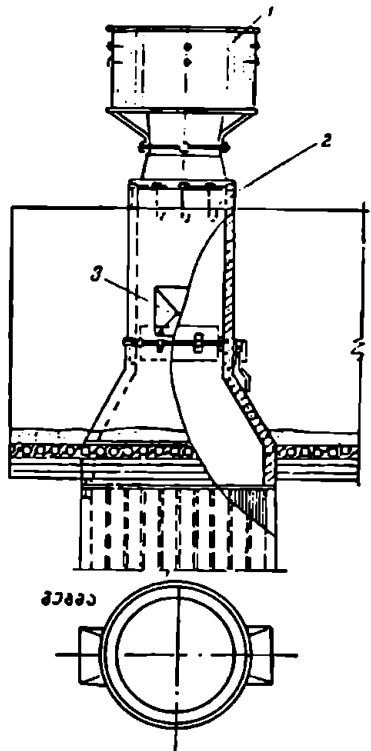
ნახ. XII.2



ფურცლოვანი ფოლადისგან, სათბილებლის გარეშე, რადგანაც ჰაერის დიდი მასის შახტში გაელისას ჰაერი ვერ ასწრებს გაცივებას ნამის წერტილის ტემპერატურამდე და ამიტომ ვენტილაციის მოქმედებისას წყლის ორთქლის კონდენსაცია არ ხდება. მაგრამ წყლის ორთქლის კონდენსაციის საშიშროება



ნახ. XII.3



ნახ. XII.4

წარმოიქმნება ვენტილაციის სისტემის გაჩერებისას, როცა შახტში შოდრაობს ტენიანი ჰაერი. ამიტომ შახტში გათვალისწინებული უნდა იყოს მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს ვენტილაციის უმოქმედობის პერიოდში შახტში წარმოქმნილი კონდენსაციის ორგანიზებულად გაყვანას გარეთ.

ვენტილაციის შექანიკურ სისტემებში ჰაერის შოდრაობის სიჩქარე ჰაერმიმღებ არხებში არ უნდა აღემატებოდეს 5—6 მ/წმ-ში, ხოლო ამომწოვ შახტებში 6—8 მ/წმ-ში.

§ 51.

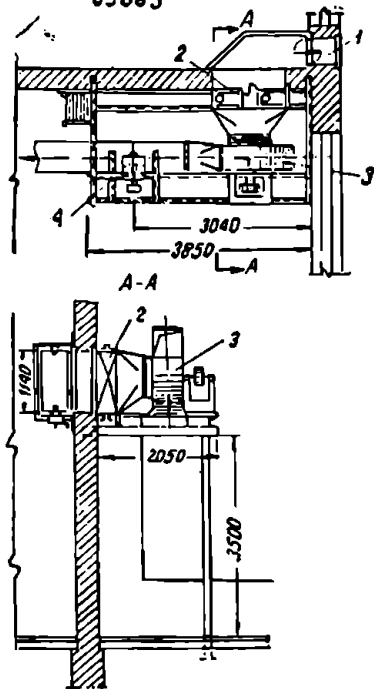
კაბის მორიანობით და ამომწოვი კაბაკები

როდესაც ვენტილაციის სისტემების მოწყობილობები განლაგებულია სპეციალურ იზოლირებულ სათავსებში, მაშინ ამ სათავსებს სავენტილაციო

კამერებს უწოდებენ. არსებობს მოდინებითი და ამომწოვი კამერები. ისინი შეძლებისდაგვარად განლაგებული უნდა იქნენ სისტემის შუაში. კამერების ზომები ისე უნდა შეირჩეს, რომ უზრუნველყოს სავენტილაციო მოწყობილობა — დანადგარების მოხერხებულად განლაგება, მონტაჟისა და შემდგომი ექსპლოატაციის ნორმალური წარმოება.

სამოქალაქო დანიშნულების შენობებში მოდინებითი კამერები ეწყობა სხვენზე, ტექნიკურ სართულებზე ან სარდაფებში, ხოლო სამრეწველო დანიშ-

შებაა



ნახ. XII.5

ნულების სამქროებში უშეტეს შემთხვევებში აწყობენ იატაკზე ან ბაქნებზე და შეძლებისდაგვარად გარე გადამლობაე კედლებთან უშუალოდ ახლოს. XII.5 ნახაზზე ნაჩვენებია სამქროში ბაქანზე განლაგებული მოდინებითი კამერა. ასეთი განლაგებისას ის არ იკავებს საამქროის სასარგებლო ფართობს. გარე ჰაერის მიღება ხდება სამქროს გარე კედელში დატოვებული ჰაერმიმღებით 1, რომელსაც დაყენებული აქვს უძრავი ეალუზებიანი ვისოსი, ჰაერმიმღებიდან ჰაერი გასათბობად მიეწოდება კალორიფერს 2, გამთბარი ჰაერი ვენტილატორის 3 საშუალებით, რომელსაც ამოძრავებს ელექტროძრავი 4, დაიქირხნება სათაესებში.

როდესაც მოდინებული ჰაერი გაქუქვიანებულია მანეე მინარეეებით, კამერაში დამატებით (კალორიფერის წინ) აყენებენ ფილტრებს.

XII.6 ნახაზზე ნაჩვენებია სარდაფში განლაგებული ჰაერის მოდინების კამერა, რომელსაც გარედან მიდგმული აქვს ჰაერმიმღები. ამ ნახაზზე მოწყობილობანი განლაგებულია შემდეგი თანმიმდევრობით: ჰაერმიმღები 1, დათბუნებული სარქველი 2, ზეთიანი ფილტრი 3, კალორიფერი 4, ვენტილატორი 5, ელექტროძრავი 6 და შემოსავლელი სარქველი 7.

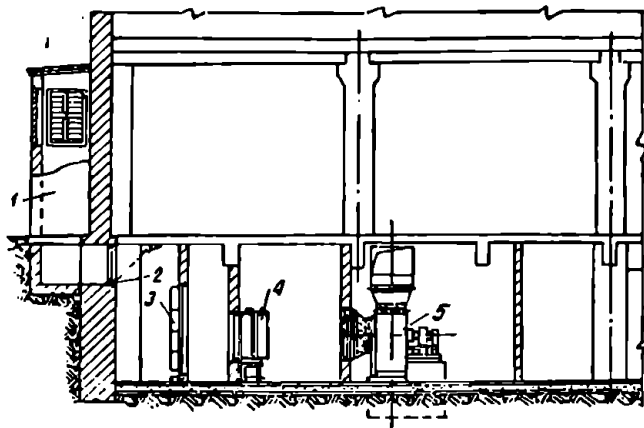
XII.7 ნახაზზე ნაჩვენებია ჰაერის მოდინების კამერის განლაგება სხვენზე. აქ აღნიშვნები იგივეა, რაც წინა ნახაზზე. საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში ჰაერის ამომწოვი კამერები ეწყობა სხვენზე ან ზედა სართულში სპეციალურად ამ მიზნისთვის გათვალისწინებულ სათაესში, კამერაზე ეწყობა ჰაერის ამომწოვი შახტი, რომელიც გაიყვანება სახურავზე.

XII.8 ნახაზზე ნაჩვენებია ამომწოვი კამერა. კამერაში გასაწოვი ჰაერი მოედინება კედლებში დატოვებული არხებით ან. სპეციალურად მოწყობილი

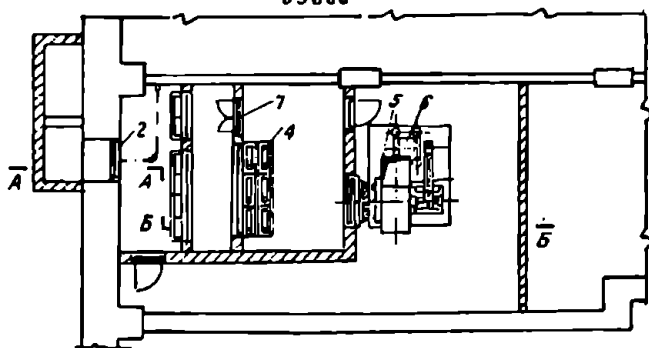
ქაერსატარებით. კამერიდან ქაერი ვენტილატორის საშუალებით მიეწოდება ამომწოვ შახტს, რომლითაც გაიყვანება ატმოსფეროში. როდესაც სავენტილაციო სისტემას ვაზრდილი წინაღობა აქვს, მაშინ კამერაში აყენებენ ცენტრიდანულ ვენტილატორს, ხოლო მცირე წინაღობის შემთხვევაში — ღერძულ ვენტილატორს.

სამრეწველო დანიშნულების საამქროებში ამომწოვი კამერები, როგორც წესი, არ ეწყობა. ამ საამქროებში იატაკზე, ბაქნებზე ან სპეციალურ სვეტებზე

ჭარი AA-55



ბაბბა



ნახ. XII.6

აყენებენ ცენტრიდანულ ვენტილატორებს, ხოლო ღერძულ ვენტილატორებს ატანენ კედლებში და ფანჯრის ლიობებში. ამომწოვი კამერები არ ეწყობა ევენტილაციის ბუნებრივი სისტემების გამოყენების შემთხვევაშიც.

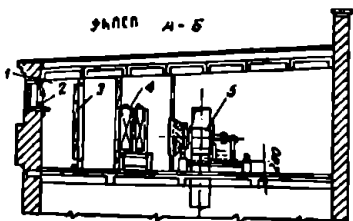
იმ შემთხვევებში კი, როცა სამრეწველო დანიშნულების შენობებში საჭიროა ამომწოვი კამერების მოწყობა, მათი განლაგება ხდება შენობის შიგნითა ბაქნებზე, ანტრესოლებზე ან შენობის სახურავეებზე (როცა ეს დაშვებულია ხანძარსაწინააღმდეგო ნორმებით).

მოღინებითი და ამომწოვი საენტილაციო სისტემების აგრეგატების განლაგება ერთ კამერაში არ დაიშვება.

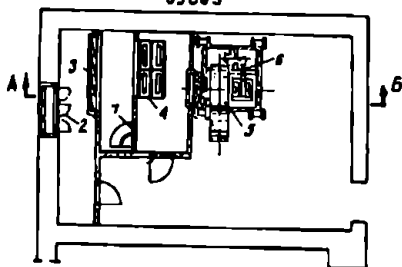
მოღინებითი და ამომწოვი კამერების მოწყობისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ მოსაზრებებით:

- 1) საენტილაციო სისტემები უნდა მოემსახურონ მსგავსი დანიშნულების სააპკროებს;
- 2) არ დაიშვება ისეთი ამომ.

ჟანოი A-5

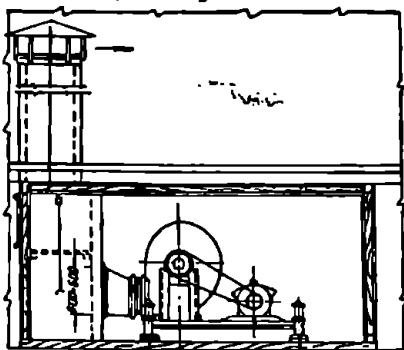


ბაბაა

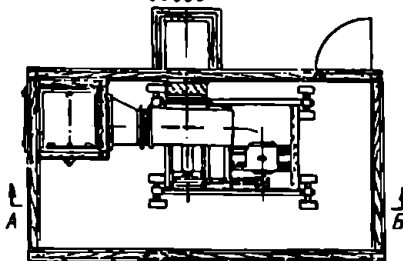


ნახ. XI1.7

ჟანოი A-5



ბაბაა



ნახ. XI1.8

წოვი სისტემების გაერთიანება, რომლებიც ამოწოვენ შტერიან და ტენიან ჰაერს, ანაორთქლებს, რომლებიც აღვილად კონდენსირდება, მომწამვლელ, აალებად ან ფეტქებად ნიეთიერებებს და სხვა.

მრავალსართულიან შენობებში, რომლებშიც დიდი რაოდენობითაა მოწყობილი საენტილაციო სისტემები, მიზანშეწონილია ტექნიკური სართულების გათვალისწინება.

ამომწოვი კამერების გადამოლობავი კონსტრუქციები შზადდება ხანძარსაწინააღმდეგო და სითბოგაუმტარი მსუბუქი მასალებისაგან.

§ 52.

არხები და კამერები და კამერები

არხებსა და კამერებს შეიძლება ჰქონდეთ შრეგალი, ოთხკუთხა ან სწორკუთხა განივი კვეთი. საცხოვრებელ და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში არხები ეწყობა გადამოლობავი კონსტრუქციებში ან კეთდება მისადგმელი. აგურის კედელში მოწყობილი არხების შინიშალური ზომა უნდა იყოს  $1/2 \times 1/2$  აგურზე, ხოლო კედლის სისქე (ასეთი კვეთის არხის მოსაწყობად)

სულ ცოტა  $1\frac{1}{2}$  აგური. თანამედროვე მშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება ქარხნული წესით დამზადებული სპეციალური სავენტილაციო ბეტონის პანელები. მათში განლაგებული არხების განივკვეთი, როგორც წესი, მრგვალია, ღიაშტრი — 100 მმ.

მისადგმელი არხები მზადდება აზბესტციემენტის მილებისაგან, წიდა-ბეტონის, წიდა-თაბაშირის ან კირ-თაბაშირის ფილებისაგან. მისადგმელი არხების მინიმალური ზომებია  $150 \times 100$  მმ.

მისადგმელი არხები, ჩვეულებრივ, ეწყობა შიგა კედლებთან, მათი გარე კედლებთან განლაგებისას საჭიროა, რომ გარე კედლის შიგა ზედაპირსა და მისადგმელი არხის კედელს შორის დატოვებულ იქნეს 50 მმ სისქის ჰაერის შრე.

ყოველი სათავსიდან სხვენზე გაყავთ დამოუკიდებელი სავენტილაციო არხი. სხვადასხვა დანიშნულების სათავსების სავენტილაციო არხების გაერთიანება დაუშვებელია. სავენტილაციო არხების გაერთიანება შეიძლება მხოლოდ ექვს და შეტსარაჟულიან საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ ან დამხმარე დანიშნულების შენობების სათავსებისთვის.

ჰორიზონტალური არხები ეწყობა სათავსების კერქვეშ. ზოგ შემთხვევაში, არქიტექტურული მოთხოვნის გამო, ჰორიზონტალური არხების დასამაღლავად ეწყობა დამატებითი, ე. წ. შეკიდული კერა.

იმისაგან დამოუკიდებლად, თუ რა მასალისგანაა დამზადებული ჰაერსატარი ან რა კონსტრუქციისაა არხი, დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი შიგა ზედაპირის მდგომარეობას, მოხეულობების რაოდენობას და ერთი კვეთიდან მეორეზე გადასვლისას გამოყენებულ ფასონურ ნაწილების ფორმას; რადგანაც უშეტსად ამათხეა დამოუკიდებელი ჰაერსატარებში ჰაერის მოძრაობისადმი წარმოქმნილი წინაღობის სიდიდე. გლუვი ზედაპირები უზრუნველყოფენ ნაკლებ წინაღობას და, გარდა ამისა, ადვილია მათი მტერისაგან გაწმენდა. ამ თვალსაზრისით ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია ჰაერსატარის დასამზადებლად ფურცლოვანი ფოლადის გამოყენება.

ჰაერსატარის განივი კვეთის ყველაზე უფრო რაციონალურ ფორმად ითვლება ისეთი კვეთი, რომელსაც განსაზღვრული ფართობის დროს გააჩნია მინიმალური პერიმეტრი, ეინაიდან, რაც უფრო ნაკლებია პერიმეტრი, მით უფრო ნაკლებია ზახუნის წინაღობის სიდიდე. ამრიგად, ჰაერსატარების ყველაზე უფრო ხელსაყრელ კვეთად ითვლება მრგვალი, შემდეგ ოთხკუთხა და ბოლოს სწორკუთხა, თუმცა აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ სწორკუთხაკვეთიანი ჰაერსატარი უფრო მოხერხებულია დასამზადებლად და, გარდა ამისა, უკეთესად ეთანხმება სამშენებლო კონსტრუქციებს.

სამრეწველო დანიშნულების საამქროებში ჰაერსატარების დასამზადებლად, როგორც წესი, გამოიყენება ფურცლოვანი ფოლადი, მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც სავენტილაციო ჰაერის შედგენილობაში არის ქიმიურად აგრესიული ანაორთქლების და აირების მინარევები, მიზანშეწონილია შედარებით უფრო მძიმე მასალების (კერამიკა, პლასტმასა, უთანგავი ფოლადი და სხვ.) გამოყენება.

ფურცლოვანი ფოლადის ზედაპირის დაფარვა დამცველი საღებავით ვერ უზრუნველყოფს ლითონის დაცვას კოროზიისგან.

ფოლადის ჰაერსატარები იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერსატარში გაშა-

კალი ჰაერის ტემპერატურა არ აღემატება  $80^{\circ}\text{C}$ , იღებება ზეთის საღებავით, ხოლო როცა აღემატება  $80^{\circ}\text{C}$  — ცეხლგამძლე საღებავით.

ჰაერსატარების მიმავლება (დაკიდება) სამშენებლო კონსტრუქციებზე ხორციელდება კრონშტეინების, საკიდარებისა და სხვა მოწყობილობათა საშუალებით.

კედლებში მოწყობილი არხებისა და მისადგმელი არხების ამოწმონი და მოდინებითი ნახერტები, იმ მიზნით, რომ არ დააუშნონ სათავსების შიგა სივრცე ხელი, შესაბამისად უნდა იყოს გაფორმებული. ნახერტების გაფორმება შეიძლება მრავალნაირად, დაწყებული უბრალო ბადეებისა და გისოსების მოწყობიდან, დამთავრებული მხატვრულად გაფორმებული გისოსების, პლაფონების და ა. შ. მოწყობით. ისინი მზადდება სხვადასხვა (ლითონი, თაბაშირი, პლასტმასა და სხვ.) მასალისგან. იმისათვის, რომ სავენტილაციო ნახერტში გამავალი ჰაერის რაოდენობის რეგულირება შეიძლებოდეს, გისოსებში აყენებენ მოძრავ ძალუზებს (ფრთებს), ხოლო ჰაერის ნაკადის მიმართულების რეგულირებისათვის — მიმართველ ნიჩბებს.

საცხოვრებელი შენობების იმ სათავსებში (სამზარეულო, საბაზანო და სხვა), რომლებშიც განლაგებულია აირის ხელსაწყოები, აყენებენ უძრავალუზებიან გისოსებს.

§ 53.

## ქაერსანაწილებები და საშუალებები

სამრეწველო დანიშნულების სათავსებში დიდი რაოდენობით მოდინებული ჰაერის მიწოდებისას ითვალისწინებენ ქაერსანაწილებლებისა და საცემების დაყენებას. ქაერსანაწილებლების საშუალებით ხორციელდება ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური, ჰორიზონტალური ან დახრილი მიწოდება სათავსში. ქაერსანაწილებლის კონსტრუქციაზე დამოკიდებულებით შეიძლება ჰაერის ერთმხრივი ან მრავალმხრივი მიწოდების უზრუნველყოფა.

XII.9, ა ნახაზზე ნაჩვენებია საცემი ჰაერის მოძრაობის განივად დაყენებული ფართი. ამ კონსტრუქციის საცემის გამოყენება მიზანშეწონილია დაბალ სათავსებში, იმ შემთხვევებში, როდესაც საჭიროა მოდინებული ჰაერის ყველა მხარეს განაწილება საშუალო ზონის ზემოთ.

აღნიშნულ საცემებს უკეთდება უძრავი და მოძრავი ქვედა ფარსები. მოძრავი ფარსების საშუალებით ხორციელდება ქაერგამომშვები ნახერტის სიმაღლის ცვლა, რაც სათავსში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობის რეგულირების საშუალებას იძლევა.

XII.9, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია სამდიფუზორიანი საცემი გამოიყენება სათავსში საშუალო ადგილებზე დიდი რაოდენობის ჰაერის მცირე სიჩქარით განაწილების საჭიროების შემთხვევაში.

XII.9, გ ნახაზზე ნაჩვენებია ბაღიანი კვადრატული სამმხრივი საცემი, რომელიც კეთდება კედლებზე ან სვეტებზე და გამოიყენება მოდინებული ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეების საჭიროების შემთხვევაში. ამ საცემებს დიდი მწარმოებლობა აქვთ, მაგრამ დიდი გაბარიტული ზომებისაა.

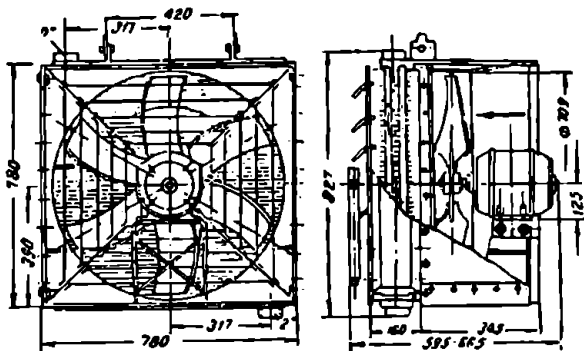
XII.9, დ ნახაზზე ნაჩვენებია უძრავალუზებიანი კონუსისებრი საცემი, რომელიც შეიძლება იყოს ჰაერის ერთ ან ორმხრივი გამოშვებზე; გამოიყენება ჰაერის ზედა და ქვედა ზონებში მიწოდების საჭიროებისას.







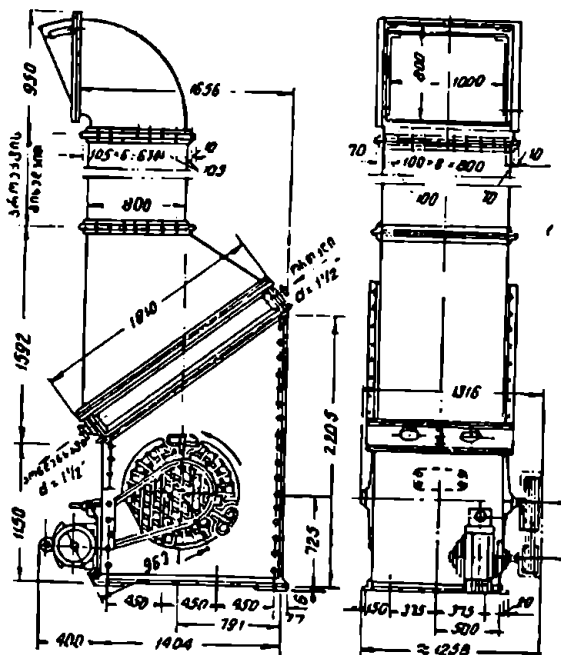
1. ორთქლწყლიანი АПВ ტიპის, რომელიც შედგება: ა) ფირფიტოვანი კალორიფერისგან; ბ) ოთხფრთიანი МП ტიპის ღერძული ვენტილა-



ნახ. XIII.1

ტორისაგან ერთ ღერძზე შეთავსებული ელექტროძრავით; გ) კონუსისმაგვარი კოლექტორიანი გარსაცმისაგან; დ) კონფუზორის მსგავსი გამოსაშვები მილ-

ყელისაგან, რომელზეც ჰაერის ნაკადის მიმართულების რეგულირებისათვის დაყენებულია მრავალსაგდულიანი სარქველი; აგრეგატი შვარდზე მფლერებისაგან დამზადებულ საეციალურ ჩარჩოზე, რაც მისი დამაგრების საშუალებას იძლევა როგორც კრონშტეინებზე, ისე იატაკზე.



ნახ. XIII.2

2. ორთქლწყლიანი ჩამოსაკიდი АПВС ტიპის, რომელიც შედგება სპირალისებური წიბოვანი კალორიფერისგან. იგი წიბოადაგენს АПВ ტიპის აგრეგატის მოდიფიკაციას და მასთან შედარებით აქვს მცირე ჰაერმწარმოებლობა. თბომწარმოებლობა და წონა.

3. ჩამოსაკიდი ГСТМ-70 ტიპის (ნახ. XIII.1), რომელიც მუშაობს როგორც ორთქლზე, ისე წყალზე. აგრევატი შედგება: ა) ექვსფართიანი МП-7 ტიპის ლერძული ვენტილატორისგან ელექტროძრავით; ბ) ფირფიტოვანი ГСТМ ტიპის კალორიფერისგან; გ) აგრევატის ჰაერის გამოსაშვებ ნახერცზე დაყენებული გისოსისაგან საბრუნებელი ფრთებით.

4. СТД-300 ტიპის (ნახ. XIII.2). ეს აგრევატი მუშაობს ორთქლზე და გადამეტბურებულ წყალზე. მას ყველაზე დიდი ჰაერ და თბომწარმოებლობა აქვს, მაგრდება სპეციალურად მისთვის მოწყობილ საძირკვლებზე. იგი შედგება: ა) ПАГМ-СТД ტიპის ვენტილატორისაგან ორმხრივ შემწოვი მუშა თელით; ბ) ელექტროძრავისაგან; გ) კორპუსისაგან; დ) ГСТМ ტიპის ერთი კალორიფერისაგან, როცა თბომწამყველი ორთქლია, და ორი კალორიფერისაგან, თუ თბომწამყველი გადამეტბურებული წყალია; ე) გამომბოლქვი მილყელისგან.

XIII.1 ცხრილში მოცემულია სათბობ-სავენტილაციო აგრევატების მაჩვენებლები.

აგრევატების შერჩევა წარმოებს სხვადასხვა ცნობარში მოცემული ტექნიკური პასპორტების მონაცემებით. თუ ორთქლისა და წყლის ფაქტიური მონაცემები არ შეესაბამება XIII.1 ცხრილში მოცემულს, მაშინ 4 და 6 სვეტებში ნაჩვენებია აგრევატების თბომწარმოებლობები გადაანგარიშებული უნდა იქნეს ფაქტიურ პარამეტრებზე.

ცხრილი XIII.1

აგრევატის ტიპი	კალორიფერის ზეობის ფართობი მ <sup>2</sup> -ით	ჰაემწარმოებლობა, კვ/სთ-ით	თბომწარმოებლობა და ტემპერატურა				ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ-ით	აგრევატის წონა, კგ-ით
			ორთქლით, როცა P=2 კგ/სმ <sup>2</sup>		წყლით 130/70°			
			Q კალ/სთ-ით	PC	Q კალ/სთ-ით	PC		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
АПВ-200-140	83,2	17000	200000	65	140000	52	6,3	600
АПВ-280-190	124,5	25000	280000	87	180000	65	8,6	813
АПВС-50-30	10,8	2450	60000	100,7	80000	67	2,5	100
АПВС-70-40	18,3	4800	70000	75,4	40000	49,5	2,9	163
АПВС-110-80	29,4	8400	111000	70,4	60000	65,6	3,2	220
СТД-300 (ორთქლი)	72,5	29500	300000	57	—	—	—	1083
ГСТМ-70-А	20,9	8500	60000	48	30000	30	—	217
СТД-300 (წყალი)	145	30000	—	—	290000	60	—	1468

ჰაერთ სათბობო დეცენტრალიზებული სისტემების გამოყენებისას სათავსში მისაწოდებელი თბილი ჰაერის სიჩქარე ჩვეულებრივ არ უნდა აღემატებოდეს 7 მ/წმ (იხ. XIII.1 ცხრილი), მაგრამ უკანასკნელ წლებში დიდი საამქროების გათბობის პრაქტიკაში ფართოდ იყენებენ მსხვილ დანადგარებს, 218

რომლებშიც ჰაერის სათავსში გამოდინების სიჩქარე აღწევს 25 მ/წმ. ეს აგრეგატები გამოიყენება იმ მცირე მწარმოებლობის აგრეგატების ნაცვლად, რომლებიც აღრე დიდი რაოდენობით იდგმებოდა სათავსის შთლიან ფართობზე. იმისათვის, რომ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე საშუალო ადგილებზე არ აღემატებოდეს ზღერულად დასაშვებს — 0,7 მ/წმ-ს, საჭიროა ჰაერის თავმოყრილად მიწოდების შემთხვევაში სათავსში აგრეგატები განლაგდეს რაც შეიძლება მაღლა. მაგალითად, აგრეგატის დაყენების სიმაღლე სათავსის იატაკის დონიდან, როცა სათავსის სიმაღლე არ აღემატება 8 მეტრს, უნდა იყოს  $3,5 \div 6$  მ-მდე, ხოლო, როცა აღემატება 8 მეტრს, მაშინ  $5 \div 7$  მ-მდე.

მცირე მწარმოებლობის აგრეგატების ნაცვლად ჰაერის თავმოყრილად მისაწოდებელი მსხვილი აგრეგატების გამოყენება ამცირებს როგორც პირველად ღირებულებას, ისე ლითონის ხარჯს, ამარტივებს მათი მომსახურებისა და ექსპლუატაციის პროცესებს და, გარდა ამისა, ღიღისიჩქარიანი ჰაერის ნაკადის მოძრაობის შედეგად ხდება სათავსის ზედა და ქვედა ზონების ჰაერის ერთმანეთში ინტენსიური არევა, რაც, თავის მხრივ, ხელს უწყობს სათავსის ჰაერის ტემპერატურის გათანაბრებას.

ჰაერის ტემპერატურის გათანაბრების გამო მცირდება თბოდანაკარგების სიდიდე სათავსის ზედა ზონიდან და, მაშასადამე, იქმნება სათბობის ხარჯის ეკონომია.

მსხვილი აგრეგატების გამოყენებისას თბილი ჰაერი აგრეგატიდან სათავსში გამოიშვება სათავსის გრძელი მხარის გასწვრივ მიმართული ერთი ან რამდენიმე ნაკადით. უკანასკნელ შემთხვევაში ნაკადების მიმართულება სათავსის კონფიგურაციაზე დამოკიდებულებით შეიძლება იყოს პარალელური (ნახ. XIII.3, ა) ან მარაოსებრი (ნახ. XIII.3, ბ).

ქვემოთ განვიხილოთ ჰაერის თავმოყრილი მიწოდების სათბობი სისტემების გასაანგარიშებელი უმთავრესი ფორმულები და მონაცემები.

პარალელური სქემა. ჰაერის ნაკადის მინიმალური რაოდენობა გამოითვლება გამოსახულებიდან

$$n = \frac{B}{(3 \div 4) H}, \quad (13.1)$$

სადაც  $B$  და  $H$  — შესაბამისად სათავსის სიგანე და სიმაღლეა, მ-ობით. ნაკადის შორისშროლობა გამოითვლება ფორმულით

$$S = k \frac{L}{a} \sqrt{F}, \quad (13.2)$$

სადაც  $k$  არის კოეფიციენტი და სათავსში აგრეგატის დაყენების  $h$  სიმაღლეზე დამოკიდებულებით აიღება:

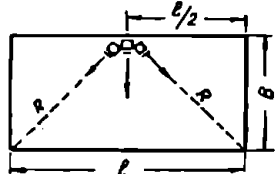
$$k = 1, \quad \text{როცა } h > 0,6H \text{ და}$$

$$k = 0,71, \quad \text{როცა } h \leq 0,6H;$$

ა



ბ



ნახ. XIII.3

- d* — ნაკადის ტურბულენტურობის კოეფიციენტი;  
*F* — სათაგის იმ განივი კვეთის ფართობი, რომელსაც ემსახურება ერთი ნაკადი, მ<sup>2</sup>-ობით;  
*c* — კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გაანგარიშებისას ჩვენ მიერ აღებულ პერის მოძრაობის მაქსიმალურად დასაშვებ სიჩქარეზე (*v*<sub>მაქს</sub> მ/წმ) სათაგისში და *B* და *H* თანაფარდობაზე. *c* კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია XIII.2 ცხრილში.

ცხრილი XIII.2

<i>v</i> <sub>მაქს</sub> მ/წმ-ობით	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5
<i>c</i> -ის მნიშვნელობები:						
როცა $b \leq 4H$	0,28	0,23	0,17	0,4	0,42	0,44
$b > 4H$	0,2	0,23	0,26	0,28	0,3	0,31
<i>c</i> <sub>1</sub> -ის მნიშვნელობები	0,2	0,25	0,29	0,32	0,33	0,36

შენიშვნა: *b* არის სათაგისის სიგანის ის ნაწილი, რომელსაც ემსახურება პერის ერთი ნაკადი; *c*-ის მნიშვნელობები მოცემულია პარალელური სექსისთვის, *c*<sub>1</sub>-ისა — მარაოსებრი სექსისთვის.

პერცელის ოპტიმალური ჯერადობა ელექტროენერგიის ხარჯის თვალსაზრისით გამოითვლება ფორმულით

$$n_{\text{ოპტ}} = \frac{300 v_{\text{მაქს}}^3}{S} \quad (13.3)$$

პერგამომშენებელის საცემის დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით

$$d_{\text{საყ}} = \frac{L_{\text{საყ}}}{v_{\text{მაქს}} \sqrt{F}} \text{ მ}, \quad (13.4)$$

სადაც  $L_{\text{საყ}}$  არის პერის ხარჯი ერთ ნაკადში, მ<sup>3</sup>/წმ-ობით;

როცა  $b \leq 4H$ , მაშინ  $v_{\text{მაქს}} = 1,137 v_{\text{საყ}}$ , ხოლო

როცა  $b > 4H$ , მაშინ  $v_{\text{მაქს}} = 0,795 v_{\text{საყ}}$ .

მარაოსებრი ნაკადი. პერის ნაკადის მოქმედების რადიუსი გამოითვლება ფორმულით

$$R = \left( \frac{c_1}{a} \right)^2 H \text{ მ}. \quad (13.5)$$

პერცელის ოპტიმალური მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$n_{\text{ოპტ}} = \frac{15 v_{\text{მაქს}}^3}{c_1 R} \quad (13.6)$$

პერის გამომშენებელის საცემის დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით

$$d_{\text{საყ}} = 6,25 \frac{a L_{\text{საყ}}}{v_{\text{მაქს}} H} \text{ მ}. \quad (13.7)$$

ლოკალიზებული, ადგილობრივი და ავარიული  
ვენჭიდასია. ქაერის შარაეი

§ 56.

ადგილობრივი ამომწოვების კანონიქასია

სამრწველო აირები და ანაორთქლები მუშა ზონაში დიდი რაოდენობით მოხედრისას იწვევენ მომუშავეთა მოწამლას და სხვა პროფესიულ დაავადებებს. მუშა ზონაში მავნე გამონაყოფების მაქსიმალურად შემცირების ძირითადი საშუალებაა მათი გაყვანა უშუალოდ გამოყოფის ადგილებიდან. გაყვანილი ჰაერის სანაცვლოდ მოდინებული ჰაერის მიწოდება უნდა ხდებოდეს მავნეობის გამოყოფის ადგილებიდან დაშორებით. ვენტრილაციის ასეთ სახეს ლოკალიზებული ვენტრილაცია ეწოდება. იგი გამოიყენება ყველა სახის მავნეობის თავიდან ასაცილებლად (მტვერი, აირები, ანაორთქლები, სითბო, ტენი).

ლოკალიზებული ვენტრილაცია ძირითადად ადგილობრივი ამომწოვების საშუალებით ხორციელდება. ადგილობრივი ამომწოვი შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან — გაბინძურებული ჰაერის მიმღებისა და ჰაერსადენებისაგან, რომელთაგანაც ძირითადია ჰაერმიმღები.

ამ უკანასკნელის მავნეობის წყაროს მიმართ განლაგების მიხედვით ადგილობრივი ამომწოვები შეგვიძლია დავყოთ შემდეგ ძირითად სახეებად:

ა) გარსაცმეში, როდესაც მავნეობის წყარო ჰაერმიმღების შიგნითაა და გარემოს უკავშირდება შედარებით მცირე ხერეღით, საიდანაც შემოდის ჰაერი და, ამასთანავე, ის ასრულებს აგრეთვე საკონტროლო ან სამუშაო ხერეღის როლს.

გარსაცმებს მიეკუთვნება ამომწოვი კიმიური კარადები, აბრაზიული ქარგოლის ფასონური გარსაცმები და სხვ.;

ბ) ქოლგები. როდესაც მავნეობის წყაროს გარსაცმით დაფარვის საშუალება ტექნოლოგიური მოსაზრებებით შეუძლებელია, იყენებენ ქოლგებს. ამ შემთხვევაში მავნეობის წყარო გარემოს თავისუფლად უკავშირდება ყოველი მხრიდან.

გ) საფარიაანი ქოლგები — გარსაცმებისა და ქოლგების საშუალებდ ფორმა. ამ შემთხვევაში ქოლგის ზოგეირთ ბორტზე ჰკიდებენ საფარებს, რომელთა აწევა ან მოხსნა შეიძლება ნებისმიერ დროს,

დ) ბორტული ამომწოვები, რომლებიც შეიძლება იყოს მარტივი ან გააქტიურებული (გადაბერების საშუალებით).

გარსაცმებს და ქოლგებს შეიძლება ჰქონდეს მრავალნაირი ფორმა. მათი ძირითადი დანიშნულებაა მკვნი გამოწოვების შექსიშალურად დაქერა ჰაერის შინიშალური რაოდენობის საშუალებით.

რაგორც ცნობილია, მტერი, სითბო, აირები და სხვა მკენებები ვრცელდება ჰალების სახით, რომლებიც გამოყოფის ადგილიდან დიშორებასთან ერთად შეერეიან სათავის ჰაერს. ამრიგად, რაც უფრო ახლოსაა ჰაერშიმლები მკენობის გამოყოფის ადგილთან, მით უფრო ნაკლები ჰაერია საკირო მკენობის გასაყვანად (სხვა ერთნაირ პირობებში). როგორც წესი, მიმლების ფორმა და მდებარეობა უნდა შეესაბამებოდეს მკენობის წყაროს მიერ შექმნილი ჰაელის ხასიათს (მიმართულებას, სტრუქტურას და სხვ.).

ვინიიდან ყველაზე ეფექტური ადგილობრივი ამომწოვები — გარსაცმები ეწყობა უშუალოდ მკენობის გამოყოფის ადგილებთან, ამიტომ მათ შეიძლება ხელი შეუშალოს სამუშაო პროცესს. ეს რომ არ მოხდეს, მათი დაქროექტების გათვალისწინებულ და შესწავლილი უნდა იქნეს მოცემულ დანადგარზე შესასრულებელი ყოველგვარი სამუშაოს წარმოების პროცესები, ხოლო გარსაცმის შექმნილი კონსტრუქციის მუშაობის ეფექტურობა გამოიცადოს უშუალოდ საწარმოო პირობებში.

ამომწოვი კარალები ადგილობრივი ამომწოვების ყველაზე უფრო სრულყოფილი სახეა. მომსახურე პერსონალი ამ შემთხვევაში იმყოფება საფარის გარეთ და ამიტომ მკვნი ნივთიერებების გაყვანა შეიძლება დასაშვებზე გაცილებით უფრო შალალი კონცენტრაციით. ამომწოვი კარალების ჯგუფს შეგვიძლია მივაკუთვნოთ აგრეთვე სხვადასხვა ტიპის ტექნოლოგიური კამერები. მაგალითად, საშრობი და სამღებრო კამერები, ბუნკერები და სხვ.

გასაწოვი ჰაერის მოცულობა განისაზღვრება იმ პირობით, რომ კარადის ხერელებიდან და არასიმპიდროვეებიდან ადგილი არ ჰქონდეს მკვნი ნივთიერებების გარემო ჰაერში გამოდინებას. ასეთი გამოდინების ძირითადი გამომწვევი მიზეზია შიგა ჰარბი წნევა, რომელიც შეიძლება შეიქმნას მანქანების მბრუნავი ნაწილების მოქმედებით, საფარის შიგა და გარე ჰაერის მოცულობითი წონების სხვაობით, ფხვიერი მასალების ჩაყრით (ბუნკერებში) და სხვ.

მაგალითად, საშრობ კარადას ქსოვილების მიმლები ხერელი მოწყობილი აქვს ზედა ნაწილში, ხოლო ქვედა ნაწილში მოთავსებულია საკონტროლო ფანჯრები და კარები. თუ კარადა ცივია, ამომწოვი სისტემის მუშაობის დროს ყველა ეს ხერელი მუშაობს ჰაერის მოდინებაზე, მაგრამ, როდესაც საშრობ კარადაში გვაქვს ცხელი ჰაერი, ქვედა ხერელები მუშაობს ჰაერის მოდინებაზე, ხოლო ზედა ხერელიდან გაბინძურებული და გადახურებული ჰაერი გამოედინება სათავსში. იმისათვის, რომ ზედა ხერელი ვაიძულოთ იმუშაოს კარადაში ჰაერის მიწოდებაზე, საკირო იქნებოდა კარადაში ჰაერის დიდი რაოდენობით გატარება, რაც თავის მხრივ გამოიწვევდა ელექტროენერჯისა და სითბოს გადახარჯვას. უფრო სწორია და ეკონომიურად გამართლებული ქსო-

ვილებს მიწოდება ქვედა ზონიდან, რისთვისაც მხოლოდ რამდენიმე გორგოლაქის დამატებაა საჭირო.

ქიმიურ ამომწოვ კარადებში ჰაერის გაწოვა შეიძლება მოხდეს ქვედა ან ზედა ზონიდან. თუ რეაქტივის დროს გამოიყოფა ჰაერზე მძიმე აირები და, ამასთანავე, კარადაში ტრეპერატურა დაბალია, გაბინძურებული ჰაერის გაწოვა უნდა ხდებოდეს კარადის ქვედა ნაწილიდან. თუ კარადაში გვაქვს ცხელი ზედაპირები, როგორც მძიმე, ისე მსუბუქი აირების გამოყოფის შემთხვევებში გაწოვა უნდა მოეწყოს ზედა ნაწილში.

ამომწოვ ქიმიურ კარადას ზედა ნაწილში უნდა ჰქონდეს საკმაო მოცულობის ხუფი, რომელიც სწრაფი რეაქციების დროს ასრულებს შემკრების როლს, საიდანაც ჰაერი თანაბრად გაიწოვება ვენტილატორის საშუალებით. თუ ხუფის ზომები საკმარისი არაა, შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს სათაესში მავნეობის პერიოდულ მოდინებას.

თვით კარადის მოცულობა დიდი არ უნდა იყოს, რათა ვენტილატორის მუშაობის შეწყვეტის შემდეგ მასში დარჩენილი მავნეობის სათაესში გავრცელებამ არ გამოიწვიოს კონცენტრაციის საგრძნობი აწევა. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე თვით კარადის კვეთში არ უნდა იყოს 0,2 მ/წმ-ზე ნაკლები.

ამომწოვი კარადების შემწოვი ხერხის ლიობში ჰაერს მოძრაობის სიჩქარე უნდა აღემატებოდეს აირების დიფუზიის სიჩქარეს (0,15—0,17 მ/წმ). მაგრამ სათაესებში, სადაც მოწოვობილია ამომწოვი კარადები, ადგილი აქვს ჰაერის განუწყვეტელ მოძრაობას, რომლის სიჩქარე ხშირად აღემატება აირების დიფუზიის სიჩქარეს. ამ გარემოებამ შესაძლოა გამოიწვიოს კარადის შემწოვი ხერხის ლიობში ჰაერის თანაბარი შედინების დარღვევა, ამიტომ ხერხის ლიობში ჰაერის მოძრაობის მინიმალური სიჩქარე ( $v_{ან}$ ) დაიშვება გამოყოფილი მავნეობის სახისა და თვისებების გათვალისწინებით (იხ. დანართი VII). ამრიგად, ამომწოვი კარადიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა შეგვიძლია გამოვითვალათ შემდეგი ფორმულით

$$L = 3600 \cdot v_{ან} \cdot F_{\Sigma} \text{ მ}^3/\text{სთ}, \quad (14.1)$$

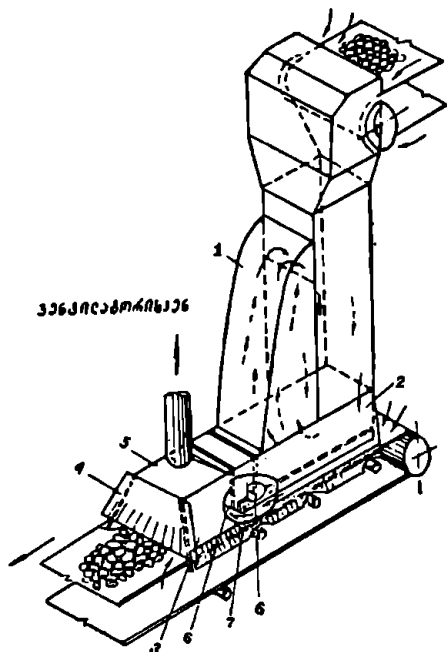
სადაც  $F_{\Sigma}$  არის კარადის ხერხის ლიობის ფართობი მ<sup>2</sup>-ობით.

## § 58. აღვიღვაში ამომწოვები უხვიაჩი მასალაჩის ნაჩოუბჩისა და ჰანსაყოჩიჩაჩის დანადგარაჩიდან მავჩის მასაყანად

ადგალობრივი ამომწოვების ეფექტურობა ხშირ შემთხვევაში ბევრადაა დამოკიდებული ისეთ მიზეზებზე, რომელთა გათვალისწინება დაპროექტების დროს შეუძლებელია. ამ დროს დიდი დახმარების გაწევა შეუძლია მონაცემებს მოვლენების ფიზიკური ბუნების შესახებ და ადგილობრივი ამომწოვების იმ კონსტრუქციებს, რომლებიც უკვე წარმატებით გამოიყენება პრაქტიკაში. არსებობს მონაცემები ზოგიერთი დანადგარიდან გასაწოვი ჰაერის რაოდენობების შესახებაც (იხ. დანართი VIII).

ვინაიდან ხშირ შემთხვევაში მხოლოდ ვენტილაციის ნოწყობა სრულ ეფექტს ვერ გვაძლევს, საჭიროა ისეთი ღონისძიებების ჩატარება, რომლებიც შეამცირობენ მტერის გამოყოფის სათაესში. მაგალითად, მტვერგამომყოფი მანქანების მსხვრევისა და ტრანსპორტირების დანადგარები უნდა იყოს პერ-

მეტრულად დახურული. სათავსში ადგილი არ უნდა ჰქონდეს ჰაერის დიდი სიჩქარით მოძრაობას, რაც დალექილი მტერის წამოყრას და კელაე მუშა ზონაში შემოტანას გამოიწვევდა. იქ, სადაც ტექნოლოგიით დასაშვებია, უნდა გამოვიყენოთ მასალების წინასწარი დატენიანება, რაც საგრძობლად ამცირებს მტერის გამოყოფას.



ნახ. XIV.1

ფხვიერი მასალის წარმოებისა და ტრანსპორტირების დანადგარებში ყველაზე მეტი მტერი გამოიყოფა იმ ადგილებში, სადაც ხდება კონვეიერიდან კონვეიერზე გადატვირთვა, სამსხერევიდან კონვეიერზე ჩამოყრა, მასალების დახარისხება და სხვ.

ჩამოყრის ადგილებში ფხვიერი მასალას ექვემდებარება მოყვება ჰაერი, რომელიც დაყრის მომენტში თავისუფლდება და მტერის წერილ ნაწილაკებთან ერთად გარემოში იფანტება. იმისათვის, რომ ხელი შევეშალოთ მტერის ჩამოყრის კავლის გავრცელებას, მასალის დაყრის ადგილას აწყობენ ადგილობრივ ამომწოვებს გარსაცმების სახით.

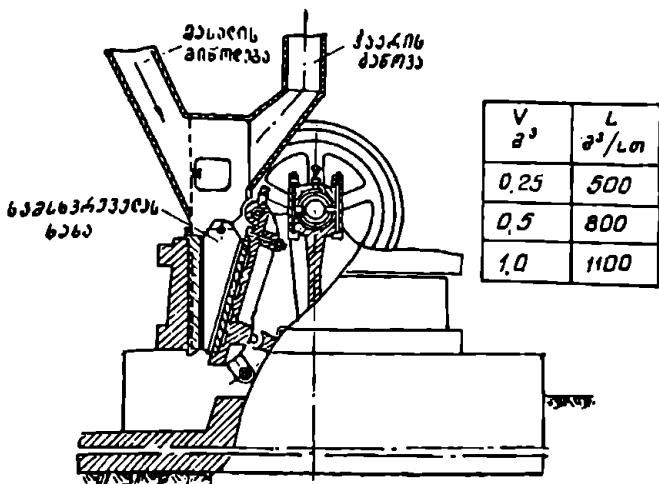
ფხვიერი მასალის ვერტიკალურად გადაადგილებისათვის გამოიყენება ჩამოყრის ელევატორი. მასალა სადინარიდან იყრება ქვედა ბუნიკაში, საიდანაც ჩამოყრის საშუალებით გადაადგილდება ზე-

და თავურაში და ჩამოყრის ამობრუნებისას ჩაიყრება სადინარში. ვინაიდან მასალას ჩაყრისას ექვემდებარება მიძვება ჰაერი, ქვედა ბუნიკაში იქმნება დადებითი წნევა, ხოლო ზედა თავურაში — გაიშვიათება. თუ მასალა ცხელია, მაშინ გრაფიტაციული წნევის გაელენით კარბი წნევა იქმნება ზედა თავურაში. ამრიგად, ცივი ან ოთახის ტემპერატურის მასალის ტრანსპორტირებისათვის უფრო ეფექტურია ადგილობრივი ამომწოვის მოწყობა ქვედა ბუნიკათან, ხოლო ცხელი მასალის შემთხვევაში — ზედა თავურასთან.

მ. კაშიშენკოს მიერ შემუშავებულია ელევატორის სადინარის ბუნიკის საფარის კონსტრუქცია (ნახ. XIV.1) ადგილობრივი ამომწოვით. ბუნიკი გვერდებიდან დაფარულია შემამკიდროველები საგდულებით 2, რომლებიც ქმნიან დამატებით გვერდით კამერებს, სადაც თავს იყრის მასალის დაყრისას გამოყოფილი მტერი. საფარი წინიდან, გვერდებიდან და უკნიდან შემკიდროვებულია რეზინის ფარებით. ასეთი კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა გავიყვანოთ მტერი ჰაერის მიწვალური რაოდენობის გაწოვით.

წინასწარ გამწვარი მასალის დამსხვრევისათვის გამოყენებული სამსხერევილას მუშაობისას დიდი რაოდენობით გამოიყოფა მტერი. ყბებიან სამსხერე-



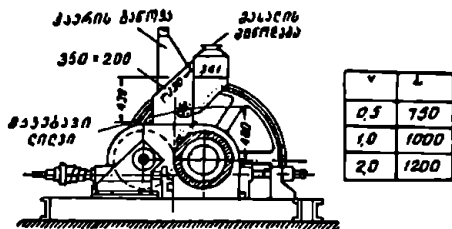


ნახ. XIV.2

ველაში მტერის ინტენსიური გამოყოფა ხდება მასალის სადინარიდან ხახაში ჩაყრის დროს. ამიტომ ყველაზე მიზანშეწონილია ამომწოვის მოწყობა გარსაცმიდან სამსხვრეველას ზემო ნაწილში. XIV.2 ნახ.ზე მოცემულია რეკომენდებული ჰაერის ხარკები გარსაცმის მოცულობის მიხედვით.

ვალცებიანი სამსხვრეველასაგან მტერის გაყვანა მიზანშეწონილია მკეებად ლილვიდან, მასალის გადმოყრის ადგილიდან. ამ დროს ხდება მასალის ჰაერით გაქრევა და გაუმტერებლობა (ნახ. XIV.3).

ნახაზე მოცემულ საორიენტაციო ხარკები გარსაცმის მოცულობის მიხედვით მიღებულია მოსკოვის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის გამოკვლევების საფუძველზე.



ნახ. XIV.3

წნევის კარგეები სამსხვრევეი დანადგარების ადგილობრივ ამომწოვებში მოცემულია VIII დანართში.

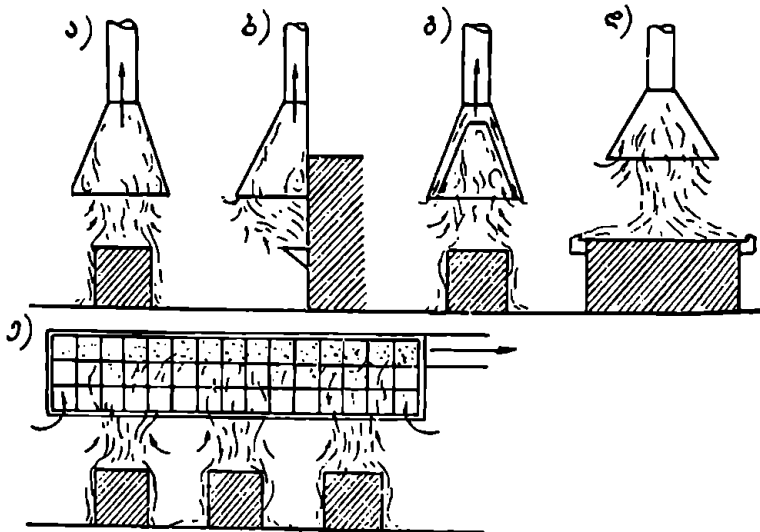
§ 59.

ამომწოვი ქოლგები

ამომწოვი ქოლგა თავისი სიმარტივის გამო ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში, მიუხედავად იმისა, რომ იგი, სხვა ადგილობრივ ამომწოვებთან შედარებით, გაცილებით ნაკლებად ეფექტურია. ქოლგის გამოყენების შემთხვევაში მავნეობის წყაროსა და ჰაერშიმღებს შორის გვაქვს თავისუფალი სივრცე.

რის გამოც სათავისი ჰაერი თავისუფლად მოედინება მვენეობის წყაროსთან და საგრძნობ გაელენას ახდენს მის მუშაობაზე. კერძოდ, თუ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე საკმაოდ მაღალია, მას შეუძლია გადახაროს ქოლგისავე მიმავალი მვენეობის ნაკადი და მიმართოს სათავსში.

XIV.4 ნახ.ზე მოცემულია პრაქტიკაში გამოყენებული ამომწოვი ქოლგების ნაირსახეობანი: ა — ჩვეულებრივი ინდივიდუალური ქოლგა; ბ — ქოლგა ღუ-



ნახ. XIV.4

მელის ჩასატვირთი ხვრელიდან მვენე აირების გასაყვანად; გ — აქტიური ქოლგა ღრეოთი პერიმეტრზე; დ — ქოლგა შემობერვით მაგიდის ორივე მხრიდან; ე — ჯგუფური ქოლგა შემინული ჩარჩოებით.

არსებობს აგრეთვე სხვა ტიპის ქოლგებიც.

ქოლგებს აწყობენ როგორც მექანიკური, ისე გრავიტაციული აწოვით. ორივე შემთხვევაში, ჰაერის ხარჯის შემცირებისა და ქოლგის ეფექტურობის ამაღლების მიზნით, ცდილობენ შეძლებისდაგვარად მიუახლოვონ ქოლგა მვენეობის წყაროს. ჩვეულებრივ ქოლგებს აწყობენ იატაკიდან 1,8—2,0 მ სიმაღლეზე.

ვინაიდან ქოლგების ამომწოვი სიბრტყე მუშა ზონაში მდებარეობს, იმ შემთხვევაში, როდესაც რაიმე მიზეზით ქოლგა ვერ ასწრებს მვენეობის გაყვანას, მვენე ნივთიერებები ხვდება უშუალოდ ადამიანის სუნთქვის არეში. ასეთ შემთხვევებში ქოლგის არსებობა გაუმჯობესების ნაცვლად აუარესებს სანიტარულ პირობებს, ვინაიდან უქოლგობის დროს მვენეობა მუშა ზონაში მოხვდება მხოლოდ ზემოთ ასვლისა და დიდი მოცულობის ჰაერში განზავების შემდეგ.

ქოლგების მუშაობის ეფექტურობის მიღწევა შეიძლება, თუ შეწოვის სიჩქარე საკმარისია მვენეობის შესაყვანად ქოლგის ქვეშ. ამასთან, ამ სიჩქარემ წინააღმდეგობა უნდა გაუწიოს ჰაერის ვანივ გადაადგილებას. საჭიროა, აგრეთვე, რომ ქოლგის შეწოვის მთელ სიბრტყეზე სიჩქარეები საკმაოდ თანა-

ბარი იყოს. ამიტომ ქოლგის ეფექტურობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მის კონსტრუქციულ გაფორმებაზე. წაგრძელებულ და დაბალ ქოლგებში თანაბარი შეწოვის სიჩქარეების მიღება შეუძლებელია, ვინაიდან, როგორც ტ. ფიალკოვსკაიას გამოკვლევებმა გვიჩვენა, თანაბარი შეწოვისათვის ქოლგის განშლის კუთხე ( $\alpha$ ) არ უნდა აღემატებოდეს  $60^\circ$ . ამიტომ, თუ აუცილებელია მოგვცოდ ამომწოვი ქოლგის მოწყობა, იყენებენ ქოლგების მიდგმის მეთოდს (ნახ. XIV.5).

როდესაც მავნეობას აქვს ამწევი ძალა (ჰაერზე მცირე მოცულობითი წონა), იქმნება ჰაელი, რომელიც გამოყოფის ადგილიდან ქოლგასთან მისვლამდე წარიტაცებს გარეშო ჰაერსაც. ქოლგის ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია გაწოვილი ჰაერის მოცულობა აღემატებოდეს ჰაელის მოცულობას, წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება მავნეობის გამოდინებას ქოლგის ქვემოლდან მუშა ზონაში.

სათაესში ჰაერის განივი გადაადგილების გაეღნის თავიდან აცილების მიზნით ქოლგების ბორტებზე ხშირად ჰკიდებენ ფარებს ერთი, ორი ან სამი მხრიდან.

ქოლგის შემწოვი კვეთი უნდა იყოს გეომეტრიულად მსგავსი მავნეობის წყაროს ჰორიზონტალური პროექციის კონტურისა. შემწოვი კვეთის გვერდის ზომა გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$B = b_0 + 0,8 h \text{ მ}, \quad (14.2)$$

სადაც  $B$  არის შემწოვი კვეთის გვერდის ან დიამეტრის ზომა, მ-ობით;

$b_0$  — მავნეობის წყაროს შესაბამისი გვერდის ან დიამეტრის ზომა, მ-ობით;

$h$  — მანძილი მავნეობის წყაროს ზედაპირიდან ქოლგის შემწოვ კვეთამდე, მ-ობით.

ქოლგის მოცულობის გაზრდის მიზნით შემწოვ კვეთს უნდა ჰქონდეს 100—300 მმ სიმაღლის ვერტიკალური ბორტები.

ქოლგიდან გასაწოვი ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$L = 3600 \cdot F \cdot v \text{ მ}^3/\text{სთ}, \quad (14.3)$$

სადაც  $F$  არის ქოლგის შემწოვი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$v$  — ქოლგის შემწოვ კვეთში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ობით და მიიღება შემდეგნაირად:

ა) არამომწამლავი მავნეობისათვის — 0,15 — 0,25 მ/წმ;

ბ) მომწამლავი მავნეობებისათვის:

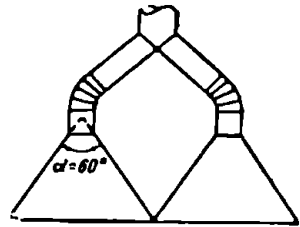
ოთხი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 1,05 — 1,25 მ/წმ;

სამი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 0,9 — 1,05 მ/წმ;

ორი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 0,75 — 0,9 მ/წმ;

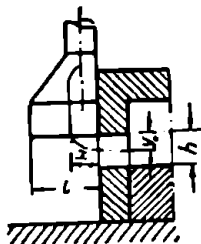
ერთი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 0,5 — 0,75 მ/წმ;

გ) საშრობი კამერების კარების ქოლგებისათვის, იქ, სადაც მოსალოდნელია აცრების გამოყოფა, — 1,0 მ/წმ.



ნახ. XIV.5

ლუმენების ჩასატვირთი ხერხებიდან, საგრძნობი შიგა კარბი წნევის გამო (რომლის დაცვა აუცილებელია, რათა ლუმენში არ შეიქრას ცივი ჰაერი), ადგილი აქვს დიდი რაოდენობით წვის პროდუქტების (აირების) გამოყოფას, რომელთა ატმოსფეროში გაყვანის მიზნით ჩასატვირთი ხერხის თავზე აწყობენ ქოლგებს წინაფრების სახით (ნახ. XIV.6). ქოლგა-წინაფრის გაანგარიშების დროს მხედველობაში მიიღება ჩასატვირთი ხერხიდან გამომავალი აირების ქაევის სტრუქტურა. გაანგარიშების მიზანია ქოლგის შემწოვი კვეთის ზომებისა და გაწოვილი აირის ნარევის მოცულობის გამოთვლა.



ნახ. XIV.6

ჩასატვირთი ხერხიდან აირების გამოსვლის საშუალო სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$v_{სა} = \mu \sqrt{\frac{2g \Delta P}{\gamma_c}} \text{ მ/წმ}, \quad (14.4)$$

სადაც  $\mu$  არის ხარჯის კოეფიციენტი და ჩვეულებრივ მიიღება 0,65;

$\Delta P$  — ხერხის კვეთში არსებული საშუალო კარბი წნევა, კგ/მ<sup>2</sup>-ობით;

$\gamma_c$  — ხერხიდან გამომავალი აირების მოცულობითი წონა ლუმენის  $l$  ტემპერატურის დროს, კგ/მ<sup>3</sup>-ობით.

ხერხში საშუალო წნევის განსაზღვრისათვის წინასწარ უნდა დავეშვათ, რომ ლუმენის ქვედა არსებული  $P_0$  წნევა უდრის სათავისის ჰაერის წნევას (თუ ტექნოლოგიების მიერ ლუმენის შიგა კარბი წნევა წინასწარ მოცემული არ არის). ხერხის ზედა ნაწიბურთან წნევა იქნება

$$P_1 = P_0 + h (\gamma_{სათ} - \gamma_c) \text{ კგ/მ}^2, \quad (14.5)$$

სადაც  $h$  არის ჩასატვირთი ხერხის სიმაღლე, მ-ობით;

$\gamma_{სათ}$  — სათავისის ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ<sup>3</sup>-ობით;

წნევის საშუალო სიდიდე იქნება

$$\Delta P = \frac{P_1 + P_0}{2} \text{ კგ/მ}^2. \quad (14.6)$$

დაენიშნოთ ქოლგის შემწოვი კვეთის მდებარეობა. ჩვეულებრივ, ქოლგას ჰკიდებენ ჩასატვირთი ხერხის ზედა ნაწიბურის დონეზე.

ლუმენიდან გამოსული აირის ქაელი ხასიათდება არქიმედეს პირობითი კრიტერიუმის საშუალებით, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$Ar = \frac{g d_{კვ}}{v_{სა}^2} \cdot \frac{T_c - T_{სათ}}{T_{სათ}}, \quad (14.7)$$

სადაც  $T_c$  არის ლუმენის აირების აბსოლუტური ტემპერატურა;

$T_{სათ}$  — სათავისის ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურა;

$d_{კვ}$  — ჩასატვირთი ხერხის ეკვივალენტური დიამეტრი და გამოითვლება ფორმულით

$$d_{კვ} = \sqrt{\frac{4 b h}{\pi}}, \quad (14.8)$$

სადაც  $b$  ჩასატვირთი ხერხის სიგანეა, მ-ობით,

$X$  მანძილი, რომელიც გეიჟენებს გამრუდებული ქაელის მიერ ქოლგის შემწვოვი კვეთის სიბრტყის ვადაკვეთის ადგილს, გამოითვლება ფორმულით

$$X = d_{\text{კა}} \sqrt[11]{\frac{\left(\frac{y}{d_{\text{კა}}}\right)^4}{0,18 Ar^4 a^2 \left(\frac{T_c}{T_{\text{სათ}}}\right)^4}} \quad \text{მ}, \quad (14.9)$$

სადაც  $y$  არის ხერელიდან გამოშვავალი ქაელის ლერძიდან ქოლგის შემწვოვი კვეთის ამალღება, მ-ობით;

$a$  — ქაელის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი და, ზეუღლებრივ, მიიღება 0,1.

ქოლგის ზერი  $l$  გამოითვლება ფორმულით

$$l = x + \frac{dx}{2}, \quad (14.10)$$

სადაც  $dx$  ქაელის სიგანეა ჩასატვირთი ხერელიდან  $X$  მანძილზე, მ-ობით.

$dx$  სიდიდე გამოითვლება შემდეგი ემპირიული ფორმულიდან:

ა) თუ ქაელი გამოედინება მრგვალი ან კვადრატთან მიხლოებული ხერელიდან  $\left(0,5 < \frac{h}{b} < 2\right)$ ,

$$\frac{dx}{d_{\text{კა}}} = 6,8 \frac{ax}{d_{\text{კა}}} + 1; \quad (14.11)$$

ბ) თუ ქაელი გამოედინება წაკრძელებული ხერელიდან  $\left|\frac{h}{b} < 0,5\right|$ ,

$$\frac{dx}{h} = 4,8 \frac{ax}{h} + 1. \quad (14.12)$$

ხერელიდან გამოსული აირების მოცულობა იქნება

$$L_c = v_{\text{სათ}} h \cdot b \cdot \frac{\pi}{4} \quad (14.13)$$

ქოლგის საშუალებით გაყვანილი ნარევის მოცულობა შედგება ლუმელიდან გამოსული აირებისა  $L_c$  და სათავისის ჰაერის  $L_a$  ნარევისაგან და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$L_x = L_c + L_a = L_c + \left[1,52 \frac{ax}{d_{\text{კა}}} + 5,28 \left(\frac{ax}{d_{\text{კა}}}\right)^2\right] \sqrt{\frac{T_{\text{სათ}}}{T_c}} L_c \quad \text{მ}^3/\text{წმ}. \quad (14.14)$$

ლუმელიდან გაყვანილი აირების წონითი რაოდენობა

$$G_c = L_c \gamma_c \quad \text{კგ/წმ}; \quad (14.15)$$

სათავისიდან გაყვანილი ჰაერის წონითი რაოდენობა

$$G_a = (L_x - L_c) \gamma_a \quad \text{კგ/წმ}. \quad (14.16)$$

მაგალითი. გავიანგარიშოთ თერბული ლუმელის ჩასატვირთი ხერელის ქოლგა-წინაფრა შემდეგი მონაცემების საფუძველზე: ჩასატვირთი ხერელის ზომებია —  $h = 0,4$  მ;  $b = 0,6$  მ. ტემპერატურა ლუმელში  $t_c = 900^\circ\text{C}$  ( $\gamma_c = 0,301$  კგ/მ<sup>3</sup>), საამქროში  $t_{\text{სათ}} = 20^\circ\text{C}$  ( $\gamma_{\text{სათ}} = 1,2$  კგ/მ<sup>3</sup>); ჰარბი წნევა ხერელის კვიღთან  $P_0 = 0,1$  კგ/მ<sup>2</sup>.

ამოხსნა. შიგა კარბი წნევა ხერელის ზედა ნაწიბურთან

$$P_1 = 0,1 + 0,4(1,2 - 0,301) = 0,46 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის საშუალო სიდიდე

$$\Delta p = \frac{0,1 + 0,46}{2} = 0,28 \text{ კგ/მ}^2;$$

აირების გამოდინების საშუალო სიჩქარე

$$v_{\text{სა}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,28}{0,301}} = 4,25 \text{ მ/წმ.}$$

არქიმედეს პირობითი კრიტერიუმში

$$Ar = 9,81 \cdot \frac{\sqrt{\frac{4 \cdot 0,4 \cdot 0,6}{3,14}}}{4,25^3} \cdot \frac{1173 - 293}{293} = 9,81 \cdot \frac{0,55}{18,0} \cdot \frac{880}{293} = 0,90.$$

გამოვითვალთ  $X$  მანძილი

$$X = 0,55 \sqrt{\frac{11 \cdot \frac{(0,2)^4}{(0,55)^4}}{0,18 \cdot 0,9^4 \cdot 0,1^3 \left(\frac{1173}{293}\right)^2}} = 0,60 \text{ მ.}$$

ქვლის სიგანე  $X$  მანძილზე

$$d_x = 6,8 \cdot 0,1 \cdot 0,6 + 0,55 = 0,96 \text{ მ.}$$

გამოვითვალთ ქოლგის შვერი

$$l = 0,6 + \frac{0,96}{2} = 1,08 \text{ მ.}$$

ლუმელიდან გამომავალი აირების მოცულობა

$$L_L = 4,25 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 1,02 \text{ მ}^3/\text{წმ.}$$

გასაწოვი ჰაერის მოცულობა

$$L_x = 1,02 + \left[ 1,52 \cdot \frac{0,1 \cdot 0,6}{0,55} + 5,28 \left( \frac{0,1 \cdot 0,6}{0,55} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{293}{1173}} \cdot 1,02 = 1,14 \text{ მ}^3/\text{წმ.}$$

აქედან შეგვიძლია გამოვითვალთ სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის მოცულობა

$$L_{\text{სთ}} = 1,14 - 1,02 = 0,12 \text{ მ}^3/\text{წმ.}$$

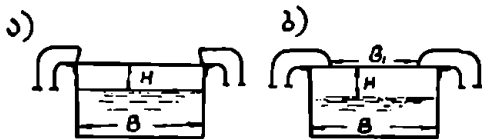
დაეუშვათ, რომ ქოლგის სიგანე

$$B = b + 2 \cdot 0,2 = 0,6 + 2 \cdot 0,2 = 1,0 \text{ მ.}$$

ქოლგაში ჰაერის შედინების სიჩქარე შეგვიძლია გამოვითვალთ გამოსახელებიდან

$$v_j = \frac{L_x}{B \cdot l} = \frac{1,14}{1,0 \cdot 1,08} = 1,05 \text{ მ/წმ.}$$

თუ გალენური აბაზანებიდან გამოყოფილი აირების გასაყვანად გარსაცმის მოწყობა ტექნოლოგიური მოთხოვნებით შეუძლებელია, მაშინ გამოიყენება ბორტული ამომწოვი. ბორტული ამომწოვი შეიძლება იყოს მარტივი ან გადაყირაყებული. მარტივ ბორტულ ამომწოვეში შემწოვი ღრეჩოს სიბრტყე ვერტიკალურია (ნახ. XIV.7, ა), ხოლო გადაყირაყებულში — პორიზონტალური და შიშართულია აბაზანის სარკისაყენ (ნახ. XIV.7, ბ).

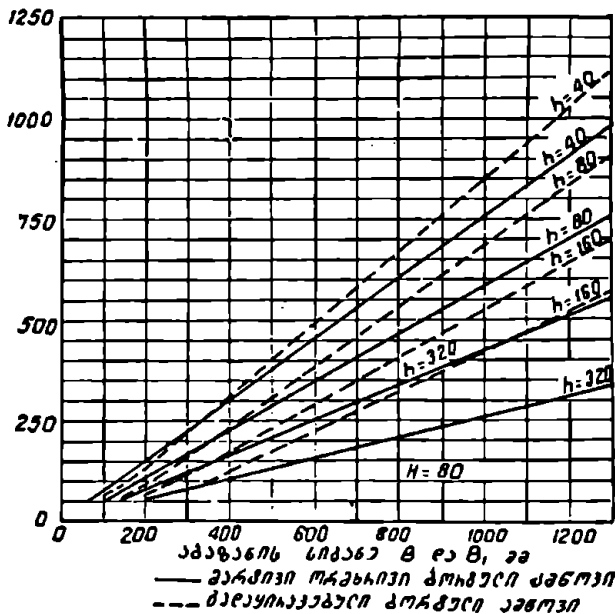


ა) აოჟუიციანბი  $K_n$

ბ) აოჟუიციანბი  $K_n$

B/H	80	120	160	200	H	80	120	160	200
500	1.0	1.4	1.9	2.7	$K_n$	1.0	0.9	0.8	0.7
750	1.0	1.2	1.5	2.0					
1000	1.0	1.15	1.4	1.7					
1250	1.0	1.1	1.25	1.5					

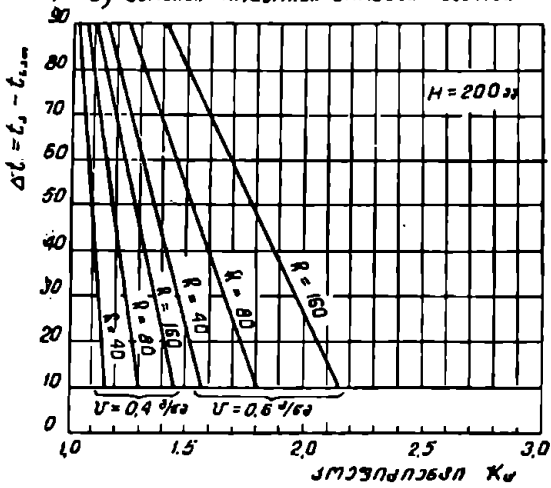
$\alpha = \frac{L_0}{\sqrt{\Delta t}}$  ბ) ორბანიტი ბორტული აბმწოვაბის საანბარიმო ბრეჟიოი



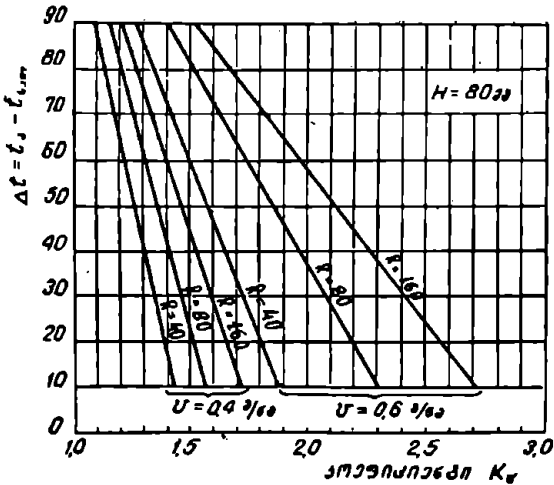
ნახ. XIV.7

ბ) ანაბრუნო მარბინო მარბინო ანაბრუნო  $K_u$

ბ) ანაბრუნო მარბინო მარბინო ანაბრუნო



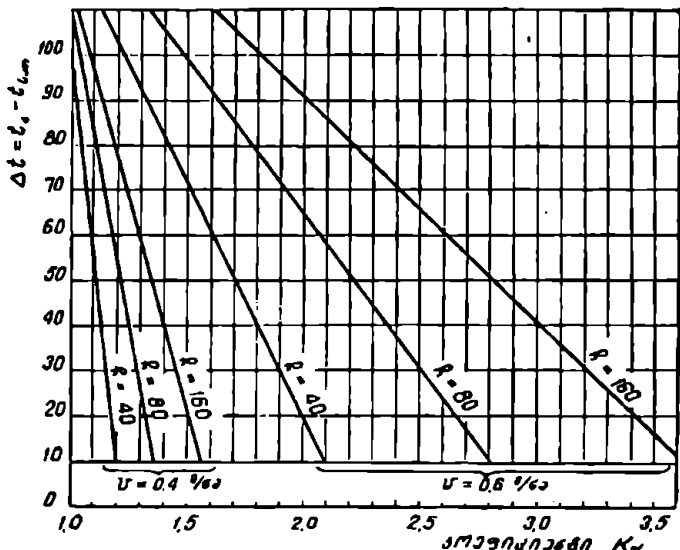
ბ) ანაბრუნო მარბინო მარბინო ანაბრუნო



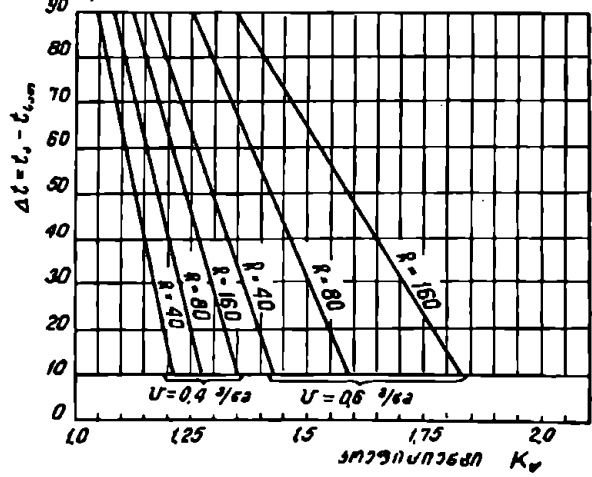
ნახ. XIV.8, ა და ბ



3) תוצאות חישובים של  $\Delta t = t_d - t_{l, \text{min}}$  עבור  $K_w$  שונים



4) תוצאות חישובים של  $\Delta t = t_d - t_{l, \text{min}}$  עבור  $K_w$  שונים



טבל. XIV.8, א ו ב

ბორტული ამომწოვი შეიძლება იყოს აგრეთვე ორმხრივი ან ერთმხრივი, ორმხრივი ამომწოვი გასაწოვი ჰაერის რაოდენობის მხრივ უფრო ეკონომიურია, ვიდრე ერთმხრივი. ამიტომ ეს უკანასკნელი გამოიყენება მხოლოდ მცირე სივანის აბაზანებში. თავის მხრივ გადაყირაებული ბორტული ამომწოვი მარტივ ამომწოვზე ეკონომიურია. მაგრამ მისი ნაკლია აბაზანის ზედაპირის შევიწროება, რაც რამდენადმე ზღუდავს მის გამოყენებას.

ბორტული ამომწოვის გაანგარიშებას აწარმოებენ მ. ბარანოვის მიერ დამუშავებული მეთოდით. ბორტული ამომწოვით გაყვანილი ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$L = \alpha \sqrt{l_a - l_{a0}} K_H \cdot K_r \cdot l^2, \quad (14.17)$$

სადაც  $\alpha$  არის ჰაერის ხვედრითი ხარჯი, აღებული ტემპერატურული სხვაობის  $l_a - l_{a0}$  კუბური ფეხვის მიმართ და გამოითვლება გრაფიკებიდან (ნახ. XIV.7 და XIV.9);

$K_H$  — შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბორტული ამომწოვის ქვედა ნაწიბურის ამალღებას ( $H$ ) აბაზანაში სითხის ზედაპირიდან და აიღება XIV.7 ნახ-ზე მოცემული ცხრილიდან;

$K_r$  — შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სათავსში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს და განისაზღვრება გრაფიკულად (ნახ. XIV.8);

$l$  — აბაზანის სიგრძე, მ-ობით.

$\alpha$  ხვედრითი ხარჯი სხვა ერთნაირ პირობებში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მვენობის სპექტრის ( $l_a$ ) სიმაღლეზე, რომელიც წარმოადგენს აბაზანის ბორტის ზემოთ არსებული გაბინძურებული ჰაერის ფენის სისქეს.  $l_a$  სიდიდე დამოკიდებულია მვენობის ტოქსიკურობაზე და გამოყოფის ინტენსიურობაზე, რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია აბაზანის ტემპერატურაზე. მვენობის სპექტრის სიმაღლის მნიშვნელობები მოცემულია XIV.1 ცხრილში.

ხშირ შემთხვევაში აბაზანებში ტექნოლოგიური პროცესები მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურაზე. ამ დროს მვენობის გამოყოფა არ წყდება. ამიტომ, როგორც (14.17) ფორმულით, ისე გრაფიკებით სარგებლობის დროს ტემპერატურული სხვაობის სიდიდე უნდა მივიღოთ  $10^\circ\text{C}$ -ის ტოლი, როდესაც მისი რეალური მნიშვნელობა ამ სიდიდეზე ნაკლებია.

ბორტული ამომწოვის ქვედა ნაწიბურის ( $H$ ) ამალღება სითხის სარკიდან ჩვეულებრივ მიიღება  $H = 80$  მმ. იმ აბაზანებში, რომლებშიც წარმოებს ქრომირება, ციანური დაფარვა და სხვ.,  $H$  სიდიდე მიიღება 200 მმ.

$K_r$  კოეფიციენტის განსაზღვრის დროს წინასწარ უნდა დავეუშვათ სათავსში ჰაერის გადაადგილების  $v$  სიჩქარე, რომლის გაზრდა იწვევს გასაწოვი ჰაერის რაოდენობის საგრძნობ ზრდას. სათავსებში, სადაც საერთო ვენტოლაციის ჰაერი თანაბრად ნაწილდება და მიმწოდებელი ქაელები უშუალოდ აბაზანებს არ ხვდება, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მიიღება  $v = 0,4$  მ/წმ. იმ სათავსებში, სადაც ტექნოლოგიური დანადგარები მპიღროდაა განლაგებული, გვაქვს დიდი ჰაერცვლა, ან ჰაერის მიწოდება წარმოებს შეყურსულად, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მიიღება  $v = 0,6$  მ/წმ.

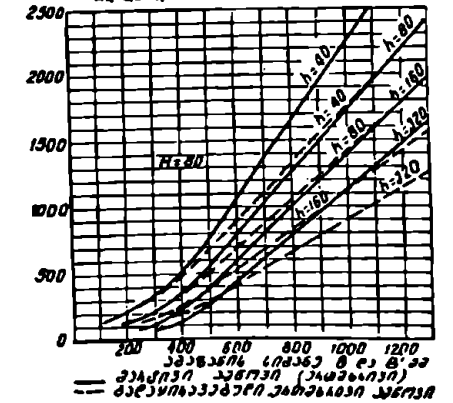
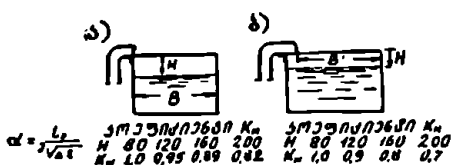
აბაზანის დანიშნულება	დასამუშავებელი მასალა	t, °C	გამოყოფილი მავნეობა	საქეტრის სიმაღლე h მმ
გამქრქალუბა	ალუბინი	18-20	ტუტის ნისლი	140
მითითიება	შავი ლითონები	14-20	ცინკალბადი	160
გაუცხობივბება	ლითონები	60-90	ტუტის ნისლი	160
ოქსიდირება (ვანგუა)	თითბერი	14-25	ამონიაკი	160
ფოსფორიება	შავი ლითონები	95-100	ფოსფორმავა	160
გალვანური ამოქმა	ფოლადი	15-80	მარილმავა	80
დეჰაბირება	სპილენძი	15-20	ციანწყალადი	80
	ფოლადი	15-20	გოგირდმავა	80
მოსპილენძება	ფოლადი	15-25	ციანწყალადი	80
მოვადილუბება	შავი ლითონები	15-20	ციანწყალადი	80
მითითბრება	შავი ლითონები	80-10	ციანწყალადი	80
მოჯერცხლვა	ფერადი ლითონები	15-20	ციანწყალადი	80
მოოქვრა	ფერადი ლითონები	15-20	ციანწყალადი	80
მოკალვა	სპილენძი	60-70	ტუტის ნისლი	80
მოკინვა	ფოლადი	100	გოგირდმავა	80
გაპირალუბა	სპილენძი	100	ფოსფორმავა	80
საფარის მოხსნა	სხვალასხვა ლითონი	12-20	ქრომის ანჰიდრიდი	80
გალვანური ამოქმა	სპილენძი	15-20	აზოტის ვანგი	40
გალვანური ამოქმა	სპილენძი	15-20	ფტორწყალადი	40
მოტყუება	შავი ლითონები	15-20	ფტორწყალადი	40
ქრომირება	სხვალასხვა ლითონი	45-60	ქრომის ანჰიდრიდი	40
ოქსიდირება	შავი ლითონები	180-155	ტუტის ნისლი	40
გალიფერება	ფერადი ლითონები	15-20	აზოტის ვანგი	40

ბორტული ამომწოვების შემწოვი ღრეჩოს, სიგანე აიღება იმ ვარაუდით რომ ღრეჩოში ჰაერის შესვლის სიჩქარე იყოს  $v = 5-10$  მ/წმ.

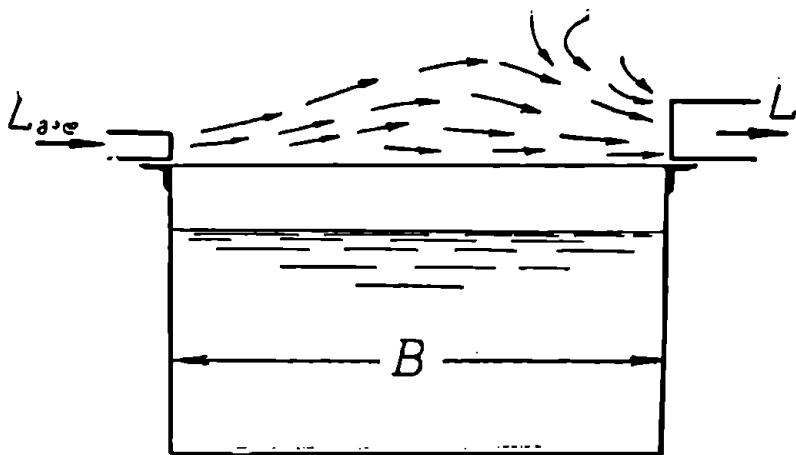
განიერი აბაზანებიდან (სიგანე აღემატება 2 მ) მავნეობის გასაყვანად გამოიყენება ბორტული ამომწოვი გადაბერებით (ნახ. XIV.10). ამ დროს აბაზანის ერთი მხრიდან ხდება ჰაერის მიწოდება, ხოლო მეორე მხრიდან — გაწოვა. ჰაერის მიწოდება-გაყვანის ასეთი ორგანიზაცია ეფექტურს ხდის ბორტულ ამომწოვს და საგარძნობლიად ამცირებს გასაწოვი ჰაერის რაოდენობას, ვინაიდან მიწოდებულ ჰაერი მავნეობის კავლს გამწოვისაკენ მიმართავს.

გადაბერებისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$L_{გაღ} = 300 \cdot K B^3 \cdot I \cdot \frac{1}{\rho^2} / \text{მ}^3 / \text{სთ}, \quad (14.18)$$



ნახ. XIV.9



ნახ. XIV.10

სადაც  $B$  არის აბაზანის სიგანე, მ-ობით;

$l$  — აბაზანის სიგრძე, მ-ობით;

$K$  — შემასწორებელი კოეფიციენტი და შიიღება აბაზანაში სითხის ტემპერატურის მიხედვით (იხ. ცხრ. XIV.2).

ცხრილი XIV.2

სითხის ტემპერატურა აბაზანაში გრ-ობით	85—70	60	40	20
კოეფიციენტი $K$	1,0	0,85	0,75	0,5

გადაბერვის ხერგლის სიმაღლე აიღება იმ ვარაუდით, რომ ხერგლიდან ჰაერის გამოსინების სიჩქარე იყოს  $v_{გაღ} = 6,67 KB$  მ/წმ, მაგრამ არა უმეტეს 10—12 მ/წმ.

ბორტული ამოწმულით გაყვანილი ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$L = 6 \cdot L_{გაღ} \text{ მ}^3/\text{სთ}. \quad (14.19)$$

მაგალითი. გავიანგარიშოთ ბორტული ამოწმული ქრომირების აბაზანიდან, შემდეგი მონაცემების მიხედვით: აბაზანის ზომებია —  $B = 1,0$  მ;  $l = 1,2$  მ;  $t_a = 60^\circ\text{C}$ ;  $t_{სთ} = 20^\circ\text{C}$ ; სათავეში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე  $v = 0,4$  მ/წმ; მანძილი ბორტული ამოწმულის ქვედა ნაწიბურიდან სითხის ზედაპირამდე  $H = 80$  მმ.

აშოხსნა. შეიღოთ ორმხრივი მარტივი ბორტული ამოწმული. XIV.1 ცხრილიდან ვპოულობთ ზაენეობის სპექტრის სიმაღლეს  $H = 40$  მმ.

ესაზღვრავთ ტემპერატურულ სხვაობას

$$\Delta t = t_a - t_{სთ} = 60 - 20 = 40^\circ\text{C}.$$

გრაფიკიდან (ნახ. XIV.7) ვპოულობთ  $\alpha = 750$  და  $K_R = 1,0$ . შემასწორებელ კოეფიციენტს  $K_s$ -ს ვპოულობთ გრაფიკიდან (ნახ. XIV.8)  $K_s = 1,3$ .

გასაწოვი ჰაერის რაოდენობას ეანგარიშობთ 14.17 ფორმულით

$$L = 750\sqrt{60-20} \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 4000 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

ერთი ბორტიდან გასაწოვი ჰაერის რაოდენობა

$$L' = \frac{4000}{2} = 2000 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

მივიღოთ ამოწოვის ღრეჩოში შესვლის სიჩქარე

$$v_{\text{სა}} = 6 \text{ მ/წმ.}$$

ღრეჩოს სიმაღლე შეგვიძლია გამოეთვალათ ფორმულით

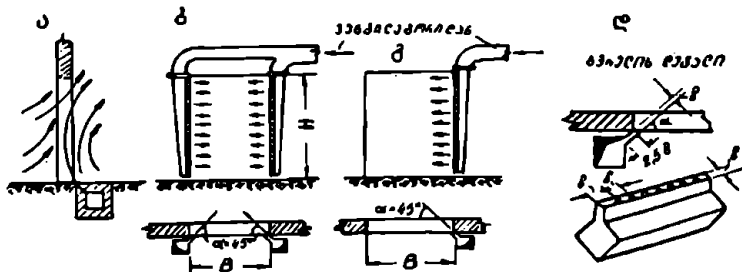
$$h_{\text{სა}} = \frac{L'}{3600 \cdot l \cdot v_{\text{სა}}} = \frac{2000}{3600 \cdot 1,2 \cdot 6} = 0,077 \text{ მ.}$$

## § 61.

## ქაერის შარდები

სამრეწველო შენობებს, ჩვეულებრივ, აქვს კიშკარი ტრანსპორტის შესასვლელად. ეს კიშკარი მეტნაწილად ღიაა, საიდანაც საამქროში იჭრება ცივი ჰაერი. მსგავს მოვლენას ადგილი აქვს ზოგიერთ საზოგადოებრივ შენობაში, სადაც ადამიანების ნაკადური მოძრაობაა (მაგალითად, დიდი მაღაზიები, მეტროპოლიტენის სადგურები და სხვ.). ღია კარებიდან შემოჭრილი ცივი ჰაერი ზამთრის პერიოდში იწვევს სათავსში ტემპერატურის დაწევას და გამკვლავ ბერვას, რაც, თავის მხრივ, შეიძლება გახდეს მომუშავეთა დაავადების მიზეზი. სათავსში ცივი ჰაერის შემოჭრის საწინააღმდეგოდ იყენებენ ჰაერისა და თბურ ჰაერის ფარდებს, რომელთა მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: სათავსის ზედა ზონიდან ჰაერს გამოტყორცნიან კარის სიბრტყის მიმართ გარკვეული კუთხით. ამგვარად შექმნილია ჰაერის ქველი ხელს უშლის ცივი ჰაერის შესვლას სათავსში.

ჰაერგამოსაშვები ხერელების კონსტრუქცია მოცემულია XIV.11, დ ნახაზე. თუ ხერელში მისაწოდებელი ჰაერი წინასწარ თბება, მაშინ ფარდას



ნახ. XIV.11

ეწოდება თბური ჰაერის ფარდა, ხოლო თუ შეთბობა არ ხდება — ჰაერის ფარდა. კარის პერიმეტრის მიმართ განლაგების მიხედვით ჰაერის ფარდა შეიძლება იყოს ქვედა (XIV.11, ა), გვერდითი - ორმხრივი (XIV.11, ბ) და

გვერდითი-ცალმხრივი (XIV.11, გ). დახარჯული ჰაერის მიხედვით და ეკონომიურობის თეალსაზრისით ყველაზე ეფექტურია ქვედა ჰაერის ფარდები, მაგრამ მათი ექსპლოატაცია ვართულებულია ხშირი დანაგვიანების გამო.

ჰაერის განაწილება ხდება ფურცლოვანი რკინისაგან დამზადებული მუდმივი სიგანისა და ცვალებადი სიძალის ჰაერსანაწილებლის საშუალებით. ქვედა ფარდების კედლები ჩვეულებრივ კეთდება აგურით ან ბეტონით. ხერულიდან ჰაერის გამოშვების კუთხედ ( $\alpha$ ) ქარისაგან დაცული კარის შემთხვევაში მითლება  $45^\circ$ , ხოლო ქარისაგან დაუცველი კარისათვის —  $30^\circ$ .

ფარდის საშუალებით მოდინებული ჰაერის რაოდენობა აღვნიშნოთ  $G_{\text{ფ}}$ , ხოლო სათავესში შემოჭრილი ჰაერის რაოდენობა —  $G_{\text{კ}}$ , მაშინ ფარდის მუშაობის დროს ღია კარიდან შემოსული ჰაერის საერთო რაოდენობა  $G_{\text{სოლ}}$

$$G_{\text{სოლ}} = G_{\text{ფ}} + G_{\text{კ}}. \quad (14.20)$$

ჰაერის ფარდის ძირითადი მახასიათებელია ფარდით მოდინებული ჰაერის ხარჯის ფარდობა კარში გამავალი ჰაერის საერთო რაოდენობასთან

$$q = \frac{G_{\text{ფ}}}{G_{\text{სოლ}}}. \quad (14.21)$$

$q$ -ს რაციონალური მნიშვნელობაა  $0,6-1$ .

ჰაერის ფარდის გაანგარიშება მდგომარეობს ჰაერის ხარჯის განსაზღვრაში, რომლის მიხედვითაც ხდება ჰაერსადენების გაანგარიშება და ვენტლატორის შერჩევა. თბური ჰაერის ფარდების შემთხვევაში დამატებით საკიროა სითბოს ხარჯის განსაზღვრა და კალორიფერის შერჩევა.

ჰაერის ხარჯის გაანგარიშება ხდება აერაციის ცნობილი მეთოდებით (შიგა კარბი წნევის განსაზღვრის გზით). თუ შენობაში აერაცია არა გვაქვს და საერთო ვენტრილიცა ხორციელდება მექანიკური წესით, მაშინ საკიროა განისაზღვროს ნეიტრალური ზონის მდებარეობა იატაკის დონიდან ( $h_{\text{ს}}$ ), რომელზედაც გაეღენას ახდენს ბუნებრივი ჰაერცვლა, გამოწვეული თანჯრების და კარების არასიმპიქროვით. თუ საამქროში განათებას სარკმელი არ არის, შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ მთელი ჰაერცვლა ხდება კიშკრიდან. ამ შემთხვევაში ნეიტრალური ზონა გაივლის კიშკრის სიბრტყეში, ე. ი. მისი ქვედა ნაწილი იმუშავენს ჰაერის მოდინებაზე, ხოლო ზედა ნაწილი — გაყვანაზე.  $h_{\text{ს}}$  სიდიდე შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$h_{\text{ს}} = \frac{H}{1 + (1-q)^{2/3} \left(\frac{\mu}{0,6}\right)^{1/3} \left(\frac{\gamma_{\text{ბ}}}{\gamma_{\text{ა}}}\right)^{1/3}} \text{ მ}, \quad (14.22)$$

სადაც  $H$  არის კიშკრის სიმაღლე, მ.ობით;

$\mu$  — კიშკრის ქვედა ნაწილის ხარჯის კოეფიციენტი და აიღება ცხრილიდან (XIV.3);

$\gamma_{\text{ბ}}$  და  $\gamma_{\text{ა}}$  — გარე და შიგა ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ<sup>3</sup>-ობით;

$0,6$  — კიშკრის ზედა ნაწილის ხარჯის კოეფიციენტი;

$q$  სიდიდე დაიშვება წინასწარ.

თუ ცნობილია  $h_{\text{ს}}$  სიდიდე, მაშინ კიშკარში გამავალი ჰაერის საერთო რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$G_{\text{სოლ}} = \frac{2}{3} B \mu h_{\text{ს}} \sqrt{2g h_{\text{ს}} (\gamma_{\text{ბ}} - \gamma_{\text{ა}})} \gamma_{\text{ბ}} \text{ კგ/წმ}, \quad (14.23)$$

სადაც  $B$  კიშკრის სიგანეა, მ.ობით.

q	ცდნბრივი ფარდა				ორმბრივი ფარდა			
	$\frac{F_{ხერელს}^*}{F_{ვიპერის}} = \frac{b^*}{H}$				$\frac{F_{ხერელს}}{F_{ვიპერის}} = \frac{2b}{B}$			
	1/40	1/30	1/20	1/15	1/40	1/30	1/20	1/15
0.7	0,22	0,25	0,629	0,32	0,25	0,28	0,32	0,18
0.8	0,2	0,22	0,26	0,3	0,22	0,26	0,3	0,14
0.9	0,18	0,2	0,24	0,27	0,21	0,24	0,29	0,12
1.0	0,17	0,19	0,22	0,25	0,2	0,23	0,27	0,3

\*  $F_{ხერელს}$  და  $b$  — შესაბამისად ხერელის ფართობი და სიგანეა.

პაერის ფარდის ხარჯის გამოთვლა შეიძლება გამოსახულებით

$$G_0 = q G_{00} \quad (14.24)$$

თუ საამქროს აქვს შუქის სარკმელი, მაშინ იგულისხმება, რომ პაერის გასვლა ხდება სარკმლის საგდულებების არასიმპქიდროფეებიდან, ხოლო კიშქარი მუშაობს პაერის შორინებაზე. ამ შემთხვევაში ნეიტრალური ზონის ამაღლება იატაკიდან გამოითვლება ფორმულით

$$h_5 = \frac{h}{\left[ \frac{F_{\text{შ}}}{F_{\text{სარ}}} (1-q) + \frac{F'_{\text{ფანა}}}{F'_{\text{სარ}}} \right] \frac{\gamma_5}{\gamma_2} + 1} \quad \text{მ}, \quad (14.25)$$

სადაც  $h$  არის მანძილი კიშქარის შუიდან სარკმლის შუამდე, მ-ობით;

$F_{\text{შ}}$  — კიშქარის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$F'_{\text{სარ}}$  — სარკმლის არასიმპქიდროფეების საერთო ცოცხალი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით;

$F'_{\text{ფანა}}$  — ფანჯარების და კარების არასიმპქიდროფეების საერთო ცოცხალი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>-ობით.

ერთი გრძივი მეტრი არასიმპქიდროფეების ცოცხალი კვეთის ფართობი სხვადასხვა ტიპის საგდულისათვის ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში მოცემულია მ<sup>2</sup>-ობით.

ხის ალათები				ლითონის ალათები				შეკვეთის ტიპი
ცალშაგი		ორშაგი		ცალშაგი		ორშაგი		
ფანჯარა	სარკმელი	ფანჯარა	სარკმელი	ფანჯარა	სარკმელი	ფანჯარა	სარკმელი	
0,003	0,005	0,002	0,003	0,002	0,004	0,0014	0,0023	0,01

პაერის ხარჯი კიშქარისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$G_{00} = F_{\text{შ}} \mu \sqrt{2gh_5 (\gamma_5 - \gamma_2)} \gamma_5 \quad \text{კვ/წმ}. \quad (14.26)$$

თბური პაერის ფარდის გაანგარიშებისათვის საჭიროა ფარდისათვის მიწოდებული პაერის ტემპერატურის ( $t_p$ ) გამოთვლა, რომელიც დამოკიდებულია

ლია ფარდის ქველის იექციური მოქმედების შედეგად მიღებული ჰაერის ნარევის ტემპერატურაზე ( $t_{\text{ნარ}}$ ).

ჰაერის ქველების თეორიულად გამომდინარე, შეგვიძლია დავწეროთ

$$t_{\text{ფ}} = t_{\text{ნარ}} \beta - \frac{t_2 + t_3}{2}. \quad (14.27)$$

$\beta$  კოეფიციენტი ბრტყელი ქველებისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$\beta = 1,69 \sqrt{\frac{aS}{b} + 0,2}, \quad (14.28)$$

სადაც  $a$  არის ხერელიდან გამოშვებული ქველის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი;

$b$  — ხერელის სიგანე, მ-ობით;

$S$  — ფარდის გამრუდებული ქველის სიგრძე მ-ობით, რომელიც ქვედა ფარდისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$S = \frac{0,01745 H a}{\sin \alpha} \text{ მ}, \quad (14.29)$$

ხოლო ორმხრივი გვერდითი ფარდისათვის

$$S = \frac{0,00873 B \cdot a}{\sin \alpha} \text{ მ}. \quad (14.30)$$

ნარევის ტემპერატურა ( $t_{\text{ნარ}}$ ) დამოკიდებულია ჰაერის ფარდის ექსპლუატაციის პირობებზე. თუ ტექნოლოგიური ან სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნებით სათავესში ტემპერატურის დაწვევა დაუშვებელია, მაშინ  $t_{\text{ნარ}} = t_3$  ასეთ შემთხვევებში, როგორც წესი, საჭიროა ჰაერის შეთბობა.

ქიშკრის მცირე ღრობით (არა უმეტეს 10 წუთისა) გაღების შემთხვევაში და, ამასთანავე, თუ სამუშაო ადგილები ჰაერის უშუალო შეხებისაგან დაცულია ტიხრებით, დასაშვებია ჰაერის ტემპერატურის დაწვევა  $14 - 8^{\circ}$  მდე, ხოლო თუ საწარმო არ ხასიათდება მუდმივი სამუშაო ადგილებით —  $5^{\circ}$  მდე.

მაგალითი. საამქროს აქვს ორმაგი ლითონის ალათებიანი შუქის სარკმელი არასიმპლეროეების საერთო სიგრძით 800 მ. ფანჯრები ორმაგი ხისალათებიანია. არასიმპლეროეათა საერთო სიგრძით 650 მ, ხოლო კარებების არასიმპლეროეათა სიგრძეა 80 მ. მანძილი ქიშკრის ცენტრიდან სარკმლის ცენტრამდე შეადგენს 5,5 მ. გარე ჰაერის ტემპერატურა  $t_2 = -20^{\circ}\text{C}$ , საამქროს საშუალო ტემპერატურა  $t_3 = 17^{\circ}\text{C}$ . გავიანგარიშოთ ქვედა ჰაერის ფარდა ქარისაგან დაფარული ქიშკრისათვის, რომლის ზომებია  $3 \times 3$  მ.

ამოხსნა. ქიშკრის ფართობი იქნება  $F_{\text{ფ}} = 9 \text{ მ}^2$ ,  $\alpha = 45^{\circ}$ . მივიღოთ:  $q = 0,8$ ;  $b = 150 \text{ მმ}$  ვპოულობთ ფარდობას

$$\frac{b}{H} = \frac{0,15}{3} = \frac{1}{20}.$$

ხარჯის კოეფიციენტის სიდიდეს ვიღებთ ცხრილიდან (ცხრ. XIV.3)  $\mu = 0,26$ .

არასიმპლეროეათა ცოცხალი კვების ფართობს ვითვლით ცხრილის (ცხრ. XIV.4) გამოყენებით

$$F'_{\text{ნარ}} = 0,0028 \cdot 800 = 2,24 \text{ მ}^2;$$

$$F'_{\text{ფანჯ}} = 0,01 \cdot 80 + 0,002 \cdot 650 = 2,1 \text{ მ}^2.$$



ნეიტრალური ზონის იატაკიდან აბაღლება გამოითვლება ფორმულით

$$h_6 = \frac{5,5}{\left[ \frac{9 \cdot 0,26}{2,24} (1 - 0,8) + \frac{2,1}{2,24} \right]^2 \cdot \frac{1,4}{1,22} + 1} = 2,16 \text{ მ.}$$

ქიშკარში გამავალი ჰაერის ხარჯი

$$G_{\text{ჰოტ}} = 9 \cdot 0,26 / \sqrt{19,62 \cdot 2,16 (1,4 - 1,22)} \cdot 1,4 = 7,6 \text{ კგ/წმ.}$$

ჰაერის ფარდის მწარმოებლობა

$$G_{\text{ფ}} = 0,8 \cdot 7,6 = 6,08 \text{ კგ/წმ.}$$

დაეუშვათ, რომ სათავისში ჰაერის გადაცივება დაუშვებელია, მაშინ ჰაერის ნარევის ტემპერატურა უნდა იყოს  $t_{\text{ნარ}} = 17^{\circ}\text{C}$ . ჩვენი შემთხვევისათვის

$$S = \frac{0,01745 \cdot 3 \cdot 45}{\sin 45^{\circ}} = 3,33 \text{ მ;}$$

$$\alpha = 0,15.$$

$$\beta = 1,69 \sqrt{\frac{0,15 \cdot 3,33}{0,15} + 0,2} = 2,48.$$

ჰაერის ფარდისათვის მისაწოდებელი ჰაერის ტემპერატურა

$$t_{\text{ჰ}} = 17 \cdot 2,48 - \frac{-20 + 17}{2} (2,48 - 1) = 40,1^{\circ}.$$

ამრიგად, ჰაერის ფარდისათვის მისაწოდებელი ჰაერი კალორიფერში უნდა შეთბეს 17-დან 40,1°-მდე.

## § 62.

## აპაჩიული პენცილიაში

სათავსებში, რომლებშიც მოსალოდნელია მომწამლავი ან ფეთქებადი ნივთიერებების დიდი რაოდენობით გამოყოფა, გარდა ჩვეულებრივი ვენტილაციისა, დამატებით უნდა მოეწყოს ავარიული ამომწოვი ვენტილაცია, რომელიც ჩაირთვება მხოლოდ ავარიის შემთხვევაში.

ავარიული ამომწოვის კომპენსაციისათვის აუცილებლად უნდა გაეითვალისწინოთ ღიობები ჰაერის შემოსასვლელად მეზობელი სათავსებიდან ან გარედან. ეს ღიობები, ჩვეულებრივ, დახურულია და ავტომატურად უნდა იღებოდეს ავარიული ვენტილაციას ჩართვის დროს. ავარიული ვენტილაციის ჩამართველი მოწყობილობა მოთავსებული უნდა იყოს სათავსის გარეთ.

როდესაც სათავსის ვენტილაცია ხორციელდება ჰაერის მიწოდებით მუშა ზონაში და ამავე ზონიდან გაწოვით (ადგილობრივი ამომწოვები), მოსალოდნელია სათავსის ზემო ზონაში მანევ ნივთიერებების თანდათანობით დაგროვება. იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ აფეთქების საფრთხე, საჭიროა სათავსის ზედა ზონის პერიოდული განიავება. ამ მიზნით აწყობენ ამომწოვ სისტემებს სათავსის ზედა ზონიდან, რისთვისაც ჩვეულებრივ იყენებენ ღერძულ ვენტილატორებს, რომელთა მწარმოებლობა მიიღება სათავსის ერთიდან ოთხ. ჯგერად ჰაერცვლამდე.

ადგილობრივი მომდენი ვენტილაცია ხორციელდება ჰაერის შხაპების საშუალებით. ჰაერის შხაპი ეწოდება ადამიანისაკენ მიმართულ ჰაერის ნაკადს.

თუ სათავის საერთო ვენტილაცია მიზნად ისახავს ჰაერის სანიტარული პირობების გაუმჯობესებას მთელ სათავსში, ადგილობრივი მომდენი ვენტილაცია (ჰაერის შხაპი) ემსახურება სათავის მხოლოდ გარკვეულ უბანს. ასეთი უბნებია დაფიქსირებული სამუშაო ადგილები ან ის ადგილები, სადაც მუშებს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უხდებათ ყოფნა.

ჰაერის შხაპები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც საერთო ვენტილაციით შეუძლებელია სათავსში ჰაერის ნორმალური პარამეტრების დაცვა (თანამედროვე დიდი საქვაბებში, თბოელექტროცენტრალები და სხვა).

ზოგ შემთხვევაში თუმცა შესაძლებელია საერთო ვენტილაციის განხორციელება, მაგრამ მოითხოვს ფრიალ დიდ ხარჯებს და, თუ მომუშავეთა რიცხვი მცირეა, იგი გაუმართლებელია. მაშინ უფრო მიზანშეწონილია სათანადო ჰაერის პარამეტრების შექმნა მხოლოდ სამუშაო ადგილებზე, მით უმეტეს, რომ მთელ სათავსში დაბალი ტემპერატურის შექმნა გაზრდიდა სითბოს კარგვებს ტექნოლოგიური დანადგარებიდან და გამოიწვევდა დამატებით ხარჯებს.

ჰაერის შხაპების საშუალებით სამუშაო ადგილზე შეგიძლია ვცვალოთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, ტემპერატურა, ტენიანობა და მავნეობის კონცენტრაცია.

ყველაზე უფრო მარტივად ხორციელდება ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ცვალებადობა, რისთვისაც გამოიყენება მარაოსებრი საშხაპო დანადგარები, რომლებსაც მოძრაობაში მოჰყავთ სათავის ჰაერი. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზრდით მატულობს თბოგაცემა ადამიანის სხეულიდან, რასაც განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს მაშინ, როდესაც ადამიანს უხდება მუშაობა თბური დასხივების მოქმედების პირობებში. თბოგაცემის გაძლიერების მიზნით იყენებენ აგრეთვე დაბალი ტემპერატურის (სათავის ტემპერატურასთან შედარებით) ჰაერს, ხოლო ზოგჯერ ჰაერის ნაკადში აფრქვევენ წყალს. წყლის ნაწილაკები სხეულის ზედაპირზე მოხვედრისას ორთქლდება და იწვევს სხეულის დამატებით გაგრილებას.

სამუშაო ადგილზე ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და კონცენტრაციის ცვლილებისათვის საჭირო ჰაერი მიიღება გარედან და საჭიროების შემთხვევაში ხდება მისი სათანადო დამუშავება.

ჰაერის შხაპების დაგეგმარებისას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება თბური დასხივების ინტენსივობის განსაზღვრას სამუშაო ადგილზე. თბური დასხივების ინტენსივობა ეწოდება სითბოს რაოდენობას, რომელიც სხეულის ფართობის ერთეულზე მოდის დროის ერთეულში.

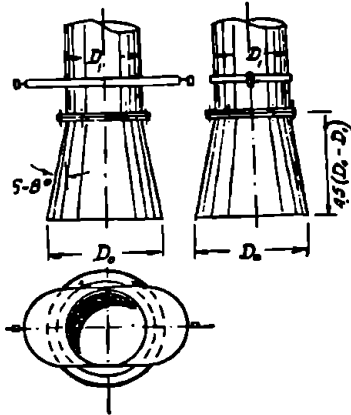
ჰაერის შხაპის გამოყენება აუცილებელია, თუ თბური დასხივების ინტენსივობის სიდიდე აღემატება  $q=1$  კკალ/სმ<sup>2</sup> წთ. თბური დასხივების ინტენსივობა შეიძლება გამოგვესახა კკალ/მ<sup>2</sup> სთ-ობით, მაგრამ ამ ერთეულის გამოყენება მეტად მოუხერხებელია ( $1$  კკალ/სმ<sup>2</sup> წთ =  $600$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ).

ჰაერის საშხაპო დანადგარების სანაგარიშო პარამეტრები თბური დასხივების ინტენსივობის სიდიდის მიხედვით მოცემულია XIV.5 ცხრილში.

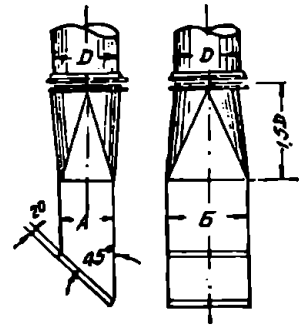
წლის პერიოდი	სამუშაოს კატეგორია	თბური დასხივების ინტენსივობა $q$ კკალ/სმ <sup>2</sup> წთ					
		1-2		2-4		4-6	
		ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ	ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ	ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ
თბილი (გარე ჰაერის ტემპერატურა აღემატება 10°C)	მსუბუქი	22-24	0,5-1	21-23	1-2	18-20	2-3
	საშუალო	21-23	1-2	20-22	2-3	18-21	3
	მძიმე	20-22	2-3	19-21	3	18-20	3
ცივი და გარდამავალი (გარე ჰაერის ტემპერატურა ნაკლებია 10°C)	მსუბუქი	19-21	0,5-1	18-20	1-2	17-18	2-2,5
	საშუალო	17-19	0,5-1	18-18	1-2	16-17	2-3
	მძიმე	18-18	1-2	16-17	2-3	16	3

უმარტივესი ტიპის ნაკში ჰაერის შხაპისათვის მოცემულია XIV.12 ნახაზზე. იგი წარმოადგენს ჩვეულებრივ ცილინდრულ მილს, რომელიც ბოლოედება დიფუზორით. დიფუზორის მსახველებს შორის კუთხე შეადგენს 12°.

ასეთი დიფუზორიდან გამოსული ჰაერის ჰაერის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი შეადგენს  $\alpha = 0,09$ .



ნახ. XIV.12



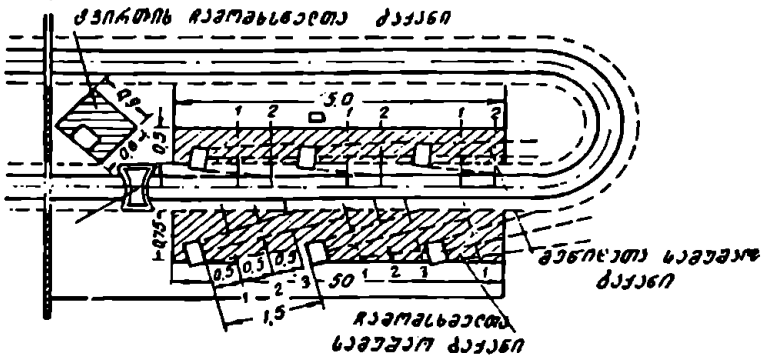
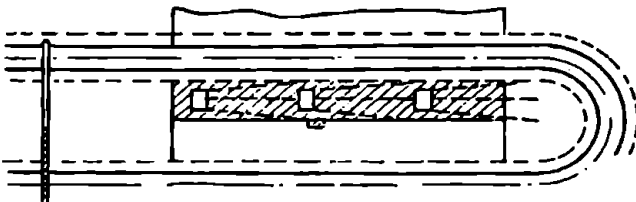
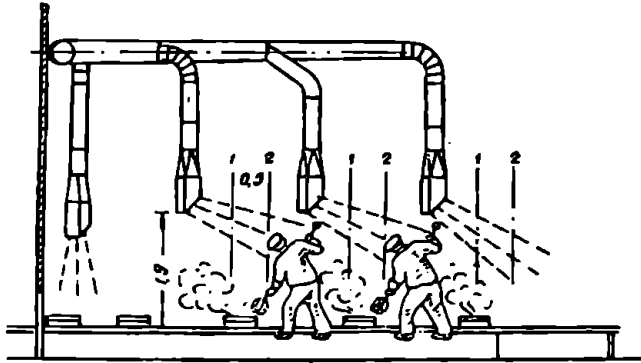
ნახ. XIV.13

ფართო გაგრძელება ჰქონდა ვ. ბატურიანის კონსტრუქციის საშხაპო ნაკში (ნახ. XIV.13), რომელიც ჰაერის მიმართულების შესაცვლელად აღჭურვილია ლითონის მოსაბრუნებელი ფრთებით.

საშხაპო ნაკმის ძირითადი ზომები მოცემულია XIV.6 ცხრილში.

ვიწრო და წაგრძელებული სამუშაო ბაქნების მომსახურებისათვის მიზანშეწონილია ჯგუფური საშხაპო დანადგარების მოწყობა. XIV.14 ნახაზზე მოცემულია ასეთი ჯგუფური საშხაპო დანადგარი თუქსამსხმელო სააქროს საშხმელო ბაქნისათვის,

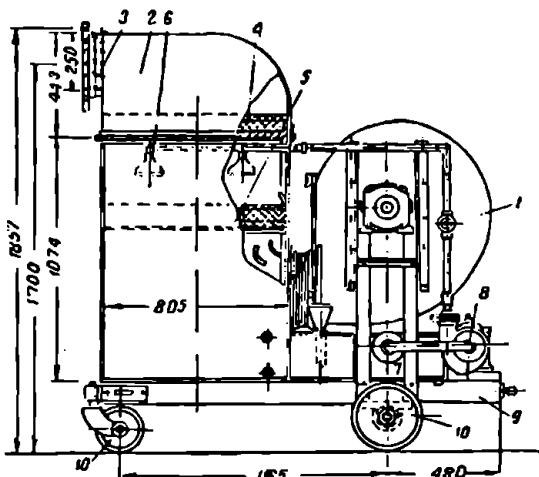
A მმ-ობით	B მმ-ობით	პერსტარის დია- მეტრი D, მმ-ობით	ფრთის ქორღის სიგრძე, მმ-ობით
280	400	920	100
300	430	975	115
340	525	405	190
380	685	440	145
420	645	495	160
460	710	545	175
500	780	595	190
650	850	660	210
600	925	730	230



ცხ. XIV.14

ვ. ბატურიანის და ი. შებელევის მიერ დამუშავებულია მოძრავი ჰაერ-საცივარი საშხაპო დანადგარის კონსტრუქციაში (ნახ. XIV.15), ცენტრიდანული ვენტილატორი 1 შეიწოვს ჰაერს სათავსიდან და ვერტიკალური არხის გავლით აწვდის მილუელში 2, რომელიც ჰაერის სამუშაო ადგილზე მისაწოდებლად აღჭურვილია მოსაბრუნებელი ფრთებით 3.

არხის შიგნით სხვადასხვა სიმაღლეზე ჩამაგრებულია ლითონის ორი ბადე, რომლებზეც დაყრილია კერამიკული რგოლები. ქვედა ბადეზე 5 რგოლების ფენა შეადგენს 120—150 მმ, ხოლო ზედა 4 ბადეზე — 100 მმ. რგოლების



ნახ. XIV.15

ქვედა ფენა ირწყვება წყლით, ხოლო ზედა ფენა ასრულებს წვეთდამკერის როლს. რგოლების ფენებს შორის დაყენებულია ოთხი შხაპი წყლის გასაფრქვევად. გაშხეფებული წყალი ჩამოედინება ქვემოთ და გროვდება ავზში, საიდანაც შეიწოვება ტუმბოთი 8 და კვლავ მიეწოდება შხაპებს. მთელი აგრეგატი დამონტაჟებულია ჩარჩოზე 9, რომელიც აღჭურვილია აგრეგატის გადასადგილებელი ბორბლებით 10.

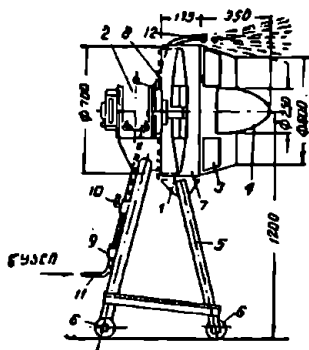
ასეთი დანადგარების გამოყენება მიზანშეწონილია ცხელ საამქროებში, სამანქანო დარბაზებსა და საქვაბებში. დანადგარი შეიძლება მოემსახუროს 10 მ საგრძისა და 1,5—2 მ სიგანის სამუშაო მოედანს.

დიდი ზომის სამუშაო მოედნებზე ადგილობრივი მომდენი ვენტილაციის მოწყობისას გამოიყენება მარაოსებრი საშხაპო აგრეგატი, სვერდლოესკის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (СНОТ) დამუშავებულია ასეთი აგრეგატების რამოდენიმე კონსტრუქცია.

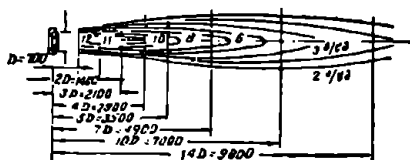
ამ აგრეგატების ძირითადი უპირატესობაა კონსტრუქციის სიმარტივე, დიდი რაოდენობის ჰაერის გაცევისისა და ნაწილობრივ შტერისაგან გაწმენდის შესაძლებლობა (წყლის გაფრქვევის საშუალებით).

აგრეგატი СНОТ-3 (ნახ. XIV.16) გამოიყენება მარტენის, ბრძმდლისა და სხვა მეტალურგიული ღუმელების ჩასატყიართ ხერელებთან მომუშავე პერ-

სონალის ჰაერის შხაპებისათვის. აგრეგატი მოძრავია და შედგება ვენტრიატორისაგან 1, რომელიც ერთ ლერძზეა მიერთებული ელექტროძრავთან 2. ფრთებს 3 აქვს გარსმდენი 4.



აგრეგატი დამონტაჟებულია ჩარჩოზე 5, რომელსაც აქვს საგორავები 6. ვენტრიატორი ჩასმულია რგოლში 7, რომელიც ბოლოვდება დამცველი ბადით 8. გასაფრქვევი წყალი წინასწარ იწმინდება ფილტრში 9 და მილით 11 მიეწოდება ფრქვევანს 12, სადაც ხდება მისი გაშხეფება 2—3 ატ წნევით. წყლის ვადაკეტვა შეიძლება ონკანით 10.

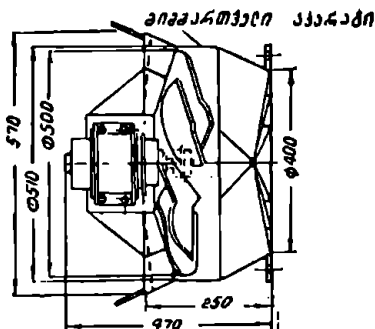


ნახ. XIV.16

მარაოსებრი საშხაპე აგრეგატი **СНОТ-5**, **СНОТ-3** აგრეგატისაგან განსხვავდება მიმმართველი აპარატით, რომელიც ქაელის მიმართულების ცვლის საშუალებას იძლევა. აგრეგატი **СНОТ-5** (ნახ. XIV.17) სტაციონარულია და გამოიყენება ცხელი სააპკროების საშარათაი პულტებისა და სხვა

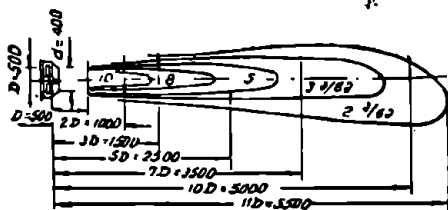
სამუშაო ადგილების ჰაერის შხაპებისათვის.

აგრეგატი **СНОТ-6** (ნახ. XIV.18) ვაცილებით უფრო დიდი მწარმოებლობისაა ( $\approx 30000$  მ<sup>3</sup>/სთ), ვიდრე ზემოაღწერილი დანადგარები და გამოიყენება დიდი სამუშაო ბაქნების შხაპებისათვის მეტალურგიულ და მანქანათმშენებელ ქარხნებში.

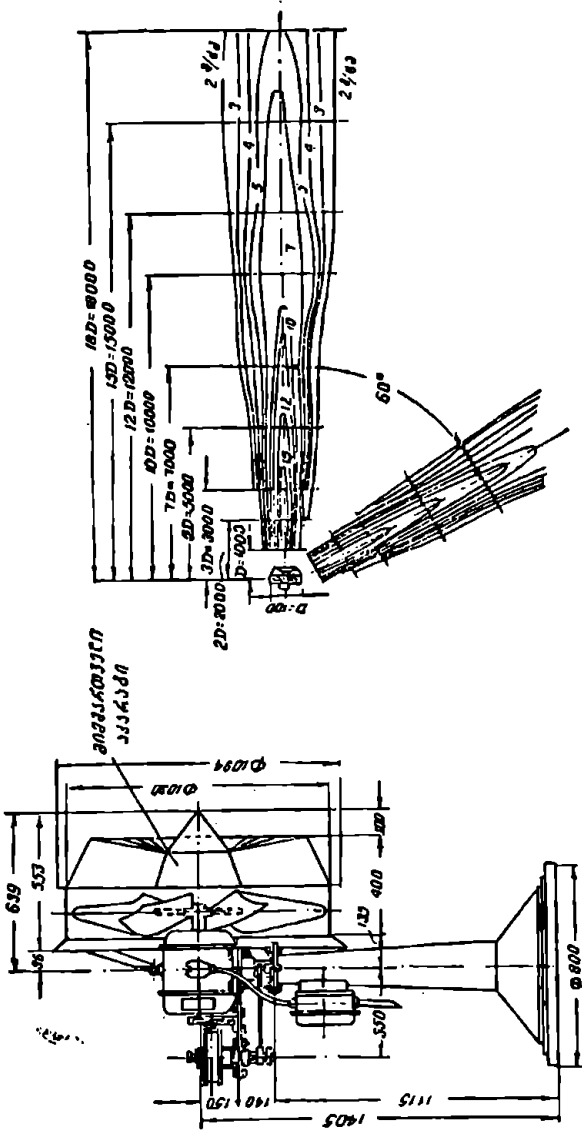


XIV.16, XIV.17 და XIV.18 ნახაზებზე მოცემულია მარაოსებრი საშხაპე აგრეგატებიდან გამომავალი ჰაერის ქაელების თანხარი სიჩქარეების გრაფიკები, რომელთა საშუალებითაც ხდება აგრეგატის შერჩევა.

მაგალითი. გავიანგარიშოთ ჰაერის შხაპი ლუმელთან მომუშავისათვის



ნახ. XIV.17



С.б. XIV.18

შემდეგი მონაცემების საფუძველზე: თბური დასხივების ინტენსივობა  $q = 2$  კკალ/სმ<sup>2</sup> წთ; მანძილი საშხაპე ნაცმიდან მომუშავემდე  $l = 2,5$  მ; გარე ჰაერის პარამეტრებია —  $t_1 = 26^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_1 = 50\%$ ,  $P_{\text{არ}} = 745$  მმ ვერცხ. წყ. სვ.; მუშა ზონაში ჰაერის პარამეტრებია —  $t_{0.5} = 30^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{0.5} = 45\%$ .

ამოხსნა. XIV.5 ცხრილში ეპოულობთ ჰაერის საკირო მოძრაობის სიჩქარეს დაშხაპების ადგილზე  $v_2 = 2$  მ/წმ. შევიღოთ ვ. ბატურიანის კონსტრუქციის ნაცმი (ცხრილი XIV.6) ზომებით  $A \times B = 0,26 \times 0,4$  მ. ნაცმის ეკვივალენტური დიამეტრი  $d_1$ , გამოითვლება წრის და ოთხკუთხედის ფართობების ტოლობის საფუძველზე

$$A \times B = \frac{\pi d_1^2}{4} = 0,104,$$

საიდანაც ვღებულობთ

$$d_1 = 0,364 \text{ მ.}$$

ნაცმისათვის ჰაერის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი შეადგენს  $\alpha = 0,12$ . საწყისი უბნის სიგრძეს გამოვითვლით ფორმულით

$$l_0 = 0,335 \frac{d_1}{\alpha} = 0,335 \frac{0,364}{0,12} = 1,02 \text{ მ.}$$

ვინაიდან  $l > l_0$ -ზე, ამიტომ სამუშაო ადგილი მდებარეობს თავისუფალი ჰაერის ძირითად უბანში.

ნაცმიდან ჰაერის გამოდინების  $v_2$  სიჩქარე შეგვიძლია გამოვთვალოთ შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{0,226}{\frac{\pi l}{d_1} + 0,145} = \frac{0,226}{\frac{0,12 \cdot 2,5}{0,364} + 0,145} = 0,234,$$

საიდანაც

$$v_1 = \frac{v_2}{0,234} = \frac{2,0}{0,234} = 8,6 \text{ მ/წმ.}$$

ნაცმიდან გამომავალი ჰაერის ხარჯი

$$L_1 = v_1 \cdot f_1 = 8,6 \cdot 0,26 \cdot 0,4 = 0,89 \text{ მ}^3/\text{წმ} = 3200 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

პრაქტიკაში მიღებულია, რომ ლუმელთან მომუშავესათვის მოწყობილი ჰაერის შხაპის ჰაერის დიამეტრი სამუშაო ადგილთან უნდა იყოს 1,2 მ. შევამოწმოთ ეს პირობა. ამ მიზნით ჰაერის დიამეტრი  $d_2$  გამოვთვალოთ იმ ნაწილში, სადაც მომუშავეა, ე. ი. ნაცმიდან 2,5 მ მანძილზე. ვისარგებლოთ შემდეგი ფორმულით

$$\frac{d_2}{d_1} = 6,8 \left( \frac{\pi l}{d_1} + 0,145 \right) = 6,6,$$

საიდანაც

$$d_2 = 6,6 \cdot 0,364 = 2,4 \text{ მ.}$$

ვინაიდან  $d_2 = 2,4$  მ  $> 1,2$  მ, შეგვიძლია გაანგარიშება დამთავრებულად ჩავთვალოთ, ე. ი. ვ. ბატურიანის ნაცმის შერჩეული ზომები აკმაყოფილებს ამოცანის პირობას.



სამრეწველო შენობებში ბუნებრივი ჰაერცვლა ხორციელდება შიგა და გარე ჰაერის მოცულობით წონათა სხვაობით წარმოქმნილი წნევისა და ქარის საშუალებით შექმნილ წნევათა სხვაობის შედეგად.

ბუნებრივ ვენტილაციას, რომლის დროსაც ჰაერის რაოდენობის რეგულირება წარმოებს ორგანიზებულად, აერაცია ეწოდება. აერაციას, ისევე როგორც საერთო შექანიკურ ვენტილაციას, აწყობენ სათავსში ნორმალური მეტეოროლოგიური პირობების შესაქმნელად. შექანიკური საერთო ვენტილაციისაგან განსხვავებით, სადაც ჰაერის მიწოდება შესაძლოა ნებისმიერ ადგილას, აერაციის დროს ჰაერის მიწოდება შეიძლება მხოლოდ გარე გადამლობაე კონსტრუქციებში დატანებული ზვრელებიდან.

აერაცია საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ დიდი ჰაერცვლა შექანიკური ენერგიის დაუხარჯავად.

ზაფხულის პერიოდში აერაციის გამოყენება შეიძლება თითქმის ყველა საწარმოო შენობაში, გარდა იმ გამონაკლისი შემთხვევებისა, როდესაც ტექნოლოგიური პროცესი მოითხოვს მისაწოდებელი ჰაერის წინასწარ დამუშავებას. წლის ამ დროს ერთმალთან შენობებში ჰაერის მიწოდება კედლის ქვედა ნაწილში დაყოლებული ფანჯრების ფრამუგებიდან ხდება, ხოლო გაყვანა — სარკმლების ფრამუგებიდან.

ზრავალმალთან საამქროებში ჰაერის მიწოდება მხოლოდ გარე კედლების ფრამუგებიდან საკმარისი არ არის და გარე კედლებიდან დაზორებულ საშუალო ადგილებზე ჰაერის მიღებას აწარმოებენ შენობის ქვერიდან. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა საამქროში ცივი და ცხელი მალების მონაცვლეობა. ცივი მალები ასრულებენ ჰაერშიმღებების როლს. გარე ჰაერი შემოდის ცივი მალების სარკმლებიდან და ნაწილდება მეზობელ ცხელ მალებში.

ზამთრის პერიოდში აერაციის გამოყენებისათვის აუცილებელია, რომ საამქროში არსებული კარები სითბოს რაოდენობა საკმარისი იყოს საანგარიშო მოცულობის ჰაერის გასათბობად. ამასთან, უნდა გვექონდეს ჰაერის შემოსასვლელი ფრამუგების ზედა რიგი (5—7 მეტრის სიმაღლეზე) ცივი ჰაერის შემოსაშვებად. ამ ფრამუგების განლაგების სიმაღლე ისეთი უნდა იყოს, რომ

ცივმა ჰაერმა მუშა ზონაში ჩამოსვლამდე მოასწროს საკმარის ტემპერატურაძდე შეთბობა.

აერაციის გამოყენება მიზანშეწონილია უპირველესად ისეთ საამქროებში, რომლებშიც ადგილი აქვს ჰარბი სითბოს დიდი რაოდენობით გამოყოფას. ასეთებია: ბრძმედის, მარტენის, საგლინავეი და სხვა მეტალურგიული საამქროები, აგრეთვე სამქედლო, სამსხმელო, თერმული, კიმიური და სხვა საამქროები.

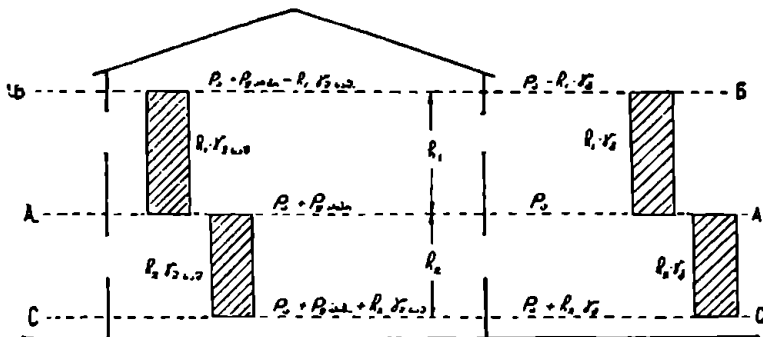
ბუნებრივი ჰაერცვლის ეფექტურობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული, რომლებიც უნდა გაითვალისწინოთ როგორც შენობის დაპროექტების, ისე ექსპლოატაციის დროს. ბუნებრივი ჰაერცვლის ორგანიზაციის ძირითადი ღონისძიებებია სითბოს გამოყოფი საბრწყველო დანადგარების სწორი განლაგება, შენობის სათანადო სამშენებლო გაფორმება (მალების რაოდენობა, სახურავის ფორმა და პროფილი) და ფრამუგების სწორი განლაგება კედლებსა და შუქსარკმლებში.

ბშირად აერაციასთან ერთად მექანიკური ვენტილაცია გამოიყენება მეწე ნივთიერებების გაყვანის მიზნით. ზოგჯერ საჭიროა აგრეთვე მექანიკური წესით სუფთა ჰაერის მიწოდება უშუალოდ მუშების თავმოყრის ადგილებზე (ჰაერის შხაბები, ოახისები). აერაცია და მექანიკური ვენტილაცია ავსებს ერთმანეთს და ერთობლივი მოქმედებით აუმჯობესებს სათავსში შრომის პირობებს, ხელს უწყობს შრომის ნაყოფიერების ზრდას.

§ 65.

შიბა ჰარბი ნნუა და ნიჭრალური ზონა

აერაციის გაანგარიშებისათვის წინათ სარგებლობდნენ ნეიტრალური ზონის თეორიით. ამჟამად მიღებულია უფრო უნივერსალური შიბა ჰარბი წნევის ცნება. მისი არსის გამოკვლევის მიზნით განვიხილოთ სამრწყველო საამქრო, რომელშიც ადგილი აქვს ჰარბი სითბოს გამოყოფას (ნახ. XV.1). და-



ნახ. XV.1

ვუშვათ, ნებისმიერად აღებულ ჰორიზონტალურ AA სიბრტყეზე საამქროს გარეთ გაზომილი წნევა ტოლია  $P_0$  კგ/მ<sup>2</sup>. თუ გავზომავთ წნევას იმავე დონეზე

მხოლოდ საამქროს შიგნით, ზოგად შემთხვევაში იგი გარე წნევისაგან განსხვავებული აღმოჩნდება რაღაც გარკვეული  $P_0$  კგ/მ<sup>2</sup> სიდიდით.

წნევითა სხვაობას საამქროს შიგნით და გარეთ ერთსა და იმავე ღონეზე (სიმაღლეზე) შიგა ქარბი წნევა ეწოდება. შიგა ქარბი წნევა შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი. მისი ცვლილების ხასიათის გამოსაკვლევად  $EB$  სიბრტყე გავატაროთ  $h_1$  მეტრით მაღლა  $AA$  სიბრტყიდან და სათავის შიგნით და გარეთ გამოვყოთ ქაერის ორი სვეტი 1 მ<sup>3</sup> კვების ფართობით. გარეთა სვეტის წონა იქნება  $h_1 \gamma_a$ , ხოლო სათავის ქაერის სვეტის წონა —  $h_1 \gamma_a \omega$ , სადაც  $\gamma_a \omega$  არის სათავის ქაერის მოცულობითი წონა აღებული საშუალო ტემპერატურისათვის —  $\gamma_a \omega$ , რომელიც გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$h_1 \omega = \frac{h_{a,b} + h_{a,y}}{2}, \quad (15.1)$$

სადაც  $h_{a,b}$  არის ქაერის ტემპერატურა მუშა ზონაში;

$h_{a,y}$  — სათავსიდან გაყვანილი ქაერის ტემპერატურა.

თუ ქაერის წნევას საამქროს გარეთ გავზომავთ  $BF$  ღონეზე, დავინახავთ, რომ აქ იგი ნაკლებია, ვიდრე  $AA$  ღონეზე და შეადგენს

$$P_0 - h_1 \gamma_a.$$

ანალოგიურად, იმავე  $EB$  ღონეზე საამქროს შიგნით წნევის სიდიდე

$$P_0 + P_0 - h_1 \gamma_a \omega.$$

იმისათვის, რომ შიგა ქარბი წნევის სიდიდე გამოეთვალათ  $BB$  ღონეზე, შიგა წნევის სიდიდეს გამოვაკლოთ გარე წნევის მნიშვნელობა

$$(P_0 + P_0 - h_1 \gamma_a \omega) - (P_0 - h_1 \gamma_a) = P_0 + h_1 (\gamma_a - \gamma_a \omega). \quad (15.2)$$

მღებულო მნიშვნელობა გვიჩვენებს, რომ, თუ რომელიმე ღონეზე გვაქვს ქარბი წნევის  $P_0$  სიდიდე, მაშინ ამ ზონიდან ნებისმიერ  $h_1$  მეტრის სიმაღლეზე მღებარე ღონეზე ქარბი წნევა იზრდება სიდიდით

$$h_1 (\gamma_a - \gamma_a \omega).$$

თუ ამჯერად  $CC$  სიბრტყეს  $AA$  ღონიდან გავატარებთ  $h_2$  მეტრით ქვემოთ და გავზომავთ წნევას ამ ღონეზე სათავის გარეთ, მივიღებთ

$$h_0 + h_2 \cdot \gamma_a,$$

ხოლო სათავსში ამავე ღონეზე წნევის სიდიდე

$$P_0 + P_0 + h_2 \gamma_a \omega.$$

შიგა ქარბი წნევის სიდიდე  $CC$  ღონეზე იქნება

$$(P_0 + P_0 + h_2 \gamma_a \omega) - (P_0 + h_2 \gamma_a) = P_0 - h_2 (\gamma_a - \gamma_a \omega), \quad (15.3)$$

ე. ი. ქვემოთ მღებარე სიბრტყეში შიგა ქარბი წნევა მცირდება სიდიდით

$$h_2 (\gamma_a - \gamma_a \omega).$$

ზემოაღნიშნულიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შიგა ქარბი წნევა ნებისმიერი სიბრტყიდან ზემოთ იზრდება, ხოლო ქვემოთ მცირდება  $h(\gamma_a - \gamma_a \omega)$  სიდიდით, სადაც  $h$  ვერტიკალური მანძილია მოცემული სიბრტყიდან.

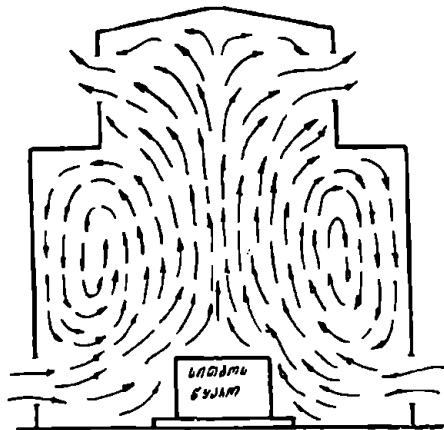
თუ ავიღებთ სიბრტყეს, სადაც კარბი წნევა დადებითია, და ამ ღონეზე კედელში გამოვჭერთ ხვრელს, მასში ჰაერი ვავა სათავსიდან გარეთ (ჰარის მოქმედებას მხედველობაში არ ვიღებთ). თუ კარბი წნევა უარყოფითია, ჰაერი გარედან შემოვა სათავსში, ხოლო თუ კარბი წნევა ნულის ტოლია, ჰაერის მოძრაობა შეწყდება.

სიბრტყეს, რომლისთვისაც კარბი წნევა ნულის ტოლია, ნეიტრალური ზონა ეწოდება. როგორც ვხედავთ, შიგა კარბი წნევის ცნება უფრო ზოგადია, ვიდრე ნეიტრალური ზონისა, რომლის საშუალებითაც შეიძლება მხოლოდ კარბი სითბოს შედეგად გამოწვეული აერაციის გაანგარიშება, მაშინ როდესაც შიგა კარბი წნევის სიდიდის გამოყენებით შეგვიძლია კარბის ზემოქმედების გათვალისწინებაც.

თუ ცნობილია შიგა კარბი წნევის სიდიდე მოცემული ფრამუგის ლერძის ღონეზე, ცხადია, იგი ტოლი იქნება ფრამუგაში გამავალი ჰაერის დინამიკური წნევისა  $\frac{\rho}{2g} V_{\text{ავ}}^2$  (დანაკარგებს ჯერჯერობით მხედველობაში არ ვიღებთ). ამრიგად, შიგა კარბი წნევის სიდიდის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ფრამუგაში გამავალი ჰაერის სიჩქარე.

## § 66. სითბოს წყაროსგან ნაკომქმნილი ნაკადები დახუჯულ სათავსში

როგორც ვიცით, სითბოს ყოველგვარი წყარო წარმოქმნის თბურ ქავლს, რაც იმაში გამოიხატება, რომ სითბოს წყაროსთან ახლო მდებარე ჰაერის ნაწილაკები თბება და მიემართება ზემოთ, ხოლო მათ აღვივს ახალი ნაწილაკები იკავებს. შემოფარგლულ სა-



ნახ. XV.2

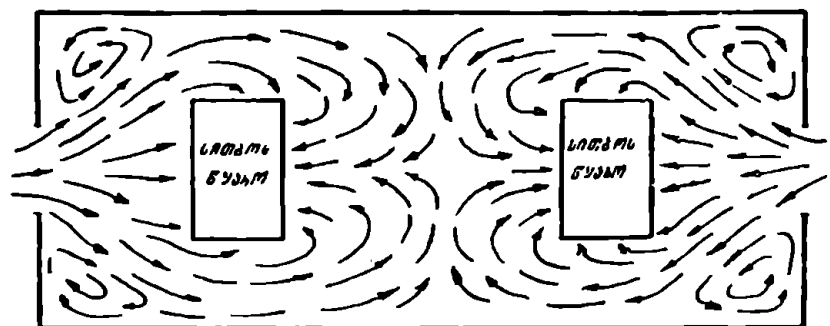
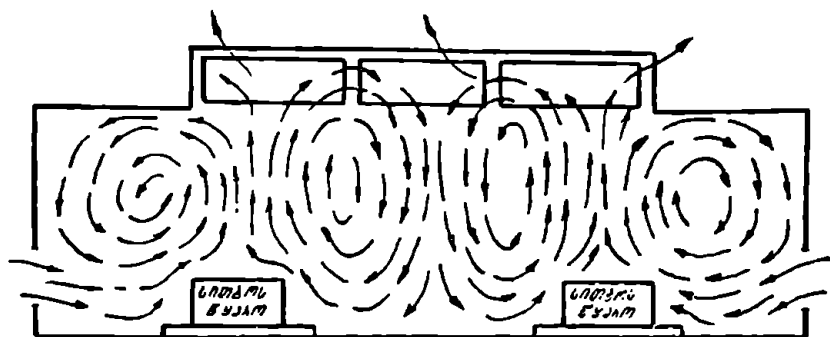
თავსში სითბოს წყაროსთან წარმოქმნილი ნაკადი, აღწევს რა სათავსის გადახურვას, იშლება და ბრუნდება ქვემოთ, რაც გამოწვეულია როგორც ქავლის მიერ შექმნილი გაიშვიათებით, ისე ჰაერის გაცივებით.

თუ შენობაში გვაქვს ღია ხვრელები, ქავლის ჰაერის ნაწილი გაიყვანება გარეთ, ხოლო დანარჩენი ბრუნდება ქვემოთ და შეერევა გარედან შემოსულ ნაკადებს (ნახ. XV.2).

სითბოს წყარო ვენტილატორის მსგავსად შეიწოვს ჰაერს და ქავლის სახით გზავნის ზემოთ. ამასთანავე, ჰაერის რაოდენობა

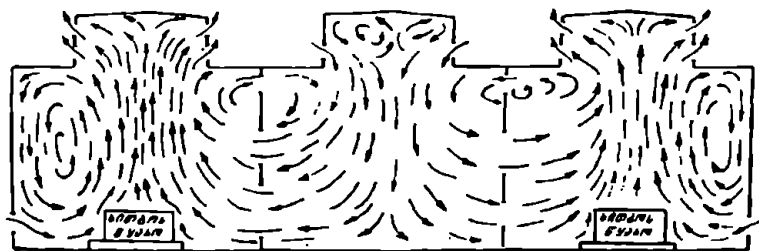
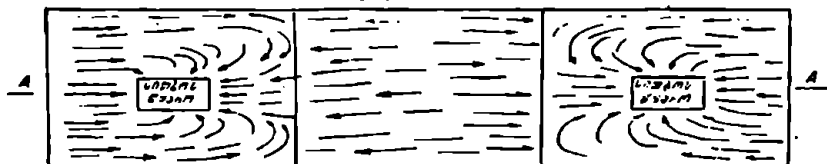
ქავლში იმდენად დიდია, რომ, ჩვეულებრივ, გარედან შემოსული ჰაერი მისთვის საკმარისი არ არის და მოითხოვს ზედა ზონიდან ჰაერის ნაწილის დაბრუნებას იმ შემთხვევაშიც, როცა შენობას სრულიად არა აქვს სახურავი.

ზემოაღწერილის ნათელი ილუსტრაციაა XV.2 ნახაზზე მოცემული ქა-



66. XV.3

ბუნარი



ჩანაწი A-A

66. XV.4

ლების სქემა, რომელიც შედგენილია ვ. ბატურიანის მიერ მოდელზე ჩატარებული ცდების საფუძველზე.

როდესაც სათავსში გეკვს ორი ლუმელი (სითბოს წყარო), მაშინ ზედა და ქვედა ზონებს შორის ძლიერდება ქაერცლა (ნახ. XV.3), რაც გამოწვეულია ლუმელებს შორის არსებულ არეში ქაერის დაპატებითი ცირკულიაციით.

იმისათვის, რომ ნათლად დაინახოთ, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ქაერცლის ორგანიზაციისათვის სათავსებში სითბოს წყაროების განლაგებას, განვიხილოთ კიდევ ერთი შემთხვევა.

XV.4. ნახაზზე მოცემულია სამალიანი სააპკრო, რომლის სითბოს გამომყოფი დანადგარები მოთავსებულია განაპირა მალეებში. როგორც ნახაზიდან ჩანს, თბური ქაელების მიერ შექმნილი გაიშეითების ზეგავლენით შუა მალი ასრულებს ქაერმიმდების როლს.

## § 67. საპენვილიაში ქაერის რაოდენობის განსაზღვრა აეაიციის დროს

როგორც ცნობილია, ქარბი სითბოს შემთხვევაში სავენტილაციო ქაერის რაოდენობა ზაფხულის პირობებისათვის გამოითვლება ფორმულით.

$$G = \frac{Q_3}{C(t_{\text{ავ}} - t_0)}, \text{ კგ/სთ,} \quad (15.4)$$

სადაც  $Q_3$  არის სათავსის თბური ბალანსიდან მიღებული ქარბი სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ ობით;

$t_{\text{ავ}}$  — სათავსიდან გაყვანილი ქაერის ტემპერატურა;

$t_0$  — გარე ქაერის საანგარიშო ტემპერატურა;

$C=0,24$  — ქაერის კუთრი სითბოტევადობა, კკალ/კგ. გრ.ობით.

მაგრამ აერაციის შემთხვევაში (15.4) ფორმულით სარგებლობა შეუძლებელი ხდება, ვინაიდან გაყვანილი ქაერის ტემპერატურა, თავის მხრივ, გარდა სითბოს წყაროების ადგილმდებარეობისა და სიმძლავრისა, დამოკიდებულია სავენტილაციო ქაერის რაოდენობაზე. ამ უხერხულობის თავიდან ასაცილებლად იღებენ კოეფიციენტს

$$m = \frac{t_{\text{ა.ა.ზ}} - t_0}{t_{\text{ავ}} - t_0}, \quad (15.5)$$

სადაც  $t_{\text{ა.ა.ზ}}$  არის ქაერის ტემპერატურა მუშა ზონაში და გარე ქაერის საანგარიშო ტემპერატურაზე 3—5 გრადუსით მეტი შიილება.

$m$  — კოეფიციენტის სიდიდე ზოგიერთი სამრეწველო შენობისათვის გამოთვლილია ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით და მოცემულია ნორმებში (CH7—57). მაგალითად, ბრძმედის საამქროსათვის  $m=0,45$ , მარტენის საამქროს ლუმელების მალისათვის  $m=0,4$ , ალუმინის ელექტროლიზის საამქროსათვის  $m=0,65$  და ა. შ.

იმ საამქროებისათვის, რომლებისთვისაც  $m$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა ნორმებში შეტანილი არ არის, იგი შეიძლება მიღებულ იქნეს XV.1 ცხრილ-

ლიდან, სადაც  $m$  სიდიდე მოცემულია ცხელი ზედაპირების მიერ დაკავებული  $f$  ფართობის საამქროს შთიდან  $F$  ფართობთან ფარდობის მიხედვით;

ცხრილი XV.1

$\frac{f}{F}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$m$	0,25	0,42	0,55	0,60	0,65	0,70

თუ  $m$ -ის მნიშვნელობას შევიტანთ (15.4) გამოსახულებაში, სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობის საანგარიშო ფორმულა ზაფხულის პერიოდისათვის მიიღებს შემდეგ სახეს

$$G = \frac{m Q_3}{C(t_{2.8} - t_2)} \text{ კვ/სთ.} \quad (15.6)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც უშუალოდ საამქროს მუშა ზონიდან გაიყვანება  $G_{ა.გ}$  კვ/სთ რაოდენობის ჰაერი ადგილობრივი გაწოების საშუალებით და ღუმელებით (წვის პროცესისათვის), სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობა შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით

$$G = \frac{m Q_3}{C(t_{2.8} - t_2)} + (1 - m) G_{ა.გ} \text{ კვ/სთ.} \quad (15.7)$$

სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა ადვილად განისაზღვრება (15.8) ფორმულით

$$t_{გყ} = \frac{t_{2.8} - (1 - m)t_2}{m}. \quad (15.8)$$

ზამთრისა და გარდამავალ პერიოდებში სათავსოში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$G = \frac{1}{1 + m \frac{t_1 - t_2}{t_{2.8} - t_1}} \left[ \frac{m Q_3}{C(t_{2.8} - t_1)} + (1 - m) G_{ა.გ} \right], \quad (15.9)$$

სადაც  $t_1$  არის მუშა ზონაში შემოსული გარე ჰაერის ტემპერატურა, რომლის გამოთვლა შეიძლება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$t_1 = t_{2.8} - \Delta t.$$

ტემპერატურული ვარდნილი  $\Delta t$  გარდამავალ პერიოდში მიიღება  $5-8^\circ$ , ხოლო ზამთრის პერიოდში  $8^\circ$ .

$m$  კოეფიციენტს ამ შემთხვევაში აქვს შემდეგი სახე

$$m = \frac{t_{2.8} - t_1}{t_{გყ} - t_1}. \quad (15.10)$$

ვინაიდან ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობა არ არის დამოკიდებული წლის საანგარიშო პერიოდზე, ამიტომ მისი სიდიდე მიიღება იგივე, რაც ზაფხულის პერიოდისათვის.

სათავისუფლო და გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა ზამთრის და გარდაშალი პერიოდებისათვის გამოითვლება (15.11) ფორმულით და აქვს შემდეგი სახე.

$$t_{\text{ავ}} = \frac{t_{\text{გ.გ.}} - (1-m)t}{m} \quad (15.11)$$

ქარი წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის ტურბულენტურ მოძრაობას დელამიწის ზედაპირის გასწვრივ. მისი წარმოქმნის მიზეზია ნიადაგის არათანაბარი გათბობა მზის სხივებით, რის გამოც ზედაპირთან ახლო მდებარე ფენებში ატმოსფერული ჰაერი იძენს სხვადასხვა ტემპერატურას, თბილი ჰაერი მიემართება ზემოთ, მის ადგილს კი იკავენს შედარებით ცივი ჰაერის ნაკალი. ქარის სიჩქარე სიმაღლის მიხედვით იცვლება. უშუალოდ მიწის ზედაპირთან იგი ნულის ტოლია, ზემოთ კი თანდათან მატულობს. წლის განმავლობაში ქარი იცვლის როგორც სიჩქარეს, ისე მიმართულებას. მიუხედავად ამისა, მეტეოროლოგიური სადგურები ხანგრძლივი სტატისტიკური მასალების დამუშავების გზით აღგენენ ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის ცვალებადობის კანონზომიერებას, რომლის მიხედვითაც განსაზღვრულია გაბატონებული ქარის მიმართულება და სიჩქარე სხვადასხვა რაიონისათვის და მოცემულია ნორმებში (CHXII).

ქარის ზემოქმედება სამრეწველო შენობაზე იმაში გამოიხატება, რომ ქარისაკენ მიმართულ მხარეს წარმოიშობა ქარბი წნევა (შენობიდან დაშორებით გაზომილ ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით), ხოლო საწინააღმდეგო მხარეს იქმნება ვაიშვიათება (უარყოფითი წნევა).

შენობაზე ქარის წნევის განსაზღვრის მიზნით ამზადებენ შენობის გეომეტრიულად მსგავს მოდელს, რომელსაც ცლიან აეროდინამიკურ მილში და გამოითვლიან აეროდინამიკურ კოეფიციენტებს.

აეროდინამიკური კოეფიციენტი ( $k$ ) ეწოდება შენობის მოცემულ წერტილში ქარის მიერ გამოწვეული ქარბი წნევის ან ვაიშვიათების ( $\Delta P$ ) ფარდობას ქარის ჩქარულ წნევასთან (დინამიკური წნევა— $P_d$ ).

ვინაიდან შენობას წიბოები მახვილი აქვს და ქაელის მოწყვეტა ხდება უშუალოდ ამ წიბოებზე, აეროდინამიკურ მილში მოდელის გამოცდის დროს საჭირო არ არის რეინოლდისის რიცხვის მუდმივობის დაცვა, რაც აადვილებს გამოცდის ჩატარებას. წინააღმდეგ შემთხვევაში გამოცდის დროს საჭირო იქნებოდა ძალზე დიდი სიჩქარეების მიღება (ქარის რეალურ სიჩქარეზე იმდენჯერ მეტი, რამდენჯერაც მცირეა მოდელი შენობაზე).

თუ ცნობილია აეროდინამიკური კოეფიციენტი და ქარის საანგარიშო სიჩქარე ( $v$ ), ქარის მიერ შექმნილი წნევის სიდიდე ადვილად შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\Delta P = k P_d = k \frac{\rho v^2}{2} \quad (15.12)$$

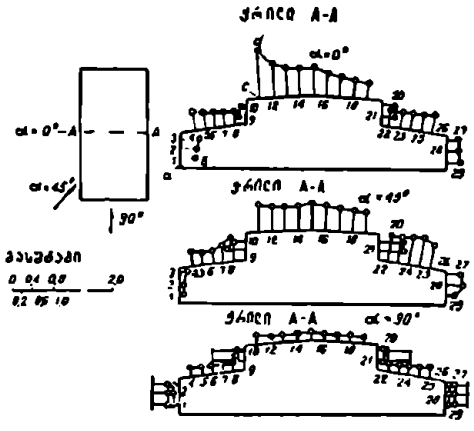
სადაც  $\rho$  არის გარე ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ<sup>3</sup>-ობით.



ცხადია, აეროდინამიკური კოეფიციენტი შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი.

ქარის ზემოქმედებით შექმნილი ჰაერცვლის ზუსტი გაანგარიშებისათვის საჭიროა სამრეწველო შენობის ყველა ტიპის მოდელის წინასწარ გამოცდა აეროდინამიკურ მილში, რათა გავიგოთ მისი აეროდინამიკური მახასიათებლები. თუ რაიმე მიზეზით მოდელის გამოცდა შეუძლებელია, შეგვიძლია მივიღოთ აეროდინამიკური კოეფიციენტები იმ უკვე გამოცდილი მოდელის მიხედვით, რომელიც თავისი ფორმით უახლოვდება დასაგეგმარებელ შენობას.

XV.5 ნახაზზე მოცემულია სამრეწველო ტიპის შენობის აეროდინამიკური კოეფიციენტების ცვალებადობის მრუდები. განხილულია ქარის მიმართულების სამი შემთხვევა. შენობის შიგნით გარკვეული მასშტაბით გადაზომილი მონაკვეთები შეესაბამება აეროდინამიკური კოეფიციენტის დადებით მნიშვნელობებს,



ნახ. XV.5

ხოლო გარეთ გადაზომილი მონაკვეთები — უარყოფით მნიშვნელობებს.

ამ მონაკვეთების ბოლო წერტილებს შეერთებით მივიღებთ მრუდს, რომელსაც წნევის სპექტრი ეწოდება. თუ ხერელს კედელში გაეკეთებთ იმ ადგილას, სადაც აეროდინამიკური კოეფიციენტი დადებითია, მაშინ ჰაერი გარედან შევა სათავსში, ხოლო თუ ხერელს მოვაწყობთ იმ ადგილას, სადაც აეროდინამიკური კოეფიციენტი უარყოფითია, მაშინ ჰაერი გამოვა სათავსიდან გარეთ.

მაგალითად. გამოვითვლოთ ქარით გამოწვეული ჰაერცვლა ერთმალთან სააშქროში (ნახ. XV.6). თუ ცნობილია, რომ სათავსში სითბოს გამოყოფას ადგილი არა აქვს, გარე ჰაერის და სააშქროს ჰაერის ტემპერატურები ერთნაირია  $t_a = t_b = +15^{\circ}\text{C}$ . ქარის სიჩქარე  $v_k = 3,2$  მ/წმ; ფრამუგების ფართობი შესაბამისად ტოლია  $f_1 = 25$  მ<sup>2</sup>;  $f_2 = 40$  მ<sup>2</sup>;  $f_3 = 36$  მ<sup>2</sup>;  $f_4 = 35$  მ<sup>2</sup>, ხოლო აეროდინამიკური კოეფიციენტები ამ ფრამუგებთან შემდეგია:  $k_1 = +0,4$ ;  $k_2 = +0,3$ ;  $k_3 = -0,5$ ;  $k_4 = -0,4$ .

ამოხსნა. ქარის დინამიკური წნევა

$$P_c = \frac{v_k^3}{2g} \cdot \tau_a = \frac{3,2^3}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,226 = 0,64 \text{ კგ/მ}^2.$$

გამოვთვალოთ ქარისაგან გამოწვეული ქარბი წნევები და გაიშვიათებები ფრამუგების სიბრტყეში:

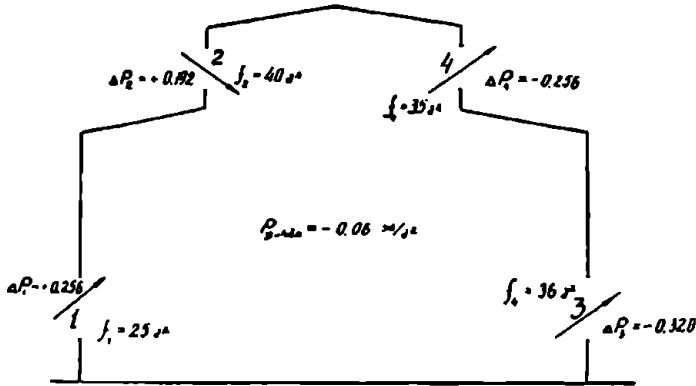
$$\Delta P_1 = k_1 \cdot P_c = +0,4 \cdot 0,64 = +0,256 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Delta P_2 = k_2 \cdot P_c = +0,3 \cdot 0,64 = +0,192 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Delta P_3 = k_3 \cdot P_e = -0,5 \cdot 0,64 = -0,320 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Delta P_4 = k_4 \cdot P_e = -0,4 \cdot 0,64 = -0,25 \text{ კგ/მ}^2.$$

თუ დავეტრავთ ყველა ფრამუგას და მხოლოდ პირველს გავაღებთ, საამქროში შეიქმნება შიგა ჰარბი წნევა  $P_3 = +0,256 \text{ კგ/მ}^2$ . თუ დავტოვებთ



ნახ. XV.6

ლიად მხოლოდ მესამე ფრამუგას, საამქროში გვექნება ჰარბი წნევა  $P_3 = -0,320 \text{ კგ/მ}^2$ , ხოლო თუ გავაღებთ ყველა ფრამუგას, საამქროში დამყარდება რაღაც შუალედური სიდიდის შიგა ჰარბი წნევა.

ჩვენს შემთხვევაში  $k_2 = k_3$  და  $\gamma_2 = \gamma_3$ , ამიტომ სათავისის მთელ სიმაღლეზე შიგა ჰარბი წნევა უტოვლელი იქნება. თუ დავუშვებთ, რომ შიგა ჰარბი წნევა უახლოვდება ნულს, მაშინ პირველი და მეორე ფრამუგები იმუშავებს ჰაერის მიწოდებაზე, ხოლო მესამე და მეოთხე ფრამუგები — გაწოვაზე.

ფრამუგის ღონეზე ჰარბის წნევისა და შიგა ჰარბი წნევის შორის სხვაობა ტოლია ამ ფრამუგაში გამავალი ჰაერის დინამიკური წნევისა. ამიტომ პირველი ფრამუგისათვის შეგვიძლია დავწეროთ

$$k_1 P_e - P_3 = \frac{v_1^2}{2g} \cdot \gamma_3.$$

ჩვენს შემთხვევაში გვექნება

$$0,256 - P_3 = \frac{v_1^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,226,$$

საიდანაც შეიძლება განისაზღვროს ჰაერის შემოსვლის სიჩქარე პირველ ფრამუგაში

$$v_1 = 4 \sqrt{0,256 - P_3}$$

ანალოგიური მსჯელობით შეგვიძლია გამოვიტვალოთ ჰაერის სიჩქარეები დანარჩენ ფრამუგებში

$$v_2 = 4 \sqrt{0,192 - P_3};$$

$$v_3 = 4 \sqrt{P_3 + 0,320};$$

$$v_4 = 4 \sqrt{P_3 + 0,256}.$$

თუ მივიღებთ, რომ ხარჯის კოეფიციენტი ფრამუგისათვის 0,65 ტოლია, მაშინ მიღებული სიჩქარეების საშუალებით შეგვიძლია შევადგინოთ ხარჯის ბალანსის განტოლება (ვინაიდან გარე და შიგა ჰაერის ტემპერატურები ერთნაირია, ამიტომ შემოსული და გაყვანილი ჰაერის მოცულობებიც ტოლი იქნება), რომელსაც შემდეგი სახე ექნება

$$0,65 \cdot 4 \cdot f_1 \sqrt{0,256 - P_3} + 0,65 \cdot 4 \cdot f_2 \sqrt{0,192 - P_3} = \\ = 0,65 \cdot 4 \cdot f_3 \sqrt{P_3 + 0,320} + 0,65 \cdot 4 \cdot f_4 \sqrt{P_3 + 0,256}$$

ამ განტოლების მარცხენა მხარის პირველი და მეორე წევრები შესაბამისად წარმოადგენენ პირველი და მეორე ფრამუგიდან შემოსული ჰაერის რაოდენობებს, ხოლო მარჯვენა მხარის პირველი და მეორე წევრი — შესაბამისად შესამე და მეოთხე ფრამუგებიდან გაყვანილი ჰაერის რაოდენობებს.

განტოლებაში გვაქვს მხოლოდ ერთი უცნობი შიგა ჰარბი წნევა  $P_3$ , მაგრამ მისი პოვნა საკმაოდ რთულია, ამიტომ უმჯობესია ამ ამოცანის ამოხსნა თანდათანობით მიახლოების მეთოდით.

დაეუშვათ, რომ შიგა ჰარბი წნევის სიდიდე  $P_3 = -0,08$  კგ/მ<sup>2</sup>, გამოვითვალოთ თითოეულ ფრამუგაში გამავალი ჰაერის ხარჯები:

$$L_1 = 0,65 \cdot 4 \cdot 25 \sqrt{0,256 + 0,08} = 38,4 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_2 = 0,65 \cdot 4 \cdot 40 \sqrt{0,192 + 0,08} = 54,2 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_3 = 0,65 \cdot 4 \cdot 36 \sqrt{-0,08 + 0,320} = 46,1 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_4 = 0,65 \cdot 4 \cdot 35 \sqrt{-0,08 + 0,256} = 38,2 \text{ მ}^3/\text{წმ}.$$

თუ შევამოწმებთ ხარჯების ბალანსს, დაინახავთ, რომ მოდინებული ჰაერის რაოდენობა იღებატება სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის რაოდენობას

$$92,6 > 84,3,$$

ი. ი. ჰარბი წნევა აგვილია შემცირებულად.

ამჯერად მივიღოთ  $P_3 = -0,06$  კგ/მ<sup>2</sup> და კვლავ გამოვთვალოთ ფრამუგებში გამავალი ჰაერის ხარჯები:

$$L_1 = 0,65 \cdot 4 \cdot 25 \sqrt{0,256 + 0,06} = 36,6 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_2 = 0,65 \cdot 4 \cdot 40 \sqrt{0,192 + 0,06} = 52,3 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_3 = 0,65 \cdot 4 \cdot 36 \sqrt{-0,06 + 0,320} = 47,7 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

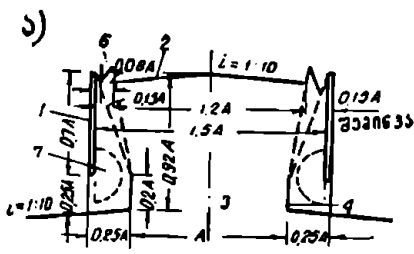
$$L_4 = 0,65 \cdot 4 \cdot 35 \sqrt{-0,06 + 0,256} = 40,4 \text{ მ}^3/\text{წმ}.$$

ხარჯის ბალანსის შემოწმება გვიჩვენებს, რომ მოდინებული და გაყვანილი ჰაერის ხარჯები საკმარისი სიზუსტით უახლოვდებიან ერთმანეთს ( $88,9 \approx 88,2$ ), ამიტომ შეგვიძლია განაგარიშება დამთავრებულად ჩავთვალოთ.

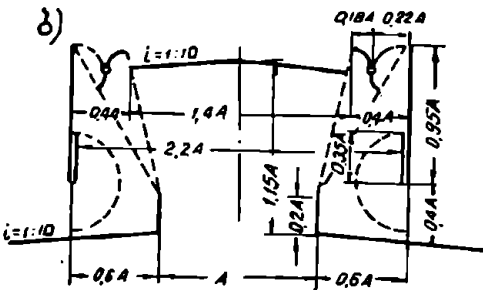
## § 69. შემოუბარაჲი სარქმელები და სხვა სააერაციო მოწყობილობები

საამქროს ზედა ფრამუგებიდან ჰარის შემობერვის შემთხვევაში გარედან შემოსული ცივი ჰარეი ერევა საამქროს ზედა ნაწილში ამოსულ გაბინძურე-

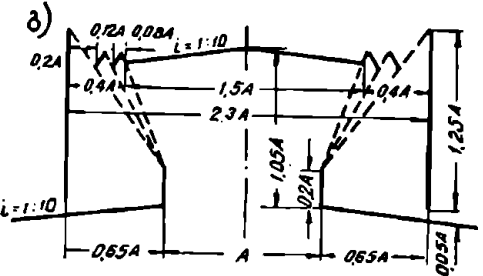
ბულ ჰაერს და აბრუნებს მას მუშა ზონაში, რითაც საგრძნობლად უარესდება საამქროს სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები. ფრამუგებიდან ჰაერის შემობერვის თავიდან აცილების მიზნით იყენებენ შემოღებრავ საკმლბს, რომლებიც ჩვეულებრივ ქარის მხრიდან აღქურვილი არიან დამცველი ფარით. ფარის მახელ წიბოზე ჰაელის მოწყვეტის გამო ფარის უკან იქმნება გაიშვიათება და ამიტომ შემოღებრავი საკმლბები ყოველთვის მუშაობენ ჰაერის გაწოვაზე.



განვიხილოთ შემოღებრავი საკმლბების რამდენიმე ფართოდ გავრცელებული კონსტრუქცია.



МНОТ-ის ტიპის საკმლბები დამუშავებულია სამი სახის შემოღებრავი საკმელი: МНОТ № 1 (ნახ. XV.7, ა), რომელიც გამოიყენება ისეთ საამქროებში, რომლებშიც მტვერი არ გამოიყოფა, არის დიდ რაოდენობის ქარბი სითბო და საამქროს განათება ხდება ამ საკმლიდან. იგი შედგება ქარსაფარი ფარებისაგან 1, სახურავის 2, ყელისა 3, რომელიც შემოსაზღვრულია ვერტიკალური კედლებით 4, და ფარებისაგან 5, რომლებიც საამქროს ატმოსფერული ნალექების მოხვედრისაგან იცავენ. საკმლიდან ჰაერის გამოსასვლელად ზედა სიბრტყეში დატოვებულია ზერელები 6 და გვერდით სიბრტყეებში ზერელები 7.



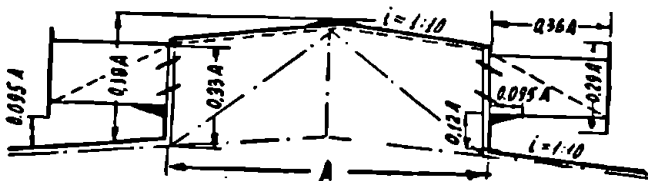
ნახ. XV.7

ქარსაფარი დამზადებულია შემინული ალათის სახით, საიდანაც საამქროში შემოდის დღის სინათლე. საკმლის ნორმალური მუშაობისათვის ყელის სიბრტყეში უნდა გვექონდეს საკმაოდ მაღალი შიგა ქარბი წნევა (დაახლოებით 1,5 კგ/მ<sup>2</sup>).

შემოღებრავი საკმელი МНОТ № 2 (ნახ. XV.7, ბ) გამოიყენება იმ შემთხვევებში, როდესაც სათავსში გამოიყოფა ქარბი სითბო და სააერაციო საკმელი განათების მიზანს არ ემსახურება. მასში МНОТ № 1-თან შედარებით გადიდებულია სახურავის სიგანე და ჰაერის გასასვლელი ზერელების კვეთი, რაც ზრდის მის მწარმოებლობას. ასეთი საკმლები თუმცა დამაკმაყოფილებ-

ლად ბუშაობს ქარის ნებისმიერი მიმართულების დროს, მაგრამ მაინც სასურველია, რომ გაბატონებული ქარის მიმართულება იყოს სარკმლის ღერძის გასწვრივ.

სარკმელი МНОТ № 3 (ნახ. XV.7, გ) გამოიყენება მეტად მცირე შიგა ქარბი წნევის შემთხვევაში. ამომწოვი მოწყობილობა გაკეთებული აქვს მხოლოდ ზედა ნაწილში. სასურველია სარკმელა მართობულად იყოს დაყენებული ქა-



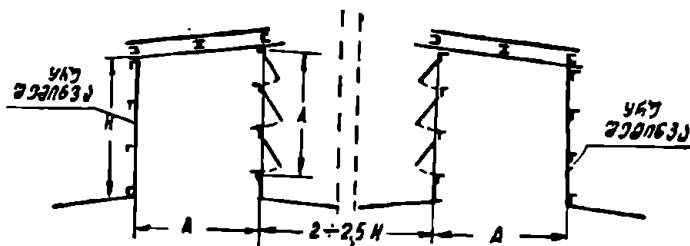
ნახ. XV.7

რის მიმართულების მიმართ, რადგან ამ შემთხვევაში სარკმლიდან ჰაერის გაყვანა ძლიერდება.

შემოუბერავი სარკმლების ფრამუგების გაღება ხდება წელიწადში ერთხელ, გარდამავალი რეჟიმის დამყარებისას (ტემპერატურა აღემატება  $+10^{\circ}\text{C}$ ) და იხურება ზამთრის რეჟიმზე გადასვლისას.

МНОТ-ის ტიპის სარკმლებში ჰაერის გამშვები ხერხელის ფართობის სარეგულირებელი მოწყობილობა გაკეთებულია ზემოკიდული საგდულების (გვერდით ხერხელბთან) და მისაბრუნებელი ფარების (სარკმლის ზედა ნაწილში) სახით.

ИезПСП-ის ტიპის სარკმელი (ნახ. XV.8) ხასიათდება ზალა აწეული ქარსაფარებით, რაც გამოიციხავს სარკმლის გვერდითა გამოსასვლელი ხერხელის თოვლით დაფარვას. სააშქროს ატმოსფერული ნალექებისაგან დასაცავად დაყენებული აქვს მოძრავი ტალუხები. ვარდა ვერტიკალურა ფარებისა,



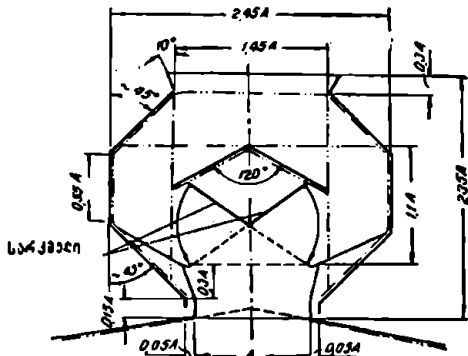
ნახ. XV.9

სარკმლის ყელს აკრავს პორიზონტალური ფარები, რომლებიც გამოსასვლელ ხერხელს იცავს ქარის შემობერვისაგან.

გ. ბატრინის სისტემის სარკმელი (ნახ. XV.9) ერთდროულად ემსახურება სააშქროს აერაციას და განათებას. იგი შედგება ორი ნაწილისაგან, რომელთა შორის მანძილი არ აღემატება სიმაღლის ( $H$ ) 2,5-ს. სარკმლის გარე-

თა მხარეებს აქვს ყრუ შემინვა, შიგა მხარეები კი აღქურვილია საგდლებით ან გასაწვევი ეალუზებით. იმისათვის, რომ ქარის ირიბი მიმართულების დროს ადგილი არ ჰქონდეს სარკმელში შებერვას, მისი ტრასები უნდა იყოს აფარებული. ატმოსფერული ნალექების გაყვანის მიზნით სარკმელს აკეთებენ გაწყვეტილად და მათ შორის მოთავსებული სახურავის ზედაპირი ეწყობა დახრით.

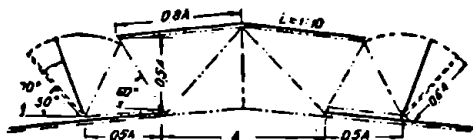
ГИПРОМЭЗ ის ტიპის სარკმელი (ნახ. XV.10) განკუთვნილია მხოლოდ აერაციისათვის. ატმოსფერული ნალექებისაგან დასაცავად სარკმლის შიგნით დაყენებულია ორი დახრილი სიბრტყე. ამ სიბრტყეებიდან ჩამონადენი ნალექები გაიყვანება სახურავზე სარკმლის ძირში დატოვებული ხერცილიდან. ჰაერის ხარჯის რეგულირება ხდება ორფრთიანი სარკმლის საშუალებით. ასეთი სარკმლის ძირითადი ნაკლია (დიდი ზომების შემთხვევაში) მექანიზმების გამოყენების აუცილებლობა.



ნახ. XV.10

КТИС-ის კონსტრუქციის სარკმელი (ნახ. XV.11) განკუთვნილია მხოლოდ აერაციის მიზნებისათვის. მისი ქარსაფარი ფარები გაკეთებულია მოსაბრუნებელი პანელების სახით. პანელების მობრუნების საშუალებით შესაძლებელია ჰაერის რაოდენობის რეგულირება.

დენობის რეგულირება. ამ სარკმლის გამოყენება მიზანშეწონილია ისეთ საამქროებში, რომლებიც მუშაობს სადღეღამისო გრაფიკით, ვინაიდან ერთ და ორცელიან საწარმოებში საჭიროა ჰაერცვლის ხშირი რეგულირება, რაც КТИС-ის ტიპის სარკმლებში საკმაოდ გაძნელებულია.

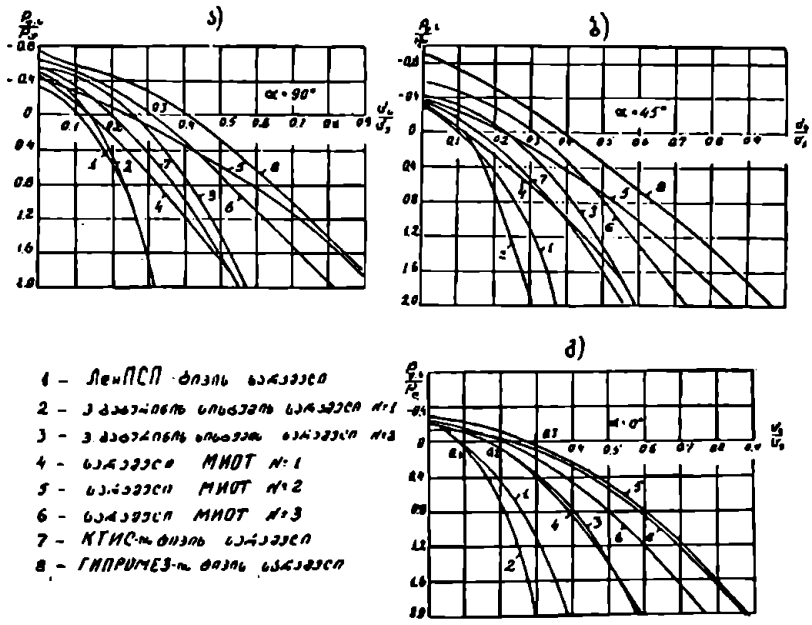


ნახ. XV.11

შემოუბერავი სარკმლების აეროდინამიკური მახასიათებლების გამოკვლევას აწარმოებენ მათი აეროდინამიკურ მილში გამოცდის საშუალებით. აეროდინამიკური მახასიათებელი ამყარებს დამოკიდებულებას ქარის სიჩქარეს ( $v_1$ ), ჰაერის ხარჯსა ( $G$ ) და სარკმლის დონეზე არსებულ შიგა ქარს წნევას ( $P_{3,ს}$ ) შორის. ექსპერიმენტული გზით მახასიათებლებს აგებენ უგანზომილებო კოორდინატებში. ორდინატა ღერძზე (ნახ. XV.12, ა) ვადაზომილია ფარდობითი ქარბი წნევა ( $\frac{P_{3,ს}}{P_e}$ ) — შიგა ქარბი წნევის ფარდობა ქარის დინამიკურ წნე-

ვასთან, ხოლო აბსცისთა ღერძზე — ფარდობითი სიჩქარე ( $\frac{v_1}{v_2}$ ) — სარკმლის დამახასიათებელ კვეთში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ფარდობა ქარის სიჩქარესთან.

ქარესთან. დამახასიათებელ კვეთად, ჩვეულებრივ, სარკმლის ყელის განი-  
კვეთს ( $F_3$ ) გულისხმობენ. აეროდინამიკურ მახასიათებლებს ავებენ სამი შემ-  
თხვევისათვის: როდესაც ქარის მიმართულება სარკმლის გრძივ ლერძთან ად-  
გენს  $\alpha=90^\circ$  კუთხეს (ნახ. XV.12, ა),  $\alpha=45^\circ$  (ნახ. XV.12, ბ) და  $\alpha=0^\circ$   
(ნახ. XV.12, გ). ეს მახასიათებლები მოიცავენ სარკმლების მუშაობის მთელ  
დიაპაზონს, გარდა უქარობისა, ვინაიდან ამ შემთხვევაში  $\frac{P_3}{P_e}$  და  $\frac{v_s}{v_3}$  უტოლ-  
დება უსასრულობას და ამდენად მათი გრაფიკულად გამოსახვა შეუძლებელია.



- 1 - მელნიჩი ბიჯის საკაველი
- 2 - ჯაბაშვილის სისადვის საკაველი №1
- 3 - ჯაბაშვილის სისადვის საკაველი №2
- 4 - საკაველი MHOI №1
- 5 - საკაველი MHOI №2
- 6 - საკაველი MHOI №3
- 7 - KTHC-ის ბიჯის საკაველი
- 8 - ГИПРОУМЭС-ის ბიჯის საკაველი

ნახ. XV.12

უქარობის შემთხვევაში სარკმლის მუშაობას ახასიათებს მასში ჰაერის  
გასვლის ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი. XV.2 ცხრილში მოცემუ-  
ლია ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი, განსაზღვრული სარკმლის ფუ-  
ძესთან ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის მიმართ და  $\xi$ , ფრამუგების კვეთში გა-  
შავალი ჰაერის სიჩქარის მიმართ საგდულის სხეუდანსხვა კუთხით დაყენების  
შემთხვევაში (შესაბამისად იცვლება საგდულების ცოცხალი კვეთის ფართო-  
ბის  $F_{აგდ}$  ფარდობა სარკმლის ყელის განიკვეთთან  $F_3$ ).

როგორც შემოუბერავე სარკმლების მახასიათებლებიდან ჩანს, რაც უფ-  
რო დიდია ფარდობითი წნევა, მით უფრო მეტია ფარდობითი სიჩქარე, საი-

დანაც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, რაც უფრო მეტია შიგა ქარბი წნევა, მით უფრო ნაკლებია ქარის სიჩქარის ზეგავლენა სარკმლის მწარმოებლობაზე.

ცხრილი XV.2

სარკმლის ტიპი	$\xi_0$	$\frac{F_{\text{საგ}}}{F_y}$	საგდულის დაყენების კუთხე, გრადუსით	$\xi_1$
МИОТ № 1	6,6			
МИОТ № 2	2,75			
МИОТ № 3	3,6			
ვ. ბატურინის № 1	7,3	1,49	45	16,2
ვ. ბატურინის № 2	22	0,63	45	8,8
	5,9	0,63	60	2,4
ГИПРОМЕЗ	2,8	—	—	—
Лен ПСП	15	0,45	60	3,1
КТИС	7,3	—	70	—

§ 70.

აეროსტრუქტურის გამოყვანადი ვარაუდები

აერაციის ფრამუგები სამი სახისაა: 1) შუა ღერძის გარშემო მბრუნავი (შუაკიდული); 2) ზემო ღერძზე დამაგრებული (ზემოკიდული) და 3) ქვემო ღერძზე დამაგრებული (ქვემოკიდული). ამთგან ყველაზე მოხერხებულია შუაკიდული საგდულების მქონე ფრამუგები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს საგდული ვაბრუნოთ  $90^\circ$ -მდე, მაშინ როდესაც ქვემო ან ზემოკიდული საგდულები, ჩვეულებრივ, მხოლოდ  $45^\circ$ -მდე იღება.

ქვემოკიდული ფრამუგა უნდა იღებოდეს საამქროს შიგნით, ხოლო ზემოკიდული — საამქროს გარეთ. ასე ვაღებულები ფრამუგები კარგად იფარავს საამქროს ატმოსფერული ნალექებისაგან.






მოსკოვის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჩატარებული იყო ცდები სხვადასხვა ტიპის ფრამუგების ვაღებისას ხარჯის კოეფიციენტების ( $\mu$ ) გამოსავლინებლად. ხარჯის კოეფიციენტის ვამოთვლა ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტის ( $\xi$ ) საშუალებით ხდებოდა შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi}} \quad (15.13)$$

ცდების შედეგები შეტანილია მ. ბრომლის მიერ დამუშავებულ XV.3 ცხრილში, სადაც  $\mu$  და  $\xi$  მნიშვნელობები მოცემულია საგდულის სიგანის ( $b$ ), სიგრძისთან ( $l$ ) ფარდობის მიხედვით.



טבלת 3

הצורה והמדידות	זווית $\alpha$	$\delta/\rho = 1:1$		$\delta/\rho = 1:2$		$\delta/\rho = 1:100$	
		$\zeta$	$\mu$	$\zeta$	$\mu$	$\zeta$	$\mu$
<p>הצורה והמדידות</p> 	15°	16.0	0.25	10.6	0.22	30.8	0.18
	30°	5.65	0.42	6.90	0.38	9.15	0.33
	45°	3.68	0.52	4.00	0.50	5.15	0.44
	60°	3.07	0.57	3.18	0.56	3.54	0.53
	90°	2.59	0.62	2.59	0.62	2.59	0.62
<p>הצורה והמדידות</p> 	15°	11.1	0.30	17.3	0.24	30.8	0.18
	30°	4.90	0.45	6.90	0.38	8.60	0.34
	45°	3.18	0.56	4.0	0.50	4.70	0.46
	60°	2.51	0.63	3.07	0.57	3.30	0.55
	90°	2.22	0.67	2.51	0.63	2.51	0.63
<p>הצורה והמדידות</p> 	15°	45.3	0.15	-	-	59.0	0.13
	30°	11.1	0.30	-	-	13.6	0.27
	45°	5.15	0.44	-	-	6.55	0.39
	60°	3.18	0.56	-	-	3.18	0.56
	90°	2.43	0.64	-	-	2.68	0.61
<p>הצורה והמדידות</p> 	15°	14.8	0.26	30.8	0.18	-	-
	30°	4.9	0.45	9.15	0.32	-	-
	45°	3.83	0.51	5.15	0.44	-	-
	60°	2.96	0.58	3.54	0.53	-	-
	90°	2.37	0.65	2.37	0.65	-	-
<p>הצורה והמדידות</p> 	15°	18.8	0.23	45.3	0.15	59.0	0.13
	30°	6.25	0.40	11.1	0.30	17.3	0.24
	45°	3.83	0.51	5.90	0.41	8.60	0.34
	60°	3.07	0.57	4.00	0.50	5.40	0.43
	90°	2.37	0.65	2.77	0.60	2.77	0.60

აერაციის გაანგარიშება დაფუძნებულია ერთეულ დროში სააქროში შემოსული ( $G_{შოღ}$ ) და გასული ( $G_{გაყ}$ ) ჰაერის წონითი რაოდენობების ტოლობის პრინციპზე:  $\Sigma G_{შოღ} = \Sigma G_{გაყ}$ . ამ გამოსახულებას ჰაერცვლის ბალანსის განტოლებას უწოდებენ.

გარდა ჰაერცვლის ბალანსისა, ადგილი აქვს აგრეთვე თბურ ბალანსს, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ სათავსიდან გაყვანილი სითბოს რაოდენობა მასში შემოსული სითბოსა და გამოყოფილი ქარბი სითბოს ჯამის ტოლია.

ადვილად შეიძლება დასაბუთდეს, რომ შიგა ქარბი წნევის სიდიდე განისაზღვრება ღია ხერვლების ფართობის ( $F$ ) კვადრატების თანფარდობით და ამ ხერვლებში მოქმედი ქარის წნევის ( $P$ ) სიდიდით. კერძოდ, თუ შენობაში გვაქვს ორი ხერელი (შემომყვანი და გამყვანი), მაშინ შიგა ქარბი წნევა გამოითვლება ფორმულით

$$P_3 = \frac{F_1^2 P_1 + F_2^2 P_2}{F_1 + F_2} \quad (15.14)$$

როგორც (15.14) გამოსახულებიდან ჩანს, შიგა ქარბი წნევის სიდიდე იმყოფება  $P_1$ -სა და  $P_2$ -ს შორის და ფართობების ცვალებადობის შემთხვევაში შეიძლება იღებდეს სხვადასხვა მნიშვნელობას (კერძოდ, თუ  $F_1 = 0$ ; მაშინ

$$P_3 = P_2; \text{ თუ } F_2 = 0, \text{ მაშინ } P_3 = P_1, \text{ ხოლო თუ } F_1 = F_2, \text{ მაშინ } P_3 = \frac{P_1 + P_2}{2}.$$

განვიხილოთ შიგა ქარბი წნევის ცვალებადობა, როდესაც სააქროზე მოქმედებს ქარიც და თბური სიქარბეც (ნახ. XV.13). ათვლის სიბრტყედ მივიღოთ ქვედა ხერვლების (1, 3) შუა დონე და ჩავთვალოთ, რომ ამ დონეზე შიგა ქარბი წნევა შეადგენს  $P_x$ .

განვიხილოთ ხერელი 2. ამ დონეზე შიგა წნევა იქნება  $P_x - h \cdot \gamma_2$ ; გარე წნევა  $P_2 - h \cdot \gamma_1$ ; ხერელში მოქმედი წნევა წარმოადგენს ამ წნევათა სხვაობას

$$P_x - h \cdot \gamma_2 - P_2 + h \cdot \gamma_1 = P_x + h(\gamma_1 - \gamma_2) - P_2 \quad (15.15)$$

მიღებული გამოსახულება შეგვიძლია დავწეროთ შემდეგნაირად

$$P_x - [-h(\gamma_1 - \gamma_2) + P_2] \quad (15.16)$$

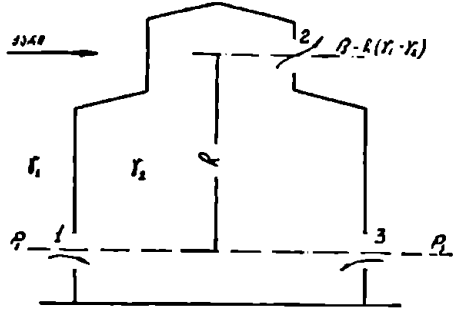
თუ პირობით ჩავთვალოთ, რომ ხერელის 2 დონეზე შიგა ქარბი წნევა შეადგენს  $P_x$ , მაშინ კვადრატულ ფრჩხილებში მოქცეული გამოსახულება შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ქარის წნევა (თბური სიქარბის გარეშე), რომელიც ხერელში გაატარებდა იმავე რაოდენობის ჰაერს, რამდენიც მასში გაივლიდა ქარისა და თბური სიქარბის ერთდროული მოქმედების დროს. ამიტომ ( $P_x - h(\gamma_1 - \gamma_2)$ ) გამოსახულებას უწოდებენ ქარის ფიქტიურ წნევას ( $P^0$ ).

ქარის ფიქტიური წნევის ცნების შემოტანა, როგორც ქვემოთ დაეინახავთ, საგრძნობლად ამარტივებს აერაციის გაანგარიშებას, რადგან საშუალებას გვაძლევს უგულებელვყოთ სათავსის სითბოს წყაროები და ამოცანა დავიყვანოთ უკვე განხილულ შემთხვევაზე, როდესაც აერაციაზე გავლენას ახდენს მხოლოდ ქარის მიერ შექმნილი წნევა.

ამრიგად, ზოცემულ საამქროში (ნახ. XV.13) შიგა ქარბი წნევის სიდიდე შეიძლება იცვლებოდეს  $P_1$ -დან  $P_2 = P_3 - h(\gamma_1 - \gamma_2)$  კვ/მ<sup>2</sup>-მდე.

ხერელების ფართობების რეგულირების საშუალებით შეგვიძლია მივიღოთ ისეთი შიგა ქარბი წნევა ( $P_2$ ), რომ ხერელებში გვექონდეს ნაკადების სასურველი მიმართულება (მაგალითად, 1. და 3 ხერელებში გვექონდეს ჰაერის მოდინება, ხოლო 2 ხერელში — გაწოვა).

ასეთ შემთხვევაში ჰაერ-ცვლის ბალანსის განტოლებას ექნება სახე



ნახ. XV.13

$$G_1 + G_3 = G_2,$$

ხოლო შიგა ქარბი წნევა ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ ის მეტი იყოს  $F_2 \cdot \eta$ -ზე და ნაკლები  $P_3 \cdot \eta$ -ზე, მაშინ ხერელებში მოქმედი წნევები შესაბამისად იქნება:  $P_1 - P_2$ ;  $P_3 - P_2$  და  $P_2 - P_2$ .

მიღებულ წნევათა და ხარჯთა მიხედვით შეგვიძლია განვსაზღვროთ ხერელების საჭირო ფართობები.

ამრიგად, ერთმალანის საამქროს აერაციის გაანგარიშება შეგვიძლია ჩამოვყალიბოთ შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. თბური ბალანსის საფუძველზე (15.6) ფორმულით ვსაზღვრავთ სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობას. ჩვენს შემთხვევაში ეს იქნება ხერელში 2 გამავალი ჰაერის ( $G_2$ ) რაოდენობის ტოლი.

2.  $G_1$  და  $G_3$  ხარჯებს შორის ვუშეებთ შემდეგ თანაფარდობას:

$$\frac{G_1}{G_3} = 1; \quad G_1 = G_3 = \frac{G_2}{2}.$$

3. ქარის თქტიურ წნევას ხერელთან 2 ვპოულობთ ფორმულით

$$P_2 = P_3 - h(\gamma_1 - \gamma_2) \text{ კვ/მ}^2.$$

4. შიგა ქარბი წნევის ( $P_2$ ) სიდიდეს ვირჩევთ ისე, რომ ხერელში 3 გვექონდეს ჰაერის მოდინება. თუ მივიღებთ თანაფარდობებს  $\frac{G_2}{G_3} = \alpha$  და

$\frac{F_2}{F_3} = \beta$  (განისაზღვრება მალში ხერელების განლაგების შესაძლებლობებით),

ადვილად შეგვიძლია გამოვიყენოთ საჭირო შიგა ქარბი წნევის გამოსათვლელი ფორმულა. ამ მიზნით შეგვიძლია დავწეროთ გამოსახულება

$$\frac{G_2}{G_3} = \frac{\mu_1 \cdot F_2 \sqrt{2g\gamma_1(P_2 - P_2)}}{\mu_2 \cdot F_3 \sqrt{2g\gamma_1(P_3 - P_2)}}. \quad (15.17)$$

თუ აღვნიშნავთ  $\eta = \frac{\mu_2}{\mu_1}$  და გავითვალისწინებთ, რომ  $\sqrt{2g\gamma_2} = \sqrt{2g\gamma_1}$ ,

მაშინ (15.17) გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\alpha = \eta \cdot \beta \frac{\sqrt{P_2 - P_2}}{\sqrt{P_3 - P_2}}. \quad (15.18)$$

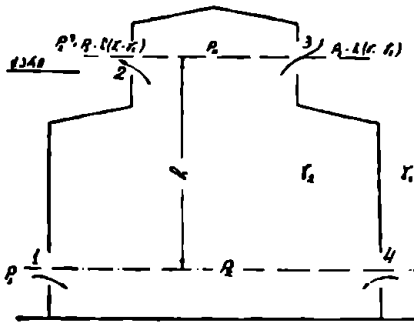
სუ (15.18) განტოლებას ამოვხსნით  $P_x$ -ის მიმართ, მივიღებთ

$$P_x = \frac{\alpha^2 \cdot P_3 + \eta^2 \cdot \beta^2 \cdot P_2}{\alpha^2 + \eta^2 \cdot \beta^2} \quad (15.19)$$

5. მიღებული  $P_x$ -ის, ხარჯებისა და წნევების მიხედვით ხერცების სა-  
კირო ფართობებს ვსაზღვრავთ შემდეგი ფორმულებიდან:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= \frac{G_1}{\mu_1 \sqrt{2g \cdot \gamma_1 (P_1 - P_x)}} \text{ მ}^2; \\ F_2 &= \frac{G_2}{\mu_2 \sqrt{2g \gamma_2 (P_x - P_{02})}} \text{ მ}^2; \\ F_3 &= \frac{G_3}{\mu_3 \sqrt{2g \gamma_3 (P_3 - P_x)}} \text{ მ}^2. \end{aligned} \right\} \quad (15.20)$$

მაგალითი. გავიანგარიშოთ ერთმალისანი საამქროს (შემოუბერავი სარკმ-  
ლით) აერაცია შემდეგი მონაცემების მიხედვით: გარე ჰაერის ტემპერატურა  
 $t_1 = 24^\circ\text{C}$ , სათაესიდან გაყვანილი  
ჰაერის ტემპერატურა  $t_{\text{გაყ}} = 32^\circ\text{C}$ ,  
სათაესში გამოყოფილი ჰაერის სი-  
ბო  $Q_3 = 800$  კკა/წმ,  $h = 12$  მ,  
ჰარის სიჭარბე  $\eta = 4,5$  მ/წმ; აერო-  
დინამიკური კოეფიციენტები:  
 $k_1 = 0,3$ ;  $k_2 = -0,3$ ;  $k_3 = -0,5$  და  
 $k_4 = -0,2$ . განვსაზღვროთ 1, 2,  
3 და 4 ხერცების ფართობი  
(ნახ. XV.14).



ნახ. XV.14

1. გამოვთვალოთ საეცნტი-  
ლაციო ჰაერის რაოდენობა

$$G = \frac{Q_3}{0,24 (t_{\text{გაყ}} - t_1)} = \frac{800}{0,24 (32 - 24)} = 417 \text{ კგ/წმ}^2;$$

2. ჰაერცულა ხერცებს შორის გაყვანაწილოთ შემდეგნაირად:

$$G_1 = G_4; \quad G_2 = G_3; \quad G_1 + G_4 = G_2 + G_3 = 417 \text{ კგ/წმ}^2;$$

3. განვსაზღვროთ წნევები:

$$P_3 = \frac{\gamma_1 \cdot v_3^2}{2g} = \frac{1,2 \cdot 4,5^2}{2 \cdot 19,6} = 1,27 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_1 = k_1 \cdot P_3 = 0,3 \cdot 1,27 = 0,38 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_2 = k_2 \cdot P_3 = -0,3 \cdot 1,27 = -0,38 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_4 = k_3 \cdot P_3 = -0,5 \cdot 1,27 = -0,63 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_5 = k_4 \cdot P_3 = -0,2 \cdot 1,27 = -0,25 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\sigma_2} = P_2 - h(\gamma_1 - \gamma_2) = -0,38 - 12(1,192 - 1,177) = -0,56 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\sigma_3} = -0,63 - 0,18 = -0,81 \text{ კგ/მ}^2.$$

4. შიგა კარბი წნევის სიდიდეს ვირჩევთ შემდეგი დაშვების საფუძველზე

$$\beta = \frac{F_1}{F_4} = 0,5,$$

ხოლო რაკი  $\alpha = \frac{G_1}{G_4} = 1$  და  $\eta = \frac{\mu_2}{\mu_1} = 1$ , ამიტომ გვექნება

$$P_2 = \frac{\alpha^2 \cdot P_4 + \beta^2 \cdot \eta^2 \cdot P_{\sigma_3}}{\alpha^2 + \beta^2 \cdot \eta^2} = \frac{1 \cdot (-0,25) + 0,25 \cdot (-0,81)}{1 + 0,25} = -0,36 \text{ კგ/მ}^2.$$

5. ესაზღვრავთ ხერელებში მოქმედ წნევებს:

$$P_1 - P_2 = 0,38 - (-0,36) = 0,74 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_r - P_{\sigma_2} = -0,36 - (-0,56) = 0,20 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_2 - P_{\sigma_3} = -0,36 - (-0,81) = 0,47 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_4 - P_2 = -0,25 - (-0,36) = 0,11 \text{ კგ/მ}^2.$$

6. ესაზღვრავთ ხერელების ფართობს:

$$F_1 = \frac{G_1}{\mu \sqrt{2g} \cdot \gamma_1 \sqrt{P_1 - P_2}} = \frac{208}{0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,19} \cdot \sqrt{0,74}} =$$

$$= \frac{208}{2,85 \sqrt{0,74}} = 84,8 \text{ მ}^2;$$

$$F_2 = \frac{208}{2,85 \sqrt{0,20}} = 163 \text{ მ}^2;$$

$$F_3 = \frac{208}{2,85 \sqrt{0,47}} = 107 \text{ მ}^2;$$

$$F_4 = \frac{208}{2,85 \sqrt{0,11}} = 220 \text{ მ}^2.$$

§ 72.

### მრავალმალიანი საამქროს აერასიის გაანგარიშება

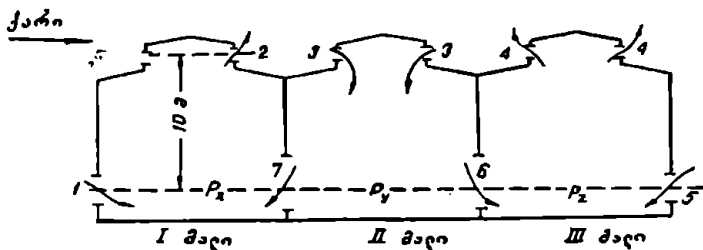
მრავალმალიან საამქროებს ბევრი უპირატესობა აქვთ ერთმალიან საამქროებთან შედარებით როგორც სამშენებლო, ისე თბოტექნიკის თვალსაზრისით, მაგრამ მათში აერაციის ნორმალური განხორციელება საგრძნობლად გართულებულია.

როგორც აღენიშნეთ, გარე კედლებიდან დაშორებულ მალეებში ჰაერი მიიღება სარკმლებიდან. საჭიროა ეს ჰაერი არ გაქუქუიანდეს და არ გადახურდეს მუშა ზონაში ჩამოსვლამდე. ამიტომ მიმართავენ ცხელი და ცივი საამქროების მონაცვლეობას. ჰაერის მიღება ხდება ცივი მალეების სარკმლებიდან. ჰაერის მიღების სტაბილურობის მიზნით ხშირად მიმართავენ ტეხილპროფილიან შენობებს (ცივი მალეები ცხელ მალეებთან შედარებით უფრო დაბალი კეთდება), მაგრამ ამ შემთხვევაში ჰაელების გრივალური მოძრაობის

გამო ძნელია სარკმლებს შორის სივრცეში სუფთა ჰაერის მიღება. ამ სივრცეში უფრო უკეთესი სანიტარული პირობები იქმნება მცირე სიღრმისა და სარკმლებს შორის მაქსიმალური მანძილების შემთხვევაში. ცივი მალეების სარკმლებიდან ჰაერის სტაბილური ნაკადის მიღება შეიძლება, თუ იქნება გამოკვეთილი საზღვარი ცივი და ცხელი ჰაერის სვეტებს შორის. ამ მიზნით ცხელ და ცივ მალეებს ყოფენ მსუბუქი ტიხრებით, რომლებიც იატაკამდე არ აღწევს. მრავალმალეან საამქროებს მთელ პერიმეტრზე არ უნდა ჰქონდეს მიშენებები, რათა საშუალება გვექონდეს ჰაერი მივიღოთ არა მარტო ცივი მალეების სარკმლებიდან, არამედ გარე კედლებიდანაც.

განვიხილოთ სამმალეანი საამქრო (ნახ. XV.15), სადაც I და III მალეები ცხელია, ხოლო II — ცივი. გარე ჰაერის ტემპერატურად ( $t_a$ ) მიიღება ყველაზე ცხელი თვის 13 საათის საშუალო ტემპერატურა. I მალეში კარბი სითბო აღენიშნოთ  $Q_1$ -ით, II-ში —  $Q_2=0$  და III-ში —  $Q_3$ . გაანგარიშება მდგომარეობს ჰაერის საკირო რაოდენობის პოვნაში და 1-ელ, მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ხერელების კვეთების გამოთვლაში.

თუ ქვედა ხერელების დონეზე მალეებში შიგა კარბ წნევას აღენიშნავთ  $P_x$ ,  $P_y$  და  $P_z$ -ით და შევარჩევთ ნაკადების გადაღინების სასურველ სქემას (XV.15 ნახაზზე ნაჩვენებია ისრებით), მაშინ თითოეული მალი შეგვიძლია



ნახ. XV.15

განვიხილოთ დამოუკიდებლად, ხოლო დანარჩენი მალეების გავლენა გავითვალისწინოთ მათი მხრიდან მოქმედი დადებითი ან უარყოფითი წნევით. ასეთი წესით გაანგარიშებას განკვეთის შეთოდი ეწოდება.

მაგალითად, თუ განვიხილავთ I მალს, მისზე დანარჩენი მალეების მოქმედება გამოისახება მე-7 ხერელში მოქმედი  $P_7$  წნევით. გაანგარიშება ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. ცნობილი კარბი სითბოს მიხედვით გამოითვლება ცხელი მალეების აერაციისათვის საკირო ჰაერის რაოდენობა, ე. ი.  $G_2$  და  $G_4$ ;

2.  $G_2$  ხარჯს ვანაწილებთ 1-ელ და მე-7 ხერელებს შორის, ხოლო  $G_4$  ხარჯს — მე-5 და მე-6 ხერელებს შორის (თანაბრად ან სხვა თანაფარდობით, სამუშაო ადგილების მდებარეობის მიხედვით);

3. ვიცით რა  $G_6$  და  $G_7$ , მე-7 ხერელისათვის ვმოულობთ წნევათა სხვაობას  $P_7 - P_x$  და მე-6 ხერელისათვის  $P_6 - P_x$ . მაგალითად,

$$P_7 - P_x = \frac{G_7^2}{\xi \mu^2 F^2 \cdot 2g \cdot \gamma} \text{ კგ/მ}^2. \quad (15.21)$$

4. ვსაზღვრავთ ფიქტიური წნევების სიდიდეს მე-2, მე-3 და მე-4 ხერე-ლებთან:

$$P_2 = P_3 - h(\gamma_0 - \gamma_1) \text{ კგ/მ}^2; \quad (15.22)$$

$$P_3 = P_3 - h(\gamma_0 - \gamma_2) \text{ კგ/მ}^2; \quad (15.23)$$

$$P_4 = P_4 - h(\gamma_0 - \gamma_3) \text{ კგ/მ}^2. \quad (15.24)$$

5. ვირჩევთ ისეთ  $P_p$ , რომელიც უზრუნველყოფს ნაკადების საპირო მი-მართულებით გადაღინებას და ვსაზღვრავთ  $P_x$  და  $P_x$  უკვე ცნობილი სხვა-ობების ( $P_x - P_y$  და  $P_x - P_p$ ) მიხედვით;

6. ამის შემდეგ ხერელების საპირო კვეთის გამოთვლა სიძნელეს აღარ წარმოადგენს და სრულდება უკვე განხილული მეთოდის მიხედვით.

მაგალითი. გავიანგარიშოთ სამშალიანი საამქროს აერაცია (ნახ. XV.15). მოცემულია, რომ I შალში კარბი სითბო  $Q_I = 1100$  კკალ/წმ, III-ში —  $Q_{III} = 800$  კკალ/წმ, II შალში სითბოს წყარო არ არის. I და II შალებს შორის ლიობი  $F_1 = 220$  მ<sup>2</sup>, II და III შალებს შორის  $F_2 = 120$  მ<sup>2</sup>. გარე ჰაერის ტემ-პერატურა  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ . კარბის სიჩქარე  $v = 3,5$  მ/წმ. აეროდინამიკური კოეფი-ციენტებია:  $k_1 = 0,5$ ;  $k_2 = -0,4$ ;  $k_3 = -0,2$ ;  $k_4 = -0,6$ ;  $k_5 = -0,1$ .

მივიღოთ გასაყვანი ჰაერის ტემპერატურა  $t_{\text{საყ}} = 30^\circ\text{C}$  და საპირო ჰაერის რაოდენობა განვსაზღვროთ I და III შალებისათვის:

$$G_I = \frac{Q_I}{0,24(t_{\text{საყ}} - t_1)} = \frac{1100}{0,24(30 - 20)} = 458 \text{ კგ/წმ};$$

$$G_{III} = \frac{800}{0,24(30 - 20)} = 334 \text{ კგ/წმ}.$$

ეს ხარჯები გავანაწილოთ შემდეგნაირად: I შალში 1-ლი ხერელიდან შე-მოღის  $G_1 = 250$  კგ/წმ; ხოლო II შალიდან მე-7 ხერელით —  $G_7 = 208$  კგ/წმ; III შალში მე-5 ხერელიდან შემოღის  $G_5 = 150$  კგ/წმ, ხოლო II შალიდან მე-6 ხერელით  $G_6 = 184$  კგ/წმ.

ვსაზღვრავთ წნევათა სხვაობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ II შალი-დან მეზობელ შალებში საპირო რაოდენობის ჰაერის გადაღინებას:

$$P_p - P_x = \frac{G_7}{\mu^2 \cdot F_7 \cdot 2g \gamma} = \frac{208^2}{0,8^2 \cdot 220^2 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,2} = 0,059 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_y - P_z = \frac{G_5}{\mu^2 \cdot F_5 \cdot 2g \gamma} = \frac{184^2}{0,8^2 \cdot 120^2 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,2} = 0,156 \text{ კგ/მ}^2.$$

კარბის დინამიკური წნევა იქნება

$$P_3 = \frac{v_3^2 \cdot \gamma}{2g} = \frac{3,5^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,8} = 0,75 \text{ კგ/მ}^2.$$

განვსაზღვროთ გარე წნევები ყველა ხერელისათვის:

$$P_1 = k_1 \cdot P_3 = 0,5 \cdot 0,75 = 0,375 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_2 = k_2 \cdot P_3 = -0,4 \cdot 0,75 = -0,3 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_3 = k_3 \cdot P_3 = -0,2 \cdot 0,75 = -0,15 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_4 = k_4 \cdot P_3 = -0,6 \cdot 0,75 = -0,45 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_6 = k_y \cdot P_3 = -0,1 \cdot 0,75 = -0,075 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma 3} = P_2 - h(\gamma_{30} - \gamma_{30}) = -0,3 - 10(1,205 - 1,165) = -0,3 - 0,4 = -0,7 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma 3} = -0,15 - 0,4 = -0,55 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma 4} = -0,45 - 0,4 = -0,85 \text{ კგ/მ}^2;$$

მივიღოთ შიგა კარბი წნევა II მალში  $P_y = -0,6$ , მაშინ

$$P_x = -0,6 - 0,059 = -0,659 \text{ კგ/მ}^2 \text{ და}$$

$$P_z = -0,6 - 0,156 = -0,756 \text{ კგ/მ}^2.$$

ხერცლებში მოქმედი წნევები შესაბამისად იქნება:

$$1. P_1 - P_x = 0,375 - 0,659 = 1,034 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$2. P_x - P_{\Sigma 4} = -0,659 - 0,7 = 0,041 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$3. P_{\Sigma 3} - P_y = -0,55 - 0,6 = 0,05 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$4. P_x - P_{\Sigma 4} = -0,756 - 0,85 = 0,094 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$5. P_6 - P_z = -0,075 - 0,756 = 0,681 \text{ კგ/მ}^2.$$

მიღებული წნევებისა და ადრე შერჩეული ხარჯების მიხედვით გამოთვლით თითოეული ხერცლის საჭირო ფართობს:

$$F_1 = \frac{G_1}{\mu \sqrt{2g\gamma(P_1 - P_x)}} = \frac{250}{0,6\sqrt{23,6 \cdot 1,034}} = 84,5 \text{ მ}^2;$$

$$F_2 = \frac{458}{0,6 \sqrt{23,6 \cdot 0,041}} = 803 \text{ მ}^2;$$

$$F_3 = \frac{392}{0,6 \sqrt{23,6 \cdot 0,05}} = 622 \text{ მ}^2;$$

$$F_4 = \frac{334}{0,6 \sqrt{23,6 \cdot 0,094}} = 386 \text{ მ}^2;$$

$$F_5 = \frac{150}{0,6 \sqrt{23,6 \cdot 0,681}} = 62,5 \text{ მ}^2.$$

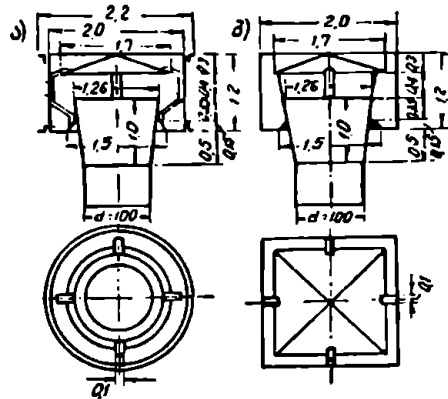
ანგარიშისას ხარჯის კოეფიციენტი ყველა ხერცლის საგდულებში მიღებულია  $\mu = 0,6$ .

ზიარად, როდესაც გაბინძურებული ჰაერის გასაყვანად სარკმლების მოწყობა გაძნელებულია და დიდი მწარმოებლობა არაა საჭირო, იყენებენ დეფლექტორებს და ამოწვოვ შახტებს.

ამაზად ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ვ. ხანონკოვის კონსტრუქციის მრგვალი დეფლექტორი ПДГН (ნახ. XV.16, ა). ნახაზზე ზომები მოცემულია დიამეტრის ნაწილებით. გარდა მრგვალისა, გამოიყენება აგრეთვე კვადრატუ-

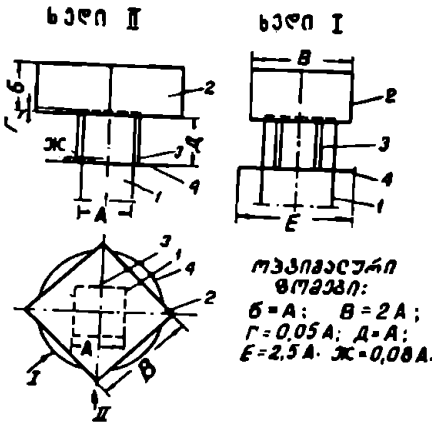


ლი დეფლექტორი ЦАГИ (ნახ. XV.16, ბ) და კუბური დეფლექტორი ЛИОТ (ნახ. XV.17). ЦАГИ-ს ტიპის დეფლექტორების ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი ერთზე ნაკლებია (მრგვალისათვის  $\zeta = 0,61$ , კვადრატულისათვის  $\zeta = 0,7$ ), რაც დიფუზორის არსებობით არის გამოწვეული. ЛИОТ-ის ტიპის (ნახ. XV.17) დეფლექტორი ЦАГИ-ს კვადრატული დეფლექტორებისაგან განსხვავდება იმით, რომ დეფლექტორის ზედა ნაწილი 2 კვადრატული მილისაგან მობრუნებულია  $45^\circ$ -იანი კუთხით. ასეთი განლაგება და წიბოები 3 საშუალებას იძლევა გავათანაბროთ სხვადასხვა მიმართულების ქარის მოქმედება. დეფლექტორების აეროდინამიკური მახასიათებლების აგება ხდება მათი აეროდინამიკური შილში გამოცდის საშუალებით (ნახ. XV.18).



ნახ. XV.16

აეროდინამიკური მახასიათებლების აგება ხდება მათი აეროდინამიკური შილში გამოცდის საშუალებით (ნახ. XV.18).



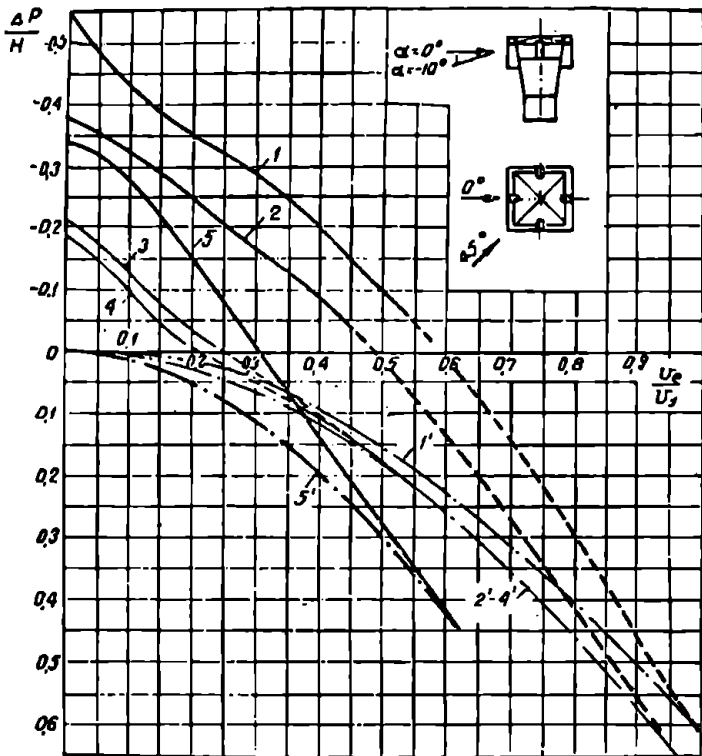
ნახ. XV.17

აეროდინამიკური მახასიათებლის საშუალებით შეიძლება დეფლექტორის გაანგარიშება. გაანგარიშების მეთოდი განვიხილოთ ქვემოთ მაგალითზე.

**მაგალითი.** გავიანგარიშოთ სამკედლო ქურის კოლგვიდან გამწოვ მილზე დაყენებული დეფლექტორი. ქურიდან საქირაო გავიწოვით 3000 კგ/სთ ნაწიი აირებისა და ჰაერის ნარევი. გასაყვანი ნარევის ტემპერატურა შეადგენს  $90^\circ\text{C}$  ( $\gamma = 0,0973$  კგ/მ<sup>3</sup>). გარე ჰაერის ტემპერატურაა  $t = 20^\circ\text{C}$ . ქარის საანგარიშო სიჩქარე

$v_x = 5,5$  მ/წმ. ჰაერსადენის კონფიგურაცია და ზომები მოცემულია XV.19 ნახაზზე. ჰაერის გაწოვა ხდება მხოლოდ დეფლექტორით, ხოლო მიწოდება — ჟრამუგვიდან, რომლის ფართობია  $F = 1,3$  მ<sup>2</sup>, ხოლო ხარჯის კოეფიციენტი  $\mu = 0,6$ .

ჰაერსადენის დიამეტრი ავილოთ  $d = 500$  მმ. ჰაერსადენების საანგარიშო ცხრილებიდან ვპოულობთ წნევის კარგვას ხახუნზე  $R_L = 0,058 \cdot 6 = 0,348$  კგ/მ<sup>2</sup> (მიღების ქვარტლით ვაქუქუყიანების გამო ხახუნის კოეფიციენტი გაზრდილია



1-ЦАГН (გრძელი)  $\alpha = 0^\circ$ ; 2-ЦАГН (კვარავალი),  $\alpha = 0^\circ$ ;  
 3-ЦАГН- (კვარავალი),  $\alpha = 0^\circ$ ; 4-ЦАГН (კვარავალი),  
 5-ბუჩქის დიფუზორი,  $\alpha = 0^\circ$  და  $45^\circ$ .

უპრობლემო სივრცითი აღნიშნული გრაფიკი შეესაბამება  
 მხოლოდ თბური სივრცის შეთანხმებას

ნახ. XV.18

$$2,5\text{-ჯერ და გამრავლებულია შემასწორებელ კოეფიციენტზე } \frac{\gamma_{20}}{\gamma_{20}} = \frac{0,973}{1,21} =$$

$= 0,8$ , რადგანაც ცხრილები შედგენილია  $20^\circ$ -იანი ჰაერისათვის).

ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტები იქნება:

ქოლგაში შესვლაზე	$\zeta = 0,1$
დროსელ-სარქველზე	$\zeta = 0,05$
სულ	$\Sigma \zeta = 0,15$

ჰერსა უენში ნარევის მოძრაობის სიჩქარე

$$v_c = \frac{3000}{0,973 \cdot \pi \frac{d^2}{4} \cdot 3600} = 4,3 \text{ მ/წმ.}$$

წნევის კარგვა ადგილობრივ წინალობებზე

$$h_{\text{ა.გ}} = 0,15 \frac{3,05^3}{19,6} \cdot 0,973 = 0,137 \text{ კგ/მ}^2;$$

სულ წნევის კარგვა

$$h = 0,348 + 0,137 = 0,485 \text{ კგ/მ}^2.$$

მიმწოდებელი ფრამუგის დონეზე გაიშვიათება

$$P_x = - \left( \frac{3000}{3600 \cdot 0,973 \cdot 1,3 \cdot 0,6} \right)^2 \frac{1,2}{19,6} = -0,074 \text{ კგ/მ}^2;$$

გაშვოვ მილში წარმოქმნილი თბური დაწნევა

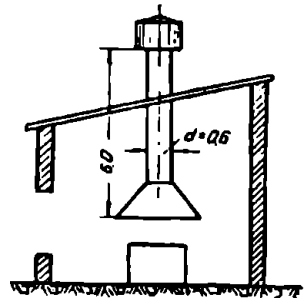
$$H_{\text{თ}} = 6(1,2 - 0,973) = 1,36 \text{ კგ/მ}^2;$$

დეფლექტორში მოქმედი სრული დაწნევა

$$\Delta P_c = H_{\text{თ}} - h + P_x = 1,36 - 0,485 - 0,074 = 0,8 \text{ კგ/მ}^2.$$

აეროდინამიკური მახასიათებლით სარგებლობისათვის საკვიროა ქარის ჩქარული დაწნევის (დინამიკური წნევა) განსაზღვრა

$$H_j = \frac{5,5^2}{19,6} \cdot 1,2 = 1,85 \text{ კგ/მ}^2.$$



ნახ. XV.19

აეროდინამიკური მახასიათებლიდან (ნახ. XV.18)  $\frac{\Delta P_c}{H_j} = \frac{0,8}{1,85} = 0,43$

ფარდობის მიხედვით  $\Pi \Delta \Gamma \Pi$ -ს კვადრატული დეფლექტორისათვის ვლებულობთ, რომ  $\frac{v_c}{v_j} = 0,8$ , საიდანაც დეფლექტორის ჰერსატარში ვპოულობთ

ჰერსის მოძრაობის სიჩქარეს  $v_c = 0,8$ ,  $v_j = 0,8 \cdot 5,5 = 4,4 \text{ მ/წმ}$ , რაც კარგად ეთანხმება წინასწარ მიღებულს. ამრიგად, ვირჩევთ  $\Pi \Delta \Gamma \Pi$ -ს კვადრატული დეფლექტორს  $d = 500 \text{ მმ}$  დიამეტრიანი მილით № 5.

უფრო დიდი ხარჯების შემთხვევებში გამოიყენება შახტები. რეკომენდებულია შემოუბერავე შახტის ზომების მიღება კვადრატული დეფლექტორის ( $\Pi \Delta \Gamma \Pi$ ) მიხედვით, თუ შახტის გვერდების ფარდობა აღემატება 1:3, მაშინ იგი ისე უნდა დაეაყენოთ, რომ გრძელი გვერდი იყოს ქარის მიმართულების მართობულად. ამ შემთხვევაში მის მახასიათებლად შეგვიძლია მივიჩნიოთ კვადრატული დეფლექტორის ( $\Pi \Delta \Gamma \Pi$ ) აეროდინამიკური მახასიათებელი (ნახ. XV.18).

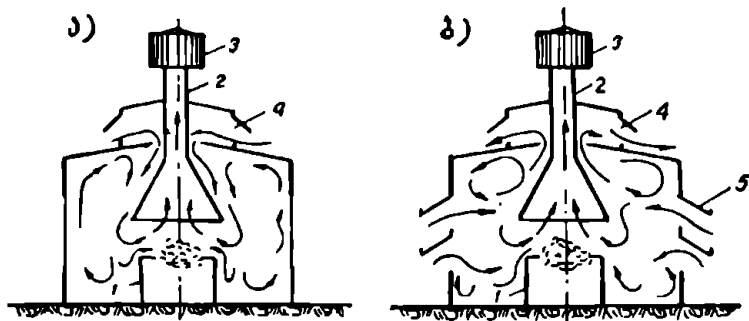
შახტებით უმეტესად სარგებლობენ იმ შემთხვევაში, როდესაც სააერაციო სარკმლების მოწყობის საშუალება არ არის, მაგრამ შეიძლება მათი გამოყენება სარკმლებთან ერთად, თუ საკვიროა მეცნეობის რომელიმე მძლავრი წყაროდან გაძლიერებული გაწოვის მოწყობა.

თბური ქაღვლების თეორიიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილია შახტის ზომა გეგმაში იყოს  $0,44(h+a)$ , სადაც  $h$  არის სიმაღლე სითბოს წყაროს ზედაპირიდან გადახურვამდე,  $a$  — სითბოს წყაროს შესაბამისი ზომა გეგმაში.

ხშირ შემთხვევაში ცხელ საამქროებში გამოიყოფა დიდი რაოდენობის სითბო, რომელიც რამდენჯერმე აღემატება შენობის თბოდანაკარგებს. ასეთ შემთხვევებში გვაქვს მნიშვნელოვანი სიდიდის ქარბი სიძბო, რომელიც შეიძლება გამოვიყენოთ მისაწოდებელი ქაერის საქირო ტუმპერატურაში შესათბობად.

ზამთრის პერიოდის აერაციის გაანგარიშებას ხშირად არ აწარმოებენ და გულისხმობენ, რომ ზაფხულის პერიოდის გაანგარიშების შედეგად მიღებული სააერაციო ლიობების (ფრამუგები, სარკმლები) ფართობი საქმარისი იქნება ზამთრის პერიოდისთვისაც. ასეთი მიდგომა არ შეიძლება ჩაითვალოს სწორად, ვინაიდან ცივი ქაერის მიღება ზაფხულის სააერაციო ფრამუგებიდან გამოიწვევდა მუშა ზონის გადაციებებას, რაც მეტად არასასიამოვნო მოვლენაა მომუშავეთათვის. მუშა ზონის გადაციებების თავიდან აცილების მიზნით ზამთრის პერიოდის აერაციისათვის დაგეგმარებული უნდა იყოს სპეციალური ქაერმიღები ფრამუგები ისეთ დონეზე, რომ შემოსულმა ცივმა ქაერმა მოასწაროს საქირო ტუმპერატურაში შეთბობა მუშა ზონაში ჩამოსულამდე.

ცხელი საამქროს სწორი აერაციის კარგი მაგალითია ა. მელიქსტოვის მიერ დამუშაგებული აერაციის სქემა შიტირე სამქედლოებისათვის (ნახ. XV.20). წლის ცივ პერიოდში ქერიდან 1 გამოყოფილი აირები გაიყვანება გამწოვი მილისა 2 და დეფლექტორის 3 საშუალებით (ნახ. XV.20, ა). სამქედ-



ნახ. XV.20

ლოში სუფთა ქაერი შემოდის სარკმლიდან 4. ფანჯრების საგდულები ამ დროს დაკრტილია. ზაფხულის პერიოდში (ნახ. XV.20, ბ) იღება მიმწოდებელი ფრამუგები 5 და სარკმლიდან 4 იწყება ქაერის გაყვანა.

მელიქსტოვმა ამავე პრინციპით ააგო მარტენის საამქროს აერაციის სქემა, რომელიც გულისხმობდა ორმალიანის ნაცვლად სამმალიანი მარტენის

საამქროს დაგეგმარებას. ღუმელების მალი უნდა გამოყოფილიყო ცალკე და აღჭურვილიყო ამომწოვი სისტემით (შახტებით ან დიფლექტორებით), რაც საშუალებას მოგვცემდა ჰაერი მიგველო გვერდით მალეში ზედა შემოუბერავი სარკმლებიდან. მარტენის საამქროს აერაციის ასეთი სქემით გადაწყვეტა, მართალია, უკეთესია, მაგრამ დაკავშირებულია ტექნიკურ სიძნელეებთან და, ამასთანავე, დაბალ დონეზე შიგა ჰარბი წნევის დაწევის გამო (ნეიტრალური ზონა ფრიად მალაა) კარებიდან დიდძალი ცივი ჰაერი შემოიკრება, რომლის თავედან ასაცილებლად საჭიროა მძლავრი სააერო ფარდების მოწყობა.

აერაციის რეგულირება / შეიძლება იყოს ხარისხობრივი და რაოდენობრივი.

ხარისხობრივი რეგულირების მიზანია შექმნას ნაკადების ისეთი ორგანიზაცია, რომლის დროსაც ადგილი არ ექნება ჰაერის მოდინებას სარკმლიდან, თუ ასეთი მოდინება იწყებს მუშა ზონაში ჰაერის გაბინძურებას. უნდა ვცდილობდეთ, რომ ჰაერის მოდინება ხდებოდეს შეძლებისდაგვარად შენობის ყველა მხრიდან. ერთმალის საამქროს სარკმლებით უნდა ხდებოდეს მხოლოდ გაწოვა. თუ საამქრო ჰარბი უშუალო მოქმედებას განიცდის, მაშინ სარკმლების ჰარბს მხარეს მიმართული საგდულები უნდა იყოს დახურული, ხოლო საწინააღმდეგო მხარეს — ღია. შემოუბერავი სარკმლების მქონე შენობებში რეგულირება საგრძნობლად მარტივდება. ხარისხობრივი რეგულირებით უნდა აღიკვეთოს გამჭოლი განიავება, რაც იწყებს ჰაერის მდგომარეობის გაუარესებას ჰაერგამყვანი საგდულების ახლოს მდებარე საშუალო ადგილებში. ხარისხობრივი რეგულირების პრინციპი დამყარებულია შიგა წნევის ცვალებადობაზე, რომელიც ხორციელდება ღია საგდულების ფართობების ცვლილებით. თუ საჭიროა, რომ მოცემული საგდულიდან ჰაერი შემოლიოდეს სათავსში, შიგა ჰარბი წნევა ნაკლები უნდა იყოს გარე წნევაზე. შიგა ჰარბი წნევის შემცირების მიზნით შეძლებისდაგვარად უნდა გაეზარდოს გაუბშობის ქვეშ მყოფი საგდულების ფართობი და თუ იგი არ აღმოჩნდება საკმარისი, შევამციროთ ჰარბი წნევის ქვეშ მომუშავე საგდულების კვეთი.

ბუნებრივი ჰაერცვლის განსაზღვრა რეგულირების დროს ხდება ხერტებში (საგდულებში) ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვით. ამ გაზომვების ჩატარება უფრო მოხერხებულია სარკმლების ღიობებში. წინასწარ კედლების საგდულები ისე უნდა იყოს რეგულირებული, რომ მათში ხდებოდეს ჰაერის მოდინება.

ხარისხობრივი რეგულირება შეუძლებელია, თუ არა გვაქვს სწორი მონაცემები ჰარბის წნევების განაწილების შესახებ შენობის გადამლობაჲ კონსტრუქციებზე, ჰარბის სხვადასხვა მიმართულებისა და სიჩქარის დროს.

რაოდენობრივი რეგულირება წარმოადგენს ბუნებრივი ჰაერცვლის ორგანიზაციის მეორე ეტაპს და მდგომარეობს მოდინებული და გაყვანილი ჰარბის რაოდენობების ცვლაში.

თუ გვაქვს შემოუბერავი სარკმლები, მათში საგდულების გაღების რეგულირება საჭიროა მხოლოდ გარე ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით. ამასთანავე, საგდულები იღება ან იკეტება წელიწადში მხოლოდ ორჯერ — თბი-

ლი პერიოდისა და ცივ პერიოდისა და ცივი პერიოდისა თბილზე გადასვლისას. ამიტომ მათი რეგულირების ავტომატიზაცია საჭირო არაა.

გაცილებით მნიშვნელოვანია ჰაერის მიმწოდებელი ფანჯრების საგდულების ავტომატური რეგულირება. გარე ჰაერის ტემპერატურისა და სათავესში სითბოს გამოყოფის ინტენსივობის მიხედვით რეგულირებისათვის გამოიყენება ასტატიკური სისტემა. ამ დროს რეგულირება ხდება სათავესში ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით ორპოზიციური გადაშვლის საშუალებით. შემსრულებელ მექანიზმებად წარმატებით შეიძლება საგდულების გასაღები და დასახური ჩვეულებრივი მექანიზმების გამოყენება, თუ მათ აღვჭურავთ რედუქტორიანი ელექტროძრავებით. გადაშვლებად გამოიყენება ბიმეტალის რეგულატორები ДТК-3 ან ДТК-4. შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე კონტაქტური თერმომეტრი ТК-8 კონტაქტების მაგნიტური დაყენებით. ამ შემთხვევაში საჭიროა ორი თერმომეტრის გამოყენება, რომელთაგან ერთი დაყენებული იქნება მინიმალურ დასაშვებ ტემპერატურაზე, ხოლო მეორე — მაქსიმალურ დასაშვებ ტემპერატურაზე. როდესაც ტემპერატურა სათავესში დაიწევს მინიმალურზე ქვემოთ, პირველი თერმომეტრი იძლევა სიგნალს და ელექტროძრავი იწყებს საგდულის მიკეტვას, ხოლო როდესაც ტემპერატურა აცილდება მაქსიმალურად დასაშვებს, მაშინ მეორე თერმომეტრი ძრავას რთავს რევერსიული მაგნიტური ამუშავების საშუალებით; ძრავა იწყებს საწინააღმდეგო მართულებით ბრუნვას და საგდულეები იღება.

რეგულირება შეიძლება გაეხადოთ უფრო მოქნილი, თუ საამქროს საგდულეებს დავყოფთ ჯგუფებად და თითოეულ ჯგუფს დავუყენებთ დამოუკიდებელ გადაშვლად. ეს ბევრად არ აძვირებს დანადგარებს, ვინაიდან გადაშვლები საკმაოდ იაფია, ხოლო შემსრულებელი მექანიზმები ისედაც ემსახურება 12 ან 24 მ-იან საგდულების ჯგუფებს. რეგულირების ასეთი სისტემის დროს მიზანშეწონილია მექანიზმების დაყენება სითბოგამომყოფი დანადგარების გათვალისწინებით.

პირველ რიგში ავტომატიზებული უნდა იქნეს ის მიმწოდებელი საგდულები, რომლებიც მდებარეობენ იატაკიდან 4—7 მეტრის სიმაღლეზე.

რიგ შემთხვევებში მიზანშეწონილია სარკმლის იმ საგდულების ავტომატიზაცია, რომლებიც ღიად რჩება გარდამავალ და ზამთრის პერიოდებში.

ავტომატური რეგულირება და მართვა ამაღლებს აერაციის ეფექტურობას, ხოლო სააერაციო მოწყობილობას უფრო მოქნილსა და საიმედოს ხდის.

საზოგადოებრივი და საცხოვრებელი დანიშნულების შენობებში მაგნიეტიკური რეგულირების მიზნით რაოდენობით გამოიყენება და შესაბამისად სავენტილაციო ჰაერის საჭირო რაოდენობა მცირდება. ამიტომ ამ შენობებში გამოიყენება ბუნებრივი (გრავეტიციული) ვენტილაციის არხული სისტემები. უმეტესად გამოიყენება არხული გამწოვი სისტემები, რისთვისაც შენობის კედლებში აწყობენ არხებს, რომლებიც სხვენში ერთდება და საერთო შახტით (ხშირად დეფლექტორით) ჰაერი გაიყვანება ატმოსფეროში. სათავესიდან გაყვანილი ჰაერის შევსება ხდება საშენებლო კონსტრუქციების (ფანჯრების, კარების) ღრეზობიდან.

ასეთ სათავსებში წლის თბილ პერიოდში ჰაერის განთავსება ფანჯრების გამოღებით ხორციელდება, ამიტომ გრავიტაციული არხული სისტემების საშუალო პერიოდად წლის ცივი დრო ითვლება. ამასთან დაკავშირებით გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურად მიღებულია  $+5^{\circ}\text{C}$ .

გამწოვ სისტემებში არ ხდება ჰაერის ორგანიზებული მოღინება. ამის გამო ადგილი აქვს მუშაობის არასტაბილურობას, რაც ძირითადად ჰაერის ზემოქმედებითაა გამოწვეული. ბუნებრივი წნევა, რომელიც წარმოიქმნება არხებში 2 (ნახ. XV.21, ა), იხარკება არა მარტო არხების 2, პორიზონტალური შეშვრები ხოკერების 3, შახტის 6 და დეფლექტორის 7 წინალობის გადალახვაზე, არამედ ჰაერის მოღინების წინალობაზეც (სამშენებლო არასიმპლდროვებიდან). ამასთან, გადაშობავე კონსტრუქციებში ჰაერის გაელისას წნევის კარგვის სიდიდე გამოთვლას არ ექვემდებარება. ამიტომ ამომწოვი სისტემის გაანგარიშების დროს უნდა გვექნოდეს სათადარიგო მარაგი საანგარიშო საციკულაციო წნევის 10–15% ოდენობით.

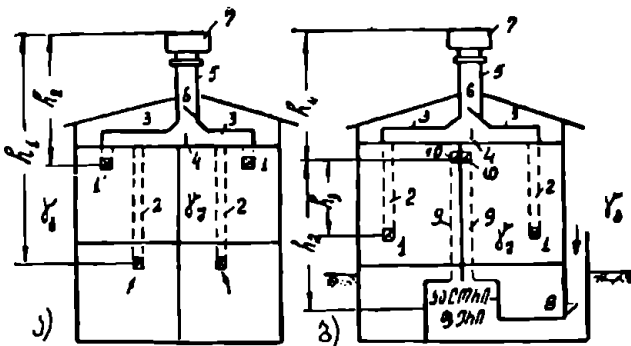
საციკულაციო წნევის სიდიდე პირველი სართულისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$H^I = h_1 (\gamma_6 - \gamma_a) \text{ კგ/მ}^2,$$

მეორე სართულისათვის

$$H^II = h_2 (\gamma_6 - \gamma_a) \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც  $\gamma_a$  და  $\gamma_6$  — შიგა და გარე ჰაერის მოცულობითი წონების კგ/მ<sup>3</sup> ობით, უფრო მდგრადი მუშაობით ხასიათდება გრავიტაციული გამწოვ-მოღინებითი სისტემები თბური აღმქვრელებით (ნახ. XV.21, ბ). ჰაერმიღები შახ-



ნახ. XV.21

ტიდან 8 გარე ჰაერი მოღინება კალორიფერში, სადაც ხდება მისი შეთბობა და არხებით 9 მიწოდება სათავსებში. თუ ჰაერის მოცულობით წონას კალორიფერში შეთბობის შემდეგ აღვნიშნავთ  $\gamma_{6a}$ , ხოლო სათავსიდან გასვლისას —  $\gamma_6$ -ით, მაშინ საციკულაციო წნევა მოღინებითი სისტემისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$H_b = \left( h_2 - \frac{h_1}{2} \right) (\gamma_6 - \gamma_{6a}) \text{ კგ/მ}^2,$$

ბოლო გამწოვი სისტემისათვის ფორმულით

$$H_b = \left( \frac{h_2}{2} + h_1 \right) (\gamma_b - \gamma_a) \text{ კგ/მ}^3.$$

ვინაიდან საცირკულაციო წნევის სიდიდე გრავიტაციულ არხულ სისტემებში ფრიად მცირეა, ამიტომ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე გამწოვ 2 და მოდინებით 9 არხებში მიიღება არა უმეტეს 1 მ/წმ, ხოლო გამწოვ 1 და მოდინებით 10 ქალუხებიან გისოსებში 0,5–1 მ/წმ.

ვენტილაციის გრავიტაციული არხული სისტემები ხასიათდება მცირე საწყისი ღირებულებით, მოწყობილობისა და ექსპლოატაციის სიმარტივით, ხანგამძლეობით და უხმურო მუშაობით, ამასთანავე არ საჭიროებს ელექტროენერგიას. მაგრამ მოქმედების მცირე რადიუსის გამო (არა უმეტეს 11 მეტრისა), მათი გამოყენება შეიძლება მხოლოდ აღშინისტრაციულ-საყოფაცხოვრებო და საცხოვრებელი დანიშნულების შენობებში.

ბუნებრივი არხული სისტემების გაანგარიშების მეთოდია იგივეა, რაც შექანიკური ვენტილაციისა, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ წნევის დანაკარგების სიდიდე განისაზღვრება სისტემაში არსებული გრავიტაციული წნევის  $H_b$  სიდიდით. საანგარიშო წნევად ( $H_0$ ) მარაგის გათვალისწინების მიზნით მიიღება ბუნებრივი წნევის 85–90%, ე. ი.

$$H_0 = 0,85 \div 0,9 H_b \text{ კგ/მ}^3.$$

**მაგალითი.** გავიანგარიშოთ ოთხსართულიანი საცხოვრებელი სახლის (ნახ. XV.22) გრავიტაციული არხული სავენტილაციო სისტემა, თუ შენობის კედლები ჩვეულებრივი აგურისაა, ხოლო სანიტარული კვანძები შეთავსებულია.

**ამოხსნა:** ნორმების თანახმად, ჰაერის გაწოვა უნდა მოხდეს სამზარეულოდან 3-ჯერადი ჰაერცვლით და სანკვანძიდან 50 მ<sup>3</sup>/სთ რაოდენობით. სამზარეულოდან გაყვანილი ჰაერის რაოდენობა იქნება  $L = 3 \cdot v = 3 \cdot 17 = 51 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ . არხები გაკეთებულია კედლებში და მათი კვეთია  $140 \times 140 \text{ მმ}$ . სხვენში არხები შეერთებულია აზბესტცემენტის ხოკერებით, რომლებიც თანდათანობით ფართოვდებიან  $200 \times 500 \text{ მმ}$ -დან  $500 \times 500 \text{ მმ}$ -მდე. რადგან მათი კვეთი საკმაოდ დიდია, ხოკერებში წნევის კარგვა შეგვიძლია უგულვებელყოთ. ვინაიდან არხების კვეთები კონსტრუქციებით არის გაპირობებული, ამიტომ გაანგარიშება მდგომარეობს მათში ჰაერის ხარჯების განსაზღვრაში.

სათავისი ჰაერის ტემპერატურაა  $t_3 = 18^\circ\text{C}$ , ხოლო გარე ჰაერის ტემპერატურა  $t_6 = 5^\circ\text{C}$ .

გაანგარიშებას ვიწყებთ ყველაზე უარეს მდგომარეობაში მყოფი მეოთხე სართულისათვის (რადგანაც არხის სიმაღლე მცირეა).

1-ელი უბანი (იხ. ნახ. XV.22, გ) — გაწოვა სამზარეულოდან. ბუნებრივი წნევა, რომელიც მოქმედებს ამ უბანზე (გისოსში შესვლიდან ხოკერის ღერძამდე),

$$H^1_b = h_1 (\gamma_{5^\circ} - \gamma_{18^\circ}) = 0,8 (1,27 - 1,213) = 0,046 \text{ კგ/მ}^3.$$

არხის განიკვეთის ფართობი

$$f = 0,14 \times 0,14 = 0,0196 \text{ მ}^2.$$





არხში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე

$$v_1 = \frac{51}{3600 \cdot 0,0196} = 0,72 \text{ მ/წმ.}$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ჩვეულებრივი წესით (იხ. ჰაერსადენების აეროდინამიკური გაანგარიშება) ვითვლით წნევის დანაკარგებს უბანზე

$$\Sigma (Rl + Z)_1 = 0,125 \text{ კგ/მ}^2.$$

ამრიგად, არსებული წნევის სიდიდე საჭირო წნევაზე ნაკლებია

$$\Delta H = 0,125 - 0,046 = 0,079 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის ეს სიდიდე უნდა გავითვალისწინოთ შემკრები შახტის სიმაღლის შერჩევის დროს, ანუ შახტის მიერ შექმნილი ბუნებრივი წნევის სიდიდის განსაზღვრისას.

მე-2 უბანი. ბუნებრივი წნევა ამ უბანზე იქნება  $0,125 \text{ კგ/მ}^2$ -ზე მეტი, ვინაიდან ჰაერშიმღები არხი მდებარეობს 3 მ-ით ქვემოთ (ნახ. X V. 22). წნევის სიდიდე შეადგენს

$$H^2_a = 0,125 + 3(1,27 - 1,213) = 0,296 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის კარგვა ამ უბანზე

$$\Sigma (Rl + Z)_2 = 0,193 \text{ კგ/მ}^2.$$

ე. ი. გვაქვს წნევის მარაგი, ვინაიდან  $0,296 > 0,193$ .

მე-3 უბანი.  $h_3 - h_1 = 6 \text{ მ}$ , ამიტომ

$$H^3_a = 0,125 + 6(1,27 - 1,213) = 0,467 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის კარგვა უბანზე

$$\Sigma (Rl + Z)_3 = 0,35 \text{ კგ/მ}^2.$$

მე-4 უბანი.

$$H^4_a = 0,125 + 9(1,27 - 1,213) = 0,638 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Sigma (Rl + Z)_4 = 0,378 \text{ კგ/მ}^2.$$

როგორც ვხედავთ, მე-2-3 და მე-4 უბნებზე გვაქვს წნევის სიჭარბე. შეიძლებოდა დაგვეყენებინა სარეგულირებელი გისოსები, მაგრამ, ვინაიდან ასეთი რეგულირება, როგორც წესი, არ ეწყობა, ამიტომ არხებში გაივლის სხვადასხვა რაოდენობის ჰაერი.

არხებში გამავალი ჰაერის რაოდენობები შეიძლება გამოითვალოს პროპორციულად (წნევის სიდიდე ჰაერის ხარჯის კვადრატის პროპორციულია):

$$L_1 = 51 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_2 = 51 \sqrt{\frac{0,296}{0,193}} = 64 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_3 = 51 \sqrt{\frac{0,467}{0,35}} = 59 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_4 = 51 \sqrt{\frac{0,638}{0,378}} = 66 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

---


$$\text{სულ } \Sigma L_{1-4} = 240 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

გინაიდან სისტემა სიმეტრიულია, ოთხივე განშტოებაში გვექნება ერთნაირი ხარჯები და შახტში გაშავალი ჰაერის რაოდენობა

$$\Sigma L = 4 \cdot 240 = 960 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

მივიღოთ, რომ შახტის კვეთია  $500 \times 500$  მმ, დეფლექტორის დიამეტრი  $d_c = 500$  მმ, ხოლო ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი  $\zeta_c = 0,61$ . შახტის მიერ შექმნილი ბუნებრივი წნევის სიდიდე, თუ შახტის სიმაღლეს მივიღებთ  $h = 4$  მ, იქნება

$$H_h = 4(1,27 - 1,213) = 0,228 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის კარგვა შახტში დეფლექტორის ჩათვლით შეადგენს

$$\Sigma (Rl + Z) = 0,122 \text{ კგ/მ}^2.$$

ამას უნდა დაემატოს ის წნევა, რომელიც პირველ უბანს დააკლდა. ამრიგად, სულ წნევის კარგვა იქნება

$$0,122 + 0,079 = 0,201 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის მარაგი

$$\frac{0,228 - 0,201}{0,228} \cdot 100 \approx 10\%,$$

ე. ი. შახტის სიმაღლე სწორად არის შერჩეული.



პნევმოტრანსპორტული და პნევმოტრანსპორტული  
სისტემები და მათი განვითარების მეთოდები

ასპირაციული ან პნევმოტრანსპორტული სისტემები გამოიყენება იმ სამრეწველო დანიშნულების შენობების სათავსებში, რომლებშიც ტექნოლოგიური დანადგარებიდან და მოწყობილობებიდან დიდი რაოდენობის მტვერი ან დასამუშავებელი მასალის ნარჩენები გამოიყოფა.

ეს სისტემები ადგილობრივი ამომწოვი ვენტილაციის ერთ-ერთი ნაირსახეობაა. ასპირაციული ვენტილაციის სისტემების ჰაერსატარების საშუალებით ხდება მტერის გაწოვა, ხოლო პნევმოტრანსპორტული ვენტილაციის სისტემებით — სხვადასხვა მასალის ნარჩენების გადაადგილება (ტრანსპორტირება). თავის მხრივ, როგორც ასპირაციული, ისე პნევმოტრანსპორტული ვენტილაციის სისტემები პირობითად შეიძლება დაეყოთ ორ ჯგუფად:

დიდი ასპირაციული სისტემები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნოლოგიური დანადგარებიდან ხდება დიდი რაოდენობის მტერის გამოყოფა, კერძოდ, როდესაც გაწოვილ ჰაერში მტვერშემცველობა აღემატება 1000 მგ/მ<sup>3</sup>. ასეთი სისტემების ჰაერსატარები შეიძლება იყოს როგორც ვერტიკალური, ისე დახრილი (45—60°-ით ჰორიზონტის მიმართ). ერთ დიდ ასპირაციულ სისტემაში შეიძლება მხოლოდ 5—6 ასპირაციული წერტილის გაერთიანება.

დიდი ასპირაციული სისტემების გამოყენება გვიხდება სამსხვრევ, საფეხვებ და საჩაბომსხმელო საამქროებში. გარდა ამისა, ქიმიური და მეტალურგიული ქარხნების ზოგიერთ ისეთ სათავსოში, რომლებშიც ხდება დიდი რაოდენობის მტერის გამოყოფა. ზემოთ ჩამოთვლილი საწარმოების სათავსები, როგორც წესი, დიდი სიმაღლისა და ამიტომ მათში შესაძლებელია ასპირაციული სისტემების მოწყობა დახრილი ჰაერსატარებით.

მცირე ასპირაციული სისტემები გამოიყენება მექანიკურ საამქროებში და ქიმიური წარმოების ზოგიერთ ისეთ სათავსოში, რომლებშიც მტერის მცირე გამონაყოფები გვაქვს და რომელთა გასაწოვი ჰაერის მტვერშემცველობა 1000 მგ/მ<sup>3</sup>-ზე ნაკლებია. ასეთი სისტემების ჰაერსატარები ეწყობა მხოლოდ ჰორიზონტალურად, ყოველგვარი დახრის გარეშე.

როგორც აღვნიშნეთ, პნევმოტრანსპორტული სისტემებიც იყოფა ორ კატეგორიად. პირველ კატეგორიას მიეკუთვნება ისეთი პნევმოტრანსპორტული

ლი სისტემები, რომელთა საშუალებითაც ხდება ტექნოლოგიური პროცესების შემდეგ ნარჩენი მასალების გადაადგილება. კერძოდ, ასეთი სისტემები ეწეობა ხის დასამუშავებელ საამქროებში და იმ დანადგარებთან, რომლებიდანაც ხდება ლითონის, გრაფიტის, აზბესტცემენტის და სხვა სახის ნარჩენების გამოყოფა. მეორე კატეგორიას კი მიეკუთვნება ისეთი სისტემები, რომლებიც უშუალოდ ტექნოლოგიურ პროცესებს ემსახურება, მაგალითად, საფეიქრო მრეწველობაში ბამბის, მატყლისა და სხვა მასალების ტრანსპორტირება ან ცემენტის და თაბაშირის ქარხნებში დასამუშავებელი მასალის გადაადგილება და სხვ.

ყველა ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემა აღქურვილი უნდა იყოს ჰაერსაწმენდი დანადგარებით, რომლებიც შეიძლება იყოს როგორც სველი, ისე მშრალი გაწმენდის პროცესით, გაწმენდის ერთი ან ორსაფეხურიანი სისტემის გამოყენებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც გაწოვილი ჰაერის მტვერშემცველობა 5000 მგ/მ<sup>3</sup>-ზე ნაკლებია, გამოიყენება ერთსაფეხურიანი, ხოლო როცა 5000 მგ/მ<sup>3</sup>-ზე მეტია — ორსაფეხურიანი გაწმენდის სისტემა.

§ 77.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების  
ჰაერსაწმენდის გაანგარიშების ძირითადი მონაცემები

მყარი ნაწილაკის მოძრაობა ვერტიკალურ ჰაერსატარში

განვიხილოთ მყარი ნაწილაკის მოძრაობა ჰაერსატარში იმ შემთხვევისათვის, როდესაც მასში ვერტიკალურად ზევით  $V$  სიჩქარით მოძრაობს ჰაერის ნაკადი (ნახ. XVI.1). განსახილველ შემთხვევაში მყარ ნაწილაკზე მოქმედებს ორი ძალა: ერთი მათგანი, კერძოდ, სიმძიმის ძალა  $G$  მიმართულია ქვემოთ და მეორე — აეროდინამიკური ძალა  $P$ , რომელიც მიმართულია ზემოთ.

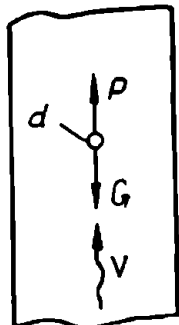
სიმძიმის ძალა ნაწილაკის მოცულობისა და მისი მოცულობითი წონის ნამრავლის ტოლი იქნება და სფერული ფორმის მყარი ნაწილაკის შემთხვევაში შეგვიძლია დავწეროთ

$$G = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \gamma_{\text{მყ. ნაწ.}} \quad (16.1)$$

სადაც  $d$  არის მყარი ნაწილაკის დიამეტრი;

$\gamma_{\text{მყ. ნაწ.}}$  — მყარი ნაწილაკის მოცულობითი წონა.

მყარი ნაწილაკის წინ, მასზე ჰაერის ნაკადის გარსშემოდინების დროს წარმოიქმნება კარბი წნევა, ხოლო მის უკან ხდება ჰაერის გაიშვიათება, ანუ წარმოიქმნება ამწევი აეროდინამიკური ძალა, რომლის გამოსახვაც შეიძლება ფორმულით



ნახ. XVI.1

$$P = k \cdot f \frac{(v - v_{\text{მყ. ნაწ.}})^2}{2g} \gamma_{\text{ა.}} \quad (16.2)$$

სადაც  $k$  არის წინაღობის კოეფიციენტი, დამოკიდებული მყარი ნაწილაკის ფორმაზე, ჰაერის ნაკადში მის მდებარეობასა და ჰაერის ნაკადის ტურბულენტურ რეჟიმზე;

$f$  — მყარი ნაწილაკის ფართობი, რომელიც მისი ჰაერის ნაკადის მართობულ სიბრტყეში დაგეგმარებით მიიღება;

$v$  — ჰაერის ნაკადის სიჩქარე;

$v_{\text{პ. ნ.}}$  — მყარი ნაწილაკის სიჩქარე;

$\gamma_1$  — ჰაერის მოცულობითი წონა;

$g$  — სიმძიმის ძალის აჩქარება.

სფერული ფორმის მყარი ნაწილაკისათვის, რომლის ფართობია  $f = \frac{\pi d^2}{4}$ , (16.2) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$P = k \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{(v - v_{\text{პ. ნ.}})^2}{2g} \cdot \gamma_1. \quad (16.3)$$

**მყარი ნაწილაკის შეტივნარება ჰაერის ნაკადში**

წარმოვიდგინოთ ისეთი შემთხვევა, როდესაც მყარი ნაწილაკი გაჩერდება და ჰაერის ნაკადში დაიწყებს შეტივნარებას. ასეთ მდგომარეობაში მყარ ნაწილაკზე მოქმედი სიმძიმისა და აეროდინამიკური ძალები ერთმანეთს გაუტოლდება და ამიტომ ნაწილაკის მოძრაობის სიჩქარე ნულის ტოლი გახდება  $v_{\text{პ. ნ.}} = 0$ . თუ ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ (16.1) და (16.3) გამოსახულებებში, მაშინ ისინი ერთმანეთს გაუტოლდება და შეგვიძლია დავწეროთ

$$G = P = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \gamma_1 \cdot \omega = k \frac{\pi d^3}{4} \cdot \frac{v^3}{2g} \gamma_1.$$

აქედან შეგვიძლია განვსაზღვროთ კრიტიკული ან, რაც იგივეა, შეტივნარების სიჩქარე.

$$V = 1,15 \sqrt{\frac{d \gamma_1 \omega}{k \gamma_1}}. \quad (16.4)$$

თუ ამ ფორმულაში ჩავსვამთ სტანდარტული ჰაერის ( $t_1 = 20^\circ$ ) მოცულობით წონას  $\gamma_1 = 1,2$  კგ/მ<sup>3</sup>, სიმძიმის ძალის მნიშვნელობას  $g = 9,81$  მ/წმ<sup>2</sup> და გათანაბრებული ჰაერის ნაკადისთვის ( $Re \approx 10^5$ ) მყარი ნაწილაკის წინაღობის კოეფიციენტს  $k \approx 0,5$ , მივიღებთ

$$V = 4,65 \sqrt{d \gamma_1 \omega}. \quad (16.5)$$

იმ კრიტიკულ სიჩქარეს, რომლის დროსაც ვერტიკალური ჰაერსატარის ნაკადში არსებული მყარი ნაწილაკი იწყებს შეტივნარებას ( $G = P$ ), შეტივნარების სიჩქარე ეწოდება.

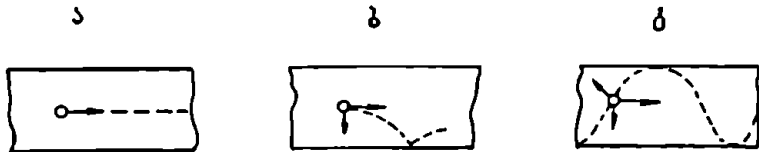
ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარებში ჰაერის სიჩქარე მეტი უნდა იყოს მტერის ნაწილაკების ან ნარჩენების შეტივნარების სიჩქარეზე, რათა ისინი არ დაილექოს ჰაერსატარის კედლებზე.

მყარი ნაწილაკის მოძრაობა პორიზონტალურ პაერსატარში

პორიზონტალურ პაერსატარში მყარი ნაწილაკის მოძრაობის ხასიათის ცოდნას აქვს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგანაც ამ მოძრაობის ხასიათის მიხედვით განისაზღვრება პაერსატარში პაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის გადაადგილების სიჩქარე, წნევის დანაკარგები, დანადგარების ცვეთადობა და სხვა ისეთი პარამეტრები, რომლებიც ახასიათებს ასპირაციულ და პნევმოტრანსპორტული სისტემების სამშენებლო და საექსპლოატაციო ხარისხს.

პორიზონტალურ პაერსატარში, რომელშიც ხდება პაერისა და მყარი ნაწილაკების ტრანსპორტირება, ამ უკანასკნელს შეიძლება მოძრაობის სამი სახე ჰქონდეს: პაერსატარის კედლების პარალელური (პაერის ნაკადის ენერჯის ხარჯზე) (ნახ. XVI.2, ა), პარაბოლური ნახტომისებრი სახით (ნახ. XVI.2, ბ) და ხრახნისებური (ნახ. XVI.2, გ).

საერთოდ პაერსატარში მოძრავ მყარ ნაწილაკებზე მოქმედებს პაერის ნაკადის ლერძული მიმართულების თანხვედნილი აეროდინამიური ძალა, ქვე-



ნახ. XVI.2

მოთ მიმართული სიმძიმის ძალა და პაერსატარის კედლებისკენ მიმართული ცენტრიდანული ძალა.

პაერსატარში მყარი ნაწილაკის მოძრაობა პაერსატარის კედლების პარალელურად ყველაზე მარტივ მოძრაობად ითვლება, იგი დამოკიდებულია ნაკადის მოძრაობის ხასიათზე, სიჩქარეზე, ნაწილაკის ფორმასა და ზომებზე.

პაერის ნაკადის პარალელურად მოქმედი აეროდინამიური და ქვემოთ მიმართული სიმძიმის ძალის ზემოქმედების გამო მყარი ნაწილაკი იწყებს პარაბოლურ ნახტომისებრ მოძრაობას, გამოდის პაერის ნაკადიდან და მიემართება პაერსატარის კედლისაკენ, რომლის ზედაპირთან უცარი შეჯახებისა და სიჩქარის მნიშვნელოვანი გრადიენტის არსებობის გამო პაერსატარის კედლთან წარმოიქმნება ამწვევი ძალა, რომლის საშუალებითაც ნაწილაკი აღის ზემოთ და კვლავ იწყებს პარაბოლურ მოძრაობას. ასეთი ნახტომის ბიჯი (ნაწილაკზე მოქმედი ძალების სიდიდეზე დამოკიდებულებით) შეიძლება დიდი იყოს და ამიტომ პაერსატარის მოკლე უბანზე მისი მოძრაობა სწორხაზოვნად გამოჩნდება.

მყარი ნაწილაკის ხრახნული მოძრაობა წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც მყარ ნაწილაკზე მოქმედი ცენტრიდანული ძალა აღემატება მის სიმძიმის ძალას, რის შედეგადაც მყარი ნაწილაკები ეკერის პაერსატარის კედლებს და მისი მოძრაობის ტრაექტორია ხრახნისებრი, ანუ მბრუნავია.

ქაერსატარში გადაადგილებული მყარი ნაწილაკების წონის შეფარდებას გადაადგილებული ქაერის წონასთან ქაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონსენტრაცია ეწოდება და გამოისახება ფორმულით

$$\mu = \frac{G_{\text{მ. ნაწ}}}{G_1} \text{ კგ/კგ.} \quad (16.6)$$

სადაც  $G_{\text{მ. ნაწ}}$  არის მყარი ნაწილაკების წონა, კგ/წმ-ობით;  
 $G_1$  — ქაერის წონა, კგ/წმ-ობით.

ქაერსატარში გადაადგილებული მყარი ნაწილაკების წონის შეფარდებას გადაადგილებული ქაერის მოცულობასთან ნარევის მოცულობითი კონსენტრაცია ეწოდება და გამოისახება ფორმულით

$$V = \frac{G_{\text{მ. ნაწ}}}{L_1} \text{ კგ/მ}^3, \quad (16.7)$$

სადაც  $L_1$  ქაერის მოცულობაა, მ<sup>3</sup>/წმ-ობით.

რაც უფრო დიდია ქაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის კონსენტრაცია, მით უფრო საჭიროა, რომ ქაერსატარში ზათი გადაადგილების სიჩქარე დიდი იყოს, რათა მყარი ნაწილაკები არ დაილექოს და ამის შედეგად არ მოხდეს ქაერსატარის დაცობა.

### წნევის დანაკარგები ქაერსატარში მყარი ნაწილაკების აწევაზე

დაუშვათ, რომ  $Z$  მ სიმაღლის ვერტიკალურ ქაერსატარში მოძრაობს ქაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევი, რომლის წონითი კონსენტრაცია ( $\mu$ ) და გადასადგილებული ქაერის მოცულობა ( $L$ ) ცნობილია. თუ ქაერსატარში მყარი ნაწილაკების აწევაზე წნევის დანაკარგებს აღვნიშნავთ  $\Delta P_{\text{მ.წ}}$ -ით, მაშინ მუშაობა, რომელიც სრულდება მყარი ნაწილაკების გადაადგილებაზე,

$$L \cdot \Delta P_{\text{მ.წ}} = G_{\text{მ. ნაწ}} Z \text{ კგ. მ.}$$

აქედან წნევის დანაკარგი

$$\Delta P_{\text{მ.წ}} = \frac{G_{\text{მ. ნაწ}}}{L} Z \text{ კგ/მ}^2, \quad (16.8)$$

თუ ამ გამოსახულებაში (16.6) ფორმულიდან შევითანთ  $G_{\text{მ. ნაწ}} = \mu G_1$  მნიშვნელობას, მაშინ

$$\Delta P_{\text{მ.წ}} = \frac{\mu G_1}{L} Z = \gamma_1 \mu Z \text{ კგ/მ}^2, \quad (16.9)$$

ე. ი. წნევის დანაკარგი მყარი ნაწილაკების აწევაზე ტოლია გადასადგილებული ქაერის მოცულობითი წონის, ქაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონსენტრაციისა და ქაერსატარის სიმაღლის ურთიერთნამრავლისა.

ისეთი ქაერის მოცულობითი წონა, რომელსაც  $15^\circ$  ტემპერატურა აქვს და  $760$  მმ ვერცხ. წყ. სვ. ბარომეტრული წნევის ქვეშ იმყოფება, ტოლია  $\gamma_1 = 1,226$  კგ/მ<sup>3</sup>. ამ პირობებისათვის (16.9) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$\Delta P_{\text{მ.წ}} = 1,226 \mu Z \text{ კგ/მ}^2. \quad (16.10)$$



აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ქაერსატარში წნევის დანაქარგი ხახუნზე ანგარიშში შეიტანება ცალკე.

§ 79.

ქაერის სიჩქარეები ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისვამების ქაერსატარებში

ქაერსატარებში, რომლებშიც ხდება ქაერისა და მყარი ნაწილაკების ნა-რევის ტრანსპორტირება, ქაერის სიჩქარე გაცილებით მეტი უნდა იყოს, ვიდრე ნაწილაკების შეტივენარების სიჩქარე. ამიტომ ქაერსატარებში მიღებულია ქაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარეები, რომელთა რიცხვითი მნიშვნელობების სიდიდეს იღებენ ქაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაციის მიხედვით.

პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ, როდესაც  $\mu \ll 1$ -ზე, მაშინ  $v_{აკ} = (1,25 \div 1,3) v$ ; როდესაც  $\mu = 1 \div 2$ , მაშინ  $v_{აკ} = 1,5v$ ; როდესაც  $\mu = 10 \div 15$ , მაშინ  $v_{აკ} = (2 \div 2,5) v$ ,

სადაც  $v_{აკ}$  არის ქაერსატარში ქაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარე;

$v$  — მყარი ნაწილაკების შეტივენარების სიჩქარე, რომელიც განისაზღვრება (16.5) ფორმულით.

ქაერსატარებში ხის ნათლის ტრანსპორტირებისას, ნათლის შეტივენარებისა და ქაერის მუშა სიჩქარეების სიდიდეების განსაზღვრისათვის ვიყენებთ ეკვივალენტური დიამეტრის ცნებას, რომლის მიხედვითაც მიიღება, რომ სფეროს ეკვივალენტური მოცულობა ნათლის მოცულობის ნახევრის ტოლია.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ვერტიკალურ და პორიზონტალურ ქაერსატარებში ქაერის საკირო მუშა სიჩქარეები მოცემულია XVI.1 ცხრილში, რომელიც შედგენილია პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე.

ცხრილი XVI.1

ტრანსპორტირებული მასალის დასახელება	სიჩქარე, მ/წმ-ობით	
	ვერტიკალურ ქაერსატარებში	პორიზონტალურ ქაერსატარებში
თიხა	13	18
შაშოტი	14	17
კორუნდი, ზემფარა	15	19
ქვანახშირი	11	13
ქვიშა, შშრალი და საყალიბო მიწა	17	20
ტენიანი მიწა	15	18
თუჩისა და ფოლადის ნათალი	19	23
მსუბუქი და შშრალი მტკერი (ხის სახერხი ქარხნებიდან და სხვ.)	14—16	16—18
მსუბუქი მტკერი (ნახერხი, ნათალი და სხვ.)	15—17	17—23

მაგალითი. პნემოტრანსპორტული სისტემის პაერსატარში წარმოებს ხის ნათალის ტრანსპორტირება. ნათალის ზომებია: სიგრძე 14 სმ, სიგანე 3 სმ და სისქე 0,12 სმ; მისი მოცულობითი წონაა  $\gamma = 500$  კგ/მ<sup>3</sup>; განესაზღვროთ პაერსატარში პაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარე.

ამოხსნა. როგორც აღვნიშნეთ, სფეროს ეკვივალენტური მოცულობა მიიღება ნათალის მოცულობის ნახევრის ტოლი. ამის გათვალისწინებით ხის ნათალის ეკვივალენტური დიამეტრი

$$\frac{\pi d^3}{6} = 0,5 \cdot 14 \cdot 3 \cdot 0,12,$$

აქედან

$$d_{\text{ავ}} = 1,69 \text{ სმ} = 0,0169 \text{ მ.}$$

შეტიენარების სიჩქარეს ვსაზღვრავთ (16.5) ფორმულით

$$v = 4,65 \sqrt{0,0169 \cdot 500} \approx 13,49 \text{ მ/წმ.}$$

პაერსატარში პაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარე, როდესაც პაერისა და ხის ნათალის წონითი კონცენტრაცია  $\mu \ll 1$ -ზე ნაკლებია,

$$v_{\text{შე}} = 1,3 \cdot 13,49 = 17,54 \text{ მ/წმ.}$$

§ 80.

### ასპირაციული და პნემოტრანსპორტული სისხამების ქაერსატარების ბანამაჩინება

განგარიშების მსვლელობის გამარტივების თვალსაზრისით მიზანშეწონილია, რომ პაერსატარები პირველად გავიანგარიშოთ მხოლოდ სუფთა პაერის გადაადგილებაზე და შემდეგ მიღებულ მნიშვნელობაში შევითანოთ შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც თავის მხრივ დამოკიდებულია პაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის კონცენტრაციაზე.

პაერსატარში წნევის დანაკარგები ხახუნზე და ადგილობრივ წინაღობებზე მასში პაერისა და მყარი ნაწილაკების ტრანსპორტირებისას განისაზღვრება ფორმულით

$$P_{\text{არ}} = P(1 + k\mu) \text{ კგ/მ}^2, \quad (16.11)$$

სადაც  $P$  არის წნევის დანაკარგები სუფთა პაერის გადაადგილებაზე, კგ/მ<sup>2</sup>-ობით;

$k$  — შემასწორებელი კოეფიციენტი;

$\mu$  — პაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაცია.

$k$  შემასწორებელი კოეფიციენტის მნიშვნელობები და რეკომენდებული  $\mu$  წონითი კონცენტრაციები სხვადასხვა სახის მასალის ტრანსპორტირების დროს მოცემულია XVI.2 ცხრილში.

პაერსატარში წნევის დანაკარგები ხახუნზე სუფთა პაერის ტრანსპორტირების დროს გამოითვლება დინამიკური წნეების განსაზღვრის მეთოდით, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ პაერსატარის ქსელის ყველა სწორი უბნის წინაღობები ხახუნზე პირობითად იცვლება მისი ეკვივალენტური ადგილობრივი წინაღობებით.

მასალის დასახელება	მასალის მოცულობითი წონა, ტ/მ <sup>3</sup> -ზე	რეკომენდებული წინითი კონსტრუქცია, კმ/მ-ობით	A-ს მნიშვნელობა		
			პერსატარის პირბინტაღული და ევრეტაკლუი უბნებისათვის	მიწები საცემსათვის	მუხრასათვის ნაკლის მემკრთულუიით ეკემოდან ზემოთ
ქვიშა	2,8	0,8-1	0,6	1	2,2
ლაქველი თიხა	2,4	0,8-1	0,6	1	2,2
მიწა	2,4	0,8-1	0,6	1	2,2
თუქის საფანტი	7,25	0,8-1	0,8	0,4	2
თუქის ნათალი	7,25	0,8-1	0,85	0,4	1,8
მინერალური მტყერი	—	—	—	—	—
ხის ნარჩენები ან ნათალი	0,25-0,3	0,1-1,5	1,4	—	—
ბამბა	—	0,2-0,5	1,5-2,5	—	—
მატყლი	—	0,2-0,5	1,5-2,5	—	—

ამრიგად, თუ ერთმანეთს გავუტოლებთ წნევის დანაკარგებს ხახუნზე და ადგილობრივ წინაღობებზე, მივიღებთ

$$P_{\text{ხახ. მინ.}} = P_{\text{ად. მინ.}} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma l = \frac{v^2 \gamma}{2g} \xi'$$

ამ ფორმულიდან

$$\xi' = \frac{\lambda}{d} i, \tag{16.12}$$

სადაც  $\lambda$  არის ხახუნის კოეფიციენტი (უგანზომილებო სიდიდე);

$d$  — პერსატარის დიამეტრი, მ-ობით;

$l$  — პერსატარის სიგრძე, მ-ობით.

პერსატარის საანგარიშო უბნის წინაღობა, ადგილობრივი წინაღობების სიდიდეების გათვალისწინებით,

$$P = (\xi' + \Sigma \xi) \frac{v^3}{2g} \gamma \text{ კმ/მ}^3,$$

ანუ

$$P = \left( \frac{\lambda}{d} l + \Sigma \xi \right) \frac{v^3}{2g} \gamma \text{ კმ/მ}^3, \tag{16.13}$$

სადაც  $\Sigma \xi$  პერსატარის საანგარიშო უბნის ადგილობრივ წინაღობათა კოეფიციენტების ჯამია (იხ. დანართი XI).

$\frac{\lambda}{d}$  სიდიდე პერსატარის ყოველი ერთი გრძივი მეტრისათვის მოცემულია XII დანართში.

ლია XII დანართში.

$\frac{v^3}{2g} \cdot \gamma$  გამოსახულებას ეწოდება დინამიკური წნევა და მისი სიდიდეების

მნიშვნელობები ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეებზე დამოკიდებულებით მოცემულია XVI.3 ცხრილში.

ცხრილი XVI.3

ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ-ობით	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	$P_{\text{ფენ}} = \frac{v^2 \gamma}{2g}$ , როცა $\gamma = 1.2 \text{ კგ/მ}^3$									
5	1,59	1,59	1,65	1,72	1,78	1,85	1,92	1,99	2,06	2,14
6	2,20	2,27	2,35	2,43	2,51	2,59	2,66	2,75	2,83	2,91
7	3,00	3,08	3,17	3,26	3,35	3,44	3,53	3,63	3,72	3,82
8	3,92	4,02	4,11	4,22	4,32	4,42	4,53	4,64	4,74	4,85
9	4,96	5,07	5,18	5,29	5,40	5,52	5,64	5,76	5,88	6,00
10	6,12	6,24	6,37	6,49	6,62	6,74	6,87	7,00	7,14	7,27
11	7,40	7,54	7,67	7,82	7,94	8,09	8,24	8,38	8,52	8,66
12	8,81	8,96	9,10	9,26	9,41	9,56	9,72	9,87	10,00	10,18
13	10,34	10,5	10,68	10,82	11,00	11,15	11,31	11,48	11,65	11,82
14	12,00	12,17	12,34	12,51	12,69	12,87	13,05	13,24	13,41	13,59
15	13,77	13,9	14,14	14,39	14,52	14,7	14,9	15,03	15,27	15,46
16	15,87	15,87	16,07	16,28	16,45	16,65	16,88	17,06	17,28	17,47
17	17,69	17,9	18,11	18,32	18,52	18,75	18,95	19,17	19,38	19,60
18	19,63	20,03	20,29	20,5	20,71	20,93	21,17	21,40	21,62	21,86
19	22,09	22,31	22,56	22,8	23,09	23,27	23,51	23,76	24,00	24,24
20	24,48	24,72	24,98	25,22	25,49	25,72	25,99	26,22	26,48	26,72
21	26,98	27,26	27,50	27,76	28,04	28,30	28,58	28,80	29,09	29,36
22	29,62	29,9	30,16	30,48	30,70	31,00	31,25	31,52	31,80	32,10
23	32,38	32,84	32,94	33,22	33,50	33,80	34,10	34,10	34,68	34,98
24	35,28	35,58	35,84	36,18	36,44	36,75	37,02	37,35	37,65	37,95

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით:

ა) უპირველეს ყოვლისა, განისაზღვრება გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა ( $L$  მ<sup>3</sup>/სთ) იმ დანადგარებიდან, რომლებისთვისაც ვაწყობთ სავენტილაციო სისტემებს. ჰაერსატარის უბნებში გამოითვლება მუშა სიჩქარეები ( $v$  მ/წმ) და დანადგარების ადგილობრივი ამოწოვების წინაღობები ( $\xi$ ), რომელთა რიცხვითი მნიშვნელობები, შედგენილი ექსპერიმენტული მონაცემებისა და თეორიული გაანგარიშების საფუძველზე სხვადასხვა სახის დანადგარისათვის მოცემულია XI დანართში.

ბის დასამუშავებელი ქარხნების პნევმოტრანსპორტული სისტემების გაანგარიშების დროს ვსარგებლობთ XI დანართში მოცემული მონაცემებით, ხოლო სამსხვრევი და საფეკავი წარმოებების ასპირაციული სისტემების დაპროექტებისას ვსარგებლობთ VIII დანართით.

ბ) ასპირაციული ან პნევმოტრანსპორტული სისტემების სქემის შერჩევის, მათი გამოხაზვის და უბნებად დაყოფის შემდეგ ვსაზღვრავთ მათ დიამეტრებს, ჰაერის ფაქტიურ ხარჯებს და სიჩქარეებს. ამ ანგარიშს ვაწარმოებთ XII დანართის მონაცემებით, საიდანაც ვიღებთ, აგრეთვე,  $\frac{\lambda}{d}$  - ს რიცხვით მნიშვნელობებსაც;

გ) ცალკეული უბნებისათვის ვსაზღვრავთ დაყვანილი კოეფიციენტის  $\zeta'$  მნიშვნელობებს (16.12 ფორმულით), მიღებულ სიდიდეებს ვაჯამებთ ამავე უბნების ადგილობრივი წინაღობების კოეფიციენტებთან;

დ) ჰაერსატარებში არსებული ფაქტიური სიჩქარეების შესაბამისი დინამიური წნევებისა და  $\zeta' + \Sigma$  მიღებული წინაშენლობების მიხედვით ვიგებთ წნევის დანაკარგებს უბნებზე მათში მხოლოდ სუფთა ჰაერის ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის;

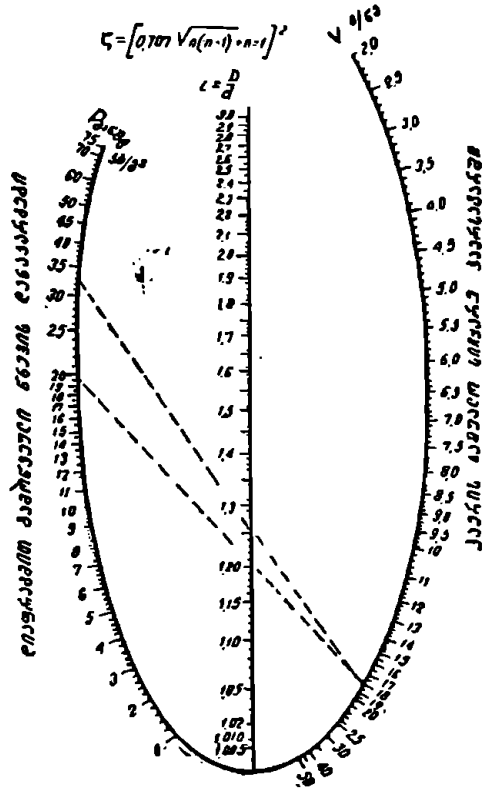
ე) უბნების წნევის დანაკარგებს ხახუნზე და ადგილობრივ წინალობებზე მათში ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის ვსაზღვრავთ (16.11) ფორმულით. ჰაერსატარის ცალკეულ განშტოებებში წნევის დანაკარგებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს.

ვ) ვიგებთ სისტემის საანგარიშო მთლიანი წნევის დანაკარგებს, რომელშიც შევა მტვერსაწმენდი დანადგარებისათვის საკურო წნევის დანაკარგებიც. ამის შემდეგ გასაწოვი ჰაერის რაოდენობის მიხედვით შევარჩევთ და გავიანგარიშებთ ცენტრიდანულ ვენტilatორს.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ჰიდრაულიური გაანგარიშების სირთულეს წარმოადგენს სისტემის ცალკეული განშტოებების წნევების დანაკარგების შეთანხმებულობა, ანუ მათ შორის წნევათა დასაშვები სხვაობის (მხოლოდ  $\pm 10\%$ ) უზრუნველყოფა, რისთვისაც ხშირად საკურო ხდება ცალკეული უბნების წნევის დანაკარგების ხელოვნური გაზრდა, მათზე დამატებითი წინალობების შემქმნელი დიაფრაგმების დაყენებით, დიაფრაგმების დაყენების უარყოფითი მხარე, გარდა იმისა, რომ დამატებით სახსრებს და საშუაოს შორთხოვს, ის არის, რომ მათი დაყენების ადგილებში ხდება მტერისა და ნარჩენების დაგროვება და საკუროა მათი პერიოდულად გაწმენდა. ამ თვალსაზრისით ცენტრალურხერელებიანი დიაფრაგმების დაყენება რეკომენდებულია მხოლოდ ვერტიკალურ ჰაერსატარებზე, ჰორიზონტალურ ჰაერსატარებზე კი კეთდება ერთმხრიანი დიაფრაგმები, რომლებიც ჩაიდგმება ჰაერსატარის განიეკეთის ზედა ნაწილში.

დიაფრაგმების (ცენტრალური ხერელით) წინალობათა კოეფიციენტი,

$$\zeta = [0,071 \sqrt{(n-1) \cdot n \cdot l}]^2$$



ნახ. XVI.3

რომელიც მიეკუთვნება ჰაერსატარში დინამიკური წნევის სიდიდეს, განისაზღვრება ემპირიული ფორმულით

$$d_{\text{ლით}} = [0,707\sqrt{n(n-1)} + n - 1]^2, \quad (16.14)$$

სადაც  $n$  ჰაერსატარისა და დიაფრაგმის ხერელის განივევებების ფარდობაა და გამოითვლება ფორმულით

$$n = \frac{F}{f} = \left( \frac{d}{d_{\text{ლით}}} \right)^2, \quad (16.15)$$

სადაც  $F$  და  $f$  შესაბამისად არის ჰაერსატარისა და დიაფრაგმის ხერელის განივევების ფართობები;

$d$  და  $d_{\text{ლით}}$  — შესაბამისად ჰაერსატარისა და დიაფრაგმის ხერელის დიამეტრები.

თუ ჰაერსატარის დიამეტრის ფარდობას დიაფრაგმის დიამეტრთან აღვნიშნავთ  $Z$  ასოთი, მაშინ (16.15) ფორმულიდან გვექნება

$$d_{\text{ლით}} = \frac{d}{Z} \text{ მმ.} \quad (16.16)$$

ამ მონაცემების საფუძველზე ა. ვ. პანჩენკოს მიერ დამუშავებულია დიაფრაგმების (ცენტრალური ხერელით) გასაანგარიშებელი ნომოგრამა (ნახ. XVI.3), რომელიც საგრძნობლად ამარტივებს შათი დიამეტრების განსაზღვრას.

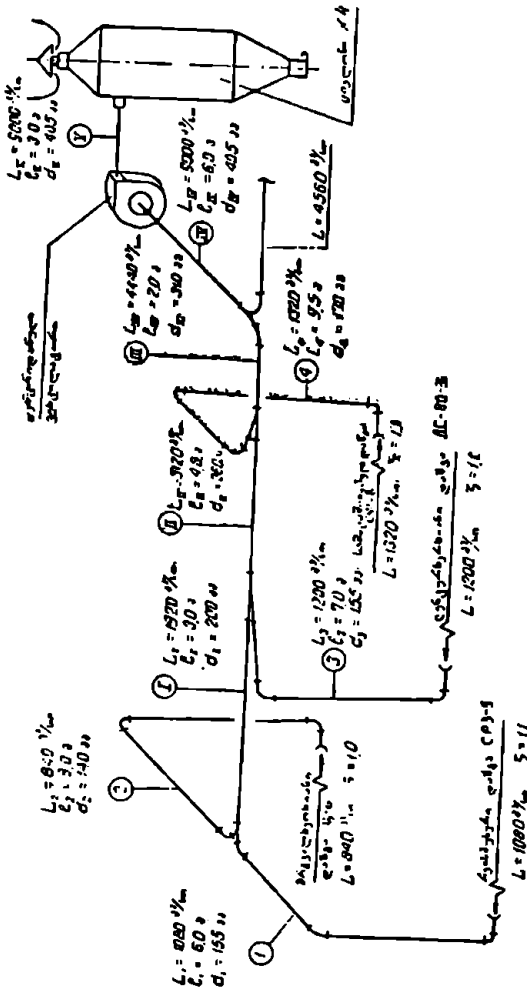
მაგალითი 1. ხის დასამუშავებელი დაზგებისათვის გავიანგარიშოთ პნევმოტრანსპორტული სისტემა, რომლის სქემა, დანადგარების ტიპები, უბნების ნომრები და სიგრძეები ნაჩვენებია ნახაზზე (ნახ. XVI.4).

ამ ო ბ ს ნ ა. დანადგარების ტიპების მიხედვით XI დანართიდან ვიღებთ გაწოვილი ჰაერის რაოდენობებს ( $L$  მ<sup>3</sup>/სთ) და ადგილობრივი გაწოვების წინაღობების კოეფიციენტების ( $\xi$ ) მნიშვნელობებს. მაგალითად II-6 ტიპის შრგვალხერხიანი დაზგიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა იქნება  $L = 840$  მ<sup>3</sup>/სთ, ადგილობრივი გაწოვის წინაღობის კოეფიციენტი კი —  $\xi = 1$ ; CP3-5 ტიპის რეისმუსური დაზგიდან —  $L = 1080$  მ<sup>3</sup>/სთ,  $\xi = 1,1$  და ა. შ.

დაზგებიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობები და გაწოვების ადგილობრივი წინაღობების მნიშვნელობები დაგვაქვს ნახაზზე და შეგვაქვს ჰაერსატარების საანგარიშო სპეციალურ ბლანკში (იხ. ცხრილი XVI.4). ამ ბლანკის „მოცემული სიდიდეების“ სვეტში შეგვაქვს აგრეთვე ცალკეული უბნების სიგრძეები და ამ უბნებში ჰაერის დასაშვები მინიმალური სიჩქარეები, რომელთა სიდიდეებს ხის ნახერხისა და ნათალის შემთხვევისათვის ვიღებთ XVI.1 ცხრილიდან.

XII დანართის გამოყენებით პნევმოტრანსპორტული სისტემის ცალკეული უბნებისათვის ჰაერის ხარჯისა და დასაშვები მინიმალური სიჩქარეების მიხედვით ესაზღვრავთ უბნების ჰაერის ფაქტიურ ხარჯებს, ფაქტიურ სიჩქარეებს, ჰაერსატარების დიამეტრებსა და  $\frac{\lambda}{d}$  გამოსახულების რიცხვით მნიშვნელობებს. მიღებული სიდიდეები შეგვაქვს საანგარიშო ბლანკის მე-5, 6, 7 და 8 სვეტებში.

საანგარიშო ბლანკის მე-16 სვეტში შეგვაქვს უბნების ადგილობრივი წი-  
ნალობების (საშეპი, მუხლი და სხვ.) მნიშვნელობები გაწოვის ადგილობრივი



გვ. XVI.4

წინალობებთან ერთად, რომელთა ჯამი  $\Sigma \xi$ , ე. ი. უბნის საანგარიშო ადგი-  
ლობრივი წინალობა შეტანილია მე-10 სვეტში.

(16.12) ფორმულით განსაზღვრული ცალკეული უბნების დაყვანილი კოე-  
ფიციენტის  $\xi'$  და  $\xi' + \Sigma \xi$  სიდიდის მნიშვნელობები შესაბამისად შეგვაქვს  
მე-9 და მე-11 სვეტებში.

XVI.3 ცხრილით ვიგებთ სისტემის უბნებში ჰაერის ფაქტიური სიჩქარე-  
ების შესაბამის დინამიურ წნევებს (შეგვაქვს ბლანკის მე-12 სვეტში), რო-

მელთა  $\xi' + \Sigma\xi$  სიდიდეზე გამრავლებით მივიღებთ წნევის დანაკარგებს სუფთა ჰაერის ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის. მაგალითად, 1 უბნის წნევის დანაკარგები სუფთა ჰაერის ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის

$$P = (\xi' + \Sigma\xi) \frac{v^2 \gamma}{2g} = 2,28 \cdot 17,69 = 40,33 \text{ კგ/მ}^2.$$

მიღებული მნიშვნელობა შეგვაქვს მე-13 სვეტში.

ამის შემდეგ საჭიროა უბნის წნევის დანაკარგების სიდიდეში შევიტანოთ შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ჰაერის, ნა. ხერხისა და ნათალის ნარევის კონცენტრაციაზე და გამოითვლება (16.11) ფორმულით

$$P_{\text{ნარ}} = P(1 + 1,4 \cdot 0,5) = P \cdot 1,7 \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც 1,4 არის შემასწორებელი კოეფიციენტი  $k$ , რომელიც ხის ნახერხისა და ნათალის ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის ავიღეთ  $\Sigma \text{VI.2}$  ცხრილიდან;

0,5 — ჰაერის და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაცია  $\mu$  და აღებულია იმავე ცხრილიდან.

$\Sigma \text{VI.4}$  ცხრილის მე-13 სვეტში ვპოულობთ, რომ 1-ლი უბნის საანგარიშო წნევის დანაკარგი სუფთა ჰაერის ტრანსპორტირებისას ტოლია 40,33 კგ/მ<sup>2</sup>-ის. ზემოთ მიღებულ კოეფიციენტ 1,7-ზე ამ სიდიდის გამრავლებით მივიღებთ, რომ საანგარიშო წნევის დანაკარგი ჰაერის, ხის ნახერხისა და ნათალის ნარევის ტრანსპორტირების შემთხვევაში 1-ელ უბანზე ტოლია

$$P_{\text{ნარ}} = 40,33 \cdot 1,7 = 68,56 \text{ კგ/მ}^2.$$

მიღებული სიდიდე შეგვაქვს მე 14 სვეტში. ანალოგიურად გამოვითვლით სისტემის სხვა უბნებისათვისაც. საბოლოოდ ვიგებთ საანგარიშო წნევის დანაკარგებს საწყისი უბნიდან ბოლომდე და მიღებული შედეგი შეგვაქვს მე-15 სვეტში.

ჩვენ მიერ განხილულ მაგალითში დაკუთვლია პირობა, რომ ცალკეულ განშტოებებში წნევის დანაკარგებს შორის სხვაობა არ აღემატება  $\pm 10\%$ -ს (იხ.  $\Sigma \text{VI.4}$  ცხრილი) და ამიტომ საჭირო არ არის დამატებითი დიფერანციალის დაყენება.

გაანგარიშების შედეგად  $\Sigma \text{VI.4}$  ნახაზზე მოცემული პნევმოტრანსპორტული სისტემის პარამეტრებში საანგარიშო წნევის დანაკარგები გამოვიდა 100,74 კგ/მ<sup>2</sup>-ის ტოლი.

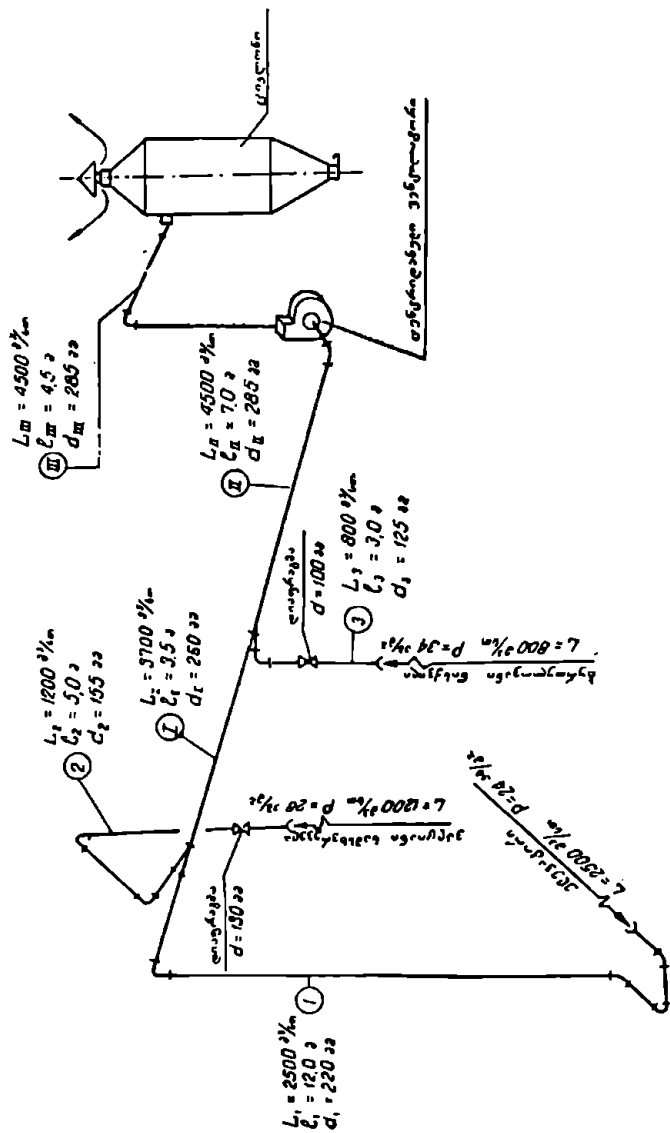
სისტემის საანგარიშო ჰაერის ხარჯი

$$L_{\text{სანგ}} = 1,1L = 1,1 \cdot 9000 = 9900 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

მიღებული სიდიდის მიხედვით შევარჩიეთ საწმენდი დანადგარი „გიპ-როდრევის“ ტიპის ციკლონი № 4, რომლის მწარმოებლობაც  $L = 9900 \text{ მ}^3/\text{სთ}$  ტოლია. ამ ციკლონის წინალობა ჰაერის მიმართ არის 25 კგ/მ<sup>2</sup>. ამრიგად, ვენტilatორის შესარჩევად შემდეგი პარამეტრები გვაქვს: ჰაერის ხარჯი  $L = 9900 \text{ მ}^3/\text{სთ}$  და საჭირო საანგარიშო დაწნევა  $H = 1,1(100,74 + 25) \approx 140 \text{ კგ/მ}^2$ .



შენიშნა №	პოცემული სიდიდეები			გამოთვლო სიდიდეები				9	10	11	12	13	14	15	16
	L გ/ს-ით	განმარტება	1 გ-ით	L გ/ს-ით	ა გ/ს-ით	ბ გ-ით	გ/ბ								
I	1080	17,0	6,0	1154	17,0	155	0,105	0,03	1,65	2,28	17,69	40,33	68,51	68,56	$1,1 + (0,15 \cdot 9) + 0,1$
II	940	15,0	9,0	555	15,5	140	0,12	1,08	1,55	2,09	14,7	38,69	65,72	—	$1,0 + (0,15 \cdot 9) + 0,1$
III	1920	17,0	9,0	2084	18,0	200	0,077	0,23	0,03	0,28	18,83	5,16	8,77	77,39	0,03
IV	1200	15,0	7,0	1190	17,5	155	0,105	0,735	1,5	2,235	19,75	41,91	71,25	—	$1,1 + (0,15 \cdot 9) + 0,1$
V	3120	17,0	4,0	9250	17,0	280	0,057	0,228	0,03	0,259	17,60	4,56	7,75	85,09	0,03
VI	1320	17,0	9,5	3389	17,0	170	0,085	0,909	1,65	2,533	17,69	45,14	76,74	—	$1,1 + (0,15 \cdot 9) + 0,1$
VII	4440	17,0	2,0	4000	17,0	310	0,045	0,092	0,03	0,122	17,61	2,10	3,67	88,75	0,03
VIII	9000	17,0	8,0	9260	23,0	405	0,032	0,192	—	0,192	21,48	4,7	7,90	96,74	—
IX	3000	17,0	8,0	9250	20,0	405	0,032	0,096	—	0,096	21,48	2,35	4,0	100,74	—



6ab. XVII.5

მაგალითი 2. გაეანგარიშოთ სამსხვრევე-საფქველი სააშქროს დანადგარების ასპირაციული სისტემა, რომლის სქემა, დანადგარების ტიპები, უბნების ნომრები და სივრძეები მოცემულია ნახაზზე (ნახ. XVI.5).

ამოხსნა. გაანგარიშების მსვლელობა წინა მაგალითის ანალოგიურია, მისგან განსხვავებით დანადგარებიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობის გასაგებად ნაცვლად XI დანართისა ვსარგებლობთ VIII დანართით, რომელშიც ადგილობრივი გაწოვის წინალობების ნაცვლად მოცემულია უშუალოდ წნევის დანაკარგები. გაანგარიშების შედეგები შეგვაქვს XVI.5 ცხრილში.

განხილული ასპირაციული სისტემისათვის წნევის დანაკარგები ჰაერისა და შტერის ნარევის გადაადგილებაზე მიღებულია შემასწორებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით, რომელიც ტოლია

$$P_{\text{ნარ}} = P(1 + 1 \cdot 1) = P \cdot 2 \text{ კგ/მ}^2.$$

1-ლი უბნისათვის წნევის დანაკარგები შემასწორებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით გამოვიდა

$$P_{\text{ნარ}} = 30,06 \cdot 2 + 24 = 84,12 \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც 30,06 არის ამ უბნის წნევის დანაკარგები ( $P$ ) სუფთა ჰაერის გადაადგილებაზე (ამოღებულია XVI.5 ცხრილის მე-13 სვეტიდან), 24 — წნევის დანაკარგი ელექტროში.

ანალოგიურად ვანგარიშობთ წნევის დანაკარგს მე 2 უბნისათვის

$$P_{\text{ნარ}} = 18,24 \cdot 2 + 28 = 64,48 \text{ კგ/მ}^2.$$

საანგარიშო ბლანკის (იხ. ცხრილი XVI.5) მონაცემებიდან ჩანს, რომ ცალკეულ განშტოებებში წნევის დანაკარგებს შორის სხვაობა აღემატება  $\pm 10\%$ -ს, ამიტომ საჭიროა იმ უბნებზე, რომლებზეც წნევის შივირე დანაკარგები გვაქვს, დავაყენოთ დიაფრაგმები. ჩვენს შემთხვევაში მე-2 და მე-3 უბნებზე ვაყენებთ დიაფრაგმებს ცენტრალური ნახვრეტით, რისთვისაც უკერ ვანგარიშობთ დიაფრაგმის ნახვრეტის დიამეტრს.

მე-2 უბნის ჰაერსატარის დიამეტრი (როგორც საანგარიშო ბლანკის მე-7 სვეტიდან ჩანს) ტოლია  $d = 155$  მმ, ჰაერის საანგარიშო სიჩქარე  $v = 18$  მ/წმ, წნევის დანაკარგი ამ უბანზე  $P_{\text{ნარ}} = 64,48$  კგ/მ<sup>2</sup>, ხოლო მეზობელ 1-ელ უბანზე  $P_{\text{ნარ}} = 84,12$  კგ/მ<sup>2</sup>-ს, ანუ წნევითა სხვაობა შეადგენს  $84,12 - 64,48 = 19,64$  კგ/მ<sup>2</sup>. სწორედ ამ წნევის შესაბამისი წინალობა უნდა შექმნას მე-2 უბანზე დაყენებულმა დიაფრაგმამ. დიაფრაგმის გაანგარიშებისათვის XVI.3 ნახაზზე მოცემული ნომოგრამით ვსარგებლობთ შემდეგნაირად: სწორი ხაზით ვაერთებთ  $v = 18$  მ/წმ და  $P = 19,64$  კგ/მ<sup>2</sup> წერტილებს. ამ ხაზის და ნომოგრამის შუა სკალის გადაკვეთის წერტილში ვპოულობთ  $Z = 1,205$  სიდიდეს. მიღებულ სიდიდეს ვსვამთ (16.16) ფორმულაში და ვიგებთ დიაფრაგმის დიამეტრს

$$d_{\text{დიაფ}} = \frac{155}{1,205} \approx 130 \text{ მმ}.$$

ცხრილი XVI.5

ცხრილის №	მოკლე სიღრმეები			გამოყვანილი სიღრმეები					Σε	Σδ+Σε	σ <sup>2</sup> / 2ε	წესის დანაკარგები კმ/წმ-ობით	15	16						
	L აპ/ლ-ობით	σ აპ/წმ-ობით	L აპ-ობით	L აპ/ლ-ობით	σ აპ/წმ-ობით	δ აპ-ობით	λ / ρ	9							10	11	12	13	14	15
I	2500	18,0	12,0	2482	18,0	220	220	0,065	0,916	0,7	1,516	19,89	90,06	84,12	(0,15·4)+0,1					
II	1200	18,0	5,0	1222	18,0	155	155	0,104	0,52	0,4	0,92	19,89	18,24	—	(0,15·2)+0,1					
I	3700	18,0	3,5	3630	18,0	260	260	0,056	0,196	0,03	0,226	22,09	4,99	94,10	0,03					
3	800	16,0	3,0	820	18,5	125	125	0,133	0,239	0,25	0,649	20,89	13,34	—	0,15+0,1					
II	4500	18,0	7,0	4500	19,5	285	285	0,05	0,35	0,15	0,5	23,77	11,64	117,16	0,15					
III	4500	18,0	4,5	4500	19,5	255	255	0,05	0,225	0,15	0,975	23,27	8,73	174,34	0,15					

შენიშვნა: მე-2 უბანზე სპირით გაწითლეს დაფარვამ დაამტკიცა ძლიან=130 შმ, ხოლო მე-3 უბანზე — ძლიან=100 შმ.

ანალოგიურად გამოვითვალეთ მე-3 უბანზე დასაყენებელი დიაფრაგმის დიამეტრი, რომელიც 100 მმ-ის ტოლი გამოვიდა და რომლის საშუალებითაც ამ უბანზე დამატებით იკარგება 32,94 კვ/მ<sup>2</sup> წნევა.

§ 81.

### ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემებისა და მათი ნაწილობრივი კონსტრუქციული მოთხოვნები

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ტრასის დაგეგმარებისას, მისი დიდი განხუნელობის შემთხვევაში, საჭიროა ენტილატორის დაყენების ადგილი შევარჩიოთ სისტემის შუა ადგილას, რადგანაც ასეთ შემთხვევაში სისტემას ექნება უმცირესი ჰიდრაულიკური წინაღობა და შესაბამისად მინიმალური იქნება საექსპლოატაციო ხარჯებიც. გარდა ამისა, ასეთი გადაწყვეტისას მაგისტრალური ჰაერსატარების დიამეტრები მცირე გამოღის და შესაბამისად გვექნება მასალის ეკონომიაც.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ქსელის კონსტრუქციების დროს სამკაპების მოხვევის კუთხეს იღებენ 15°-ის ტოლს, ხოლო სარინების მოხვევის კუთხის სიდიდეს დამოკიდებულია მათ დიამეტრებზე და შემდეგნაირად განისაზღვრება: როდესაც სარინის დიამეტრი  $d \geq 150$  მმ, მოხვევის რადიუსი იღება  $2d$  ან მეტი; როდესაც  $d \leq 100$  მმ, მაშინ —  $3d$  ან მეტი, როცა  $d = 100 \div 150$  მმ, მაშინ — 2,5d.

ჰაერსატარებს ამზადებენ ფოლადის თხელკედლიანი ფურცლებისაგან, რომელთა სისქეებს ჰაერსატარის დიამეტრის მიხედვით შემდეგნაირად აიღებენ: როდესაც ჰაერსატარის დიამეტრი  $d \leq 150$  მმ, მაშინ ფოლადის ფურცლის სისქეს აიღებენ 0,7 მმ; როდესაც  $d = 150 \div 445$  მმ, მაშინ — 1 მმ-ს, ხოლო როცა  $d > 445$  მმ-ზე, მაშინ — 1,5 მმ-ს.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების იმ ადგილებში, სადაც ხდება განშტოებების შეერთება, საჭიროა გასაწმენდი „საძრომის“ მოწყობა, რომელთა საშუალებითაც დროდადრო წარმოებს ჰაერსატარების გაწმენდა მტვრისა და ნარჩენებისაგან.

დიდი ასპირაციული სისტემების ჰაერსატარები ნორმების თანახმად ეწყობა 45—60° დახრილ ჰორიზონტის მიმართ.

პნევმოტრანსპორტული და მცირე ასპირაციული სისტემების ჰაერსატარების დამონტაჟება მიზანშეწონილია შეკიდულად; მათი უშუალოდ იატაკზე დამონტაჟება არ არის რეკომენდებული, რადგანაც მისი ასეთნაირად მოწყობისას ძნელდება როგორც მათი მტვრისგან გაწმენდის პროცესი, ისე შეერთებების არასიმპლადროგების დაგმანვა.

ჰაერის შეწოვის შესაძლებლობა ჰაერსატარში მათი შეერთებების არასიმპლადროგებიდან ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემებისათვის წარმოადგენს მეტად არასასურველ მოვლენას, ვინაიდან ამ დროს იზრდება ენტილატორის ჰაერის მწარმოებლობა, ხოლო დანადგარებთან მოწყობილ გამწოვ ჰაერსატარებში მისი სიდიდეს მცირდება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ჰაერსატარების ამოვსება მტვრითა და ნარჩენებით. ასეთი მოვლენის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ჰაერსატარების შეერთებების მკიდროდ მოწყობა, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს მათი ჰერმეტიზაცია.

ქაეის კონდიციაჲა

§ 82.

ქაეის კონდიციაჲის სისჷაჲეჲი

სამოქალაქო და საწარმოო დანიშნულების შენობების ქაერის კონდიცი-  
რება გულისხმობს მოცემულ სათაესში ქაერის საქირო ტემპერატურის, ტე-  
ნიანობის, მოძრაობის სიჩქარისა და სუფთა ქაერის უზრუნველყოფას, ე. ი.  
„ხელოვნურმა ქაემ“ სრულად უნდა დაიცვას სანიტარულ-ჰიგიენური (კომ-  
ფორტული) პირობები, გარემო ქაერის პარამეტრების ცვლილებისაგან დამოუ-  
კიდებლად. ამასთანავე, კონდიციების სისტემები ავტომატურად უნდა  
უზრუნველყოფდნენ სათაესისთვის დადგენილ პარამეტრებს. მაგალითად, ტემ-  
პერატურის შერყეობა სათაესში არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ -ს, ხოლო  
ფარდობითი ტენიანობისა —  $\pm 7\%$ -ს.

ქაერის კონდიციების სისტემების დაპროექტების პირობები რეგლამენ-  
ტირებულია სამშენებლო ნორმებითა და წესებით. სხვადასხვა დანიშნულების  
შენობებისათვის ნორმებით წაყენებული სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნები  
მოცემულია XVII.1 ცხრილში.

ცხრილი XVII.1

შენობათა დასა- ხელება	წლის ცივი და გარდამავალი პერიოდი			წლის ცხელი პერიოდი		
	ქაერის ტემ- პერატურა, °C	ფარდობითი ტენიანობა, %	ქაერის სიჩქარე, მ/წმ	ქაერის ტემპერა- ტურა, °C	ფარდობი- თი ტენიანობა, %	ქაერის სიჩქარე, მ/წმ
საზოგადო-სამოქალაქო საწარმოო	19—21 16—18	35—60 35—60	0,15 0,25	22—28 18—23	35—60 35—60	0,3 0,3

სამრეწველო დანიშნულების შენობებში სხვადასხვა ტექნოლოგიურ პი-  
რობებთან დაკავშირებით შესაძლებელია XVII.1 ცხრილში მოცემული მნიშვ-  
ნელობებისგან განსხვავებული ქაერის პარამეტრების სხვა მნიშვნელობების  
მიღება. ასეთ შემთხვევებში ქაერის კონდიცირება ითვალისწინებს ტექნოლო-  
გიური მოთხოვნების შესაბამისი პირობების შექმნას, რაც დაკავშირებული  
302

იქნება სპეციფიკურ მოთხოვნებთან, რომლებიც მოცემულია სპეციალურ ლიტერატურასა და ნორმებში.

გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები (მეტეოროლოგიურ პირობებთან დაკავშირებით) ჰაერის კონდიციონების სისტემებისათვის სამშენებლო ნორმებისა და წესების თანახმად დაყოფილია სამ — A, B და B კლიმატურ ზონად (იხ. IV დანართი).

A კლიმატის დროს გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრებად მიიღება:

ა) ზამთრის პერიოდისთვის — ვენტრილაციისათვის განკუთვნილი გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა და ამ ტემპერატურის შესაბამისი სითბოშემცველობა;

ბ) ზაფხულის პერიოდისთვის — წლის ყველაზე ცხელი თვის 13 საათზე გაზომილი საშუალო ტემპერატურა და მისი შესაბამისი ფარდობითი ტენიანობა.

B კლიმატის დროს გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრებად მიიღება:

ა) ზამთრის პერიოდისთვის — გათბობისათვის განკუთვნილი გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა და მისი შესაბამისი სითბოშემცველობა;

ბ) ზაფხულის პერიოდისათვის — ტემპერატურისა და ტენშემცველობის ისეთი მნიშვნელობა, რომელთა ცვალებადობა წლის განმავლობაში არ აღემატება 200 საათს.

B კლიმატის დროს გარე საანგარიშო პარამეტრებად მიიღება:

ა) ზამთრის პერიოდისათვის — მინიმალური სითბოშემცველობა;

ბ) ზაფხულის პერიოდისათვის — მაქსიმალური სითბოშემცველობა.

ჰაერის კონდიციონების თანამედროვე (არსებულ) პრაქტიკაში მიღებულია კონდიციონების სისტემის 3 ძირითადი სახე: ცენტრალური, ადგილობრივი და შერეული.

ცენტრალური სისტემები, როგორც წესი, გამოიყენება დიდი მოცულობის ცალკეული სათავსებისათვის, მაგალითად თეატრების, კინოთეატრების, საკონცერტო დარბაზების, სააპკროებისათვის და სხვ. ცენტრალური სისტემები შედგება კონდიციონერებისა და ჰაერსანაწილებელი არხების ქსელისაგან.

ცენტრალურ სისტემებში გამოიყენება საშუალო მწარმოებლობის (10-დან 40 ათას მ<sup>3</sup>/სთ-მდე) და დიდი მწარმოებლობის (50 ათას მ<sup>3</sup>/სთ-ზე მეტი) კონდიციონერები, რომლებიც განლაგებული უნდა იყოს ცალკე კამერებში.

ცენტრალური სისტემის კონდიციონერები, ჩვეულებრივ, იყენება სითბოსა და სიცივის ცენტრალური წყაროებიდან.

ჰაერის კონდიციონების ადგილობრივი სისტემები ემსახურება შედარებით მცირე მოცულობის (კაბინეტები, ლაბორატორიები, საავადმყოფოს პალატები და სხვ.) სათავსებს. ამ სისტემებში გამოიყენება მცირე მწარმოებლობის (300 ÷ 10000 მ<sup>3</sup>/სთ) კონდიციონერები, რომლებიც განლაგებულია უშუალოდ სათავსებში ან მათთან ახლოს.

ბოლო წლებში ფართოდ იყენებენ ჰაერის კონდიციონების შერეული ტიპის სისტემებს. ეს სისტემები შედგება ცალკე კამერაში განლაგებული ცენტრალური კონდიციონერებისაგან (რომლებშიც ხდება გარე ჰაერის დამუშავება) და ადგილობრივი კონდიციონერების ჯგუფებისაგან, რომლებიც განლაგებულია უშუალოდ სათავსებში.

ცენტრალურ კონდიციონერებში დამუშავებული ჰაერი მიეწოდება ადგილობრივ კონდიციონერებს, რომლებშიც ხდება სათავსებიდან რეციკულირე-

ბული ჰაერისა და დამუშავებული ჰაერის ერთმანეთში შერევა. ამავე ადგი-  
ლობრივ კონდიციონერებში ხდება ჰაერის ნარევის შეთბობა ან გაცივება (სა-  
ქიროების მიხედვით), რის შემდეგაც ჰაერი ისევ მიეწოდება სათავსებს და  
ციკლი მეორდება თავიდან.

§ 83.

## თანამართლად კონდიციონერების კონსტრუქციები

უკანასკნელი 10 წლის მანძილზე ჩვენს ქვეყანაში შეიქმნა კონდიციონერების  
დამამზადებელი მრეწველობა, რომელიც ამზადებს  $0,3 \cdot 10^3$  და  $240 \cdot 10^3$  მ<sup>2</sup>/სთ-მდე  
მწარმოებლობის სხვადასხვა ტიპისა და კონსტრუქციის კონდიციონერებს.

ახალი ნორმების თანახმად, კონდიციონერები, მათი სიცივით მომარა-  
გების თვალსაზრისით, იყოფა ორ ჯგუფად: ავტონომიურად და არაავტონო-  
მიურად.

ავტონომიურ კონდიციონერებში სიცივის მიღება წარმოებს უშუალოდ  
კონდიციონერში ჩადგმული (განლაგებული) სამაცივრო მანქანით; არაავტო-  
ნომიური კონდიციონერების სიცივით მომარაგება კი სიცივის მომამზადებელი  
ცენტრალური დანადგარიდან.

ცენტრალური არაავტონომიური კონდიციონერები შედგება მრავალი  
სხვადასხვა დანიშნულების სექციისაგან. ამ სექციების ნომენკლატურა (ისინი  
სერიულად მზადდება საბჭოთა კავშირში) მოცემულია XIII, XIV დანართში  
და XVII.1 და XVII.2 ნახაზებზე.

ერთი და იმავე მწარმოებლობის (ჰაერის მიმართ) ტიპურ სექციებს ერთ-  
ნაირი ზომები აქვთ, რაც საშუალებას იძლევა კონდიციონერი ავაწყოთ ნე-  
ბისმიერი რაოდენობის სექციებით.

კონდიციონერები, რომელთა მწარმოებლობა არ აღემატება 80000 მ<sup>2</sup>/სთ,  
მთლიანად ლითონისგან მზადდება (ნახ. XVII.1). 120000 მ<sup>2</sup>/სთ მწარმოებლო-  
ბის კონდიციონერები მზადდება როგორც ლითონის, ისე რკინაბეტონისაგან  
(ტიპური სექციების აწყობა წარმოებს რკინაბეტონის გარსაცმში (ნახ. XVII.2);  
160, 200 და 240 ათასი მ<sup>2</sup>/სთ მწარმოებლობის კონდიციონერები მთლიანად  
აწყობილია რკინაბეტონის გარსაცმში.

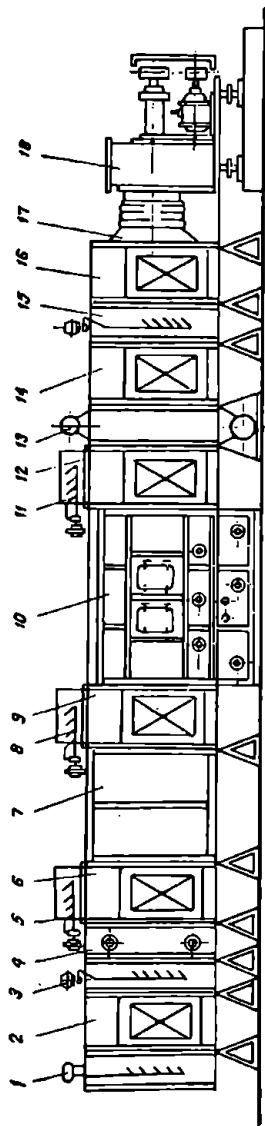
კონდიციონერების ძირითადი მუშა სექციებია: მიმღები სარკველები, შემ-  
რევი სარკველები, ჰაერის ფილტრები, შემთბობი სექციები, სარწყავი კამერე-  
ბი, ზედაპირული წიბოვანი ჰაერსაცხვრები და ვენტილატორების დანადგარე-  
ბი მარეგულირებელი მოწყობილობებით.

სარწყავი კამერები. ისინი წარმოადგენენ კონდიციონერის ძირი-  
თად ნაწილს (ნახ. XVII.1, პოზიცია 10). სხვადასხვა მეთოდით მათი გაან-  
გარიშება განხილულია X თავში.

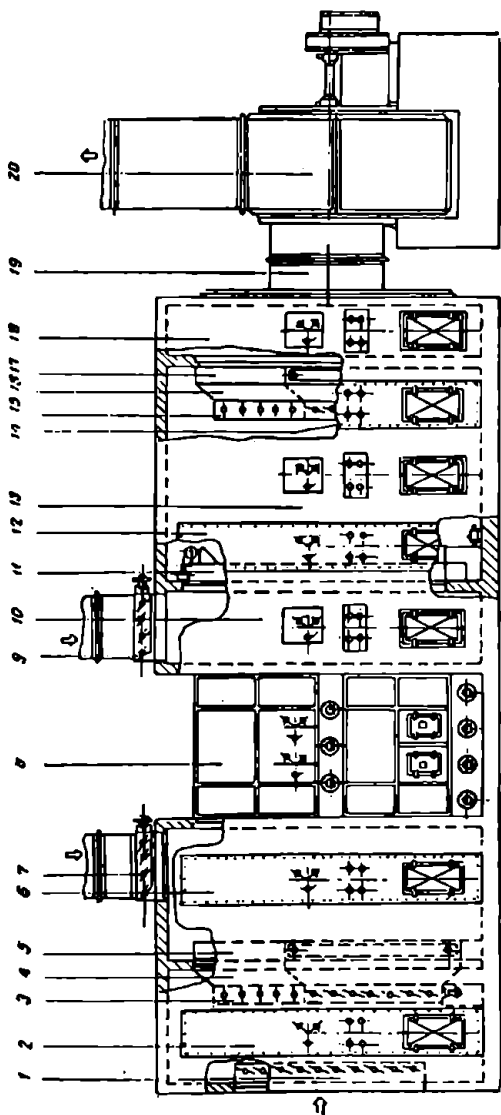
ზოგიერთი ტიპური კამერის კონსტრუქციული ზომები და ტექნიკური  
მახასიათებლები მოცემულია XVII.3, XVII.4 ნახაზებზე და XVII.2 და  
XVII.3 ცხრილებში.

ჰაერის თვითმწმენდი ფილტრი. ფილტრი (ნახ. XVII.1, პოზი-  
ცია 13 და ნახ. XVII.5) წარმოადგენს ლითონის კარკასს. რომლის ქვედა ნა-  
წილში მოწყობილია ზეთის ავზი. კარკასში თანმიმდევრობით მოძრაობს მავ-  
თულისაგან დამზადებული ორი უწყვეტი ლენტი. ბადეები ასევე თანმიმდევ-  
რობით გადის ზეთის ავზში და იწმინდება მტერის ნაწილაკებისგან. ავზის





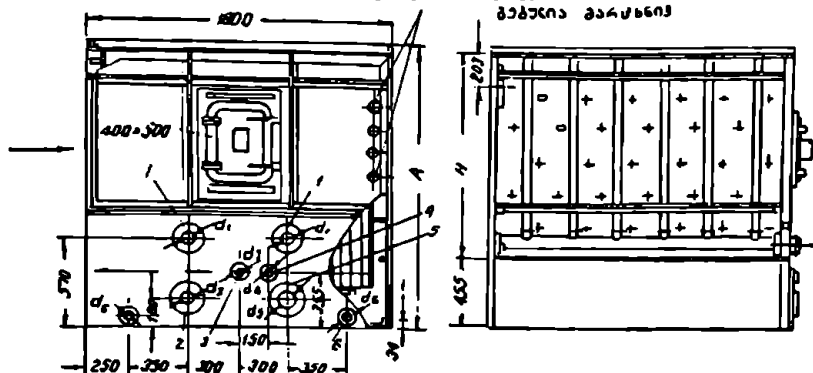
ნახ. XVII.1. ლითონისგან დამზადებული ტიპური სტაციონთან ტერმალური პირბონტაური კონდიციონერის სტემა:  
 1—მიმღები სარტყელი; 2—შუალედური კამერა; 3—შენეწილებული სტაციური სარტყელი; 4—შეზიხილი სტემა; 5—გამსულელი სარტყელი;  
 6—შემწვევი კამერა; 7—მოსაბრუნებელი სტემა; 8—გამსულელი სარტყელი; 9—შემწვევი კამერა; 10—ჩარჩული კამერა; 11—გამსულელი  
 სარტყელი; 12—შემწვევი კამერა; 13—თვისისაწმენდი ზეთიანი ფილტრი; 14 და 16—შუალედური კამერები; 15—შენეწილებული სტაციური  
 სარტყელი; 17—გადამსულელი სტემა; 18—საენერჯალაპოო დანადგარი.



ნახ. XV.11.2. რკინაბეტონის სამუშაო კომპლექტებში ჩასაშენებელ ტიპური სექციუბიანი ცენტრალური ჰორიზონტალური კონდითორების სქემა:

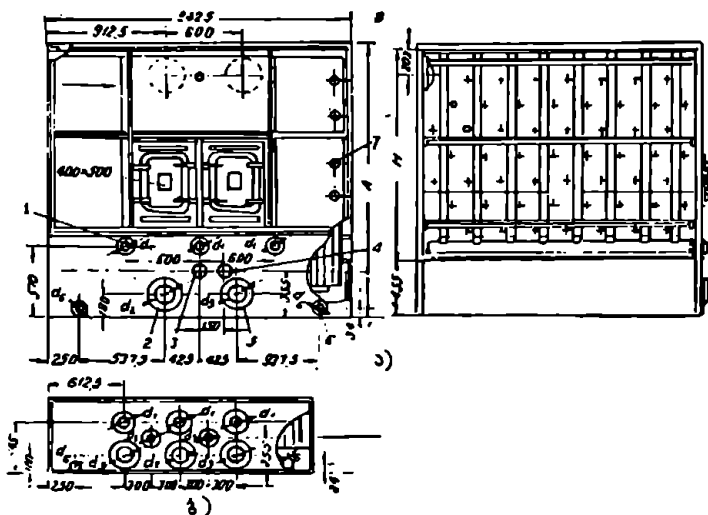
- 1—მომღები სარკველი; 2—შუალედური კამერა; 3—შეწვეილებული სარკველი; 4—დიფუზორი; 5—უმობიბი სექცია; 6—უმბრეცი კამერა; 7—გამსვლელი სარკველი; 8—სარწყვეი კამერა; 9—გამსვლელი სარკველი; 10—შეწვეი კამერა; 11—ფილისაწენდი ზეთიანი ფილტრის 12, 13, 14, 18—შუალედური კამერები; 15—შეწვეილებული სარკველი; 16—დიფუზორი; 17—უმობიბი სექცია; 19—გადასასვლელი სექცია; 20—საშენილისითი დანადგარი.

პარტია აკაბრეუი ნაღა-  
გაბეზია პარტია



ნახ. XVII.3. ორრიგანი სარწყაი კაბრები: K0 1002 B, K0 2002 B, K0 4002 B, K0 5002, K0 6002 A ოზოაციის გარეშე და K0 1002 B.A, K0 2002 B.H, K0 4002 B.H ბლინაეური ოზოაციით (№ 2 სკემების მიხედვით);

1—წყლის მიყანა ფრქვეანებთან; 2—გადაბლერული; 3—წყლის მიყანა სფერულ სარქველთან; 4—წყლის მიყანა კვეშის დარქარებელი შეესებისათვის; 5—ტუმბოსაყენ; 6—ჩამოშვები.



ნახ. XVII.4 სამრიგანი სარწყაი კაბრები: K0 1003 B, K0 2003 B, K0 4003 B, K0 5003, K0 6003 A ოზოაციის გარეშე და K0 1003 B.H, K0 2003 B.H, K0 4003 B.H ბლინაეური ოზოაციით (№ 3 სკემების მიხედვით);

1—წყლის მიყანა ფრქვეანებთან; 2—გადაბლერული; 3—წყლის მიყანა სფერულ სარქველთან; 4—წყლის მიყანა კვეშის შესახებ; 5—ტუმბობედაყენ; 6—ჩამოშვები;

ხელი ა—ფასალი კვეშში მიღტრების განლაგებით ყველა კაბრისათვის, გარდა K0 5003 და K0 6003 A;

ხელი ბ—მიღტრების განლაგება კვეშში K0 5003 და K0 6003 A კაბრებისათვის.

ხარისხი ხარვეზი კამერების კონსტრუქციული ზომები და ტექნიკური მონაცემები

შეზღუდვები, მმ/სმ-ში	სასაბურთო ნაწილი		რგობა რიგში	სარგვეთი ნაწილი						ფურცლები, მმ-ში	პირბობილი დაშვებული მმ-ში	პირბობილი დაშვებული მმ-ში				ინჰერცია	ბალანსირების ინდიკატორი				
	A მ-ში			რგობა	ფურცლები		ფურცლები		ფურცლები			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>			d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>		
	H მ-ში				წილი	18 ფურცლები ნა 1 მ-ზე		24 ფურცლები ნა 1 მ-ზე												24 ფურცლები ნა 1 მ-ზე	
	B მ-ში					წილი	წილი	წილი	წილი												
10000	1792	1300	776	1.0	2	3	6	36	8	48	1	920	70	100	2	701	K0 1002B	761			
20000	1792	1300	1596	2.0	3	6	12	72	8	96	2	920	70	100	2	1089	K0 2002 B	1170			
40000	2292	1800	2046	3.7	3	8	16	128	11	176	3	920	80	100	2	1638	K0 4002 B	1750,6			
50000	2574	2077	2577	5.33	3	10	20	200	18	260	3	1400	100	150	2	2186	K0 5012	—			
60000	3074	2577	2577	6.14	2	10	20	240	16	320	3	1400	125	150	2	2602	K0 6002 A	—			

ხარისხი ხარვეზი კამერების კონსტრუქციული ზომები და ტექნიკური მონაცემები

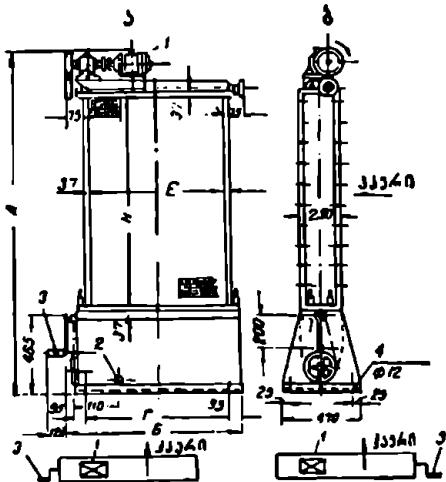
შეზღუდვები, მმ/სმ-ში	სასაბურთო ნაწილი		რგობა რიგში	სარგვეთი ნაწილი						ფურცლები, მმ-ში	პირბობილი დაშვებული მმ-ში	პირბობილი დაშვებული მმ-ში				ინჰერცია	ბალანსირების ინდიკატორი				
	A მ-ში			რგობა	ფურცლები		ფურცლები		ფურცლები			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>			d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>		
	H მ-ში				წილი	18 ფურცლები ნა 1 მ-ზე		24 ფურცლები ნა 1 მ-ზე												24 ფურცლები ნა 1 მ-ზე	
	B მ-ში					წილი	წილი	წილი	წილი												
10000	1792	1900	776	1.0	3	3	9	54	8	72	1	920	60	100	2	914	K0 1003B	974			
20000	1792	1900	1596	2.0	3	6	18	108	8	144	2	920	70	100	2	1360	K0 2003 B	1445			
40000	2292	1900	1596	3.7	3	8	21	192	11	264	3	980	80	160	2	2002	K0 4003 B	2190,5			
50000	2574	2077	2577	5.32	3	10	30	300	13	390	6	1400	100	150	2	2172	K0 5003	—			
60000	3074	2677	2577	6.14	3	10	30	360	16	480	6	1800	125	200	2	2693	K0 6003 A	—			

ქვეშ მოთავსებულია ხელის ამრევი, რომლითაც ხდება ზეთის არევა ჩამოსხმამდე. ზოგიერთი ფილტრის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია XVII.4 ცხრილში.

შემთბობი სექციები ბი. ქაერის გათბობა კონდიციონერებში ხორციელდება შემთბობი (ნახ. XVII.1, პოზიცია 4 და 16) სექციებით (კალორიფერებით). კალორიფერებში თბომატარებლად გამოიყენება გადაშეტბურებული წყალი ან ორთქლი.

შემთბობი სექციების თბოგადამცემი ზედაპირი შედგება 22.2 მმ დიამეტრის ფოლადის მილებისაგან, რომლებსაც გაკეთებული აქვს ცივად გაგლინული ფოლადის (0,4 მმ სისქის და 10 მმ სიგანის) ლენტის წიბოები. წიბოებს შორის ბიჯი 4 მმ-ია (ნახ. XVII.6 და XVII.7).

თითოეულ შემთბობ სექციას აქვს გადაშვებები არხი, რომლის საშუალებითაც ხდება კალორიფერის თბომწარმოებლობის რეგულირება ქაერის ბიაპასირებით და შემდეგ შემთბობ ქაერთან მისი შერევით. სექციებში მილები განლაგებულია ერთ, ორ ან სამ რიგად.

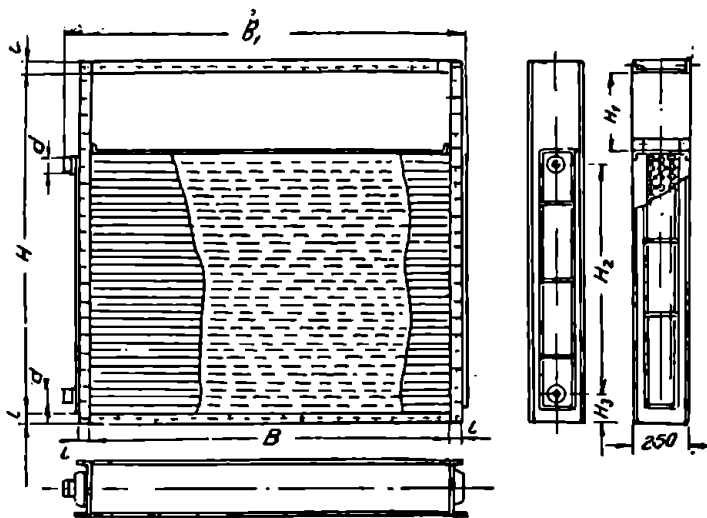


ნახ. XVII.5. თეთისწენდი ზეთიანი ფილტრი Kd1006 A, Kd 2006 A, Kd 4006 A: ა—მარცხენა შესრულებით; ბ—მარჯვენა შესრულებით;

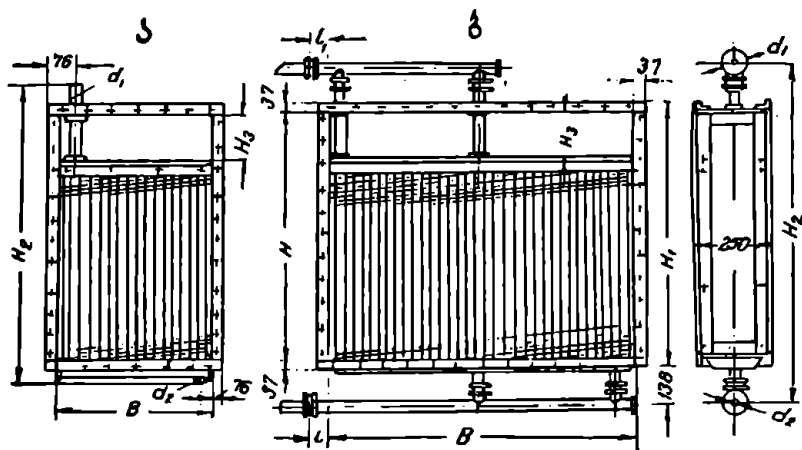
- 1—ელექტროძრავა 0,27 კვტ, 1500 ბრ/წთ
- 2—ქუროინი ონკანი 1 1/4";
- 3—სახელური.

ცხრილი XVII.4  
Kd 1006 A, Kd 2006 A და Kd 4006 A ტიპის თეთისწენდი ზეთის ფილტრების ტექნიკური მონაცემები

ტექნიკური მონაცემები	Kd 1006 A	Kd 2006 A	Kd 4006 A
მწარმოებლობა, მწ/სთ-ობით	10000	20000	40000
ხვედრითი დატვირთვა, მწ/მწ სთ-ობით	10000	10000	11650
საანგარიშო წინაღობა, კვ/მწ-ობით	10	10	10
წინა ზედაპირის ფართობი, მწ-ობით	1,01	2,0	3.43
ზეთის ავზის სასარგებლო ტევადობა, ლ-ობით	76	135	176
ზომები მმ-ობით:			
A	2170	2130	2630
B	1010	1650	2170
Г	750	1510	2020
E	776	1536	2046
H	1900	1900	1870
წონა, კგ-ობით	218	272	485



ნახ. XVII.6. შეშბობი სეციები პორიზონტალური მილაკებით: ერთიგანი კბ 1017 ბ, კბ 2017 ბ, კბ 5017, კბ 6017; ორრიგანი კბ 1018 ბ, კბ 2018 ბ, კბ 5018, კბ 6018; სამრიგანი კბ 1019 ბ, კბ 2019 ბ, კბ 5019, კბ 6019.



ნახ. XVII.7. ორრიგანი შეშბობი სეციები ორთქლისათვის: კბ 1020 (ა), კბ 2020, კბ 4020 (ბ); სამრიგანი კბ 1021 (ა), კბ 2021, კბ 4021 (ბ); ოთხრიგანი კბ 1022 (ა), კბ 2022, კბ 4022 (ბ).

ქალორიფერების ხურების ფართობის განსაზღვრა შეიძლება XVII.8 ნახაზზე მოცემული გრაფიკით.

ქალორიფერის წინაღობა ჰაერის მიმართ განისაზღვრება XVII.9 ნახაზზე მოცემული გრაფიკით.

ზოგიერთი ტიპური სექციის ზომები და ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია XVII.6 და XVII.7 ნახაზებზე და XVII.5 ცხრილში.

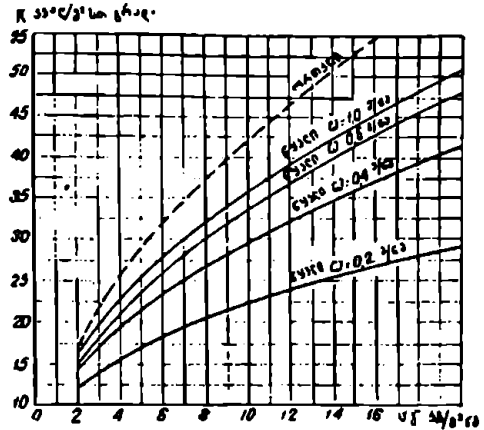
შუალედური სექცია (ნახ. XVII.1, პოზიცია 2, 14 და 16) გამოიყენება კონდიციონერის მუშა სექციების მომსახურებისათვის. იღვება ფილტრების, სარქველების, სარწყავი კამერისა და გადასასვლელი სექციების წინ.

შუალედურ კამერას აქვს ჰერმეტიკული კარები და

აღჭურვილია ჰერმეტიკულივე ელექტროარმატურით. არმატურაში მოთავსებულია ელექტროსაზომი ხელსაწყოები.

მოსაზარუნებელი სექცია. ეს სექცია (ნახ. XVII.1, პოზიცია 7)

ნახ. XVII.8

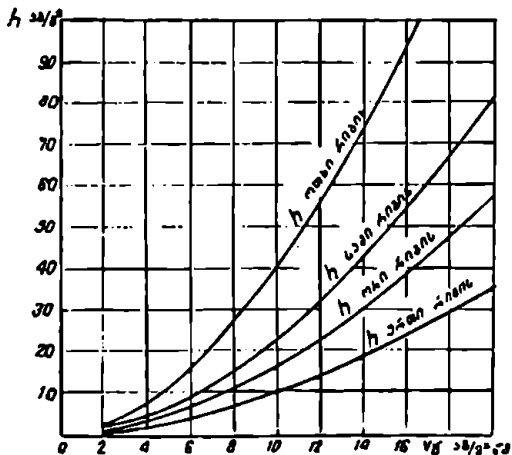


წარმოადგენს შემარტებელ არხს. იმ შემთხვევაში, როდესაც კონდიციონერების სექციები ერთმანეთის მიმართ განლაგებულია 90° კუთხით, ჰაერის თანაბარი განაწილების უზრუნველსაყოფად სექციას უკეთდება მიმართული ნიჩბები.

გადასასვლელი სექცია. ამ სექციის (ნახ. XVII.1, პოზიცია 17) საშუალებით ხდება კონდიციონერის სექციების დაკავშირება სავენტილაციო დანადგართან.

შემრევი სექცია (ნახ. XVII.1, პოზიცია 6, 9 და 12) გამოიყენება სხვადასხვა შემრევი სექციის კორპუსის განსხვავდება მხოლოდ საძვლე (კერში) ნაწილშია მო-

ნახ. XVII.9



სხვაპარამეტრებიანი ჰაერის ნარევის მისაღებად. შუალედური კამერის კორპუსის ანალოგიურია, რომის განლაგებით, რომელიც შემრევი სექციის

ქორიზონტალურმილაკებიანი შეთობის სექციების ტექნიკური მონაცემები

ტექნიკური მონაცემები	ქორიზონტალურმილაკებიანი შეთობის სექციები				
წარმოებლობა, შპ/სთ.ობით	10000	20000	40000	50000	60000
ზომები, შპ-ობით:					
სიჩაღლე II	1300	1300	1800	2077	2577
" II <sub>1</sub>	286	266	422	527	511
" H <sub>2</sub>	986	980	1306	1448	1964
" H <sub>3</sub>	60	63	72	92	92
სიგანე B	776	1536	2046	2577	2577
" B <sub>1</sub>	905	1670	2172	2739	2739
მილტუჩი I	97	87	97	42	42
ღიამეტრი, დღიშობით d	3/4	1	1 1/2	2 1/2	2 1/2
ცოცხალი კვეთი ჰაერის მიწართ, შპ-ობით	0,353	0,693	1,24	1,76	2,44
სარინი არხის კვეთი, შპ-ობით, ერ.ს.რიგიანი	0,206	0,41	0,865	1,35	1,30
ინდექსი	K $\rho$ 1017 B	K $\rho$ 2017 B	K $\rho$ 4017 B	K $\rho$ 5017	K $\rho$ 6017
თბოგამცემი ზედაპირი, შპ-ობით	13,57	26,85	47,6	67,5	80
ცოცხალი კვეთი სითბოშემცველის მიწართ, შპ-ობით	0,00051	0,00102	0,001275	0,0015	0,002
წონა, კგ-ობით, ორრიგიანი	112,9	182	259	336	422
ინდექსი	K $\rho$ 1018 B	K $\rho$ 2018 B	K $\rho$ 4018 B	K $\rho$ 5018	K $\rho$ 6018
თბოგამცემი ზედაპირი, შპ-ობით	27,14	53,7	85,2	185	180
ცოცხალი კვეთი თბოშემცველის მიწართ, შპ-ობით	0,00102	0,00204	0,00255	0,0030	0,0040
წონა, კგ-ობით, სამრიგიანი	161,2	237,2	394	524	673
ინდექსი	K $\rho$ 1019 B	K $\rho$ 2019 B	K $\rho$ 4019 B	K $\rho$ 5019	K $\rho$ 6019
თბოგამცემი ზედაპირი, შპ-ობით	40,71	80,55	142,8	202,5	270
ცოცხალი კვეთი სითბოშემცველის მიწართ, შპ-ობით	0,00153	0,00306	0,00398	0,0045	0,0070
წონა, კგ-ობით	189	312	423	712	921

თავსებული. მილტუჩის საშუალებით საძრომი დაკავშირებულია ჰაერის გასასვლელ სარქველთან ან უშუალოდ ჰაერსადენთან.

გამანაწილებელი სექცია. ამ სექციის საშუალებით წარმოებს ჰაერის ნაკადის განაწილება ორი მიმართულებით, რომელთაგანაც ჰაერის ნაკადის ერთი ნაწილი მიმართული იქნება კონდიციონერის ლერძის მიმართულებით, ხოლო მეორე — მის მართობულად, ზევით.

თბილი მიმღები სარქველები. ამ სარქველების (ნახ. XVII.1, პოზიცია 1) საშუალებით (სისტემის უმოქმედობის დროს) ხდება კონდიციონერების სისტემის დაცვა ცივი ჰაერის გავლენისაგან. სარქველი აღჭურვილია ან ხელის პნევმატური ამძრავებით, ანდა ორპოზიციანი ელექტროშემსრულებელი მექანიზმების ამძრავებით.

გამსვლელი სარქველები. ისინი (ნახ. XVII.1, პოზიცია 5, 8 და 11) მილტუჩის საშუალებით შეერთებულია შემრევე ან გამანაწილებელ სექციებთან. სარქველების გამოყენება შეიძლება აგრეთვე იმ ჰაერსადენებში, რომლებშიც სპეცირა ჰაერის რაოდენობის რეგულირება. სარქველები აღჭურვილია ხელის პნევმატური ამძრავებით ან ელექტროშემსრულებელი მექანიზმებით.

ორმაგი შეწყვეილებული სარქველები (ნახ. XVII.1, პოზიცია



3 და 15) იღვებდა პირველადი ან მეორეული კალორიფერების წინ. მათი საშუალებით ხდება კალორიფერებში შემავალი ჰაერის რეგულირება. სარქველები წარმოადგენს შეწყვილებულ შემრევე სარქველებს, რომლებიც მოქმედებენ ერთი შემსრულებელი მექანიზმიდან. ისინი აღქურვილია პნევმატური ან ელექტროშემსრულებელი მექანიზმებით.

სავენტილაციო დანადგარები (ნახ. XVII.1, პოზიცია 18) დამონტაჟებულია ერთ საერთო ჩარჩოზე და შედგება ვენტილატორის, ელექტროძრავისა და მარეგულირებელი სისტემისაგან.

ვენტილატორის ტიპებად მიღებულია: II 4—70, II 4—76 და II 4—100, მათ შუა ნიშნები მოღუნული აქვთ უკან. ამ ვენტილატორების მარჯი ქმედების კოეფიციენტი 0,84-ის ტოლია.

დანადგარებში გამოიყენება როგორც მარცხენა, ისე მარჯვენა შესრულების ვენტილატორები. სიმძლავრეები და ბრუნთა რიცხვი შერჩეულია ისე, რომ დანადგარების მაქსიმალური წნევა 60, 80 ან 120 კგ/მ<sup>2</sup> ის ტოლი იყოს.

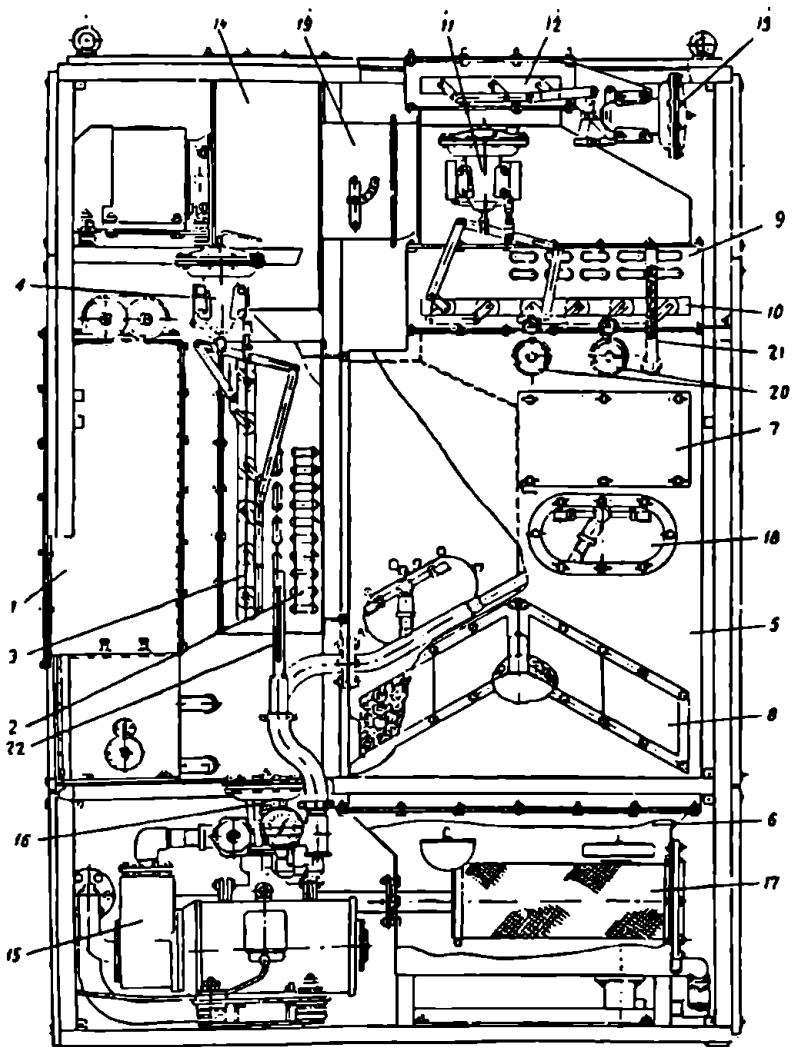
ცენტრალური კონდიციონერების ტიპური სექციების კონსტრუქციები და მათი ტექნიკური მახასიათებლები დეტალურად მოცემული და განხილულია სპეციალურ ცნობარებსა და კატალოგებში.

## § 84. პნევმატური უნივერსალური არაავტონომიური კონდიციონერები

მცირე მოცულობის სათავსებში ჰაერის კონდიციონერების მოწყობა პორიზონტალური ცენტრალური კონდიციონერების საშუალებით არ არის მიზანშეწონილი, ვინაიდან ასეთი კონდიციონერების გაბარიტები საკმაოდ მათი სიგრძე 8—10 მეტრს აღწევს) დიდია და მათ დიდი მწარმოებლობა (1000 მ<sup>2</sup>/სთ და მეტი) აქვთ.

მცირე მოცულობის სათავსების კონდიციონერებისათვის იყენებენ ვერტიკალურ უნივერსალურ არაავტონომიურ კონდიციონერებს 1500—7500 მ<sup>2</sup>/სთ მწარმოებლობით. ვერტიკალური უნივერსალური კონდიციონერის სქემა ისეა დაპროექტებული, რომ მისი გამოყენება შეიძლება როგორც წინდენითი კონდიციონერების სისტემებისათვის, ისე პირველადი და მეორეული რეცირკულაციებისათვისაც.

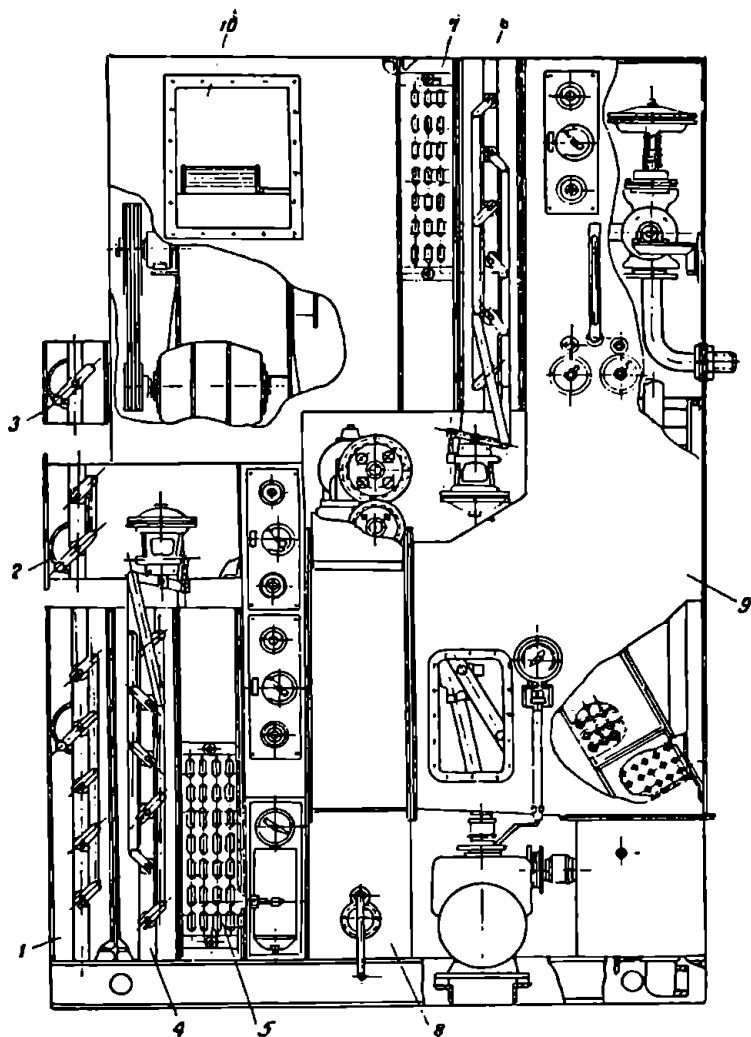
XVII.10 ნახაზზე მოცემულია 3000 მ<sup>2</sup>/სთ მწარმოებლობის კარკასული ტიპის ვერტიკალური კონდიციონერი, რომლის ძირითადი ნაწილებია: გარე და რეცირკულირებული ჰაერის შემრევი სარქველი (მისი მართვა წარმოებს პნევმატური შემსრულებელი მექანიზმებით), ჰაერის ფილტრი 1, პირველადი კალორიფერი 2, შემრევი სარქველი 3, შემრევი სარქველის შემსრულებელი მექანიზმი 4, ორიგინალი სარწყავი კამერა 5, სარწყავი კამერის ქვეში 6, ცივი წყლის შუალედური ავზი 7, ორსექციანი ზედაპირული ჰაერსაკვიარი 8, მეორეული კალორიფერი 9, ჰაერის შემრევი სარქველი 10, შემრევი სარქველის შემსრულებელი მექანიზმი 11, მეორეული რეცირკულირებული ჰაერის სარქველი 12, ამ სარქველის შემსრულებელი მექანიზმი 13, ცენტრიდანული ვენტილატორი 14, ცენტრიდანული ტუმბო 15, წყლის პნევმატური სამსვლიანი სარქველი 16, წყლის ფილტრი 17, მინის ფანჯარა 18, კონდიციონერის მწარმოებლობის მარეგულირებელი დროსელი 19 (იგი დამაგრებულია ვენტილატორის შემწოვე არხზე), „ნამის წერტილის“ რეგულატორი 20 (მოთავსებუ-



ნახ. XVII.10

ლია სეპარატორსა და მეორეულ კალორიფერს შორის), კამერაში ჰაერის ტემპერატურის საზომი თერმომეტრი 21 და ფრქვევანებში მისაწოდებელი წყლის ტემპერატურის საზომი თერმომეტრი 22.

კონდიციონერში გარე და რეციკულირებული ჰაერის მიწოდება ხორციელდება კონდიციონერის მარცხენა ნხრიდან, ხოლო დამუშავებული ჰაერის გამოშვება — კონდიციონერის ზედა ზონიდან.



ნახ. XVII.11

XVII.11 ნახაზზე მოცემულია 5000 მ<sup>3</sup>/სთ მწარმოებლობის უკარკასო ტიპის ვერტიკალური უნივერსალური კონდიციონერი, რომელშიც შედის: ჰაერის მიმღები სარქველი 1, პირველადი და მეორეული რეცარკულაციის მარეგულირებელი სარქველები 2 და 3, პირველადი შეთბობის კვანძი, რომელიც შედგება სარქველისა 4 და კალორიფერისაგან 5, მეორეული შეთბობის კვანძისგან—სარქველისა 6 და კალორიფერისაგან 7, თვითმუშენდი ზეთის ფილტრი 8, სარწყავი კამერა 9 და ლითონის ყუთში მოთავსებული ვენტილატორი 10.

კალორიფერის ხურების ფართობი შედგება გაწიბოვებული 22/18 მმ დიამეტრის ფოლადის მილებისაგან, რომლებიც თბოშემცველის მიმართ თანმიმდევრობითაა განლაგებული.

ზედაპირული ჰაერსაცვიარი შედგება გაწიბოვებული 16/22 მმ დიამეტრის ალუმინის მილებისაგან, წიბოების სიმაღლეა 8 მმ, ხოლო ბიჯი მათ შორის -- 4 მმ.

კონდიციონერის ავტომატური რეგულირების სისტემა პნევმატურია.

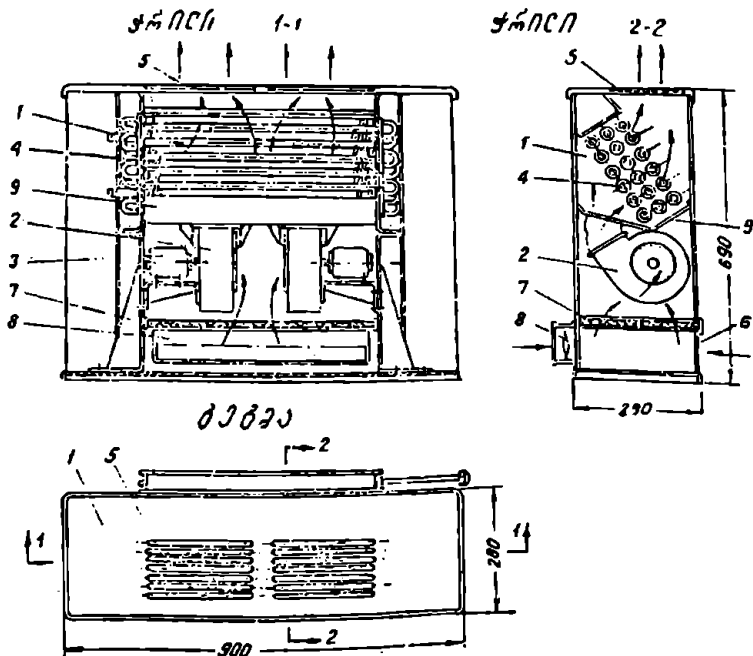
ზამთრის პერიოდში „ნამის წერტილის“ რეგულირება ხდება რეგულატორის საშუალებით, რომელიც მოქმედებს პირველადი კალორიფერის შემსრულებელ მექანიზმზე და სითხის ჩამკეტ საარქველზე (კალორიფერში სითბოშემცველის ხარჯის ჩამკეტი).

ზაფხულის პერიოდში „ნამის წერტილის“ რეგულირება წარმოებს სამსელიანი საარქველის საშუალებით.

### ადგილობრივი კონდიციონერები

ადგილობრივი კონდიციონერები წარმოადგენს აგრეგატებს, რომლებშიც დადგმულია თბოგადამცემი ზედაპირები, ვენტილატორები და ელექტროძრავები. მათი საშუალებით შესაძლებელია ჰაერის გაცივება და გათბობა წლის ყველა პერიოდში.

სიცივის მომარაგების მიხედვით ადგილობრივი კონდიციონერები, ისევე როგორც ცენტრალური, შესაძლებელია დაიყოს ავტონომიურ და არაავტო-

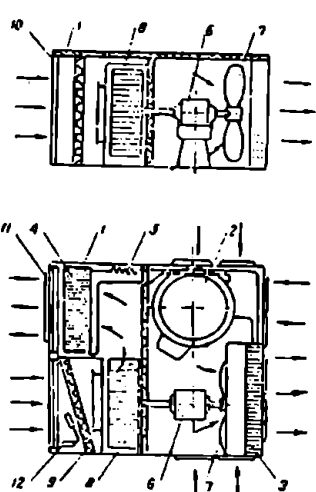


ნახ. XVII.12

ნომიურ კონდიციონერებად. არაავტონომიური კონდიციონერების სიცივით მომარაგება ხორციელდება ცენტრალური სამაცივრო დანადგარებიდან. სიცივის მატარებლად გამოყენებულია ჩვეულებრივი ან მარილიანი წყალი.

საკაეშირო სანტექნიკურმა სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა უკანასკნელი წლების მანძილზე დაამუშავა და წარმოებაში დანერგა ადგილობრივი არაავტონომიური კონდიციონერების რამდენიმე ტიპი. ერთ ერთი ასეთი (KHC-0,5 ტიპის) კონდიციონერი, რომლის მწარმოებლობაც 500 მ<sup>2</sup>/სთ-ია, მოცემულია XVII.12 ნახაზზე.

კონდიციონერი იდგმება ფანჯრის რაფის ქვეშ. გარე ჰაერის მიწოდება ხორციელდება კონდიციონერის ქვედა ნაწილში და მისი რაოდენობის რეგულირება წარმოებს ხელის საკვლეით მ. კონდიციონერის წინა კედლის ქვედა ნაწილში მოთავსებულია რეცირკულირებული ჰაერის გისოსი 6. გარე და რეცირკულირებული ჰაერის ნარევის გაფილტვრა წარმოებს ფილტრში 7. ამის შემდეგ ჰაერი შეიწოვება ორი ვენტილატორით 2 და იჭირხნება ზედაპირულ გაწიბონებულ თბომცველ აპარატში 4, რომელშიც ცირკულირებს სითბოს ან სიცივის შემცველი. დამუშავებული ჰაერი მოდინებითი გისოსის საშუალებით მიეწოდება სათავსს. ზემოთ ჩამოთვლილი კონდიციონერის ნაწილები მოთავსებულია არქიტექტურულად გაფორმებულ ლითონის გარსაკში 1.



ნახ. XVII. 13. ადგილობრივი ავტონომიური კონდიციონერი „აზერბაიჯანი“:

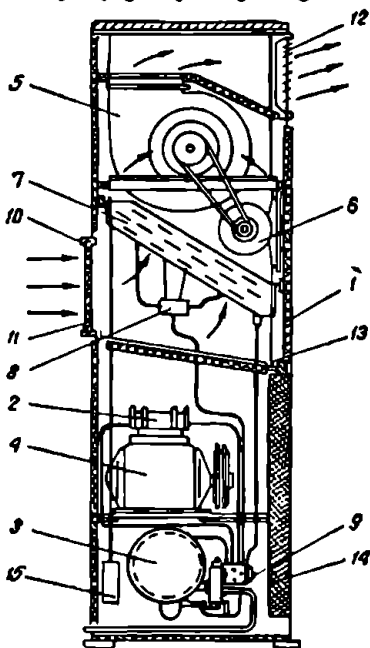
- 1 — გარსაკში ხმელის და სითბოს რეგულირება;
- 2 — ფრენის პერმეტული კომპრესორი;
- 3 — ჰაერის კონდენსატორი; 4 — ზედაპირული თბომცველი ფრენის უშუალო აორთქლესათვის; 5 — კაბლარული მილაკი; 6 — ენტერლატორების შერეობული პერმეტული ელექტრომძავე; 7 — კონდენსატორის დერქელა ენტილატორი; 8 — ამორთქლელის ცენტრალური ენტილატორი; 9 — ქაღალდის ფილტრი; 10 — დეკორატიული პერმეტული გისოსი; 11 — მიძღები გისოსი რეგულირება; 12 — ორპოზიციონი თერმორეგულატორი.

ავტომატური რეგულირება ხდება ორპოზიციონი ტემპერატურული გადამწოდის საშუალებით, რომელიც კონდიციონერის ელექტროსქემაში ჩართულია შუალედური რელეთი. სათავსის ტემპერატურული რეგიმის დარღვევის შემთხვევაში ავტომატური სქემის საშუალებით ხდება ვენტილატორის ელექტრომძავეის 3 გაშვება ან გაჩერება. XIII დანართში მოცემულია ადგილობრივი არაავტონომიური კონდიციონერების ტექნიკური მახასიათებლები.

ავტონომიური კონდიციონერების სიცივით მომარაგება წარმოებს უშუალოდ კონდიციონერში ჩადგმულ სამაცივრო მანქანის საშუალებით. ამგვარ წარმოებაში ათვისებულია ორი ტიპის ავტონომიური ადგილობრივი კონდიციონერი. XVII.13 ნახაზზე მოცემულია კონდიციონერი „აზერ-

ბაიჯანი, რომელიც გამოიყენება საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებისათვის.

კონდიციონერის გარსაცმში 1



ნახ. XVII. 14. კონდიციონერ „ხარკოვი“ სქემა:

- 1 — გარსაცმი ხაურის და სითბოს იზოლაციით;
- 2 — 2ΦБ — 6,5 ტიპის ვერტიკალური, ორიციონდრიანი კომპრესორი;
- 3 — მილგარსაცმიანი წყლის კონდენსატორი;
- 4 — 2,8 კვტ სიმძლავრის სამფუნჯიანი მკარებხაურის ელექტროძრავა;
- 5 — ორმხრივი შეწოვის მკარებხაურის ენტრიდანული ვენტოლატორი;
- 6 — 0,25 კვტ სიმძლავრის სამფუნჯიანი მკარებხაურის ელექტროძრავა;
- 7 — ზედაპირული თბომცველი;
- 8 — ფრეონის გამანაწილებელი;
- 9 — ჰაერის რეჟიმის შესაყვლი ოთხჯვლიანი ორგანი;
- 10 — ჰერმობეჭების მილუელი;
- 11 — ჰერის ვასკულარული ბაღიანი ზეთის ფილტრი;
- 12 — მიწოდებული გისოსი;
- 13 — ქვეში;
- 14 — წყლის მარგულირებელი ვენტოლატი;
- 15 — ელექტროაპარატურა.

დამონტაჟებულია ფრეონ-12-ზე მომუშავე სამაცივრო დანადგარი. იგი ფანჯარის ქვედა ნაწილში იდგმება ისე, რომ ჰაერსაცივარი ნაწილი მოთავსებულია უშუალოდ სათავსში, ხოლო კომპრესორი და კონდენსატორი — გარეთ. კონდიციონერის მწარმოებლობაა 400 მ<sup>2</sup>/სთ; სიცივის მთლიანი მწარმოებლობა შეადგენს 1700 კკალ/სთ. სამაცივრო მანქანის სიმძლავრე ტოლია 1,2 კვტ-ისა. კონდიციონერის გაბარიტული ზომებია: სიმაღლე 400 მმ, სიგანე 678 მმ, სიღრმე 734 მმ.

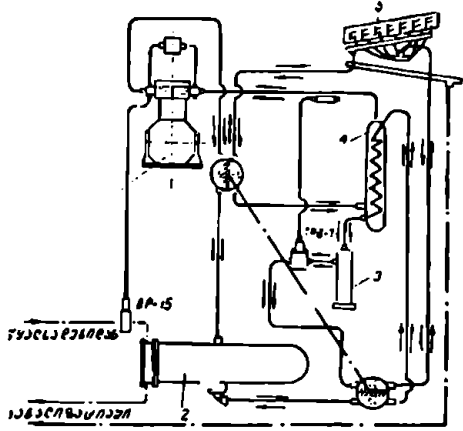
კონდიციონერის სამაცივრო დანადგარის კონდენსატორი 3 ცივდება გარე ჰაერით, რომლის მიწოდებაც ხდება ვენტოლატორის 7 საშუალებით. ამ ვენტოლატორის ელექტროძრავის 6 ლილვზე დამაგრებულია აგრეთვე ცენტრიდანული ვენტოლატორის 8 მუშა თვალი. ვენტოლატორის საშუალებით სათავსიდან შეიწოვება ჰაერი. იგი იფილტრება ქალაღის ფილტრში და შემდეგ იჭირხნება სამაცივრო მანქანის ამპორტქლებელში 4. გაცივებული ჰაერი მოდინებითი გისოსის 11 საშუალებით მიეწოდება სათავსს. როგორც ამპორტქლებელი, ისე კონდენსატორი მილსადენების საშუალებით დაკავშირებულია ჰერმეტულ ფრეონის კომპრესორთან 2.

ადგილობრივი ავტონომიური კონდიციონერი „ხარკოვი“, რომლის პრინციპული სქემა მოცემულია XVII.14 და XVII.15 ნახაზებზე, გამოიყენებულია შტორე ზომის დარბაზების, ლაბორატორიების, კაფეებისა და იმ სათავსებისთვის, რომელთა ფართობი არ აღემატება 100 მ<sup>2</sup>.

ზამთრის პერიოდში კონდიციონერი მუშაობს ჰაერის გაცივებაზე და ნაწილობრივ მის გაწრობაზე. გარდამავალ და ზამთრის პერიოდში კონდიციონერი შეიძლება გადაირთოს თბურ-ტუმბოს რეჟიმზე. კონდიციონერს აქვს

კარდის სახე, რომელშიც მოთავსებულია სამანქანო და ჰაერდასამუშავებელი განყოფილებები. სამანქანო განყოფილებაში მოთავსებულია კომპრესორი, კონდენსატორი და ელექტროხელსაწყოების ყუთი, ხოლო მეორე განყოფილებაში — ამორთქლებელი და საეენტილაციო დანადგარები.

ვენტილატორის მიერ ჰაერი შეიწოვება კარდის უკან კედელში დატოვებულ ხერედიდან, რომელშიც მოთავსებულია ზეთის ბადიანი ფილტრი. ამის შემდეგ ჰაერი გაივლის ამორთქლებელს და ვენტილატორის საშუალებით დაიკრიხნება (მოდინებითი გისოსის გავლით) სათავსში. ჰაერის ტემპერატურის რეგულირება ხორციელდება TДХ.61 ტიპის ტემპერატურული გადამწოდის საშუალებით, რომელიც დაყენებულია უშუალოდ სათავსში.



ნახ. XV.11. 15. თბური ტუმბოს ციკლის მომუშავე კონდიციონერ „ახარკო 111-ის“ სამაცივრო მანქანის პრინციპული სქემა: 1 — კომპრესორი; 2 — კონდენსატორი (გათბობის რეჟიმში მუშაობს როგორც ამორთქლებელი); 3 — ფილტრ-გამწმობი; 4 — თბომცვლელი; 5 — ამორთქლებელი (კონდენსატორი).

ზემოაღწერილი სქემით კონდიციონერი მუშაობს ზაფხულის პერიოდში. გარდამავალ პერიოდში სპეციალური ონკანის გადართვით ჰაერის გაცივების რეჟიმში იცვლება ჰაერის შეთბობის რეჟიმით.

თბური ტუმბოს რეჟიმში მუშაობის დროს ამორთქლებლის როლს ასრულებს კონდენსატორი 2. დაბალი პოტენციალის სითბოს წყაროდ გამოყენებულია 20°C წყალი, რომლის საშუალებითაც ხდება ფრეონის აორთქლება. ამ შემთხვევაში ჰაერის შეთბობა მიმდინარეობს ამორთქლებელში 5, რომელიც თბურ ტუმბოში წარმოდგენილია როგორც კონდენსატორი.

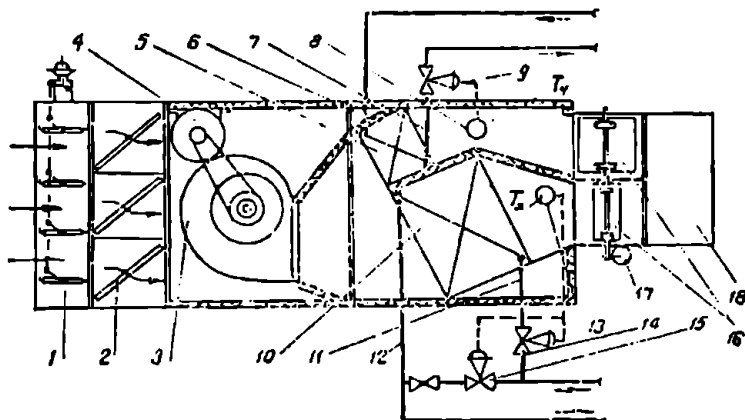
ჰაერის მიმართ კონდიციონერის მწარმოებლობაა 1500 მ<sup>3</sup>/სთ, ხოლო მისი სიცივისა და სითბოს მწარმოებლობა 600 კკალ/სთ. კომპრესორის ძრავას სიმძლავრე ტოლია 2,8 კვტ. აგრეგატის გაბარიტული ზომებია: სიმაღლე 1990 მმ, სიგანე 950 მმ, სიღრმე 600 მმ. სამაცივრო დანადგარის კონდენსატორის გაცივებისთვის საჭიროა წყლის ხარჯი ტოლია 1200 კგ/სთ.

ჰაერის დაბრუნების პროცესში კონდიციონერში ძირითადად განხორციელებულია ორი ერთდროული პროცესი: 1) ჰაერის გაცივება და გაშრობა, 2) გათბობა და დატენიანება.

**მრავალზონიანი კონდიციონერი**

საწარმოო და საზოგადოებრივი დანიშნულების მრავალთაბიან შენობებში ხშირად საჭიროა სხვადასხვა პარამეტრის ჰაერის მიწოდება. ამასთან დაკავ-

შირებით შექმნილია მრავალზონიანი კონდიციონერების სერიები. XVII.16 ნახაზზე მოცემულია Kd—47M ტიპის მრავალზონიანი არააეტონომიური კონდიციონერის პრინციპული სქემა, რომლის მწარმოებლობაა  $2,5 \cdot 10^3$  მ<sup>3</sup>/სთ. კონდიციონერი აწყობილია ტაპური სექციებისაგან და მისი საშუალებით შესაძლებელია ჰაერის გათბობა, გაციელება, გაშრობა და გაწმენდა. კონდიციონ-



ნახ. XVII.16

ნერი მუდმივი ტემპერატურის დამუშავებულ ჰაერს ერთდროულად აწვდის სამ ზონას. კონდიციონერის შესვლის კვთში მოთავსებულია ჰაერის მიმღებ საარქველი 1, რის შემდეგაც ჰაერი გაივლის ფილტრის სექციას 2 და შეიწოვება ცენტრიდანული ვენტილატორით 3. ვენტილატორის გამოსვლის კვეთიდან ჰაერი შეიძლება სხვადასხვა პროპორციით დაიჭირხნოს თბილი და ცივი ჰაერის არხებში.

ზედა არხში დგას ზედაპირული თბომცვლელი (კალორიფერი) 5, რომელთანაც მიერთებულია ცხელი წყლის მილსადენები. ჰაერის ტემპერატურის რეგულირება ხდება პნევმატური გადამწოდის 8 საშუალებით იგი მოქმედებს მემბრანულ სარქველზე 9, რომელიც დაყენებულია ცხელი წყლის უკუმისადენზე. გადამწოდი სიგნალის შემდეგ სარქველის 9 შემსრულებელი მექანიზმი კალორიფერში არეგულირებს ცხელი წყლის ხარჯს.

ქვედა არხში მოთავსებულია ზედაპირული ჰაერსაცვიარი, რომელიც შეერთებულია ცივი წყლის მილსადენებთან. ცივი ჰაერის ტემპერატურის რეგულირება ავტომატურად ხორციელდება დალომეტრული გადამწოდის 13 საშუალებით. იგი მოქმედებს ცივი წყლის მიმწოდებელ მილსადენზე დადგმულ სარქველზე 14 და გადამწები მილსადენის სარქველზე 15. ამ სარქველებით რეგულირდება ცივი წყლის ხარჯი ჰაერსაცვიარში.

გამოსასვლელ კვთში ცივი და ცხელი წყლის არხები დაყოფილია სამ შემრვე ზონად. თითო ზონაში მოთავსებულია ჰაერის სარქველები 16, რომლებითაც ხდება ცივი და თბილი ჰაერის ნაკადების რაოდენობის რეგულირება თითო ზონაში. ამასთან ერთად რეგულირდება ნარევის ტემპერატურაც.

სათაესის ჰაერის რეგულირება ხორციელდება გადამწოდით, რომელიც მოთავსებულია უშუალოდ სათაესში. იგი მოქმედებს სარქველების 16 შემსრუ-



ლებელ მექანიზმზე 17. თითოეული შემრვევი ზონა მთავრდება დამოუკიდებელი გამოშვებები მილყელით 18, რომელიც შეერთებულია სათავისის მოდინებით ჰაერსადენტან.

საენტრილაციო პრაქტიკაში გამოიყენება კონდიციონერების საში ძირითადი სქემა: 1. წინდენითი, რომელიც მუშაობს მხოლოდ ატმოსფერულ ჰაერზე, 2. სათავისის ჰაერის პირველადი რეცირკულაციით, 3. სათავისის ჰაერის პირველადი და მეორეული რეცირკულაციით.

### წინდენითი სისტემა

ჰაერის კონდიციონერების წინდენითი სისტემა, რომელიც მუშაობს მხოლოდ გარე ატმოსფერულ ჰაერზე, გამოიყენება ისეთი სათავისებისთვის, სადაც ხდება ტოქსიკური და მანეთ ნიეთიერებების გამოყოფა, მაგალითად, ქიმიურ საამქროებში, ქიმიურ და ბაქტერიოლოგიურ ლაბორატორიებში, საავადმყოფოებსა და სხვა ანალოგიურ სათავებში. ერთი და მრავალზონიანი წინდენითი კონდიციონერის სქემები მოცემულია XVII.17 ნახაზზე.

გარე ჰაერი მიმღები სარქელით 1 შეიწოდება ფილტრს 2, სადაც ხდება მისი გაწმენდა. სუფთა ჰაერი, იმისდა მიხედვით, თუ როგორ არის ორმაგი ჰაერის სარქველი 3 გაღებული, შეიძლება პირველადი კალორიფერის 4 გავლით მოხედეს სარწყავ კამერაში 5 ან უშუალოდ შეიწოდოს მას.

სარწყავ კამერაში დამუშავების შემდეგ ჰაერი ორმაგი სარქელის 6 საშუალებით გაივლის ან მეორეულ კალორიფერს, ანდა პირდაპირ შეიწოვება ვენტილატორით 8 და შემდეგ შეიწოდება სათავისს.

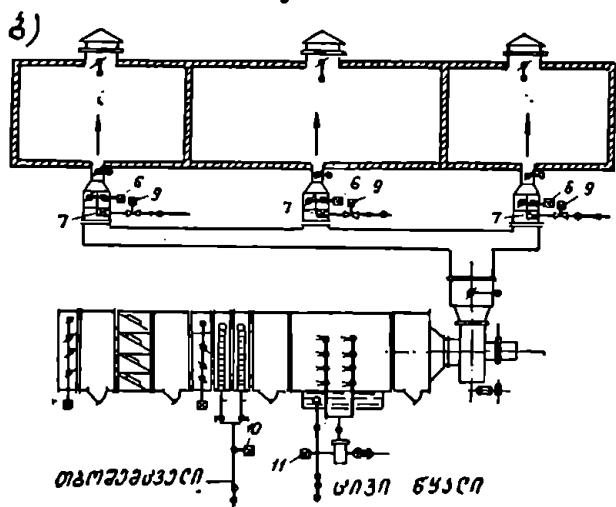
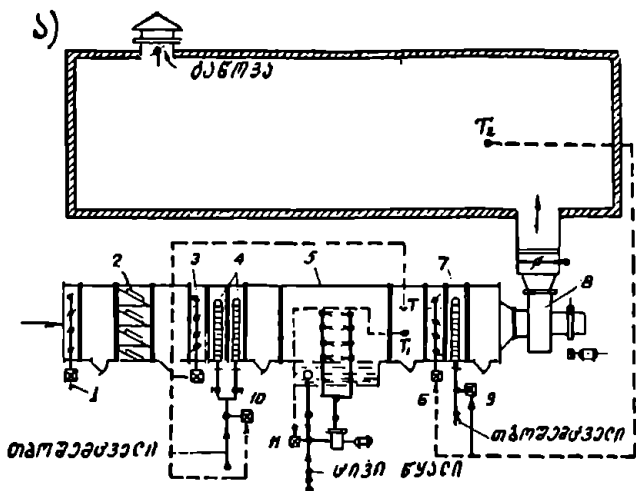
მრავალზონიანი სისტემებში, რომლებიც ემსახურება რამდენიმე სათავისს, მეორეული და ზონური კალორიფერები 6 თავისი სარქვლებით დაყენებულია ვენტილატორის შემდეგ.

განვიხილოთ წინდენით კონდიციონერში ჰაერის დამუშავების პროცესის აგება I—d დიაგრამაზე.

XVII.18, ა ნახაზზე 1 წერტილით აღნიშნულია სათავისის ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები ზაფხულის პერიოდისთვის, ხოლო 11 წერტილით კი— ზამთრის პერიოდისთვის. მრუდს ( $H_1$ —ზამთარი,  $H_2$ —ზაფხული) ეთანადება იმ რაიონის კლიმატური ხაზი, სადაც დაპროექტებულია ჰაერის კონდიციონერის სისტემა.

ზამთარში დანადგარის მუშაობა ხასიათდება იმით, რომ გარე ჰაერის სითბომეცველობა ნაკლებია სარწყავი კამერიდან გამოსული ჰაერის სითბომეცველობაზე. ზამთრის პერიოდში სარწყავი კამერა მუშაობს წყლის სრული რეცირკულაციით, ე. ი. ჰაერის აღიბატური დატენიანების რეჟიმით  $I = e0t_{\text{ფ}}.$  ამ რეჟიმის განსახორციელებლად გარე ჰაერი პირველად კალორიფერში უნდა შეთბეს მე-15 წერტილიდან მე-12 წერტილამდე  $\Delta I = I_{15} - I_{12}$  (ნახ. XVII.18, ა).

ზამთრის პერიოდისთვის სარწყავ კამერაში პროცესი მიმდინარეობს



ნახ. XVII. 17. კონდიციონერების წინდენით სისტემებში ჰაერის დამუშავების პროცესების სქემები:  
 ა — ზონალური სისტემებისათვის; ბ — მრავალზონალური სისტემებისათვის.

12—13 სწორი ხაზით. წერტილზე 17, რომელიც მდებარეობს ამ ხაზისა და სრული გაჯერების მრუდის  $\varphi=100\%$  გადაკვეთის ადგილას, წარმოადგენს ადიაბატური დატენიანების 12—13 პროცენტის მიმდინარეობის თეორიულ ზღვრულ პირობას.

ზშირად ლითონის ეკონომიისა და სისტემის წინააღმდეგობის შესამცირებლად პირველად კალორიფერებში ჰაერის შეთბობა წარმოებს მე-16 წერტილამდე.

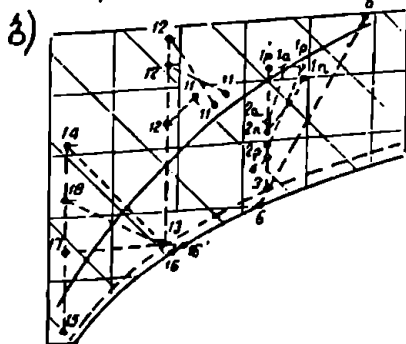
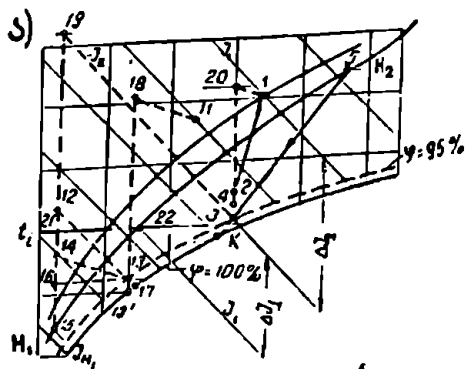
რომელიც მდებარეობს 16—13 იზოთერმაზე, ან რომელიმე სხვა შუალედურ ჰაერის პარამეტრებამდე, რომლებიც მდებარეობს  $I_{16}$ -სა და  $I_{11}$ — $I_{13}$ -ს შორის. დანარჩენი სითბოს რაოდენობა ჰაერს მიეწოდება სარწყავ კამერაში. ამ შემთხვევაში გათბობისა და დარტყმის პროცესები მიმდინარეობს იზოთერმულად  $I_{16} \rightarrow I_{13}$  ან პოლიტროპულად  $I_{14} \rightarrow I_{13}$ .

საკონტროლო წერტილს, რომელიც განსაზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ, წარმოადგენს მე-13 წერტილი. ეს წერტილი მდებარეობს ადიაბატის 12—13 და მრუდის  $\varphi = 90-95\%$  გადაკეთის ადგილას. პირობით მე-13 წერტილს უწოდებენ დამუშავებული ჰაერის „ნაშის წერტილს“, ვინაიდან იგი ახლოა ჰუმანიტარიტ ნაშის 13' წერტილთან.

სარწყავ კამერაში დამუშავების შემდეგ ჰაერის შეთბობა წარმოებს მეორეულ კალორიფერში მე-13 წერტილიდან მე-18-მდე, რის შემდეგაც ჰაერი ვენტilatორის საშუალებით მიეწოდება სათავსს, სადაც მიმდინარეობს ჰაერის ტენის ასიმილაციის პროცესი 18—11 მიმართულებით. სათავსის ჰაერი მიიღებს მოცემული პარამეტრების მნიშვნელობას, რომელიც განისაზღვრება წერტილით 11. ამრიგად, ზამთრის პერიოდში ჰაერის დამუშავების პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი ტეხილით 15—12—13—18—11, 15—14—13—18—11 ან 15—16—13—18—11.

როდესაც სათავსის ჰაერის პარამეტრები უცვლელია როგორც ზამთრის, ისე ზაფხულის პერიოდებისთვის, მისაწოდებელი ჰაერი პირველად კალორიფერში უნდა შეთბეს მე-19 წერტილამდე. ამ შემთხვევისთვის ზამთრის პროცესის სქემა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ტეხილით 15—19—3—20—1.

ზაფხულის საანგარიშო პირობების დროს, რომელიც კლიმატურ მრუდზე აღნიშნულია  $H_1-H_2$  5 წერტილით, გარემოს ჰაერი ცივდება და შრება 5—3 სწორი ხაზით, ამის შემდეგ ჰაერი თბება ვენტilatორში და ჰაერსადენებში (მონაკვეთი 3—4) და თუ საჭიროა დამატებით წარმოებს ჰაერის შეთბობა მეორეულ კალორიფერში (მონაკვეთი 4—2). დამუშავებული ჰაერი



ნახ. XVII.18

მიწოდება სათავსს, სადაც მიმდინარეობს ქარბი სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესი (მონაკვეთი 2—1).

სათავისი პერიოდი მიიღებს მოცემული პარამეტრების მნიშვნელობას, რომელიც განისაზღვრება 1 წერტილით. ამრიგად, ზაფხულის პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ტეხილით 5—3—4—2—1.

XVII.18, ბ ნახაზზე მოცემულია მრავალზონიანი სისტემების პერიოდული შეფენების პროცესის სქემა, რომელიც ძირითადად ზემოგანხილული სისტემის ანალოგიურია, ვინაიდან ყველა ცალკეული სათავისათვის ერთი კონდიციონერი ამზადებს ჰაერს ერთნაირი ტენზემცველობით, ამიტომ ჰაერის პარამეტრები სათავებში შესაძლებელია სხვადასხვა იყოს და იგი დამოკიდებული იქნება ტენის გამოყოფასა და თერმორეგულატორის აწყობაზე, მაგალითად,  $\alpha$ ,  $P$  და  $n$  სათავებისათვის 1 $\alpha$ , 1 $P$ , 1 $n$  წერტილები ზაფხულის რეჟიმისათვის და 11 წერტილი ზამთრის რეჟიმისათვის.

განვიხილოთ პერიოდი კონდიციონების წინდენითი სისტემის რეგულირების პრინციპული სქემა (ნახ. XVII.17 ა). ამ სქემით წარმოვსს სათავისი პერიოდული პარამეტრების მუდმივ დონეზე დაქვრა. ზამთრის პერიოდისთვის პერიოდული მდგომარეობა სარწყავი კამერის შემდეგ (წერტილი 13, ნახ. XVII.18, ა) რეგულირდება  $T$  თერმორეგულატორის საშუალებით („ნამის წერტილის“ რეგულატორი). იგი მოქმედებს მრავალსაგდულიანი სარქველის 3 შემსრულებელ მექანიზმზე და თბოგაცვლის სარქველზე 10 (ნახ. XVII.17, ა), რომელიც არეგულირებს პირველადი კალორიფერის მუშაობას.

სათავსში პერიოდული პარამეტრების რეგულირება განხორციელებულია  $T_1$  თერმორეგულატორით, რომელიც უშუალოდ სათავსშია დაყენებული.  $T_2$  თერმორეგულატორი მოქმედებს მრავალსაგდულიანი სარქველის 6 შემსრულებელ მექანიზმზე და თბოშემცველის სარქველზე 9, რომელიც არეგულირებს მეორეული კალორიფერის მუშაობას.

ზაფხულის პერიოდში ნამის წერტილის რეგულირება წარმოებს  $T_1$  თერმორეგულატორით. იგი უშუალოდ დაკავშირებულია სამსგლიანი სარქველის 11 შემსრულებელ მექანიზმთან. როდესაც გარე პერიოდული სითბოშემცველობა მეტია სარწყავი კამერიდან გამოსული პერიოდული სითბოშემცველობაზე  $I_1$  (ნახ. XVII.18), პერიოდული გაცივება სარწყავი კამერაში რეგულირდება სამსგლიანი სარქველის 11 საშუალებით ცივი და კამერის ქვეში შემთბარი რეციკულირებული წყლის ნარევით.

სათავისი პერიოდული რეგულირება ზაფხულის პერიოდში ანალოგიურია ზამთრის პერიოდში სათავისი პერიოდული ზემოაღწერილი რეგულირებისა.

ამრიგად, შეგვიძლია აეწეროთ რეგულირების მუშაობის პრინციპი გარე პერიოდული პარამეტრების ცვლილებასთან დაკავშირებით. როგორც აღვნიშნეთ, ფრქვევანების წინ დგება  $T$  თერმორეგულატორი, რომელიც შეერთებულია პირველადი კალორიფერის შემსრულებელ მექანიზმთან. პირველადი კალორიფერი რეგულირება საჭიროა მხოლოდ იმ მომენტებზე, როდესაც გარე პერიოდული სითბოშემცველობა მიაღწევს სარწყავი კამერიდან გამომავალი პერიოდული სითბოშემცველობას. ამ მომენტში შემსრულებელი მექანიზმში მთლიანად გამოთიშავს პირველად კალორიფერში სითბოშემცველის ხარჯს, ხოლო მრავალსაგდულიანი სარქველი კეტავს პერიოდული ხარჯს კალორიფერში და გადასასვლელი სარქველით პერიოდული უშუალოდ მიეწოდება სარწყავი კამერას.

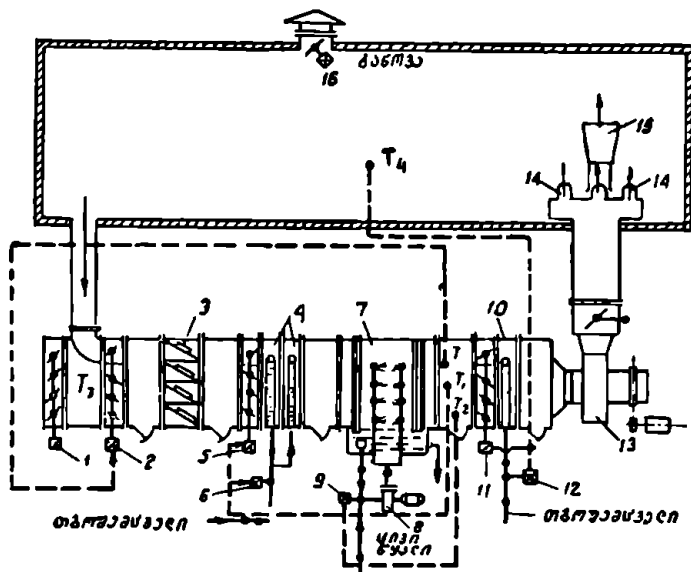
გარე პერიოდული ტემპერატურის შემდგომი ზრდა გამოიწვევს ნამის წერტი-

ლის მუდმივობის შენარჩუნების (ჩ წერტილი) აუცილებლობას ჰაერის ხელოვნურად გაცივებით. როგორც აღნიშნეთ, ამ მიზნისათვის ტუმბოს შემწვო ხაზზე დგება სამსვლიანი წყლის სარქველი 11, რომლის რეგულირება წარმოებს  $T_1$  თერმორეგულატორით.

### ჰაერის კონდიციონების სქემა პირველადი რეცირკულაციით

ჰაერის კონდიციონების სქემა პირველადი რეცირკულაციით უფრო ეკონომიურია, ვიდრე წინდენითი სისტემების სქემები. ზემოთ აღნიშნულ სქემაში როგორც ზამთრის, ისე ზაფხულის პერიოდში სარწყავ კამერაში მუშავდება გარე და სათავსიდან რეცირკულირებული ჰაერის ცვლადი რაოდენობების ნარევი.

კონდიციონერის სქემა პირველადი რეცირკულაციით მოცემულია XVII.19 ნახაზზე. კონდიციონერს აქვს მიმღები სარქველი 1, შემრივი სარქვე-



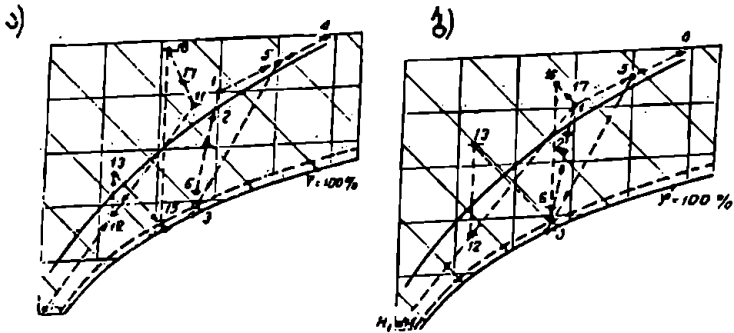
ნახ. XVII.19

ლი 2, ჰაერის ფილტრი 3, პირველადი შეთბობის კალორიფერი 4, მრავალ-ზონიანი ორმაგი სარქველი 5, თბოშემცველის მილსადენზე მარეგულირებელი სარქველი 6, სარწყავი კამერა 7, ტუმბო 8, სამსვლიანი სარქველი 9, მეორეული შეთბობის კალორიფერი 10, სარქველები 11 და 12 და ვენტლატორი 13.

ჰაერის დამუშავების პროცესის აგება I—d დიაგრამაზე მოცემულია XVII.20, ა ნახაზზე.

სათავსის ჰაერი, რომლის პარამეტრები ზაფხულის პერიოდისთვის I—d დიაგრამაზე მოცემულია წერტილით 1, ერევა გარე ჰაერს—4-ს. შიღებული ნარევი 5 ცივდება და შრება სარწყავ კამერაში, რომელსაც შეესაბამება წერ-

ტილი 3. დამუშავებული ჰაერი თბება ვენტრატორში (წერტილი 6) და მიეწოდება სათავსს ან ჩვეულებრივი მოდინებითი ნაცმით 14, ანდა იმპორტორული ნაცმებით 15, სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესი ჩვეულებრივი ნაცმის შემთხვევაში მიმდინარეობს 6—1 მიმართულებით. იმპორტორი მიწო-



ნახ. XVII.20

დებით სათავსის ჰაერი ერევა დამუშავებულ ჰაერს (სწორი ხაზი 6—2—1) და ნარევი პარამეტრებით 2 გამოიშვება სათავსში. ასიმილაციის პროცესს ამ შემთხვევაში შეესაბამება 2—1 მონაკვეთი. ამრიგად, ზაფხულის პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი ტეხილი ხაზებით: 1—5—4—3—6—1 ანდა 1—5—4—3—6—2—1.

ზამთრის პერიოდში გარე ჰაერი პარამეტრებით—წერტილი 14 ერევა სათავსიდან რეციკულირებულ ჰაერს (წერტილი 11), ნარევი 12 თბება პირველად კალორიფერში პარამეტრებამდე—წერტილი 13, რის შემდეგაც ტენიანდება და ცივდება მე-15 მდგომარეობამდე და მიეწოდება მეორეულ კალორიფერს, სადაც ხდება მისი შეთბობა პარამეტრებამდე—წერტილი 16. დამუშავებული ჰაერი გამოიშვება სათავსში, რომელსაც შეესაბამება 16—11 პროცესი. იმპორტორული გამოშვების შემთხვევაში ასიმილაციის პროცესი მიმდინარეობს 17—11 მონაკვეთით.

XVII.20, ბ ნახაზზე მოცემულია ჰაერის დამუშავების პროცესი იმ შემთხვევისთვის, როდესაც საჭიროა სათავსის ჰაერის პარამეტრების მუდმივი მნიშვნელობის შენარჩუნება წლის ყველა პერიოდში (1 წერტილი). ამ სქემის აგების პროცესს ზემოგანხილული სქემის პროცესის ანალოგიურია (ნახ. XVII.20, ა).

გარე რეციკულირებული ჰაერის ნარევის ცვალებადი მოცულობის დროს მიზანშეწონილი არ არის გარე ჰაერის შეთბობა პირველად კალორიფერში და შემდგომ მისი შერევა რეციკულირებულ ჰაერთან. საჭიროა ჯერ ნარევის მიღება და შემდეგ მისი შეთბობა პირველად კალორიფერში. ასეთი ხერხი საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ კალორიფერის ზედამიზიდვის გაცინვა და უზრუნველყოფის სისტემის პიდრავლიკური მდგომარეობა.

ზამთრის პერიოდში ნამის წერტილის რეგულირება წარმოებს ჰაერის შემრევი სარკველით 2, რომელიც ნარევეში შემავალი ჰაერის კომპონენტების პროპორციული ცვლით უზრუნველყოფს სარწყავი კამერის შემდეგ ჰაერის მოცემულ პარამეტრებს 3 (ნახ. XVII.20, ბ), იმ დროს, როცა გარე ჰაერის რაოდენობა შემცირდება მინიმუმამდე; შემდგომი რეგულირება ხორციელდება

პირველად კალორიფერში 4 ჰაერის ნარევის შეთბობით (ნახ. XVII.19) მე-3 და მე-6 სარქველების დახმარებით.

პირველადი შეთბობის სიდიდე რეგულირდება  $T_1$  თერმორეგულატორით (ნახ. XVII.19), რომელიც მოთავსებულია სარწყავი კამერის შემდეგ, შუალედურ კამერაში.  $T_1$  თერმორეგულატორი აწყობილია ჰაერის ნამის წერტილის ანათვალზე  $I_2 = c_{01}n_{12}$ . იგი მოქმედებს მრავალსაგდულიანი სარქველისა და თბო-შემცველის სარქველის შემსრულებელ მექანიზმებზე.  $T_1$  თერმორეგულატორი კალორიფერთან მთლიანად აიღებს გადაშვებ არხს და კეტავს თბოშემცველის მიწოდებას კალორიფერში.

გარე ჰაერის ტემპერატურის შემდგომ ზრდასთან დაკავშირებით  $T$  თერმორეგულატორი მოქმედებს შემრევ სარქველზე 2. ამ რეგულატორის საშუალებით ხდება ნარევის პარამეტრების მუდმივი დონის შენარჩუნება, რასაც შეესაბამება კამერის ჰაერის თბოშემცველობა.  $T_1$  თერმორეგულატორის მუშაობის დიპაზონი განისაზღვრება გარემო ჰაერის ტემპერატურით. მის ზედა ზღვრად მიღებულია ისეთი ტემპერატურა, რომლის დროსაც გარე ჰაერის თბოშემცველობა ტოლია კამერის ჰაერის თბოშემცველობისა. ამ მომენტში თერმორეგულატორი მთლიანად აღებს გარე ჰაერის სარქველებს და პირველადი რეცირკულაციის ჰაერსადენზე კეტავს მათ. კონდიციონერი იწყებს მუშაობას მხოლოდ გარე ჰაერზე.

მას შემდეგ, რაც გარე ჰაერის ტემპერატურა გადააქარბებს სათავისის ჰაერის თბოშემცველობას, ირთება  $T_2$  თერმორეგულატორი, რომლის საშუალებითაც წარმოებს გაფრქვეული წყლის ტემპერატურის რეგულირება. სათანადოდ რეგულირდება ჰაერის გაცივების ხარისხიც (იგი წყლის ეკონომიის თვალსაზრისით). გარე ჰაერის მაღალ ტემპერატურასთან დაკავშირებით საკირო ხდება რეცირკულირებული ჰაერის გამოყენება. ამიტომ  $T_3$  თერმორეგულატორი, რომელიც მოთავსებულია გარე ჰაერის არხში, ნაწილობრივ კეტავს გარე ჰაერის სარქველს და აღებს რეცირკულირებული სარქველის საგდულს, ისე რომ დაკმაყოფილდეს ატმოსფერული ჰაერის სანიტარული ნორმა.

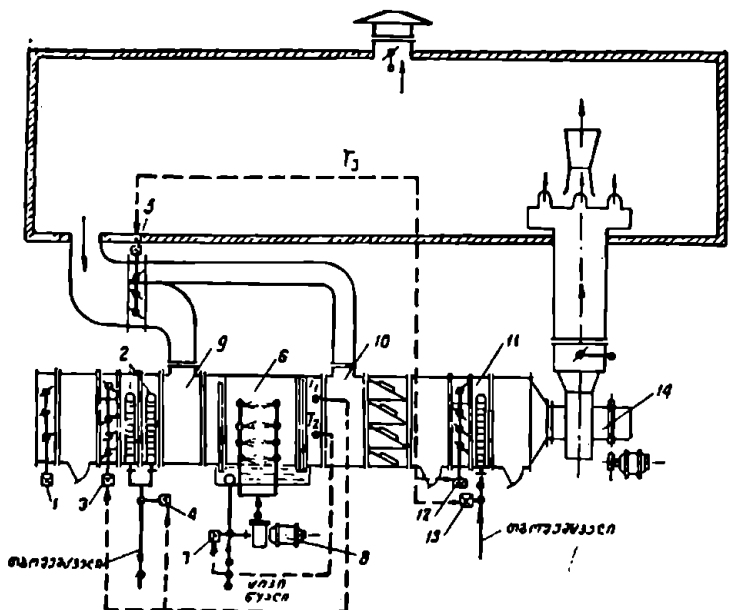
$T_4$  თერმორეგულატორი სათავისის ჰაერის პარამეტრებს არეგულირებს მეორეული კალორიფერისა და 11 და 12 სარქველების საშუალებით.

### ჰაერის კონდიციონების სქემა პირველადი და მეორეული რეცირკულაციებით

პირველადი და მეორეული რეცირკულაციით ჰაერის კონდიციონების სქემებში გამოყენებულია სარწყავი კამერაში დასამუშავებელი ნარევის შეთბობა სათავისის რეცირკულირებული ჰაერით (ნახ. XVII.21). ეს განსაკუთრებით ხელსაყრელია ზაფხულის პერიოდში, როდესაც მეორეული რეცირკულაცია მთლიანად ცვლის მეორეულ შეთბობას.

სისტემა მუშაობს გარე და რეცირკულირებული ჰაერის მუდმივი მოცულობით.

ზამთრის პერიოდში ნამის წერტილის რეგულირება წარმოებს  $T_1$  თერმორეგულატორით, რომელიც მოთავსებულია სარწყავი კამერის 6 შემდეგ. იგი მოქმედებს 3 და 4 სარქველების შემსრულებელ მექანიზმზე, რომლებიც არეგულირებს პირველადი კალორიფერის 2 მწარმოებლობას. ზაფხულის პერიოდში რეგულირება ხდება  $T_2$  თერმორეგულატორით, რომელიც დაკავშირებულია საშვლიან სარქველთან 7.



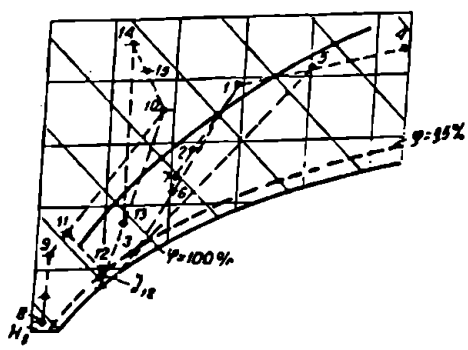
ნახ. XVII.21

სათავის ტემპერატურის რეგულირება მიმდინარეობს  $T_1$  თერმორეგულატორით, რომელიც მოქმედებს მე-5 სარქველის შემსრულებელ მექანიზმზე. ამ სარქველის საშუალებით პროპორციულად იცვლება ჰაერის რაოდენობა, რომელიც პირველად რეციკულაციის არხით მიეწოდება შემრევ კამერას 9 და მეორეული რეციკულაციის არხით—შემრევ კამერას 10.

მას შემდეგ, რაც მთლიანად რეციკულირებული ჰაერი გამოეყენებული იქნება მე-10 შემრევ კამერაში შესათბობად, ჰაერი მიიღებს იმ მაქ-

სიმალურ ტემპერატურას, რომლის მიღებაც შესაძლებელია შერევით. მისაწოდებელი ჰაერის ტემპერატურის შემდგომი ზრდა შეიძლება მეორეული კალორიფერის 11 საშუალებით, რომელიც რეგულირდება  $T_2$  თერმორეგულატორით და მე-12 და მე-13 სარქველების დახმარებით.

ჰაერის მოშადების პროცესის სქემის აგება I—d დიაგრამაზე მოცემულია XVII.22 ნახაზზე.



ნახ. XVII.22

ზაფხულის პერიოდში სათავსიდან რეციკულირებული ჰაერის ნაწილი პარა-



შეტრებით (წერტილი 1) ერევა გარე ჰაერს (წერტილი 4), ნარევი პარამეტრებით (წერტილი 5) ცივდება და შრება სარწყავ კამერაში პარამეტრებამდე (წერტილი 3) და ისევ შეერთულ რეცირკულირებული სათავისსი ჰაერთან. მიღებული ნარევი პარამეტრებით (წერტილი 6) ენტილატორსა და ჰაერსადენში თბება მე-7 მდგომარეობამდე, რის შემდეგაც დამუშავებული ჰაერი მიეწოდება სათავისს (პროცესი 7—1), ან ექვტორულ-შემრევის საშუალებით მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები მიიღებს მე-2 მდგომარეობას და მიეწოდება სათავისსი. ამ შემთხვევაში ასიმილაციის პროცესი მიმდინარეობს 2—1 მონაკვეთით.

ზამთრის პერიოდში გარე ჰაერი მე 8 პარამეტრებით პირველად კალორიფერში თბება მე 9 პარამეტრებამდე, რის შემდეგაც იგი ერევა პირველად რეცირკულირებულ ჰაერს (წერტილი 10). ნარევი მე-11 პარამეტრებით ტენიანდება მე-12 მდგომარეობამდე და ერევა მეორეულ რეცირკულირებულ ჰაერს, ნარევი (წერტილი 13) თბება მეორეულ კალორიფერში და მე-14 პარამეტრებით მიეწოდება სათავისსი. ექვტორული მიწოდების დროს ნარევი მიიღებს მე-15 მდგომარეობას. ამ შემთხვევაში სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესი მიმდინარეობს 15—10 მონაკვეთით.

მაგალითი 1. განესაზღვროთ საენტილაციო ჰაერის რაოდენობა, სიცივისა და სითბოს ხარჯები, თუ ჰაერის კონდიციონების პროცესი ზაფხულის პერიოდისთვის მიმდინარეობს წინდენითი სქემის მიხედვით.

მოცემულია: 1) გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.23, წერტილი 1)

$$t_1 = 29^\circ; \varphi_1 = 50\%; I_1 = 14,7; d_1 = 12,75;$$

2) სათავისსი საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.23, წერტილი 2)

$$t_2 = 22^\circ; \varphi_2 = 50\%; I_2 = 10,4; d_2 = 8,4.$$

მისაწოდებელ და სათავისსი ჰაერს შორის ტემპერატურათა სხვაობა მივიღოთ  $\Delta t = 5^\circ C$  ტოლად, ხოლო სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესის სხივი

$$e = \frac{Q}{W} = \frac{10000}{5} = 2000.$$

პროცესი აიგება  $I-d$  დიაგრამაზე (ნახ. XVII.23).

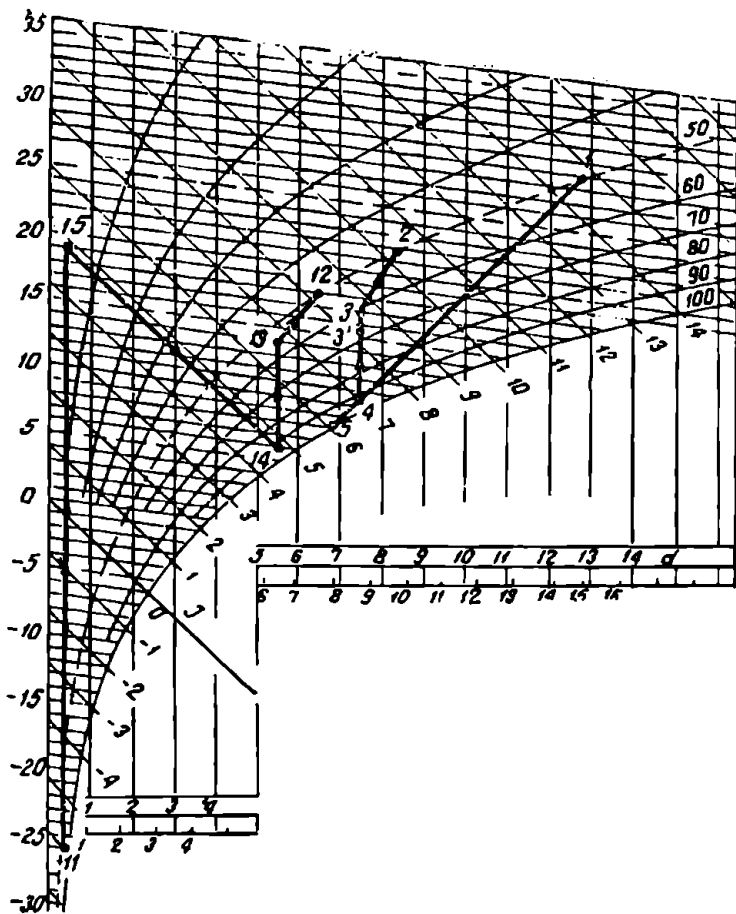
ამოხსნა. მეორე წერტილიდან, რომელსაც შეესაბამება სათავისსი ჰაერის პარამეტრები, ვატარებთ ასიმილაციის პროცესის სხივს  $e = 2000$  და მისი გადაკვეთა ჩვენ მიერ დაშვებულ იზოთერმასთან  $t_3 = t_2 - \Delta t = 22 - 5 = 17^\circ C$  მოგვცემს მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრების მნიშვნელობას (წერტილი 3):

$$t_3 = 17^\circ; I_3 = 8,6 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}; \varphi_3 = 61\%; d_3 = 7,55 \frac{\text{გ}}{\text{კგ}}.$$

მისაწოდებელი საენტილაციო ჰაერის რაოდენობა

$$G = \frac{Q}{I_1 - I_3} = \frac{10000}{10,4 - 8,6} = 55,50 \text{ კგ/სთ.}$$

ვინაიდან მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები (წერტილი 3) მიიღება მეორეულ კალორიფერში ჰაერის შეთბობით, ამიტომ მე-3 წერტილიდან შეთბობის სხივს ვაულებთ მუდმივი ტენშემცველობით. ამ სხივის გადაკვეთა



ნახ. XV11.23

$\varphi = 95\%$  ზრუდთან განსაზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ (წერტილი 4):

$$t_4 = 10,2^\circ; I_4 = 6,95; \varphi_4 = 95\%; d_4 = 7,55.$$

შეორიულ კალორიფერში ჰაერის შეთბობა წარმოებს მხოლოდ 3' წერტილამდე, ვინაიდან დამუშავებული ჰაერი, რომელიც სათავსს მიეწოდება, ტრანსპორტირების დროს ვენტილატორსა და ჰაერსადენში თბება  $1 - 1,5^\circ\text{C}$ -ით. ამგეადა, 3' წერტილში ჰაერის პარამეტრები

$$t_3 = 15,5^\circ; I_3 = 8,25; \varphi_3 = 67\%; d_3 = 7,55.$$

ჩაღვანაც  $I-d$  დიაგრამაზე ცნობილია გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები (წერტილი 1) და აგრეთვე ამ ჰაერის პარამეტრები სარწყავი კამე-

რის შემდეგ (წერტილი 4), ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის პროცესის სხივი მიმართული იქნება ამ ორი წერტილის შემაერთებელ ხაზზე. ამ სხივის გადაკვეთა  $\varphi = 100\%$  მრუდთან განსაზღვრავს წყლის საბოლოო ტემპერატურას.

ამგვარად, წყლის ტემპერატურა  $t_3 = 8,4^\circ\text{C}$  (წერტილი 5).  
ჰაერის გაცივებაზე დახარჯული ენერჯია

$$Q_{\text{სა}} = G(I_1 - I_4) = 5550(14,7 - 6,95) = 43000 \frac{\text{ქაღ}}{\text{სთ}}$$

სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{\text{II}} = G(I_3 - I_4) = 5550(8,25 - 6,95) = 7210 \frac{\text{ქაღ}}{\text{სთ}}$$

მიღებული მონაცემებით წარმოებს ტიპური სექციების შერჩევა: კონდიციონერის მწარმოებლობა ჰაერის შიშართ

$$V = G\gamma = 5550 \cdot 1,2 = 6660 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

უნდა შეირჩეს კონდიციონერის ტიპური სექციები 10000 მ<sup>3</sup>/სთ მწარმოებლობით. სარწყავი კამერის გაანგარიშება მოცემულია IX თავში. კალორიფერების შერჩევა დაკავშირებულია ზამთრის რეჟიმთან. როგორც წესი, ზაფხულის პერიოდისთვის მიღებული კონდიციონერი გამოიყენება აგრეთვე ზამთრის პერიოდისთვის.

მაგალითი 2. პირველ მაგალითში მიღებული სისტემა გამოვიყენოთ ზამთრის რეჟიმისათვის. მოცემულია: 1) გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.23, წერტილი 11)

$$t_{11} = -26^\circ; \varphi_{11} = 80\%; I_{11} = -6; d_{11} = 0,45;$$

2) სათავისის საანგარიშო პარამეტრები

$$t_{12} = 18^\circ; \varphi_{12} = 50\%; I_{12} = 8,2; d_{12} = 6,5.$$

საენტილაციო ჰაერის რაოდენობა ტოლია ზაფხულის პერიოდისთვის მიღებული ჰაერის რაოდენობისა  $G = 5550$  კგ/სთ. მივიღოთ სითბოსა და ტენიის ასაშილაციის პროცესის სხივი

$$z = \frac{8000}{5} = 1600.$$

ა შ ო ხ ს ნ ა. მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები განისაზღვრება სითბოს ბალანსიდან

$$Q_{\text{სა.თ}} = G(I_{12} - I_{13}) \frac{\text{ქაღ}}{\text{კგ}}$$

აქედან  $\Delta I = \frac{Q}{G} = \frac{8000}{5550} = 1,4 \frac{\text{ქაღ}}{\text{კგ}}$ , ე. ი. მისაწოდებელი ჰაერის სითბო-შემცველობა

$$I_{13} = 8,2 - 1,4 = 6,8 \frac{\text{ქაღ}}{\text{კგ}}$$

მე-12 წერტილიდან, რომელსაც შეესაბამება სათავისის ჰაერის პარამეტრები, ვაუღებთ ასიშილაციის პროცესის სხივს  $z = 1600$  და მისი გადაკვეთა

სითბოშემცველობასთან  $I_{12} = 6,8 \frac{\text{ქალ}}{\text{სთ}}$  შოგვეცემს მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრების მნიშვნელობას (წერტილი 13, ნახ. XVII.23):

$$t_{13} = 14,2^\circ; \quad \varphi_{13} = 55\%; \quad d_{13} = 5,7; \quad I_{13} = 6,9.$$

მე-13 წერტილიდან გავლებული შეთბობის სხივის გადაკეთა  $\varphi = 95\%$  მრუდთან განსაზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ (წერტილი 14):

$$t_{14} = 6^\circ; \quad \varphi_{14} = 95\%; \quad d_{14} = 5,7; \quad I_{14} = 4,8.$$

სარწყავი კამერის წინ ჰაერის მდგომარეობა განისაზღვრება მე-14 წერტილიდან გავლებული ადიამატური პროცესის სხივის პირველად კალორიფერში შეთბობის სხივთან გადაკეთაზე (მონაკვეთი 11—15). მე-15 წერტილი განსაზღვრავს სარწყავ კამერაში დასამუშავებელ ჰაერის პარამეტრებს:

$$t_{15} = 18,8^\circ; \quad \varphi_{15} = 4\%; \quad d_{15} = 0,45; \quad I_{15} = 4,8.$$

ამით მთავრდება  $I-d$  დიაგრამაზე განხილული პროცესის აგება. მიღებული პარამეტრებით განისაზღვრება:

1. სითბოს ხარჯი პირველად კალორიფერში

$$Q_I = 5550 [4,8 - (-6)] = 60000 \frac{\text{ქალ}}{\text{სთ}};$$

2. სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{II} = 5550 (6,8 - 4,8) = 11100 \frac{\text{ქალ}}{\text{სთ}};$$

3. აორთქლებული წყლის რაოდენობა სარწყავ კამერაში

$$W = 5550 (5,7 - 0,45) \cdot 10^{-3} = 30,0 \text{ კგ/სთ.}$$

ამრიგად შეიძლება შეიძინოს პირველადი და მეორეული კალორიფერების ხურების ფართობი

$$F = \frac{Q}{\Delta t_{\text{L}} \cdot k} \text{ მ}^2,$$

სადაც  $Q$  არის სითბოს ხარჯი კალორიფერში;

$k$  — თბოგადცემის კოეფიციენტი და XVII.8 ნახაზიდან იანგარიშება წონითი სიჩქარეების მიხედვით;

$\Delta t_{\text{L}}$  — ლოგარითმული ტემპერატურული დაწნევა.

კალორიფერების გაანგარიშების დროს შეიძლება ტემპერატურული საშუალო არითმეტიკული დაწნევის მიღება

$$\Delta t_{\text{საშ}} = t_{\text{სმ}} - t_{\text{ჰმ}}.$$

აქ  $t_{\text{სმ}}$  არის სითბოშემცველის საშუალო ტემპერატურა;

$t_{\text{ჰმ}}$  — ჰაერის საშუალო ტემპერატურა

$$t_{\text{სმ}} = \frac{t_{11} + t_{12}}{2}.$$

ჰორიზონტალური შემთბობი სექციების ჰაერისათვის ცოცხალი კვეთი  $F_1 = 0,353 \text{ მ}^2$  (ცხილი XVII. 5). ჩვენი შემთბვევისათვის ჰაერის სიჩქარე კალორიფერში

$$v = \frac{V}{3600 \cdot F} = \frac{6600}{3600 \cdot 0,353} \approx 5,5 \text{ მ/წმ};$$

სათანადო წონითი სიჩქარე  $v_1 = 5,5 \cdot 1,2 = 6,6 \text{ კგ/მ}^2\text{წმ}$ . თუ სითბოშემცველად მივიღებთ წყალს  $t_1 = 90$  და  $t_2 = 70^\circ\text{C}$  პარამეტრებით და კალორიფერში მის სიჩქარედ  $v_m = 0,2 \text{ მ/წმ}$ , შაშინ XVII.8 ნახაზიდან განვსაზღვრავთ თბოგადაცემის კოეფიციენტს, რომელიც ტოლია  $k = 20 \frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2\text{სთ.გრ}}$ . საშუალო ტემპერატურული დაწნევა პირველად კალორიფერში გვექნება  $\Delta t_{\text{საშ}} = 80 - (-4) = 84^\circ\text{C}$ . პირველადი კალორიფერისთვის ხურების ფართობი

$$F_{I} = \frac{60000}{84 \times 20} = 35,8 \text{ მ}^2;$$

მეორეული კალორიფერის ხურების ფართობი, როცა  $\Delta t_{\text{საშ}} = 80 - 8,2 = 71,8^\circ\text{C}$ , იქნება

$$F_{II} = \frac{11100}{71,8 \times 20} = 7,7 \text{ მ}^2.$$

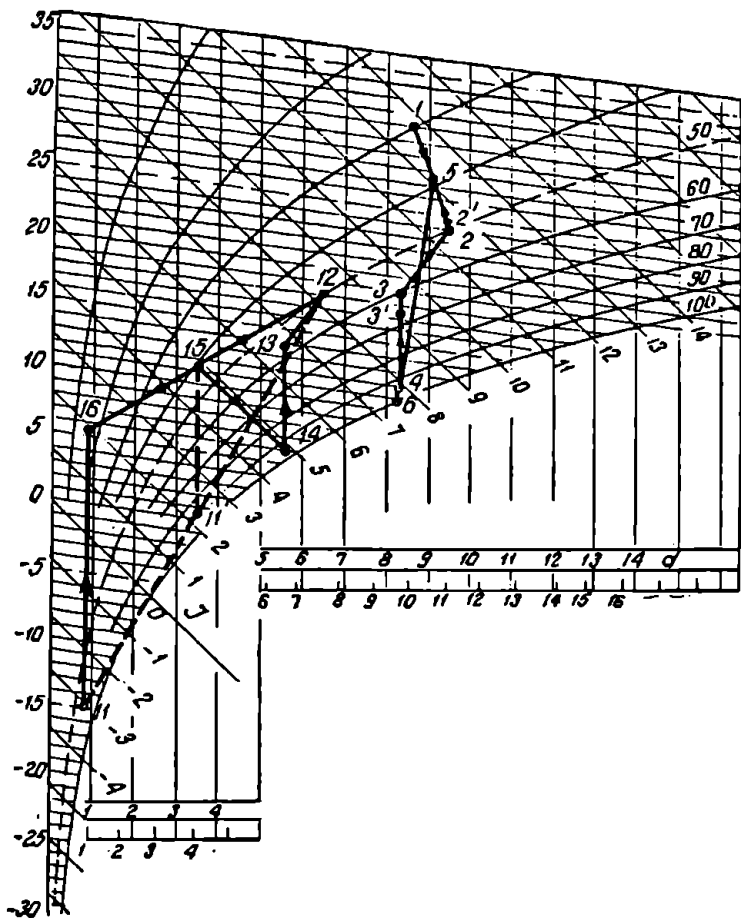
XVII. 5 ცხილიდან ვირჩევთ: პირველად კალორიფერს—სამრიგიან სექციას, ინდექსით Kბ-1019Б;  $F = 40,71 \text{ მ}^2$ , ხოლო მეორეულ კალორიფერს—ერთრიგიან სექციას, ინდექსით 1017Б,  $F = 13,57 \text{ მ}^2$ . ამრიგად, ტიპური სექციებისაგან შეიძლება შედგეს კონდიციონერი, რომლის პრინციპული სქემა მოცემულია XVII.16. ნახაზზე. ტიპური სექციების მიმდევრობა XVII.16 ნახაზის მიხედვით შემდეგია:

1. მიწები სარკველი ინდექსით Kბ-103Б, პოზიცია 1.
2. შუალედური სექცია Kბ-1007 Б, პოზიცია 1'.
3. თვითმწმენდი ჰაერის ფილტრი Kბ-1006 А, პოზიცია 2.
4. შუალედური სექცია Kბ 1007 Б, პოზიცია 2'.
5. ორმაგი შეწყვეილებული სარკველი Kბ-1046 Б, პოზიცია 3.
6. პირველადი შეთბობის სექცია (კალორიფერი) Kბ-1019 Б, პოზიცია 4.
7. შუალედური სექცია Kბ-1007 Б, პოზიცია 4'.
8. ორტიკიანი სარწყავი კამერა Kბ-1002 Б, პოზიცია 5.
9. შუალედური სექცია Kბ-1007 Б, პოზიცია 5'.
10. ორმაგი შეწყვეილებული სარკველი Kბ-1046 Б, პოზიცია 6.
11. მეორეული შეთბობის სექცია (კალორიფერი) Kბ-1017 Б, პოზიცია 7.
12. შუალედური სექცია Kბ-1007 Б, პოზიცია 7.
13. გარდამავალი სექცია Kბ-1009 Б, პოზიცია 8'.
14. სავენტილაციო დანადგარი Kბ 1061 И, პოზიცია 8.

მაგალითი 3. განვსაზღვროთ სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობა, სიცივისა და სითბოს ხარჯები, თუ ჰაერის კონდიციონების პროცესი ზაფხულის პერიოდში მიმდინარეობს პირველადი რეკირკულაციის სქემის მიხედვით.

მოცემულია: 1. გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.24, წერტილი 1):

$$t_1 = 31^\circ; \varphi_1 = 30\%; d_1 = 8,7; I_1 = 12,8;$$



ნახ. XVII.24

2. სათავეს საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.24, შერტილი 2)

$$t_2 = 24^\circ; \quad \varphi_2 = 50\%; \quad I_2 = 11,5; \quad d_2 = 9,5.$$

მისაწოდებელ და სათავეს ჰაერს შორის ტემპერატურათა სხვაობა მივიღოთ  $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ , ხოლო სათავეს სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესის სხივი

$$\epsilon = \frac{40000}{25} = 1600.$$

სანიტარული ნორმების მიხედვით გარე ჰაერის რაოდენობა მივიღოთ

$$G_1 = 10000 \text{ კგ/სთ.}$$

პროცესი აიგება  $I-d$  დიაგრამაზე (ნახ. XVII.24).

ამოხსნა. ისე როგორც წინა მაგალითში, მეორე წერტილიდან ეატარებთ სათავის პროცენტის სხივს  $\epsilon = 1600$  და მისი გადაკვეთა  $t_2 = t_1 - \Delta t = 24 - 5 = 19^\circ\text{C}$  იზოთერმასთან მოგვეყვამს მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრებს (წერტილი 3)

$$t_2 = 19^\circ; \varphi_2 = 60\%; I_2 = 9,55; d_2 = 8,3.$$

სავენტილაციო ჰაერის საერთო რაოდენობა

$$G = \frac{Q}{I_1 - I_2} = \frac{40000}{11,5 - 9,55} = 20822 \text{ კგ/სთ.}$$

მე-3 წერტილიდან გატარებულ შებობის სხივის  $d = \text{const}$  გადაკვეთა  $\varphi = 95\%$  მრუდთან განსაზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ (წერტილი 4):

$$t_4 = 11,5^\circ; \varphi_4 = 95\%; I_4 = 7,75; d_4 = 8,3.$$

კალორიფერში შებობა მიმდინარეობს მხოლოდ მე-3' წერტილამდე, რომლის პარამეტრებია:

$$t_{3'} = 17,5^\circ; \varphi_{3'} = 65\%; I_{3'} = 9,15; d_{3'} = 8,3.$$

ვინაიდან კონდიციონერების სქემა ითვალისწინებს პირველად რეცირკულაციას, ამიტომ სათავსიდან რეცირკულირებული ჰაერის პარამეტრები ჰაერსაღდენებში თბოგადაცემის გამო იზრდება 2—2' მონაკვეთით:

$$t_{2'} = 24,5^\circ; \varphi_{2'} = 48\%. I_{2'} = 11,6; d_{2'} = 9,5.$$

ცხადია, სათავსიდან რეცირკულირებული და გარე ჰაერის ნარევის პარამეტრები მდებარეობს 2' და 1 წერტილებს შებმეერთებელ სწორ ხაზზე, ამრიგად ნარევის პარამეტრების განსაზღვრავად ვიყენებთ ცნობილ პროპორციას

$$\frac{G}{G_1} = \frac{2' - 1}{2' - 5'}$$

აქედან მონაკვეთი

$$2' - 5' = \frac{G_1}{G} 2' - 1 = \frac{10000}{20820} \cdot 18,5 = 8,78 \text{ მმ.}$$

2' წერტილიდან 2'—1 მონაკვეთზე გადავზომთ მიღებული მონაკვეთის სიგრძე 8,78 მმ (წერტილი 5). მე-5 წერტილი განსაზღვრავს სარწყავი კამერის წინ ნარევის პარამეტრების მნიშვნელობას:

$$t_5 = 27,6^\circ; \varphi_5 = 39\%; I_5 = 12,1; d_5 = 9,05.$$

მე-4 და მე-5 წერტილებზე ეატარებთ სარწყავ კამერაში ჰაერის გაციფებისა და გაშრობის პროცენტის სხივს. ამ სხივის გადაკვეთა  $\varphi = 100\%$  მრუდთან განსაზღვრავს წყლის ტემპერატურას კონდიციონერის ქვეშე (წერტილი 6)  $t_6 = 10,8^\circ\text{C}$ .

რეცირკულირებული ჰაერის რაოდენობა

$$G_1 = 20820 - 10000 = 10820 \text{ კგ/სთ;}$$

სიცივის ხარჯი სარწყავ კამერაში

$$Q_{\text{სიცივი}} = 20820 (12,1 - 7,75) = 90500 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{11} = 20820 (9,15 - 7,75) = 29190 \frac{\text{ქკალ}}{\text{სთ}};$$

კონდიციონერის შწარმოებლობა ჰაერის მიმართ

$$V = G \cdot \gamma = 20820 \times 1,2 = 25000 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

უნდა შევარჩიოთ კონდიციონერის ტიპური სექციები 20000 მ<sup>3</sup>/სთ შწარ-  
მოებლობით.

პირველადი რეცირკულირებული სქემის გაანგარიშება განეხილოთ  
ზამთრის პერიოდისთვის.

მაგალითი 4. მოცემულია: 1. გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები  
(ნახ. XVII.24, წერტილი 11):

$$t_{11} = -15^\circ; \varphi_{11} = 75\%; I_{11} = -3; d_{11} = 0,8;$$

2. სათაგის საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.24, წერტილი 12):

$$t_{12} = 18^\circ; \varphi_{12} = 50\%; I_{12} = 8,2; d_{12} = 6,55;$$

3. გარე ჰაერის რაოდენობა  $G_1 = 11000$  კგ/სთ;

4. სათაგის ასიმინდაციის პროცენტის სხივი

$$\varepsilon = \frac{28000}{21} = 1500.$$

სავენტილაციო სავრთო ჰაერის რაოდენობა ზაფხულის პერიოდისთვის  
მივიღოთ საანგარიშო ჰაერის რაოდენობის ტოლად  $G = 20820$  კგ/სთ.

ამოხსნა. მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები განისაზღვრება ბალან-  
სიდან

$$\Delta d = \frac{w \cdot 1000}{G} = \frac{21 \cdot 1000}{20800} = 1,008 \text{ გ/კგ}.$$

მისაწოდებელი ჰაერის ტენშემცველობა

$$d_{13} = 6,55 - 1,008 = 5,542 \text{ გ/კგ}.$$

სათაგის პროცენტის სხივის გადაკვეთა  $d = \text{const}$  სხივთან განსაზღვრავს  
მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრებს (წერტილი 13):

$$t_{13} = 14^\circ; d_{13} = 5,54; I_{13} = 6,65; \varphi_{13} = 55\%.$$

მე-13 წერტილიდან ვატარებთ მეორეულ კალორიფერში შეთბობის  
სხივს  $\varphi = 95\%$  მრუდთან გადაკვეთამდე. მიღებული მე-14 წერტილი გან-  
საზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ:

$$t_{14} = 5,9^\circ; \varphi_{14} = 95\%; d_{14} = 5,54; \varphi_{14} = 4,75.$$

რეცირკულირებული და გარე ჰაერის ნარევის პარამეტრების დასადგე-  
ნად ვაგებთ დამხმარე 11—12 სწორ ხაზს და მასზე ვპოულობთ ჰაერის ნარე-  
ვის პირობით მდგომარეობას შემდეგი პროპორციით

$$\frac{G}{G_1} = \frac{11-12}{12-11'}$$

ანუ

$$12-11' = \frac{G_1}{G} \cdot 1-2 = \frac{11000}{20820} \cdot 85,0 = 45 \text{ მმ}.$$



მე-2 წერტილიდან 1—2 მონაკვეთზე გადავზომოთ მიღებული 2—1' მონაკვეთის სიგრძე 45 მმ (წერტილი 1'). მიღებული მე-11' წერტილი განსაზღვრავს ნარევის პირობით მდგომარეობას. ამ წერტილიდან ვატარებთ პირობით შეთბობის სხივს და ამ სხივის გადაკვეთის ადგილი აღიბატურ დატენიანების სხივთან  $I_{18} = \cos 18^\circ$  განსაზღვრავს ჰაერის ნარევის პარამეტრებს სარწყავი კამერის წინ:

$$t_{18} = 11,0^\circ; \varphi_{18} = 41\%; d_{18} = 3,5; I_{18} = 4,9.$$

პირველადი გათბობის სწორი ხაზის გადაკვეთა  $d_{11} = \cos 18^\circ$  1—2 და მე-15 წერტილებზე ვატარებულ სწორ ხაზთან ვეძებთ გარე ჰაერის მდგომარეობას პირველად კალორიფერში შეთბობის შემდეგ (წერტილი 16):

$$t_{18} = 5,5^\circ; \varphi_{18} = 15\%; d_{18} = 0,8; I_{18} = 1,9.$$

1—d დიაგრამაზე ამით მთავრდება პირველადი რეციკულაციით ჰაერის კონდიციონების პროცესის აგება.

მიღებული პარამეტრებით განისაზღვრება:

1. სითბოს ხარჯი პირველად კალორიფერში

$$Q_I = 11000 [1,9 - (-3,1)] = 55000 \frac{\text{ქკალ}}{\text{სთ}};$$

2. სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{II} = 20820 (6,65 - 4,75) = 39700 \frac{\text{ქკალ}}{\text{სთ}};$$

3. ხორთქლებული წყლის რაოდენობა სარწყავ კამერაში

$$W = 20820 (5,54 - 3,5) 10^{-3} = 42,7 \text{ კგ/სთ.}$$

მიღებული შედეგების საფუძველზე ვირჩევთ კონდიციონერის ტიპურ სექციებს 20000 მ<sup>3</sup>/სთ ჰაერის მწარმოებლობით. სარწყავი კამერის გაანგარიშება მოცემულია IX თავში (კალორიფერების შერჩევის მეთოდის დეტალურად განხილული იყო წინა მუხალთში).

პირველადი რეციკულაციით კონდიციონერის ტიპური სექციების მიმდევრობა XVII.19 ნახაზის მიხედვით შემდეგია:

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. მიზღები სარქველი ინდექსით Kd 2034 B,     | პოზიცია 1   |
| 2. შემრევი სექცია Kd 2012 BИ,               | პოზიცია 1'  |
| 3. შეწყვილებული სარქველი Kd 2046 B,         | პოზიცია 2   |
| 4. შუალედური სექცია Kd 2007 BИ,             | პოზიცია 2'  |
| 5. თვითმწმენდი ჰაერის ფილტრი Kd 2006 A,     | პოზიცია 3   |
| 6. შუალედური სექცია Kd 2007 BИ,             | პოზიცია 3'  |
| 7. ორმაგი შეწყვილებული სარქველი Kd 2046 B,  | პოზიცია 5   |
| 8. პირველადი შეთბობის სექცია Kd 2018 B,     | პოზიცია 4   |
| 9. შუალედური სექცია Kd 2007 BИ,             | პოზიცია 5'  |
| 10. ორრიგიანი სარწყავი კამერა Kd 2002 B,    | პოზიცია 7   |
| 11. შუალედური სექცია Kd 2007 BИ,            | პოზიცია 7'  |
| 12. ორმაგი შეწყვილებული სარქველი Kd 2046 B, | პოზიცია 11  |
| 13. მეორეული შეთბობის სექცია Kd 2018 B,     | პოზიცია 10  |
| 14. შუალედური სექცია Kd 2007 BИ,            | პოზიცია 10' |
| 15. გარდამავალი სექცია Kd 2009 B,           | პოზიცია 13' |
| 16. სავენტრილაციო დანადგარი Kd 2010 B,      | პოზიცია 13  |

სავენცილიაიო სისჯამების რეგულირება და  
ექსპლუატაცია

§ 86.

სისჯამების რეგულირების უმთავრესი ხარხარი

სავენცილიაიო დანადგარების გაანგარიშებისას შეიძლება დაშვებულ იქნეს რაიმე შეცდომა, ანდა სისტემების დამონტაჟებისას — ზოგიერთი გადახვევა პროექტიდან. ამის შედეგად ზოგჯერ სავენცილიაიო სისტემები ვერ უზრუნველყოფენ პროექტით გათვალისწინებული მოქმედების ეფექტს. კერძოდ, ზოგიერთ სათავსს (სხვა სათავსების ხარჯზე) შეიძლება მიეწოდოს საკმარისი შეტი ან ნაკლები რაოდენობის ჰაერი. გარდა ამისა, შეიძლება სათავსებში მისაწოდებელი ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა არ შეესაბამებოდეს პროექტით გათვალისწინებულ პარამეტრებს. ამ დეფექტების გამოსწორებისათვის საჭიროა სავენცილიაიო სისტემების რეგულირება, რომლის უმთავრესი მიზანია ჰაერსატარების ყველა უბანზე პროექტით გათვალისწინებული ჰაერის რაოდენობის მიღება. გარდა ამისა, რეგულირებით ხდება ვენტილატორების, კალორიფერების, ელექტროძრავების, ფილტრებისა და სხვა მოწყობილობათა მუშაობის მაჩვენებლების შემოწმება და მათი შედარება საპროექტო მონაცემებთან.

სავენცილიაიო სისტემების მწარმოებლობის რეგულირება შეიძლება როგორც ვენტილატორის მახასიათებლის ცვლით (მისი ბრუნთა რიცხვის შემცირებით ან გაზრდით), ასევე ჰაერსატარების ქსელის ჯამური წინაღობის შემცირებით ან გაზრდით (რაც ხორციელდება ქსელში დაყენებული ჩამკეტ-მარეგულირებელი მოწყობილობების — შიბერების, დროსელების, საარქველების და სხვ. გამოყენებით).

სავენცილიაიო დანადგარის რეგულირებას იწყებენ ვენტილატორის რეგულირებით, რაც გამოიხატება მისი ფაქტიური მწარმოებლობისა და წნევის სიდიდის პროექტით გათვალისწინებულ მონაცემებთან შედარებაში (აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ცენტრიდანული ვენტილატორების მწარმოებლობის გაზრდით მკვეთრად იზრდება ელექტროენერჯის ხარჯი). სავენცილიაიო ქსელის რეგულირებას კი იწყებენ ვენტილატორთან უახლოეს მანძილზე განლაგებული განშტოებებიდან ამ უკანასკნელში დამატებითი წინაღობების (შიბერებისა და დროსელ-სარქველების საშუალებით) შექმნით ისეთნაირად, რომ განშტოებებში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა შეესაბამებოდეს პროექტით

გათვალისწინებულს. ჰაერში ჰაერი კი მიეწოდება იმ უბნებს, რომლებშიც გვაქვს ჰაერის ნაკლებობა.

რეგულირებას აწარმოებენ მანამდე, ვიდრე ჰაერის ხარჯი შოდინების ან ამომწოვ ნახერტიტებში არ გაუტოლდება გაანგარიშებით მიღებულს (დაიშვება  $\pm 10\%$  სხვაობა).

გრაფიტაციული ამომწოვი სავენტილაციო სისტემების რეგულირება ხდება მაშინ, როცა გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურაა  $+5^{\circ}\text{C}$ . ჰაერის რეგულირება ხდება არხებში, ამასთანავე პირველ რიგში იმ არხებში, რომლებიც ემსახურება ქვედა სართულების სათავსებს და რომლებიც ამომწოვ შახტთან ახლოსაა განლაგებული.

ჰაერის შთლიანი ხარჯის რეგულირება სისტემაში წარმოებს შახტში განლაგებულ დამბუნებელი დროსელ-სარქელის საშუალებით. ჰაერის ხარჯის შემცირება ამა თუ იმ არხიდან ხდება საცალკეო გისოსის ნაწილობრივ მიკეტვით ანდა ფოლადის ფურკლისგან დამზადებული დიფრაგმის საშუალებით, რომელსაც არხში აყენებენ ამ უკანასკნელის მთავარ შემკრებ არხთან მიერთების ადგილას. მთავარ შემკრებ არხში ჰაერის ხარჯის რეგულირებაც წარმოებს მასში განლაგებული ფოლადის დიფრაგმით.

ვენტილაციის გრაფიტაციული სისტემების რეგულირება წარმოებს მანამდე, ვიდრე ისინი არ უზრუნველყოფენ გაანგარიშებით მიღებულ საჭირო ჰაერცელის სიდიდეს.

## § 87.

## საკონსტრუქციო და საზომი პარამეტრები

ტემპერატურის საზომი ხელსაწყოები. ჰაერის ტემპერატურა ჩვეულებრივ იზომება ვერცხლისწყლის ან სპირტის თერმომეტრებით. ამა თუ იმ სახის თერმომეტრის გამოყენების არე დამოკიდებულია სითხისა და შინის ფიზიკურ თვისებებზე.

ჰაერის ტემპერატურის გაზომვისას, როდესაც თერმომეტრზე გავლენას ახდენს სხივური სითბო, ჩვეულებრივ ვერცხლისწყლის თერმომეტრის მაჩვენებლები არასწორი იქნება. ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის დროს თერმომეტრი დაყენებული უნდა იყოს 1,5 მ სიმაღლეზე იატაკის დონიდან და არა უახლოეს 1 მეტრისა გარე კედლის ზედაპირიდან და იმ სხეულებიდან, რომლებიც გამოასხივებენ სითბოს.

სათავსში სხივური სითბოს გამოყოფი წყაროების არსებობისას ჰაერის ტემპერატურის გასაზომად მიზანშეწონილია ე. წ. შეწყვილებული თერმომეტრის გამოყენება, რომლის ერთი თერმომეტრის ვერცხლისწყლის რეზერვუარი ჩვეულებრივია, ხოლო მეორე—მოვერცხლილი.

შეწყვილებული თერმომეტრის გამოყენებისას ჰაერის ტემპერატურა განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{ნაშ}} = t_{\text{მოვერცხ}} - k(t_{\text{ჩ}} - t_{\text{მოვერცხ}}),$$

სადაც  $t_{\text{ნაშ}}$  არის ჰაერის ტემპერატურა სინამდვილეში,  $^{\circ}\text{C}$  -ით;

$t_{\text{მოვერცხ}}$  — ტემპერატურა იმ თერმომეტრით, რომლის რეზერვუარი მოვერცხლილია,  $^{\circ}\text{C}$ -ით;

$t_{\text{ჩ}}$  — ტემპერატურა ჩვეულებრივი თერმომეტრით,  $^{\circ}\text{C}$ -ით.

$k$  — კოეფიციენტი, რომელსაც 0,2 ტოლს იღებენ.

## ტემპერატურის ელექტრული გადამწოდები

თერმოწყვილები. თერმოწყვილებით ტემპერატურათა გაზომვის მეთოდს საფუძვლად უდევს თერმოელექტრული მოვლენები. მათი გამოყენება ტემპერატურათა გაზომვისათვის ემყარება გარკვეულ დამოკიდებულებებს თერმოელექტრომაგნიტურ ძალასა, რომელიც სხვადასხვა სახის გამტარებისაგან შემდგარ რგოლში წარმოიქმნება, და ამ გამტარების შეერთების ადგილში წარმოქმნილ ტემპერატურათა შორის.

ელექტრომაგნიტური ძალის სიდიდე დამოკიდებულია ცივი და ცხელი შენადნობების ტემპერატურათა სხვაობაზე და იმ მასალაზე, რომლისგანაცაა დამზადებული ეს შენადნობები.

თერმოწყვილების დასამზადებლად გამოყენებული მასალები უნდა აკმაყოფილებდნენ რიგ მოთხოვნებს: ისინი დროთა განმავლობაში არ უნდა იცვლიდნენ თავიანთ ფიზიკურ თვისებებს, არ უნდა იფარგებოდნენ; ელექტროწინააღმდეგობის ტემპერატურული კოეფიციენტი უნდა ჰქონდეთ მინიმალური, ხოლო ელექტროგამტარობა მაღალი და ა. შ.

თერმოწყვილების დასამზადებლად გამოყენებული მასალების თვისებების მიხედვით თერმოწყვილები იყოფა სამ ძირითად ჯგუფად:

1. თერმოწყვილები კეთილშობილი ლითონებისაგან;
2. თერმოწყვილები არაკეთილშობილი ლითონებისგან;
3. თერმოწყვილები დამზადებული არალითონებთან და ქიმიურ ნაერთებთან შეწყვილებული ლითონის თერმოელექტროდებისაგან.

პირველი და მესამე ჯგუფის თერმოწყვილები უმთავრესად გამოიყენება მაღალი ტემპერატურების ( $1000^{\circ}\text{C}$  და მეტი) გასაზომად.

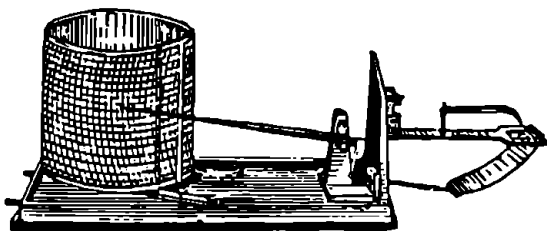
მეორე ჯგუფის თერმოწყვილები ფართოდ გამოიყენება ტემპერატურათა გასაზომად ტექნიკის სხვადასხვა დარგში. მათი დამზადება შეიძლება მთელი რიგი არაკეთილშობილი ლითონებისგან: სპილენძი, რკინა, ალუმელი, ქრომელი, კონსტანტანი და სხვ. გათბობისა და ვენტილაციის ტექნიკაში ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვეს სპილენძ-კონსტანტანისგან დამზადებულმა თერმოწყვილებმა, რომლებიც უმთავრესად გამოიყენება დაბალი ტემპერატურების ( $0^{\circ}$ -დან  $100^{\circ}\text{C}$ -მდე) გასაზომად.

წინააღმდეგობის თერმოელექტრები. მათში გამოიყენება გამტარების თვისება, რომ ტემპერატურათა ცვალებადობისას იცვლება ელექტროწინააღმდეგობა.

წინააღმდეგობის თერმოელექტრების საშუალებით ტემპერატურათა განსაზღვრისათვის საჭიროა მათი ელექტროწინააღმდეგობის გაზომვა, რომელიც პოტენციომეტრით იზომება.

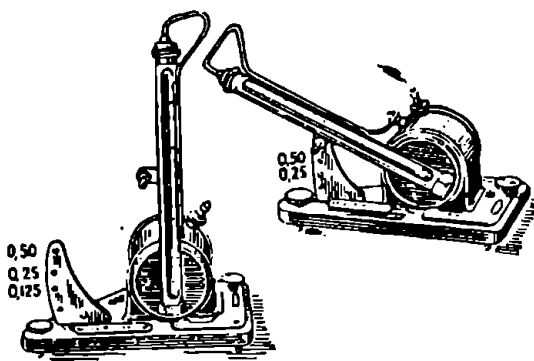
სათავსებში ტემპერატურათა გასაზომად ხშირად იყენებენ თვითმწერ ხელსაწყოებსაც. ერთ-ერთი ასეთი თვითმწერი ხელსაწყო — თერმოგრაფის საერთო ხედი მოცემულია XVIII.1 ნახაზზე. იგი წარმოადგენს ისრიან მექანიზმს, რომელიც შედგება ისრისაგან, რომლის ერთ ბოლოზეც მოწყობილია საწერი კალამი (შეესებული უპრობი მელნით), და ზამბარასთან მიერთებული ბერკეტების სისტემისაგან. ისრის დახრის შესაცვლელად ბერკეტზე დაყენებულია ხრახნი. ამ უკანასკნელთ ხდება ზამბარის რეგულირება. ტემპერატურის აწევისას ზამბარა სწორდება, ხოლო შემცირებისას — ეგრძობება. ეს ცვალებადობა გადაეცემა კალამს, რომელიც დოღზე დახვეულ ლენტზე ავლებს ტემ-

პერატურათა უწყვეტ ზიგზაგისებრ ხაზს. დოლის შიგნით განლაგებულია საათის მექანიზმი, რომლითაც დოლი ბრუნავს. დოლის სრული ბრუნი სრულდება დროის იმ შუალედში, რომელზეც გათვლილია მექანიზმი.



ნახ. XVIII.1

ჰაერსატარში წნევის საზომი ხელსაწყოები. სავენტილაციოსისტემის ცალკეულ წერტილებში წნევის სიდიდე იზომება მიკრომანომეტრთან მიერთებული პნევმომეტრული მილაკის საშუალებით. XVIII.2 ნახაზზე მოცემულია მიკრომანომეტრ ЦАГН-ს საერთო ხედი. იგი შედგება რეზერვუარის, მინის კაპილარული მილაკის, შტიფტისა და ფინისაგან, რომელშიც გათვალისწინებულია სამი ნახერტი, რომლებიც შეესაბამება მილაკის პორიზონტისადმი დახრის კუთხეებს — 0,125, 0,25 და 0,5. მინის მილაკის დახრის კუთხის ცვლით და ამ მილაკის შტიფტის საშუალებით ამა თუ იმ მდგომარეობაში წდამაგრებით ხდება მიკრომანომეტრის მაჩვენებლის სიზუსტის უზრუნველყოფა. პნევმომეტრული მილაკი მიკრომანომეტრს უერთდება ორი შლანგით. მიკრომანომეტრის დაყენების სიზუსტის შემოწმება წარმოებს მიკრომანომეტრის სადგარზე დაყენებული თარაზობით.



ნახ. XVIII.2

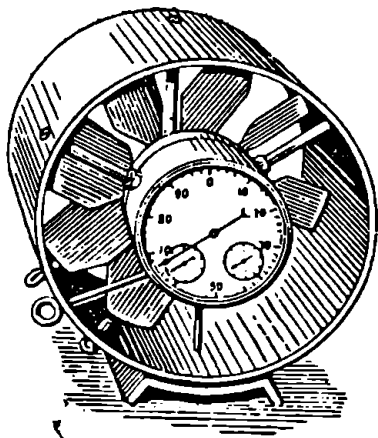
მიკრომანომეტრი ЦАГН გამოიყენება იმ შემთხვევებში, როდესაც ჰერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე აღემატება 2 მ/წმ (სიზუსტე შეადგენს  $\pm 5\%$ ), ხოლო როცა სიჩქარე 2 მ/წმ-ზე ნაკლებია, იყენებენ ელექტრომანომეტრს.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის საზომი ხელსაწყოები. ჰერის მოძრაობის სიჩქარის განსასაზღვრავად, როცა სიჩქარეები არ აღემატება 15 მ/წმ, იყენებენ ფრთებიან ანემომეტრს (ნახ. XVIII.3), ხოლო როდესაც

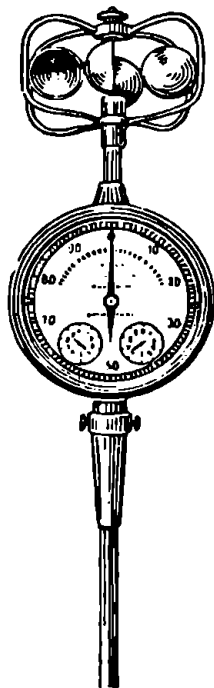
ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე 35 მ/წმ-ს აღწევს — ფიალებიან ანემომეტრს (ნახ. XVIII.4).

ფრთებიანი ანემომეტრი შედგება თვლისაგან მასზე დამაგრებული ალუმინის ფრთებით, რომლებიც თვლის ლერძის პერპენდიკულარული სიბრტყის მიმართ განლაგებულია  $45^\circ$  კუთხით. თვლის ლერძი შეერთებულია ბრუნთა მრიცხველთან, რომელიც თვალში გამავალი ჰაერის ნაკადის ზეგავლენით ბრუნავს. თვლის ბრუნვა გადაეცემა ციფერბლატზე მოძრავ ისარს. ბრუნთა მრიცხველის ჩართვა ან გამორთვა წარმოებს სპეციალური ბერკეტით.

ფიალებიან ანემომეტრში ფრთები შეცვლილია ფიალებით. მისი მუშაობის პრინციპი ფრთებიანი ანემომეტრის ანალოგიურია. როდესაც ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე  $0,3 \div 5$  მ/წმ-ია, მაშინ იყენებენ ფრთებიან-სიმებიან ანემომეტრს.



ნახ. XVIII.3



ნახ. XVIII.4

ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეების (1 მ/წმ-მდე) გასაზომად შეიძლება ვენტილატორიანი და საათის მექანიზმიანი დიფერენციალური ანემომეტრის გამოყენება, რომელიც ჰაერს აწვდის ფრთებს და აბრუნებს მას ჰაერის მოძრაობის შესაბამისი (დაახლოებით 5 მ/წმ) სიჩქარით. საზომი ჰაერის ნაკადი ან ძლიერებს ამ ბრუნვას, ანდა უკუქმედებს მასზე.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეების გასაზომად შეიძლება აგრეთვე სხვადასხვა ელექტროგადამწოლვებიანი ელექტროანემომეტრების გამოყენება.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საზომი ხელსაწყოები. ჰაერის ფარდობით ტენიანობას ზომავენ ფსიქრომეტრებით.

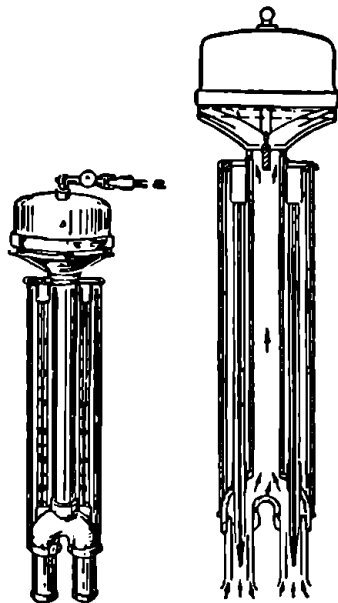
უმარტივესი ფსიქრომეტრი (ავგუსტის) შედგება ორი — შხრალი და ტენიანი თერმომეტრისგან. ტენიანი თერმომეტრის ვერცხლისწყლის რეზერვუარს შემოხვეული აქვს მარლის ნაქერი, რომლის ერთი ბოლო ჩაშვებულია წყლით სავსე ფიალაში. ვინაიდან წყალი აორთქლებსას ართმევს სითბოს, ამიტომ ტენიანი თერმომეტრს უფრო დაბალი ტემპერატურა აქვს, ვიდრე შხრალს.

ამ თერმომეტრების მაჩვენებლებისა და მათ შორის არსებულ ტემპერატურათა სხვაობის სიდიდეების მიხედვით სპეციალური ცხრილის დახმარებით საზღვრავენ ჰაერის ფარდობით ტენიანობას.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ზღვრულ ზუსტ საზომ ხელსაწყოს წარმოადგენს ასპირაციული ფსიქრომეტრი (ასმანის) (ნახ. XVIII.5). ისიც შედგება ორი — მშრალი და ტენიანი თერმომეტრისაგან, რომლებიც მოთავსებულია ლითონის ბუდეებში. ფსიქრომეტრის ზედა ნაწილში ჩადგმულია საათის მექანიზმიანი პატარა ვენტილატორი, რომლის საშუალებითაც ჰაერი 3—4 მ/წმ სიჩქარით მიეწოდება ლითონის ბუდეებს. მშრალი და ტენიანი თერმომეტრების ანათვლების მიხედვით და სპეციალური ცხრილით განისაზღვრება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად გამოიყენება აგრეთვე ელექტრული ფსიქრომეტრი, რომელშიც (ასპირაციული ფსიქრომეტრისგან განსხვავებით) თერმომეტრების ნაცვლად განლაგებულია თერმოწყვილებიანი ბატარეები. ბატარეების ერთ გჯგუფს შემოხეული აქვს სველი ჰარლის ნაჭერი.

ჰაერის ტენიანობის ცვალებადობის ჩასაწერად გამოიყენება თერმოგრაფის ანალოგიური თვითმწერი ხელსაწყო — ტერმოგრაფი.



ნახ. XVIII.5

§ 88.

საპნევიდასიო სისვაჟეგის მოვლა

სწორად დაგეგმილი და დამონტაჟებული სავენტილაციო სისტემების მუშაობის ეფექტურობა ბევრად დაამოკიდებული მათ სათანადო მოვლასა და სწორ ექსპლუატაციაზე. მონტაჟის დამთავრების შემდეგ, როგორც აღვნიშნეთ, ხდება სავენტილაციო დანადგარების მწარმოებლობის რეგულირება, რის შემდეგაც სავენტილაციო სისტემას იბარებს მომსახურე პერსონალი. სავენტილაციო დანადგარების ჩაბარებისას წარმოებს:

- 1) სამონტაჟო სამუშაოების ხარისხის დადგენა და დამონტაჟებული დანადგარების მონაკეობის შედარება პროექტით გათვალისწინებულთან;
- 2) სავენტილაციო დანადგარების ისეთი მაჩვენებლების შემოწმება, როგორცაა ჰაერის ხარჯი, ტემპერატურა და სხვ.;
- 3) სათავსებში მანუვრების კონცენტრაციის შემცირების სიდიდის გამოვლინება და არსებული კონცენტრაციის სანიტარული ნორმებით დასაშვებთან შედარება.

სავენტილაციო დანადგარების ექვექტურობაზე გამოცდისათვის საჭიროა ყველა ვენტილატორის, ელექტრომოტორის, კალორიფერის, ფილტრისა და სხვა მოწყობილობათა ჩართვა. ამასთანავე გამოცდა სულ ცოტა 6—8 საათს უნდა გრძელდებოდეს.

პროექტით გათვალისწინებული მონაცემებიდან გადახვევა დასაშვებია შემდეგი სიდიდეებით:

ა) მიწოდებული ჰაერის ტემპერატურისა  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ -ით;

ბ) ჰაერის ფარდობითი ტენიანობისა  $\pm 5\%$ -ით;

გ) ჰაერის მოცულობისა  $\pm 10\%$ -ით;

დ) ჰაერის მოძრაობის სიჩქარისა სავენტილაციო გისოსებში  $\pm 10\%$ -ით.

ჩატარებული ცდებისა და სისტემების გამოცდის მონაცემების საფუძველზე წარმოებს სისტემის ექვექტურობის საერთო შეფასება და სისტემის ჩაბარებისა და მიღების აქტის შედგენა. ყოველ ცალკეულ სავენტილაციო დანადგარზე დგება ტექნიკური პასპორტი, რომელშიც შეტანილი უნდა იყოს დანადგარის ყოველი ელემენტის უმთავრესი მახასიათებლები. პასპორტი დგება ორ ეგზემპლარად. ერთი მათგანი ინახება საამქროს მექანიკოსთან ან ენერგეტიკოსთან, ხოლო მეორე — უსაფრთხოების ტექნიკის ინჟინერთან.

სავენტილაციო დანადგარების მომსახურე პერსონალს უნდა ჰქონდეს სისტემის ექსპლუატაციის ინსტრუქცია, რომელშიც მოცემული იქნება საამქროში მუშაობის სპეციფიკა, საწარმოო პროცესების ხასიათი და სავენტილაციო დანადგარების მუშაობის რეჟიმი. ამასთანავე შედგენილი უნდა ჰქონდეთ სავენტილაციო დანადგარების (ცალ-ცალკე ყოველი სამუშაო სათავისათვის) მუშაობის გრაფიკი. ასე, მაგალითად, იმ სათავებში, რომლებშიც ხდება მანქანების ანაორთქლების, აირებისა და მტვრის გაშოყვება, სავენტილაციო დანადგარები უნდა ჩაირთოს 15 წუთით ადრე სამუშაოს დაწყებამდე, სხვა საამქროებში კი — სამუშაოს დაწყებისას. სავენტილაციო დანადგარები გამოითიშება სამუშაოს დამთავრებიდან 15 წუთის შემდეგ.

ყოველი სავენტილაციო დანადგარისთვის მომსახურე პერსონალს შედგენილი უნდა ჰქონდეს ექსპლუატაციის ეურნალი, რომელშიც შეიტანება სისტემის მუშაობის რეჟიმის მონაცემები, შენიშნული დეფექტები, საამქროში მომუშავეთა საჩივრები და სხვ.

სავენტილაციო დანადგარების ნორმალური ექსპლუატაციისა და მათი მოვლისათვის პასუხისმგებელია საამქროს უფროსი, სავენტილაციო დანადგარების მუშაობისათვის კი — საამქროს მექანიკოსი ან ენერგეტიკოსი, რომელიც ვალდებულია უზრუნველყოს სისტემების დროული რემონტი, ფილტრების, ჰაერსატარებისა და სხვა მოწყობილობათა გაწმენდისა და მოვლის ვადები, უსაფრთხოების ტექნიკით გათვალისწინებული ღონისძიებების ჩატარება და სხვ.

სავენტილაციო დანადგარების ყოველდღიური ექსპლუატაცია, მოვლა და საერთო კონტროლი ხორციელდება სპეციალურად გამოყოფილ პირთა მიერ.



ტენიანი ზაერის ფიზიკური თვისებები  
 P<sub>ბარ</sub>=760 მმ ვერტ. წყ. სკ. წნეებისა

ტემპერატურა °C	1 მ მშრალი ჰაერის			წყლის წყლის სატენიანო ტენიანობა მმ ვერტ. წყ. სკ.	წყლის ორთქლის შემცვე- ლობა მთლიანი გაყვრებისას		
	წონა, გ	აღებული ო <sup>0</sup> -ის ღრის რ <sup>0</sup> -ის (1+α), გ	აღებული რ <sup>0</sup> -ის ღრის მოცუტებს $\frac{1}{1+\alpha}$ გ		1 მ ჰაერი, გ	1 მ <sup>3</sup> ტენიან ჰაერი, გ	1 მ <sup>3</sup> მშრალ ჰაერი, გ
1	2	3	4	5	6	7	8
— 20	1,398	0,927	1,079	0,927	1,1	0,80	0,77
— 19	1,390	0,930	1,075	1,015	1,2	0,85	0,86
— 18	1,385	0,934	1,071	1,116	1,3	0,92	0,93
— 17	1,378	0,938	1,068	1,207	1,4	1,04	1,04
— 16	1,374	0,941	1,062	1,309	1,5	1,10	1,11
— 15	1,368	0,945	1,059	1,400	1,6	1,19	1,20
— 14	1,363	0,949	1,054	1,549	1,7	1,29	1,30
— 13	1,358	0,952	1,050	1,680	1,9	1,39	1,40
— 12	1,353	0,956	1,046	1,831	2,0	1,49	1,50
— 11	1,348	0,959	1,052	1,985	2,2	1,64	1,65
— 10	1,342	0,963	1,038	2,140	2,3	1,79	1,79
— 9	1,337	0,967	1,034	2,297	2,5	1,91	1,93
— 8	1,332	0,971	1,030	2,455	2,7	2,08	2,08
— 7	1,327	0,974	1,028	2,653	2,9	2,23	2,25
— 6	1,322	0,978	1,023	2,878	3,1	2,39	2,40
— 5	1,317	0,982	1,019	3,180	3,4	2,58	2,60
— 4	1,312	0,985	1,015	3,368	3,6	2,78	2,80
— 3	1,308	0,989	1,011	3,644	3,9	3,09	3,10
— 2	1,303	0,993	1,007	3,941	4,2	3,29	3,28
— 1	1,299	0,998	1,004	4,263	4,5	3,57	3,58
0	1,293	1,000	1,000	4,580	4,9	3,78	3,80
1	1,288	1,004	0,996	4,940	5,2	4,07	4,15
2	1,284	1,007	0,993	5,302	5,6	4,40	4,48
3	1,279	1,011	0,989	5,687	6,0	4,71	4,77
4	1,275	1,015	0,986	6,097	6,4	5,05	5,10
5	1,270	1,018	0,982	6,534	6,8	5,35	5,40
6	1,265	1,022	0,979	6,988	7,3	5,70	5,78
7	1,261	1,026	0,975	7,492	7,7	6,10	6,21
8	1,256	1,029	0,972	8,017	8,3	6,60	6,65
9	1,252	1,033	0,968	8,574	8,8	7,00	7,13
10	1,248	1,037	0,965	9,210	9,4	7,50	7,63
11	1,243	1,040	0,961	9,840	9,9	8,03	8,15
12	1,239	1,044	0,958	10,520	10,6	8,63	8,76
13	1,235	1,049	0,955	11,222	11,2	9,20	9,35
14	1,230	1,051	0,951	11,938	12,0	9,80	9,97
15	1,226	1,055	0,948	12,79	12,8	10,5	10,6
16	1,222	1,059	0,945	13,63	13,6	11,2	11,4
17	1,217	1,063	0,941	14,53	14,4	11,9	12,1
18	1,213	1,066	0,938	15,48	15,3	12,7	12,9
19	1,209	1,070	0,935	16,48	16,2	13,5	13,8
20	1,205	1,073	0,932	17,53	17,2	14,4	14,7
21	1,201	1,077	0,928	18,65	18,2	15,3	15,6
22	1,197	1,081	0,925	19,83	19,3	16,3	16,8
23	1,193	1,084	0,922	21,07	20,4	17,3	17,7
24	1,189	1,088	0,919	22,38	21,6	18,4	18,8
25	1,185	1,092	0,916	23,76	22,9	19,5	20,0
26	1,181	1,095	0,913	25,21	24,2	20,7	21,4
27	1,177	1,099	0,910	26,74	25,6	22,0	22,6
28	1,173	1,103	0,907	28,35	27,0	23,0	24,0
29	1,169	1,106	0,904	30,04	28,5	24,8	25,6
30	1,165	1,110	0,901	31,82	30,1	26,8	27,2

დანართი I (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8
31	1,161	1,114	0,898	39,70	31,9	27,8	28,8
32	1,157	1,117	0,895	35,68	33,5	29,5	30,6
33	1,154	1,121	0,892	37,79	35,4	31,2	32,5
34	1,150	1,125	0,889	38,90	37,3	33,1	34,4
35	1,146	1,128	0,886	42,18	39,3	35,0	35,8
36	1,142	1,132	0,884	44,56	41,4	37,0	37,8
37	1,139	1,136	0,881	47,07	43,6	38,2	41,1
38	1,135	1,139	0,878	49,69	45,9	41,4	43,5
39	1,132	1,143	0,875	52,44	48,3	43,8	46,0
40	1,129	1,147	0,872	55,32	50,8	46,3	48,9
41	1,124	1,150	0,869	58,34	53,4	48,9	51,7
42	1,121	1,154	0,867	61,50	56,1	51,8	54,8
43	1,117	1,158	0,864	64,80	58,9	54,5	58,0
44	1,114	1,161	0,861	68,26	61,9	57,5	61,3
45	1,110	1,165	0,858	71,88	65,0	60,7	65,0
46	1,107	1,169	0,856	75,65	68,2	64,0	68,9
47	1,103	1,172	0,853	79,60	71,5	67,5	72,9
48	1,100	1,176	0,850	83,70	75,0	71,1	77,0
49	1,096	1,180	0,848	88,02	78,6	75,0	81,5
50	1,093	1,183	0,845	92,51	83,3	79,0	86,3
51	1,089	1,187	0,843	97,20	86,3	83,2	91,3
52	1,086	1,191	0,840	102,10	90,4	87,7	96,8
53	1,083	1,194	0,837	107,20	94,6	92,3	102,0
54	1,080	1,198	0,835	112,50	99,1	97,2	108,0
55	1,076	1,202	0,832	118,00	103,6	102,3	114,0
56	1,073	1,205	0,830	123,80	108,4	107,6	121,0
57	1,070	1,209	0,827	129,80	113,3	113,2	128,0
58	1,067	1,213	0,825	136,10	118,5	119,1	136,0
59	1,063	1,216	0,822	142,60	123,8	125,2	144,0
60	1,060	1,220	0,820	149,40	129,3	131,7	152,0

დანართი II

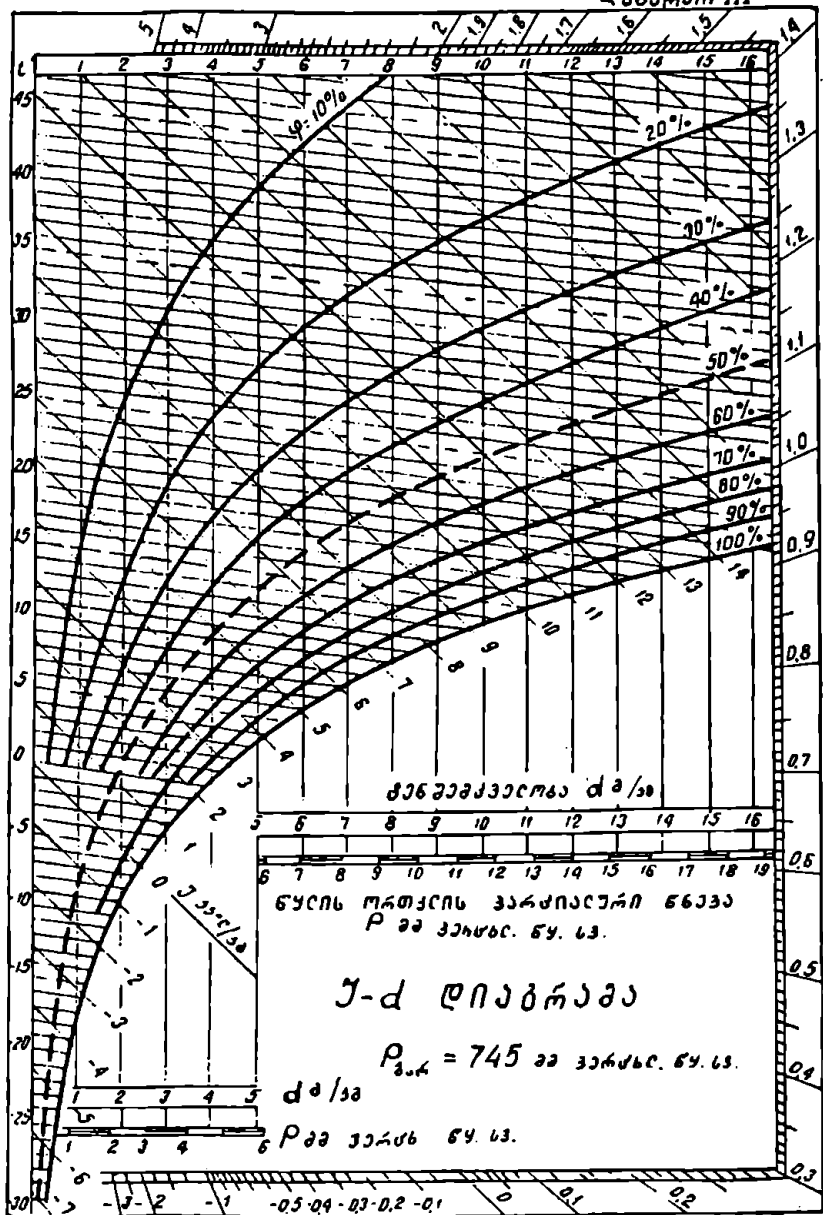
მზრალი მავრის ფაზიკური თვისებები  
 P<sub>ბარ</sub> = 760 მმ ვერსტ. წყ. სტ. წნევისას

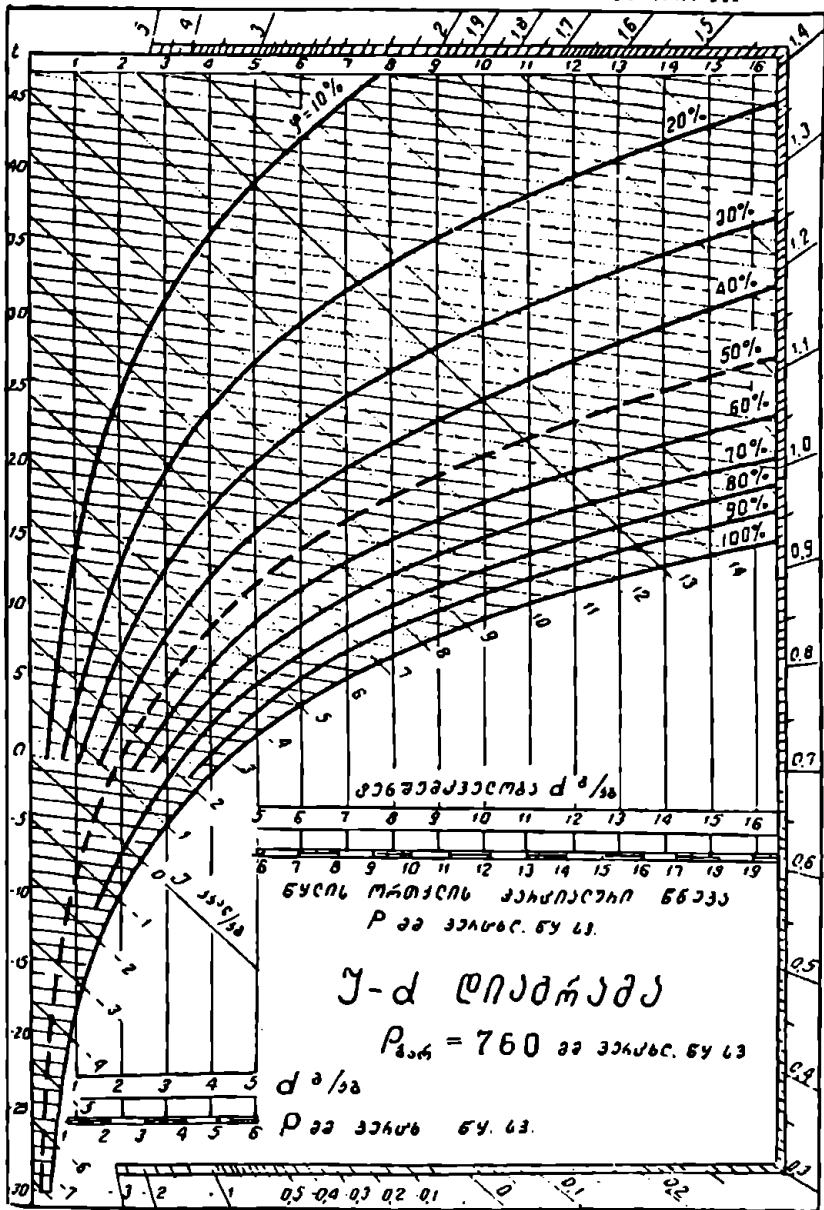
t <sup>o</sup> C	T <sub>კვ/მ<sup>3</sup></sub>	C <sub>p</sub> კალ/გრ <sup>o</sup> C	λ · 10 <sup>3</sup> კალ/მ.სმ <sup>o</sup> C	α · 10 <sup>3</sup> მ <sup>2</sup> /სმ	μ · 10 <sup>6</sup> კგ. წყ/მ <sup>2</sup>	ν · 10 <sup>6</sup> მ <sup>2</sup> /წმ	Pr
1	2	3	4	5	6	7	8
-50	1,584	0,242	1,75	4,57	1,49	8,23	0,728
-40	1,615	0,242	1,82	4,96	1,55	10,04	0,728
-30	1,453	0,242	1,89	5,37	1,60	10,80	0,723
-20	1,995	0,241	1,96	5,83	1,65	11,79	0,716
-10	1,342	0,241	2,03	6,28	1,70	12,43	0,712
0	1,293	0,240	2,10	6,77	1,75	13,28	0,707
10	1,247	0,240	2,16	7,22	1,80	14,16	0,705
20	1,205	0,240	2,23	7,71	1,85	15,08	0,703
30	1,165	0,240	2,30	8,23	1,90	16,00	0,701
40	1,128	0,240	2,37	8,75	1,85	16,96	0,699
50	1,093	0,240	2,43	9,26	2,00	17,95	0,698
60	1,060	0,240	2,49	9,79	2,05	18,97	0,696
70	1,029	0,241	2,55	10,28	2,10	20,02	0,694
80	1,000	0,241	2,62	10,87	2,15	21,09	0,692
90	0,972	0,241	2,69	11,48	2,19	22,19	0,690
100	0,946	0,241	2,76	12,11	2,23	23,13	0,688
120	0,898	0,241	2,87	13,28	2,33	25,45	0,686
140	0,854	0,242	3,00	14,52	2,42	27,90	0,694
160	0,815	0,243	3,13	15,80	2,50	30,09	0,682
180	0,779	0,244	3,25	17,10	2,58	32,49	0,681
200	0,746	0,245	3,38	18,49	2,65	34,85	0,690
220	0,674	0,248	3,67	21,96	2,79	40,61	0,677
300	0,615	0,250	3,98	25,76	3,09	48,33	0,674

შენიშვნა II (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8
350	0,566	0,263	4,22	29,47	9,20	55,46	0,678
400	0,524	0,255	4,48	33,52	8,37	63,09	0,678
500	0,456	0,261	4,94	41,51	8,69	78,38	0,887
600	0,404	0,268	5,35	49,78	8,89	96,89	0,699
700	0,362	0,271	5,77	58,82	4,26	115,4	0,706
800	0,329	0,270	6,17	67,95	4,52	134,8	0,713
900	0,301	0,280	6,56	77,84	4,76	155,1	0,717
1000	0,277	0,283	6,94	88,53	6,00	177,1	0,719
1100	0,257	0,296	7,31	99,45	6,22	199,3	0,722
1200	0,239	0,289	7,67	113,94	6,45	223,7	0,724

ԹՆՏՆԻՍ III





58.2

გარე მაერის ხაანგარიშო პარამეტრები

1	2	3	A პარამეტრები		B პარამეტრები		B პარამეტრები	
			ტემპერატურა, გრადუსი	სითბომეტრი, კელსინი	ტემპერატურა, გრადუსი	სითბომეტრი, კელსინი	ტემპერატურა, გრადუსი	სითბომეტრი, კელსინი
შბაკანი	745	თბილი	23,8	12	30,9	15	58	18,4
		ცივი	-26	-8,1	-40	-9,8	-50	-12
აქტიუბინსკი	745	თბილი	27,6	11,8	35,9	12,8	43	18,9
		ცივი	-21	-4,7	-29	-6,8	-48	-11,5
აღმა-ათა	700	თბილი	27,4	12,9	34,7	13	42	19,5
		ცივი	-13	-2,4	-24	-5,8	-36	-8,7
არხანგელსკი	760	თბილი	18,4	10,5	25,7	11,6	33	17,8
		ცივი	-17	-3,8	-32	-7,8	-45	-10,8
ასტრახანი	760	თბილი	29,9	14,7	35,2	15,6	41	20,2
		ცივი	-11	-1,9	-32	-5	-32	-7,8
აშხაბადი	730	თბილი	36	14	40,5	14,9	45	18,4
		ცივი	-6	-0,4	-11	-2	-26	-6
ბაჟო	760	თბილი	27,9	15,7	31	16,6	38	19,3
		ცივი	-1	-1,3	-3	-0,8	-13	-2,5
ბარნაულს	745	თბილი	24	12,5	29,5	13,4	35	17,8
		ცივი	-23	-5,3	-38	-9,1	-52	-12,5
ბათუმი	760	თბილი	25,9	15,7	31	16,8	36	19,3
		ცივი	-1	-2	0	-1,8	-8	-1
ბერეზნიკი	760	თბილი	20	9,9	27,5	11,9	35	19,9
		ცივი	-22	-5	-34	-8,1	-48	-11,5
ბიისკი	730	თბილი	24,2	12,2	30,1	13,2	36	18,7
		ცივი	-22	-5	-37	-9,8	-47	-11,3
ბოლაიზო	715	თბილი	23,1	11,9	30,1	13,8	37	15,7
		ცივი	-37	-8,9	-45	-10,8	-60	-14,4
ბრატსკი	730	თბილი	22,5	11,4	28,8	12,7	35	14
		ცივი	-30	-7,2	-44	-10,8	-58	-13,9
ბრესტი	745	თბილი	22,6	11,7	28,8	13,5	35	15,2
		ცივი	-8	-1	-19	-4,2	-31	-7,3
ბრეანსკი	745	თბილი	22,5	11,9	29,8	12,7	37	18,1
		ცივი	-12	-2,2	-23	-5,3	-40	-9,6
ფრეზოიანსკი	745	თბილი	19,2	8,7	26,6	10,5	34	12,3
		ცივი	-55	-13,2	-63	-15,1	-68	-18,3
ვოლნოუსო	745	თბილი	21,5	11,5	27,8	12,4	34	16,7
		ცივი	-9	-1,2	-21	-4,7	-37	-8,8
ვინიუა	780	თბილი	23	12,2	30,5	12,9	38	16,7
		ცივი	-10	-1,7	-21	-4,7	-38	-9,1
ვოტკესკი	745	თბილი	21	10,7	27,5	12,4	34	14,1
		ცივი	-11	-1,9	-23	-5,3	-41	-8,8
ვლადივოსტოკი	745	თბილი	22,1	13,8	28,1	14,7	34	19,4
		ცივი	-18	-3,5	-24	-5,8	-31	-7,4
ვოლგოგრადი	745	თბილი	23,8	12,5	34,8	13,2	41	16
		ცივი	-14	-2,8	-25	-5,8	-35	-8,4

დანართი IV (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
გორკი	745	თბილი	21,8	12,2	28,8	13,1	36	18,8
		ცივი	-17	-8,7	-28	-6,6	-41	-9,9
გროზნი	745	თბილი	28,8	14,9	35,4	16,2	42	17,4
		ცივი	-8	-1	-18	-3,4	-32	-7,8
გურჯაო	760	თბილი	20,7	13,7	37,4	15,5	45	17,2
		ცივი	-15	-3,1	-23	-5,3	-38	-9,1
ყაზბული	760	თბილი	31,1	13	37,1	14,5	43	16
		ცივი	-9	-1,5	-20	-4,5	-41	-9,8
ღერბენტი	703	თბილი	26,9	17,1	30,3	17,5	34	17,0
		ცივი	-2	-1	-10	-1,6	-17	-3,6
ღნეპროპეტროვსკი	745	თბილი	28,5	12,8	32,3	19,7	38	20,2
		ცივი	-9	-1,8	-21	-4,8	-34	-8,1
ღუნანზე	685	თბილი	35	14	38,5	14,3	42	17,8
		ცივი	2	-2,9	-10	-1,7	-27	-6,9
ურეენი	685	თბილი	30,2	13,2	35,1	14	40	17,4
		ცივი	-9	-1,2	-18	-3,9	-27	-6,9
ზაპოროჟიე	760	თბილი	27,1	12,4	33,1	13,6	30	14,6
		ცივი	-8	-1,3	-21	-4,7	-32	-7,8
ზღატოუსტი	715	თბილი	20,8	10,8	27,8	13	35	15,1
		ცივი	-20	-4,5	-32	-7,6	-48	-11
ივანოვო	745	თბილი	22,2	11,9	30,1	12,6	38	18,9
		ცივი	-16	-3,4	-28	-6,6	-48	-11
ირკუტსკი	715	თბილი	22,6	11,2	28,8	12,2	35	16,9
		ცივი	-23	-5,3	-35	-8,3	-50	-12
იაზანი	745	თბილი	24	12,2	31	13,1	38	17,2
		ცივი	-18	-4	-29	-8,8	-43	-10,3
ყარაგანდა	715	თბილი	25,1	11,1	32,6	11,8	40	15,4
		ცივი	-20	-4,5	-32	-7,6	-45	-10,4
კაუნასი	745	თბილი	20,8	10,8	28,9	12,1	33	13,8
		ცივი	-8	-0,9	-20	-4,5	-34	-8,1
კებეროვო	745	თბილი	21,8	11,1	17,9	12,7	34	17,6
		ცივი	-25	-5,8	-39	-9,4	-51	-12,2
კერჩი	760	თბილი	26	13,4	31	14,8	36	16,2
		ცივი	-4	-0,4	-13	-2,5	-26	-8,1
კიევი	745	თბილი	23,5	12,5	31,3	13,3	39	16,9
		ცივი	-10	-1,6	-21	-4,8	-32	-7,8
კიროვი	745	თბილი	21,8	11,4	28,0	12,2	36	15,6
		ცივი	-19	-4,2	-31	-7,3	-45	-10,8
კიშინიოვი	745	თბილი	25,3	13	31,7	13,9	38	17,6
		ცივი	-7	-0,7	-16	-3,4	-32	-7,6
კოქჩეტაი	730	თბილი	24	11,1	33	13,4	42	15,6
		ცივი	-21	-4,7	-33	-7,9	-47	-11,3
კრასნოვოდსკი	760	თბილი	31,6	14,8	36,9	16,5	42	17,1
		ცივი	-4	-0,2	-5	-0,2	-17	-3,7
კრასნოდარი	760	თბილი	28,6	14,2	34,3	15,2	40	20,2
		ცივი	-8	-0,3	-17	-3,6	-36	-8,6
კრასნოიარსკი	730	თბილი	24,2	11,5	31,6	12,5	39	15,9
		ცივი	-22	-5	-37	-8,8	-49	-11,8
კუობიშევი	745	თბილი	24,2	12,2	30,6	13	37	16
		ცივი	-18	-4	-29	-6,8	-43	-10,3

დანართი IV (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
კურგანი	745	თბილი	23,6	11,7	31,3	13,6	39	15,4
		ცივი	-29	-5,2	-35	-8,3	-46	-11
ლენინაბადი	715	თბილი	34	19,0	38,5	14,3	49	17
		ცივი	-4	0	-19	-2,7	-26	-6,1
ლენინკანი	630	თბილი	25,9	11,7	30	12,1	34	12,4
		ცივი	-14	-2,7	-23	-5,2	-35	-8,9
ლენინგრადი	760	თბილი	20,9	11,2	26,2	12	32	16
		ცივი	-12	-2,2	-24	-5,5	-36	-8,6
ეოროპილოვერადი	760	თბილი	27,4	12,5	33,7	13,6	40	14,7
		ცივი	-11	-2	-22	-5	-42	-10,1
ლუვი	750	თბილი	22,1	11,0	29,1	12,7	36	16,9
		ცივი	-7	-0,6	-16	-3,4	-24	-8,1
მავნიტოვორსკი	730	თბილი	23,5	11,9	30,9	12,2	38	16,4
		ცივი	-22	-5	-31	-7,9	-46	-11
მასჩევალი	760	თბილი	27,3	15,2	31,7	16	38	21,9
		ცივი	-4	-0,4	-19	-2,5	-25	-5,8
მინსკი	745	თბილი	21,4	11,4	27,7	12,2	34	16,4
		ცივი	-10	-1,8	-22	-5	-39	-9,9
მოსკოვი	745	თბილი	21,4	11,9	28,5	12,9	35	16,7
		ცივი	-15	-3,1	-26	-6	-42	-10,1
მურმანსკი	760	თბილი	15,2	8,2	24,1	9,2	33	12,8
		ცივი	-14	-2,9	-26	-8,1	-39	-9,3
ნამანგანი	715	თბილი	34,2	16	36,1	16,6	42	17,2
		ცივი	-6	-0,5	-14	-2,9	-26	-6
ნარიში	745	თბილი	22,8	11,9	28,4	13,4	34	14,8
		ცივი	-28	-8,6	-42	-10,1	-52	-12,5
ნიუნი ტავილი	730	თბილი	21,5	10,9	29,3	11,8	37,1	15,8
		ცივი	-21	-4,7	-33	-7,9	-47	-11,3
ნიკოლაევი	760	თბილი	27,8	12,8	33,4	14,9	38	17,2
		ცივი	-7	-0,8	-16	-4	-30	-7,1
ნოვგოროდი	760	თბილი	20,8	11,6	27,4	12,8	34	13,3
		ცივი	-12	-2,2	-24	-5,5	-45	-10,8
ნოვოკუზნეცკი	745	თბილი	24,1	12,2	30,1	13,7	36	15,1
		ცივი	-23	-5,9	-37	-8,8	-52	-12,5
ნოვოროსისკი	760	თბილი	21	14,3	32	15,7	37	17,1
		ცივი	-4	-0,2	-12	-2,9	-24	-5,5
ნოვოსიბირსკი	745	თბილი	23	12,1	30	13	37	18,8
		ცივი	-24	-5,5	-39	-8,8	-51	-12,2
ოლესა	760	თბილი	24,8	13,6	30,5	14,5	36	17,6
		ცივი	-7	-0,6	-15	-3,1	-28	-6,6
ოპსკი	745	თბილი	23,8	11,6	31,3	12,5	39	15,7
		ცივი	-24	-5,5	-38	-8,6	-49	-11,88
ორჟონიქიძე	700	თბილი	23,8	13,4	30,9	14,7	38	16
		ცივი	-8	-0,9	-18	-3,3	-28	-8,6
ორენბურგი	745	თბილი	28,9	12,4	33	13,2	39	17,8
		ცივი	-20	-4,5	-28	-6,6	-42	-10,1
პენზა	745	თბილი	24,1	12,2	30,6	12,9	37	16,1
		ცივი	-17	-3,6	-28	-6,6	-41	-9,8
პერმი	745	თბილი	21,8	11,8	29,4	12,5	37	17,2
		ცივი	-20	-4,5	-31	-7,9	-45	-10,7



დანართი IV (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
პეტროზავოდსკი	760	თბილი	19,2	10,5	26,1	11,3	93	15,2
		ცივი	-14	-2,8	-26	-6,1	-40	-0,6
პეტროპავლოვსკი	745	თბილი	23,5	11,5	81,8	13,6	40	15,6
		ცივი	-24	-5,5	-36	-8,6	-46	-11
პოლტაუ	745	თბილი	24,8	12,4	91,4	13,1	38	18,4
		ცივი	-11	-1,9	-23	-5,2	-34	-8,1
პატიგორსკი	760	თბილი	26,9	13,5	33,2	15,2	40	16,8
		ცივი	-8	-1	-16	-3,1	-33	-7,9
რივა	760	თბილი	21	11,4	27,5	12,3	84	15,0
		ცივი	-6	-1	-19	-4,2	-31	-7,3
დონის როსტოვი	745	თბილი	27,2	13,4	92,6	14,3	38	17,8
		ცივი	-10	-1,6	-22	-5	-33	-7,0
სამარყანდო	695	თბილი	53,1	13,4	36,6	14,4	40	20,3
		ცივი	-9	-0,5	-12	-2,2	-26	-6,1
სარანსკი	745	თბილი	23,5	11,9	30,3	12,9	37	16
		ცივი	-18	-8,4	-28	-6,6	-44	-10,6
სარატოვი	745	თბილი	25,7	12,3	32,0	13,1	40	16,3
		ცივი	-17	-3,7	-28	-6,8	-38	-9,1
სვერდლოვსკი	730	თბილი	21,1	11,2	29,1	11,8	87	15,8
		ცივი	-21	-4,7	-32	-7,6	-43	-10,3
სევსტოპოლი	760	თბილი	25,9	14,1	31	15,2	36	16,2
		ცივი	-4	-0,3	-8	-1,4	-22	-5
სემბალატინსკი	730	თბილი	27	11,9	34,5	12,6	42	16,1
		ცივი	-21	-4,7	-36	-8,6	-49	-11,8
სიმფეროპოლი	730	თბილი	26,5	12,8	32,3	13,3	88	13,9
		ცივი	-7	-0,7	-15	-8,2	-30	-7,1
სმოლენსკი	745	თბილი	21,1	11,5	27,6	12,5	34	16
		ცივი	-13	-2,5	-24	-5,5	-40	-9,6
სოკი	760	თბილი	25,7	14,8	30,4	16,2	35	17,5
		ცივი	0	-1,5	-2	-0,8	-13	-2,5
ტალინი	760	თბილი	19	10,3	25,5	11,7	32	15,4
		ცივი	-10	-1,6	-21	-4,8	-31	-7,3
ტაშოვი	745	თბილი	24,2	12,5	31,6	13,4	39	17
		ცივი	-15	-3,1	-27	-6,3	-39	-9,3
ტარტუ	745	თბილი	20,5	10,3	27,3	12,2	34	14
		ცივი	-10	-1,6	-22	-5	-35	-8,3
ტაშკენტი	715	თბილი	83,3	14	37,7	14,7	42	19,8
		ცივი	-4	0	-13	-2,7	-30	-7
თბილისი	715	თბილი	26,7	14,5	33,4	14,7	38	19,7
		ცივი	-2	-0,7	-7	-0,9	-20	-4,4
ტობოლსკი	745	თბილი	21,6	11,6	28,3	12,6	85	17,5
		ცივი	-24	-5,5	-35	-8,3	-46	-11
ტომსკი	745	თბილი	22,5	11,7	29,8	13,4	36	15,1
		ცივი	-25	-5,8	-39	-9,3	-55	-13,2
ტულა	745	თბილი	22,8	11,9	28,9	12,7	37	16,7
		ცივი	-14	-2,8	-28	-6	-42	-10,1
ტურგაი	745	თბილი	29	11,3	35,5	12,8	42	14,2
		ცივი	-23	-5	-31	-7,3	-40	-9,6
უფა	745	თბილი	23,4	12,3	30,2	13,3	37	17,6
		ცივი	-19	-4,2	-31	-7,8	-42	-10,1

დანართი IV (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ფერგანა	700	თბილი	33,1	14,9	37,6	15,8	42	21,8
		ცივი	-6	-0,4	-15	-3,1	-27	-6,3
ფრუნზე	700	თბილი	29,8	13,1	34,9	13,8	40	17,6
		ცივი	-10	-1,7	-21	-4,8	-38	-9,1
ხაბაროვსკი	745	თბილი	24,1	14,5	29,6	15,6	35	19,4
		ცივი	-25	-5,8	-33	-7,9	-43	-10,3
ხარკოვი	745	თბილი	25,1	12,6	31,1	13,5	37	18,2
		ცივი	-11	-1,9	-23	-5,9	-35	-8,3
ხერსონი	760	თბილი	29	19,8	34,5	14,3	40	17,8
		ცივი	-6	-0,3	-18	-4	-31	-7,9
უელნოგრადი	730	თბილი	25,2	11,1	33,6	11,8	42	15,4
		ცივი	-23	-5,2	-34	-8,1	-49	-11,8
ჩეხოვსარი	745	თბილი	22,9	12	19,5	13	38	16,7
		ცივი	-18	-4	-29	-6,8	-46	-11
ჩელიაბინსკი	745	თბილი	22,9	11,5	30,9	12,4	39	18,1
		ცივი	-21	-4,8	-32	-7,6	-45	-10,8
ჩიტა	700	თბილი	23,8	11,9	30,9	13,2	38	16,7
		ცივი	-30	-7,1	-38	-8,1	-50	-12
იაკუტსკი	745	თბილი	23,1	10,6	30,6	15,7	38	20,6
		ცივი	-48	-11,5	-56	-13,4	-64	-15,4
ილტა	760	თბილი	26,4	14,2	31,7	15,7	37	17,2
		ცივი	-3	-0,5	-8	-1,2	-14	-2,8
იაროსლავლი	745	თბილი	21,5	11,5	23,3	12,4	35	17
		ცივი	-15	-3,1	-27	-6,3	-46	-11

დანართი IV-ის შენიშვნები

1. ცხრილში ნაჩვენებია ყველა გეოგრაფიული პუნქტისათვის წლის ცივი პერიოდის საანგარიშო პარამეტრებს წარმოადგენს:

A პარამეტრები — ზამთრის საანგარიშო ტემპერატურა ვენტილაციის დასაპროექტებლად და ჰაერის სითბოშემცველობა, რომელიც შეესაბამება ამ ტემპერატურას და ყველაზე ცივი თვის საშუალო ფარდობით ტენიანობას, გაზომილს 13 საათზე;

B პარამეტრები — საანგარიშო ტემპერატურა გათბობის დასაპროექტებლად და ჰაერის სითბოშემცველობა, რომელიც შეესაბამება ამ ტემპერატურას და ყველაზე ცივი თვის საშუალო ფარდობით ტენიანობას, გაზომილს 13 საათზე;

B პარამეტრები — აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა და ჰაერის სითბოშემცველობა, რომელიც შეესაბამება ამ ტემპერატურას და ყველაზე ცივი თვის საშუალო ფარდობით ტენიანობას, გაზომილს 13 საათზე.

2. ცხრილში \* ნიშნით აღნიშნული გეოგრაფიული პუნქტებისათვის საანგარიშო სითბოშემცველობის მნიშვნელობად წლის თბილი პერიოდისათვის მიიღება:

A პარამეტრები — გარე ჰაერის სითბოშემცველობა, რომლის ყველაზე დიდი მნიშვნელობა მოცემულ გეოგრაფიულ პუნქტში იქნება არა უმეტეს 400 საათისა (მრავალწლიანი დაკვირვებების შედეგად მიღებული საშუალო სიდიდე) წელიწადში;

B პარამეტრები — გარე ჰაერის სითბოშემცველობა, ყველაზე დიდი მნიშვნელობა მოცემულ გეოგრაფიულ პუნქტში იქნება არა უმეტეს 200 საათისა (მრავალწლიანი დაკვირვებების შედეგად მიღებული საშუალო სიდიდე) წელიწადში;

B პარამეტრები — გარე ჰაერის მაქსიმალური სითბოშემცველობა, რომელიც მრავალწლიანი დაკვირვებების შედეგად რეგისტრირებული იყო მოცემულ გეოგრაფიულ პუნქტში.

3. იმ გეოგრაფიული პუნქტებისათვის, რომლებიც ცხრილში არ არის აღნიშნული \* ნიშნით, საანგარიშო სითბოშემცველობის მნიშვნელობად წლის თბილი პერიოდისათვის მიიღება:

A პარამეტრები — ჰაერის სითბოშემცველობა ( $I_A$ ), რომელიც შეესაბამება ყველაზე ცხელი თვის ჰაერის ტემპერატურას და ჰაერის საშუალო ფარდობით ტენიანობას (გაზომილს 13 საათზე);

B პარამეტრები — ჰაერის საშუალო სითბოშემცველობა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$I_B = \frac{I_A + I_B}{2} \text{ კკალ/კგ;}$$

Б პარამეტრები — ჰაერის სითბოშემცველობა ( $I_{\text{B}}$ ), რომელიც შეესაბამება მაქსიმალურ ტემპერატურას და მისთვის გამოთვლილ ჰაერის აბსოლუტურ ტენიანობას.

4. ცხრილში მოცემული ყველა გეოგრაფიული პუნქტისათვის წლის თბილი პერიოდის საანგარიშო ტემპერატურებად მიღებულია:

А პარამეტრები — ყველაზე ცხელი თვის საშუალო ტემპერატურა, გაზომილი 13 საათზე ( $t_{\text{A}}$ );

Б პარამეტრები — ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$t_{\text{B}} = \frac{t_{\text{A}} + t_{\text{D}}}{2} \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

Б პარამეტრები — ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა ( $t_{\text{B}}$ ).

5. ზამთრის საანგარიშო ტემპერატურები გათბობისა და ვენტილაციის სისტემების დაპროექტებისათვის, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა, ყველაზე ცხელი თვის საშუალო ტემპერატურა გაზომილი 13 საათზე, მაქსიმალური ტემპერატურა და აგრეთვე გარე ჰაერის (გაზომილი 13 საათზე) საშუალო ფარდობითი ტენიანობა ყველაზე ცივი და ყველაზე ცხელი თვეებისათვის მიღებულია СНМП II-A. 6—62 შიხედვით.

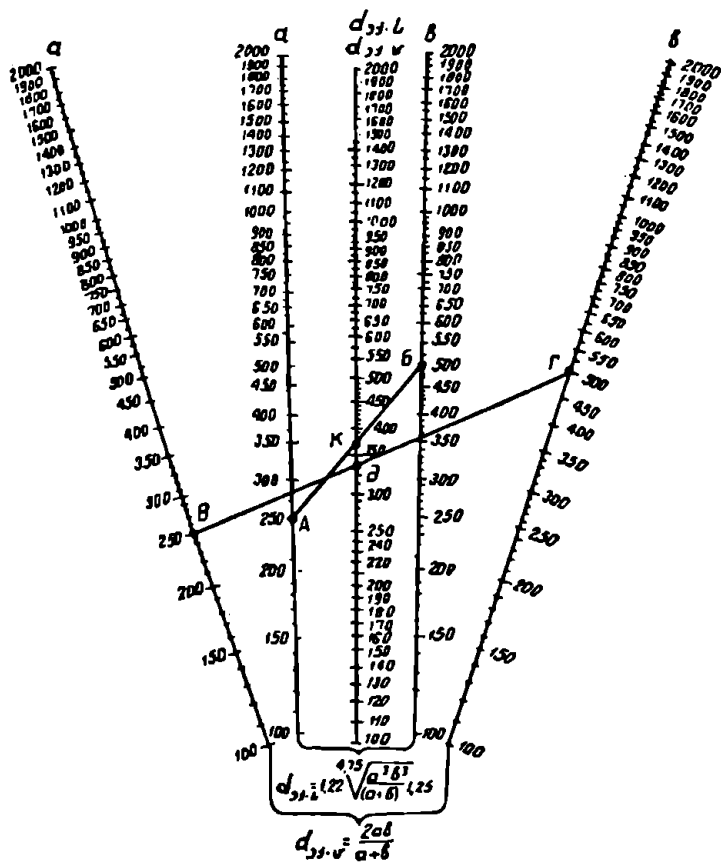
სხვადასხვა აირის ფოტეზბასფრობო კონცენტრაციების ზღვრები

აირის დასახელება	ქველა	ზელა	ქველა	ზელა
	ზღვარი	ზღვარი	ზღვარი	ზღვარი
	მოცულობითი, %-ობით		წონითი, გ/ლ-ობით	
ამიაკი	16	27	111,2	187,45
აცეტილენი	3	—	31,8	—
აცეტილენი არევისას	2,3	—	24,98	—
აცეტონი	8	11	71,1	260,7
აცეტონი არევისას	2,5	—	69,26	—
ბენზინი	1,1	8	40,8	—
ბენზოლი	1,4	7	44,66	221,8
ბრომიანი მეთილი	13,5	14,5	525,15	584,05
ბრომიანი ეთილი	7	11	812,2	490,8
ბუტანი	1,9	6,5	45,03	201,45
ბუტილოვანი ეთერი (მზარევეასი)	1,7	—	80,58	—
წყალბადი	4,1	4	8,562	60,69
წყლის აირი	6,9	55,7	30,45	275—350
გაზოლნი	1,4	6	8,4	88
დიქლორეთილენი	10	13	897	610,1
ბრძმედის აირი	35	74	315	666
მეთანი	5,3	14	84,45	91
მეთანი არევისას	5	15	32,5	97,5
მეთილის სპირტი	7	—	91,7	—
მეთილეთილეტონი	2	12	49	294
მეთილის ეთერი (ვიანველას მკევისი)	6	20	147	490
ნახშირუანგი	12,5	74	142,5	843,6
ეთილენის ეანგი	9	80	54	1440
პროპანი	2,4	8,5	48,2	171
პეტანი	1,45	7,5	42,63	220,5
პირადინი	1,8	12,5	58,14	403,75
პროპილის ეთერი (მზრის მკევისი)	2	—	83,4	—
ბუნებრივი აირი	4,8	13,5	24	67,5
წყალბადგოგირდი	4,3	48	59,94	641,24
გოგირდნახშირბადი	1	50	31,2	1560
სანათი აირი	5,3	31	22,26	130,2
ტოლოლი	1,4	7	52,64	463,2
მზარადგეპილი	4	57	72	1026
ფურფოროლი	2	—	78,6	—
ქლორმეთილი	8	19	165,2	392,85
ქლორეთილი	4	15	105,6	396
ეინილქლორიდი	4	22	102,4	563,2
ციკლოპექსანი	1,9	8,3	44,72	285,5
ეთანი	8,2	12,5	89,38	159,75
ეთილენი	9	29	84,5	339,5
ეთილის სპირტი	4	19	75,2	357,2
ეთილის ეთერი	1,7	26	51,51	787,8
ეთერი ეთილვიანველასი	3,5	10,5	76,05	499,95
ეთერი ეთერმზრისა	2,5	11,5	80	414
ეთილნიტრატი	8	—	92,1	—

შენიშვნა VI

შენიშვნა VI-ის მიხედვით ნაკვეთის სიგრძის დასადგენად

შენიშვნა VI-ის მიხედვით ნაკვეთის სიგრძის დასადგენად



შენიშვნის ხაზიკრები ამოწოვი კარადების და ხერცლებში

№ რიგ.	ოპერაციის სახე	გამოყოფილი შენობების დასახელება	შენიშნული საანგარიშო შენობის სი- ქარე მ/მ-ით
1	2	3	4
<b>I. ლითონების თერმული დამუშავება</b>			
1	წრთობა და მოშება ზეთის აბაზანაში	ზეთის ორთქლი და მისი დაშლის პროდუქტები	0,8
2	წრთობა გვარჩილას აბაზანაში; $t=400-700^{\circ}$	გვარჩილას აეროზოლი, სითბო	0,9
3	წრთობა მარილის აბაზანაში; $t=800-900^{\circ}$	მარილის აეროზოლი, სითბო	0,5
4	ტყვიის დნობა; $t=400^{\circ}$	ტყვია	1,5
5	ციანირება; $t=700^{\circ}$	ციანური ნაერთები	1,5
<b>II. ლითონების გალვანური დამუშავება</b>			
6	მოკადმიუმება	სინილმეკას ორთქლი	1-1,5
7	ციანური მოსპილენძება	" "	1-1,5
8	გაუსხიმოვნება:		
	ა) ბენზინით	ბენზინი	0,9-0,5
	ბ) ქლორიდული ნახშირწყალ- დებით	ქლორიდული ნახშირწყალბადების ორთქლი	0,5-0,7
	გ) ელექტროლიზური	ტუტეების ნისლი	0,9-0,5
9	მოტყვიება	ტყვია	1,5
10	გალვანური ამოკმა:		
	ა) აზოტმეკათი	მეკათის ორთქლი და აზოტის ეანგი	0,7-1
	ბ) მარილმეკათი	ქლორიდული	0,5-0,7
11	ქრომირება	ქრომის მეკათის ორთქლი	1-1,5
12	ციანური მოთუთება	სინილმეკას ორთქლი	1-1,5
<b>III. პროცესები უხვიერა მასალებიდან მტერის გამოყოფით</b>			
13	ჩატეირთვა	დასამუშავებელი პროდუქტის მტე- რი, როდესაც დასამუშავი კონსენ- ტრაცია შეადგენს: 4-10 გ/გ	0,7 0,7-1
14	გაცრა	ნაქლები 1 4-10 " " 1-4 " "	1-1,5 1 1,25
15	გადაწონვა და შეფუთვა	ნაქლები 1 1-10 " "	1,5 0,7
16	მცირე დეტალების ქველური გაწმენდა	ნაქლები 1	0,7-1
17	მცირე დეტალების მოლითონება გა- ფრქვევით	სილიკატური მარილი სხვადასხვა ლითონის დისპერსიული მტერი	1-1,5 1-1,5

დაწარტი VII (გაგრძელება)

1	2	3	4
<b>IV. შეღებვა</b>			
18	შეღებვა ფენით ან ამოვლებით, რომელსაც გამხსნელად გამოიყენება: ა) პენზოლი, ქსილოლი, ტოლუოლი ბ) ნაფთი, უაიტსპირტი, სკიბილარი გ) მეთილაკეტატი, ამილაკეტატი, მეთილის სპირტი	გამხსნელის ორთქლი	0,5—0,7 0,5
19	პულვერიზაციული შეღებვა	შეწონილი ლაქი და გამხსნელის ორთქლი	0,7—1 1—1,5
<b>V. სხვადასხვა ოპერაცია</b>			
20	აორთქლება ხსნარებიდან	წყლის ორთქლი	0,3
24	ჭიჭირი ლაბორატორიული სამუშაოები კარადებში	სხვადასხვა ანაორთქლი და აირი	0,5—1,0 0,5—0,7
25	ჩაილა ტყვიით ან ტრენტიკით	"	0,3—0,5
28	ჩაილა კალით ან სხვა შენადნობებით, რომლებიც ტყვიას არ შეიცავენ	"	0,3—0,5
27	მცირე ნაკეთობათა ელექტროშედულება	ლითონების ეანგები	0,5—0,7

დაწარტი VIII

ადგილობრივი ამომწოვების ხარჯები და ხაფიჯის მოწყობილობიდან


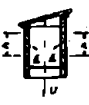

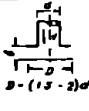





1	2	3	4	5
ყბებანი სამსხრეველა 30 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით	ჩასატვირთი ხერელის სრული გარსაცმი ზემო ამომწოვით	0,25 0,5 1,0	500 800 1100	28,0 28,0 28,0
ვალცებიანი სამსხრეველა 10 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით	ჩასატვირთი ხერელის სრული გარსაცმი ზემო ამომწოვით	0,5 1,0 4,0	750 1000 1200	28,0 28,0 28,0
ღებინტეგრატორი 6 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით	ჩასატვირთი ხერელის სრული გარსაცმი ამომწოვი ელექტორის ბუნციოდან	2,0 4,0 6,0	1000 1750 2500	24,0 24,0 24,0
სხვადასხვა სამსხრეველა	გვერდითი ამომწოვი და ჩასატვირთი ხერელიდან		7000 ჩასატვირთი ძაბრის უოველი 1 მ	14,0



დასაბუთი VIII (გაგრძელება)

1	2	3	4	5
ღეროებთან და ბურთულაში წისქვილი 10 ტ/სა-მდე მწარმოებლობით	სრული გარსაცმი ამომწო- ვით ჩასატვირთო ხოყერას ზემოდან	0,5 1,0 2,0 6,0	500 700 800 900	34 34 34 34
ვიბრაციული საცარი	სრული გარსაცმი ზემო ამომწოვით	—	1500 საცარის ყოველ 1 მ <sup>3</sup>	—
ელექტრონი 30 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით. მასალა მიეწოდება დეზინტეგრატორიდან	ელექტრონი სრული გარსაცმით, ამომწოვი ელექტრონის ბუნიკიდან	2,0 4,0 6,0	1000 1750 2500	24 24 24
ელექტრონი 30 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით. მასალა მიეწოდება სადინარი, თვითღენით	გარსაცმი, ამომწოვი ელექტრონის ბუნიკიდან	2,0 4,0 6,0	500 1000 1500	24 24 24
ელექტრონი ცხელი მასალის გადასატანად. 1-ელექტრონის სიმაღლე	ამომწოვი ელექტრონის გარსაცმიდან თავერასთან	—		21,0
დახურული ბუნკერი. მასალა მიეწოდება სადინარიდან	ამომწოვი ბუნიკის ზემო ხუფიდან	—	300	15,0
მაგნიტური სეპარატორი. მასალა მიეწოდება სადინარიდან	ამომწოვი გარსაცმის ზემო-დან	0,5 1,0 2,0 6,0	750 1000 1200 1400	28,0 29,0 29,0 29,0

ՔՅԵԿԱՌՈՒՄ

	ՏՐԵՋՇՐՄԱՆ ԼՅՅՅ	ՉԵՆՏՐԱ	ԵՃՈՐՈՒՄԱՆ ԵՐԱՐՄԱՆ ՏՐՄՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆ																					
1	Չեչն խաչեր	 $\frac{h}{b} > 0.05$	<table border="1"> <tr> <td><math>h/D</math></td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.7</td> <td>0.8</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2.15</td> <td>0.85</td> <td>0.75</td> <td>0.65</td> <td>0.65</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>4.0</td> <td>1.5</td> <td>1.0</td> <td>0.8</td> <td>1.05</td> <td>1.05</td> </tr> </table> <p><math>\zeta</math> ապա <math>\varphi</math> և ԼՅԿ.ԿԵ</p>	$h/D$	0.1	0.2	0.3	0.7	0.8	1.0	$\zeta$	2.15	0.85	0.75	0.65	0.65	0.6	$\zeta$	4.0	1.5	1.0	0.8	1.05	1.05
$h/D$	0.1	0.2	0.3	0.7	0.8	1.0																		
$\zeta$	2.15	0.85	0.75	0.65	0.65	0.6																		
$\zeta$	4.0	1.5	1.0	0.8	1.05	1.05																		
2	Չեչն, չեչն Չեչն		<table border="1"> <tr> <td><math>h/a</math></td> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> <td>1.4</td> <td>1.6</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>4.0</td> <td>3.4</td> <td>3.0</td> <td>2.8</td> <td>2.7</td> <td>2.6</td> <td>2.8</td> </tr> </table> <p><math>\zeta</math> ապա <math>\varphi</math> և ԼՅԿ.ԿԵ թմբ</p>	$h/a$	0.0	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	$\zeta$	4.0	3.4	3.0	2.8	2.7	2.6	2.8					
$h/a$	0.0	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0																	
$\zeta$	4.0	3.4	3.0	2.8	2.7	2.6	2.8																	
3	ոնչնոնչ		<table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td><math>h/a = 1.5</math></td> <td><math>h/a = 1.0</math></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.18</td> <td>0.23</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>2.25</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0.30</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>0.19</td> <td>0.40</td> </tr> </table>	$\alpha$	$h/a = 1.5$	$h/a = 1.0$	30	0.18	0.23	45	2.25	0.30	60	0.30	0.38	90	0.19	0.40						
$\alpha$	$h/a = 1.5$	$h/a = 1.0$																						
30	0.18	0.23																						
45	2.25	0.30																						
60	0.30	0.38																						
90	0.19	0.40																						
4	Գնչն Չեչնոն Նաչն	 $b = (1.5 - 2)a$																						
5	Լայն Չեչնոն Նաչն		$\zeta = 1$																					
6	Չեչնոն Չեչն Չեչն Չեչն		$\zeta = 0.6$																					
7	Չեչնոն Չեչն Չեչն Չեչն		$\zeta = 2.5$																					
8	Չեչն (ԼՅԿ)		$\zeta = 0.1$																					
9	Չեչնոն Չեչնոն Չեչնոն	—	$\zeta = 0.1$																					
10	Չեչնոն Չեչնոն Չեչնոն Չեչնոն	—	$\zeta = 1.1$																					

მრგვალი ზარბაზნების ხანგრძლივ კოეფიციენტები ნაშპ. ზედა ხტრაქონი L მ/ხ-ობით;

$$\text{ქვედა ხტრაქონი ნაშპ} = \frac{\lambda}{d} \cdot 1 \text{ გრძ. მ-ზე}$$

v მ/წ-ობით	$\frac{d}{F}$ მ-ობით							
	80/0,0050	85/0,0056	90/0,0063	95/0,0071	100/0,0078	107/0,0869	115/0,0104	125/0,0123
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	181 0,256	204 0,240	228 0,224	255 0,200	282 0,198	324 0,180	374 0,166	441 0,150
10,5	190 0,254	213 0,230	238 0,222	270 0,209	296 0,198	334 0,179	392 0,164	465 0,149
11	199 0,252	224 0,236	254 0,220	290 0,206	311 0,199	358 0,177	412 0,161	486 0,147
11,5	208 0,250	232 0,234	262 0,217	295 0,203	323 0,191	360 0,176	400 0,160	480 0,144
12	217 0,248	245 0,232	274 0,216	306 0,200	330 0,189	389 0,174	448 0,159	530 0,145
12,5	226 0,246	252 0,230	284 0,213	320 0,199	350 0,187	400 0,172	466 0,168	555 0,149
13	234 0,244	265 0,228	297 0,211	332 0,187	367 0,185	421 0,171	486 0,157	574 0,142
13,5	246 0,242	272 0,228	307 0,210	348 0,196	370 0,183	433 0,170	505 0,156	595 0,141
14	253 0,240	284 0,224	321 0,208	357 0,194	395 0,182	454 0,168	523 0,155	618 0,140
14,5	244 0,238	292 0,222	330 0,206	372 0,192	408 0,181	465 0,167	540 0,154	640 0,139
15	272 0,236	306 0,220	349 0,205	382 0,191	424 0,180	485 0,166	561 0,153	662 0,138
15,5	280 0,234	312 0,218	362 0,203	398 0,191	435 0,179	496 0,165	580 0,152	685 0,137
16	290 0,233	326 0,216	366 0,202	409 0,190	452 0,178	518 0,164	608 0,150	706 0,136
16,5	298 0,230	332 0,215	375 0,200	424 0,188	469 0,177	530 0,163	617 0,150	730 0,135
17	308 0,228	347 0,214	389 0,199	484 0,186	481 0,176	553 0,162	635 0,148	750 0,134

დანართი XII (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17,5	918 0,227	954 0,219	999 0,198	449 0,168	490 0,175	560 0,161	655 0,146	770 0,134
18	926 0,226	967 0,212	412 0,197	459 0,185	509 0,174	599 0,160	672 0,147	785 0,139
18,5	933 0,225	974 0,211	420 0,186	475 0,184	520 0,173	594 0,159	680 0,146	820 0,139
19	844 0,224	889 0,210	435 0,185	485 0,183	537 0,172	618 0,158	710 0,145	898 0,132
19,5	852 0,223	894 0,209	443 0,184	500 0,182	548 0,171	625 0,157	725 0,145	880 0,132
20	982 0,222	408 0,208	452 0,193	510 0,181	565 0,170	648 0,157	748 0,144	858 0,131

$\frac{d}{F}$  შპ-ობით

1	შპ-ობით							
	2	3	4	5	6	7	8	9
10	140/0,0154	155/0,0168	170/0,0227	185/0,0269	200/0,0314	220/0,0380	240/0,0452	260/0,0531
10,5	554 0,130	879 0,116	818 0,104	969 0,094	1130 0,085	1368 0,077	1628 0,069	1910 0,063
11	590 0,128	713 0,114	860 0,103	1020 0,093	1180 0,085	1445 0,076	1720 0,069	2000 0,063
11,5	609 0,128	747 0,114	898 0,102	1064 0,092	1242 0,084	1505 0,075	1792 0,068	2100 0,062
12	635 0,127	780 0,113	942 0,101	1120 0,092	1300 0,084	1580 0,075	1870 0,068	2200 0,062
12,5	665 0,126	815 0,112	981 0,100	1181 0,091	1355 0,083	1642 0,074	1855 0,067	2292 0,061
13	800 0,125	847 0,111	1020 0,100	1210 0,091	1420 0,082	1710 0,074	2040 0,067	2380 0,061
13,5	720 0,124	883 0,110	1061 0,099	1258 0,090	1468 0,081	1778 0,073	2120 0,066	2482 0,060
14	745 0,123	915 0,109	1150 0,099	1310 0,090	1530 0,081	1850 0,073	2071 0,066	2580 0,060
14,5	778 0,122	951 0,108	1142 0,098	1355 0,098	1592 0,080	1915 0,072	2290 0,065	2778 0,059
15	800 0,121	985 0,108	1180 0,093	1400 0,067	1640 0,080	1980 0,072	2360 0,065	2770 0,059

დანართი XII (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	831 0,120	1018 0,107	2225 0,097	1451 0,086	1895 0,079	2050 0,071	2112 0,064	2864 0,0
15,5	855 0,120	1050 0,107	1270 0,097	1500 0,086	1770 0,079	2120 0,071	2520 0,064	2980 0,058
16	896 0,119	1034 0,106	1308 0,096	1548 0,085	1809 0,078	2190 0,070	2606 0,063	3060 0,057
16,3	910 0,119	1120 0,106	1350 0,096	1800 0,085	1880 0,078	2280 0,070	2700 0,063	3150 0,057
17	943 0,118	1154 0,105	1389 0,095	1646 0,084	1921 0,078	2326 0,069	2776 0,062	3250 0,057
17,5	965 0,118	1190 0,105	1430 0,095	1700 0,084	1980 0,079	2400 0,069	2860 0,062	3340 0,057
18	992 0,117	1222 0,104	1470 0,094	1743 0,083	2034 0,077	2462 0,069	2936 0,062	3440 0,056
18,5	1020 0,117	1280 0,104	1520 0,094	1780 0,083	2100 0,077	2530 0,068	3000 0,062	3560 0,056
19	1052 0,116	1290 0,103	1552 0,093	1839 0,082	2147 0,076	2600 0,068	3100 0,061	3630 0,056
19,5	1070 0,116	1330 0,103	1600 0,093	1880 0,082	2200 0,076	2670 0,068	3180 0,061	3720 0,056
20	1108 0,115	1358 0,102	1635 0,092	1935 0,082	2280 0,076	2738 0,067	3200 0,061	3822 0,055

v მ/წ-ობით	$\frac{d}{P}$ მ-ობით								
	265/0,06,8	310/0,0755	340/0,0908	370/0,1076	405/0,1288	446/0,1555	476/0,1847	526/0,2164	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	2300 0,068	2718 0,051	3270 0,046	3870 0,041	4640 0,037	5600 0,033	6650 0,030	7800 0,027	
10,5	2420 0,058	2850 0,051	3420 0,046	4070 0,041	4880 0,037	5900 0,033	6970 0,030	8200 0,027	
11	2530 0,055	2998 0,050	3600 0,045	4350 0,041	5090 0,037	6180 0,033	7320 0,030	8680 0,027	
11,5	2650 0,055	3140 0,050	3780 0,045	4460 0,041	5330 0,037	6450 0,033	7650 0,030	9000 0,027	
12	2860 0,054	3260 0,049	3930 0,044	4640 0,040	5560 0,036	6720 0,032	7975 0,029	9360 0,026	

დანართი XII (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12,5	2280 0,054	3400 0,049	4080 0,044	4860 0,040	5800 0,036	7000 0,032	8300 0,029	9750 0,026
13	2088 0,053	3530 0,048	4250 0,044	5025 0,040	6025 0,036	7290 0,032	8640 0,029	10130 0,026
13,5	8100 0,053	9670 0,048	11400 0,044	13220 0,040	15250 0,036	17550 0,032	20090 0,029	22800 0,026
14	3220 0,052	3860 0,048	4570 0,043	5410 0,039	6400 0,035	7640 0,031	9000 0,028	10490 0,025
14,5	3940 0,052	4940 0,048	5730 0,043	6600 0,039	7600 0,035	8800 0,031	10250 0,028	11800 0,025
15	3450 0,052	4080 0,047	4910 0,043	5800 0,039	6950 0,034	8400 0,031	9970 0,028	11700 0,025
15,5	3560 0,052	4200 0,047	5050 0,042	6000 0,039	7170 0,034	8700 0,031	10300 0,028	12100 0,025
16	3680 0,051	4350 0,047	5220 0,042	6180 0,038	7420 0,034	8960 0,030	10620 0,027	12470 0,025
16,5	3800 0,051	4480 0,047	5400 0,042	6400 0,038	7820 0,034	9250 0,030	10950 0,027	12800 0,025
17	3910 0,051	4600 0,046	5560 0,042	6570 0,038	7860 0,034	9520 0,030	11300 0,027	13250 0,024
17,5	4040 0,051	4770 0,047	5700 0,042	6800 0,038	8100 0,034	9800 0,030	11600 0,027	13600 0,024
18	4140 0,050	4900 0,046	5880 0,041	6960 0,037	8340 0,033	10080 0,030	11950 0,027	14080 0,024
18,5	4250 0,050	5000 0,046	6000 0,041	7060 0,037	8550 0,033	10400 0,030	12300 0,027	14400 0,024
19	4370 0,050	5160 0,045	6220 0,041	7350 0,037	8810 0,033	10620 0,029	12620 0,027	14810 0,024
19,5	4500 0,050	5300 0,045	6350 0,041	7550 0,037	9000 0,033	10800 0,029	13000 0,027	15200 0,024
20	4600 0,049	5430 0,045	6540 0,040	7740 0,036	9260 0,032	11200 0,029	13300 0,026	15600 0,024

$\frac{d}{F}$  შიშობით

1	2	3	4	5	6	7	8
10	9200 0,025	10860 0,028	12500 0,021	15100 0,018	18500 0,016	22400 0,015	27700 0,013

დანართი XII (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8
10,5	8700 0,025	11400 0,023	13100 0,021	15800 0,018	10500 0,016	23800 0,015	20100 0,013
11	10110 0,021	11820 0,021	13750 0,020	16600 0,018	20370 0,016	24620 0,014	30150 0,013
11,5	10550 0,024	12500 0,022	14400 0,020	17350 0,018	21400 0,016	26900 0,014	31900 0,013
12	11059 0,024	13000 0,022	15000 0,020	18000 0,018	22200 0,015	26950 0,014	32220 0,012
12,5	11450 0,021	13800 0,022	15600 0,020	18900 0,018	23200 0,015	28000 0,014	34600 0,012
13	11950 0,023	14100 0,021	16250 0,020	19600 0,017	24000 0,015	29100 0,014	36000 0,012
13,5	12400 0,023	14700 0,021	16900 0,020	20400 0,017	25000 0,015	30200 0,014	37400 0,012
14	12860 0,023	15200 0,021	17500 0,019	21120 0,017	25800 0,015	31400 0,014	38800 0,013
14,5	13300 0,023	15700 0,021	18100 0,019	21800 0,017	26900 0,015	32500 0,014	40200 0,012
15	13790 0,022	16290 0,021	18700 0,019	22620 0,017	27800 0,015	33600 0,014	41600 0,012
15,5	14300 0,022	16800 0,021	19400 0,019	23400 0,017	29000 0,015	34800 0,014	48000 0,012
16	14710 0,023	17370 0,020	20000 0,019	24120 0,017	29700 0,015	35800 0,014	44300 0,012
16,5	15200 0,022	17900 0,020	20800 0,019	24800 0,017	30800 0,015	37000 0,014	45800 0,012
17	15820 0,022	18450 0,020	21250 0,018	25630 0,017	31500 0,015	38050 0,013	47200 0,011
17,5	16100 0,022	19000 0,020	21800 0,019	26400 0,017	32500 0,015	39300 0,013	48500 0,011
18	16550 0,022	19590 0,020	22500 0,018	27180 0,016	33300 0,015	40300 0,013	49800 0,011
18,5	17000 0,022	20000 0,020	23100 0,019	27800 0,016	34400 0,015	41500 0,012	51200 0,011
19	17470 0,022	20620 0,019	23750 0,018	28700 0,016	35200 0,014	42600 0,013	52600 0,011
19,5	17900 0,022	21200 0,019	24200 0,018	29400 0,016	36200 0,014	43700 0,013	54000 0,011
20	18390 0,021	21750 0,019	25000 0,018	30200 0,016	37000 0,014	44800 0,013	55400 0,011

ადგილობრივი არაავტონომიური მრავალზონიანი კიმ-2,5 და კიმ-5 კონდიციონერების ტექნიკური მახასიათებლები

	მარკენებლები	განზომილების ერთეული	კონდიციონერი	
			კიმ-5	კიმ-2,5
1	მწარმოებლობა ჰაერის მიმართ	გ	6000	2500
2	საჰაერო ფილტრი, მფილტრაჟი ზედაპირის ფართობი	მ²	2	1
3	პირველადი შეთბობის თბომცველი: ხურების ფართობი	"	26	19
	კოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ	"	0,456	0,229
	კოცხალი კვეთი წყლის მიმართ	"	0,00138	0,00138
	მილაკების რაოდენობა სიღრმეზე	ცალი	2	2
	სელათა რაოდენობა წყლის მიმართ	"	4	4
	მილების რაოდენობა ერთ სელაზე	"	12	12
4	მეორეული შეთბობის თბომცველი: ხურების ფართობი	მ²	27	18
	კოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ	"	0,166	0,083
	კოცხალი კვეთი წყლის მიმართ	"	0,00031	0,00031
	მილაკების რაოდენობა სიღრმეზე	ცალი	6	6
	სელათა რაოდენობა წყლის მიმართ	"	6	6
	მილების რაოდენობა ერთ სელაზე	"	8	8
5	ჰაერისაბიჯარი (ორი სექცია): თბოგაცვლის ზედაპირი	მ²	98	48
	კოცხალი კვეთი წყლის მიმართ	"	0,29	0,146
	კოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ	"	0,00158	0,00158
	მილაკების რაოდენობა სიღრმეზე	ცალი	12	12
	სელათა რაოდენობა წყლის მიმართ	"	12	12
	მილების რაოდენობა ერთ სელაზე	"	14	14
6	დამატენიანებელი სექცია: დატენიანების ეფექტურობა	კმ, მ²	0,75	0,75
	მომარწყველი კასეტების სატენის სიმჭიდროვე	"	20	20
7	თავისუფალი წნევა კონდიციონერის შემდეგ	კმ/მ²	25	25
8	დასაყენებელი სიმძლავრე: ენტილატორის ელექტროძრავების	კვტ	2,8	1,7
	დატენიანების სექციის ტუმბოსი	"	0,15	0,15
9	გაბარიტული ზომები:			
	სიმაღლე	მ	870	870
	სიგანე	"	1676	910
	სიგრძე	"	3724	3724
10	კონდიციონერის წონა	კგ	1054	708



რადის ქვედა ტიპის არაავტონომური კონდიციონერების  
ტექნიკური მახასიათებლები

მაჩვენებლები	განზომილების ერთეული	კონდიციონერის მარკები			
		KHC-1	KHC-0,5	KHC-0,3	KHC-0,15
საერთო მწარმოებლობა ჰაერის მი- ხედვით	მკ/სთ	1000	500	300	150
დასამუშაებელი გარე ჰაერის მაქსი- მალური რაოდენობა	"	800	125	75	—
თბომცვლელში მისაწოდებელი ცივი წყლის რაოდენობა	კმ/სთ	1000	500	300	150
სიცივის მწარმოებლობა, როცა წყლის საწყისი ტემპერატურაა 8°C, ჰაერის საწყისი ტემპერატურა — 28°C და ფარ- დობითი ტენიანობა — 46%	კკალ/სთ	3000	1500	900	300
თბომცვლელში მისაწოდებელი ცხელი წყლის რაოდენობა	კმ/სთ	350	180	100	50
თბური მწარმოებლობა, როცა ჰაერის საწყისი ტემპერატურაა 5°C და წყლის საწყისი ტემპერატურა 95°C	კკალ/სთ	8000	4000	2500	1800
თბომცვლელის წინააღმდეგ წყლის გავ- ლისადმი:					
ცხელი წყლის მიმართ	კგ/მ²	60	1900	40	30
ცივი წყლის მიმართ	კგ/მ²	500	800	400	300
ელექტროძრავების დასაყენებელი სიმ- ძლავრე	კვტ	0,03	0,04	0,02	0,02
კონდიციონერის წონა	კგ	80	70	40	30
გაბარიტული ზომები:					
სიმაღლე	მმ	700	700	700	890
სიღრმე		280	280	280	180
სიგანე		1050	760	570	700

შ ი ნ ა ა რ ს ი

თ ა ვ ი I

ვენტილაციის ჰიგიენური და ფიზიკური საფუძვლები

§ 1. პერი და მისი თვისებები	3
§ 2. პერის ტენიანობა	8
§ 3. გარემოშეცელო არის ფიზიოლოგიური გავლენა ადამიანზე	11
§ 4. ტენიანი პერის I—II ლიაგრაზა	18

თ ა ვ ი II

ჰაერცელის შექმნის ხერხები და ვენტილაციის მოწყობის პრინციპი

§ 5. სათავსების ვენტილაციის პრინციპული სქემები	28
§ 6. დახურულ სათავსებში ჰაერცელის შექმნის ხერხები	29

თ ა ვ ი III

ჰაერცელის განსაზღვრა ხერხით ვენტილაციის შემთხვევაში

§ 7. გარე და შიგა პერის საანგარიშო პარამეტრები	31
§ 8. ჰაერცელის ძირითადი დიფერენციალური განტოლება	32
§ 9. ჰაერცელის განსაზღვრა ჰაერცელის ქერალობის დაღვენილი ნორმებით	34

თ ა ვ ი IV

ჰაერის მოძრაობა ვახანაეებელ სათავსებში

§ 10. პერის მოძრაობის კანონზომიერებები საჭირბნ ნახერტთან	38
§ 11. პერის მოძრაობის კანონზომიერებები შემწოვ ნახერტთან	41
§ 12. პერის მოძრაობა სათავსებში მოღინებითი და ამოწოვი ნახერტების განლაგების მიხედვით	44

თ ა ვ ი V

ჰაერცელის განსაზღვრა და ორგანიზაცია მანე გამოწყობებთან ბრძოლის დროს

§ 13. სამრეწველო დანიშნულების სათავსებში თბოგამომყოფი წყაროები და გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა	46
§ 14. თბოგამომყოფისა და კარბი სითბოს წინააღმდეგ ბრძოლის ხერხები	63
§ 15. ჰაერცელის განსაზღვრა კარბი სითბოს შემთხვევაში	65

ბ რძოლა მანე აირებთან და ორთქლთან

§ 16. საწარმოო სათავსებში გამოყოფილი აირები და ორთქლი	69
§ 17. სხვადასხვა წყაროდან გამოყოფილი აირების და ანაორთქლების რაოდენობის განსაზღვრა	70
§ 18. ფეთქებადი აირ-ჰაეროვანი და იიროვანი ნარეუები	77

§ 19. მვენე აირებთან და ანაორთქლებთან ბრძოლის საშუალებები	78
§ 20. სათაესში ტენის გამოყოფის წყაროები და იორთქლებულა წყლის რაოდენობის განსაზღვრა	79

**თ ა ვ ი**

**ჰაერისატარების ვანგარიშება**

§ 21. ჰაერისატარებში ჰაერის სტატუკერი, დინამიკური და მთლიანი წნევა	82
§ 22. ჰაერისატარებში ხახუნზე წნევის დანაქარების განსაზღვრა	85
§ 23. ადგილობრივი წინაღობების სახეები. ჰაერის წნევის დანაქარები ადგილობრივ წინაღობებზე	91
§ 24. ნაკადების შერევა და დაყოფა	95
§ 25. ჰაერისატარების ქსელის ვანგარიშების მეთოდიქა	98

**თ ა ვ ი**

**ვენტილატორები**

§ 26. ეენტირიდანული ვენტილატორები	105
§ 27. ღერძული ვენტილატორი	109
§ 28. ვენტილატორის მახასიათებელი	111
§ 29. ქსელის მახასიათებელი და ვენტილატორის შერჩევა	113

**თ ა ვ ი**

**ჰაერის გაწმენდა**

§ 30. ჰაერის გაწმენდის მნიშვნელობა	117
§ 31. ჰაერის გაწმენდის კოეფიციენტი	118
§ 32. როტაციული შტვერგამომყოფი	128
§ 33. ფილტრი	129
§ 34. ჰაერის გაწმენდა ტოქსიკური შეენეობებისაგან	137
§ 35. სათაესიდან ამოწოვილი ჰაერის ქველური გაქყოცნა	139

**თ ა ვ ი**

**ჰაერის მდგომარეობის ცვლა წყალთან კონტაქტის დროს იძულებითი მოძრაობის პირობებში**

§ 36. ჰაერისა და წყალს შორის თბოცელის საანგარიშო ვანტოლებები	141
§ 37. ჰაერისა და წყალს შორის თბოცელის პროცესების ანალიზი	144
§ 38. ჰაერისა და წყალს შორის თბოცელის რეალური პროცესები	151
§ 39. კონდიციონერების ძირითადი ელემენტები და მათი ვანგარიშების მეთოდიქა	158
§ 40. ჰაერის დატენიანება ორთქლით	179
§ 41. ჰაერის დატენიანება გადაბურებული წყლით	180

**თ ა ვ ი**

**მოდინებული ჰაერის გათბობა**

§ 42. ჰაერის გათბობის ხერხები	183
§ 43. კალორიფერების დაყენება	186
§ 44. კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი	188
§ 45. კალორიფერის ვანგარიშება და შერჩევა	189

თ ა ვ ი X I

ჰერის მშრალად გაცემა და გარობა

§ 46. ჰერის გათბობა და გაცემა გამყოფი ზედაპირების საშუალებით	195
§ 47. ჰერსაცელების გამოთვლის მეთოდები	197
§ 48. ჰერის გარობა აბსორბციით	203

თ ა ვ ი X I I

საერთო ჰერცვლის ვენტრლაციის სისტემების კონსტრუქციული ელემენტები

§ 49. სავენტილაციო სისტემების კონსტრუქციული შესრულება საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში	206
§ 50. ვენტრლაციის სისტემების ჰერმიზაციები და ამოწოვი შესტები	207
§ 51. ჰერის მოღინებით და ამოწოვი კაშვრები	209
§ 52. არხები და ჰერსატარები	212
§ 53. ჰერსანაწილებლები და საცმები	214

თ ა ვ ი X I I I

ვენტილაციასთან შეთავსებული ჰერის სათბობა სისტემები

§ 54. ჰერით სათბობ დეცენტრალიზებული სისტემები	216
§ 55. გათბობა ჰერის თემოყრლი შიწოდებით	218

თ ა ვ ი X I V

ლოკალიზებული, ადგილობრივი და ავარიული ვენტრლაცია, ჰერის ფარდები

§ 56. ადგილობრივი ამოწოვების კლასიფიკაცია	221
§ 57. ამოწოვი კარდები	222
§ 58. ადგილობრივი ამოწოვები ფხვიერი მასალების წარმოებისა და ტრანსპორტირების დანადგარებიდან შტერის გასაყვანად	223
§ 59. ამოწოვი კოლგები	225
§ 60. ბორტული ამოწოვები	231
§ 61. ჰერის ფარდები	237
§ 62. ავარიული ვენტრლაცია	241
§ 63. ადგილობრივი მომდენი ვენტრლაცია (ჰერის შხაქები)	242

თ ა ვ ი X V

ა ე რ ა ც ი ა

§ 64. სამრეწველო დანიშნულების შენობების აერაცია	249
§ 65. შიგვ კარბი წნევა და ნეიტრალურა ზონა	251
§ 66. სითბოს წყაროსაგან წარმოქმნილ ნაკადები დახტრულ სათავსში	252
§ 67. სავენტილაციო ჰერის რაოდენობის განსაზღვრა აერაციის დროს	254
§ 68. ქარს ზემოქმედება შენობაზე	256
§ 69. შემოღებრაევი სარკმლები და სხვა სააერაციო მოწყობილობები	257
§ 70. აერაციისათვის გამოყენებული ფრამუგები	261
§ 71. ერთმალაიანი სააქროს აერაციის განგარიშება	265
§ 72. მრავალმალაიანი სააქროს აერაციის განგარიშება	267
§ 73. სააერაციო დეფლექტორები და შესტები	272
§ 74. აერაცია ზამთრის პერიოდში	276
§ 75. აერაციის რეგულირება	277
§ 76. ბუნებრივი ვენტრლაციის არხული სისტემები	278

თ ა ვ ი XVI

ვენტილაციის ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემები  
და მათი განგარიშების მეთოდები

§ 77. ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების პერსტატივის განგარიშების ძირითადი მონაცემები	285
§ 78. პერსტატივის და მუარის ნაწილაკების ნარევის წონითი და მოცულობითი კონცენტრაციები	288
§ 79. პერსტატივის სიჩქარეები ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების პერსტატივში	299
§ 80. ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების პერსტატივის განგარიშება	299
§ 81. ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემებისაღში წაყვებული კონსტრუქციული მოთხოვნები	301

თ ა ვ ი XVII

პერსტატივის კონდიციონები

§ 82. პერსტატივის კონდიციონების სისტემები	312
§ 83. თანამედროვე კონდიციონერების კონსტრუქციები	314
§ 84. ევრტიკალური უნივერსალური არაავტონომიური კონდიციონერები	313
§ 85. პერსტატივის საკონდიციონერო დანადგარების მუშაობის რეჟიმი და მათი რეგულირების მეთოდები	321

თ ა ვ ი XVIII

სავენტილაციო სისტემების რეგულირება და ექსპლუატაცია

§ 86. სისტემების რეგულირების უმთავრესი ზერსები	313
§ 87. საკონტროლო და საზომი აპარატურა	339
§ 88. სავენტილაციო სისტემების შოკა და ნ ა რ თ ე ბ ი	342
	315

რედაქტორი ზ. ჯიბლაძე  
მატერული რედაქტორი ს. ბოტკოველი  
ტექნიკური რედაქტორი გ. ჯონაძე  
კორექტორი ნ. შიქაძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16/IX-70 წ. ქალაქის ზომა 70X108.  
ნახევდი თაბახი 23,5. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 27,17

უი 00258

ტირაჟი 2000

შვედეთის № 167

შპსი 1 შპს. 87 კპპ.

---

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, კაზის ქ. № 18.  
Издательство „Ганатლება“, Тбилиси, ул. Камо № 18.

1970

სპი-ს სტამბა, ლენინის ქ., 69. 7  
Типография ГПИ, ул. Ленина, 69.